Zastosowanie programowania w planowaniu

János Kornai

Książka węgierskiego naukowca Jánosa Kornaia zasługuje na szczególną uwagę. W stosunku do dość bogatej już w krajach socjalistycznych literatury z dziedziny metod matematycznych w planowaniu i zarządzaniu gospodarką książka ta wyróżnia się tym, że opiera się na badaniach zakrojonych na wielką skalę, obejmujących krąg zagadnień pojawiających się na różnych szczeblach działalności gospodarczej — w przedsiębiorstwie, gałęzi przemysłu i w całej gospodarce narodowej. Badania te przeprowadzane były przez Autora przy udziale zespołu współpracowników, reprezentujących różne specjalności — ekonomistów, matematyków, inżynierów — przedstawicieli teorii i praktyki. W efekcie powstała książka, którą cechuje powiązanie teorii z praktyką i która prezentuje bogaty materiał empiryczny, a metody rozwiązywania wielu zagadnień są nowe i pomysłowe. Autor pisał tę książkę z myślą o jej użyteczności przede wszystkim dla praktyków, zwłaszcza dla tych ekonomistów, którzy zamierzają stosować metody zmatematyzowar opracowywaniu podstaw dla p decyzji inwestycyjnych w plana spektywicznych. Książka prz jest również dla czytelników biegłych w ekonometrii.

ZASTOSOWANIE PROGRAMOWANIA W PLANOWANIU

JÁNOS KORNAI

ZASTOSOWANIE PROGRAMOWANIA W PLANOWANIU

WARSZAWA 1969
PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

Tytuł oryginału

A gazdasági szerkezet matematikai tervezése

Tłumaczyli

HENRYK BRIESEMEISTER
LECH ZACHER

Obwolutę projektował *Henryk Białoskórski*

Redaktor *Zbigniew Czerwiński*

Redaktor PWN *Jadwiga Rybacka*

Redaktor techniczny *Romana Szybińska*

Korektor techniczny *Lidia Czerwińska*

Copyright
by Państwowe Wydawnictwo Naukowe
Warszawa 1968

PRINTED IN POLAND

SPIS TREŚCI

Od redakcji przekładu polskiego 11
Przedmowa do wydania polskiego 15

Część I

MODELE PROGRAMOWANIA GAŁĘZI PRZEMYSŁOWEJ

Rozdział 1. Wstęp: tradycyjne i matematyczne metody planowania perspektywicznego . . 21

1.1. Metoda bilansowa 21
1.2. Problem centralnych zezwoleń na inwestycje. Wskaźnik efektywności 26
1.3. Planowanie przy pomocy metod matematycznych 30

Rozdział 2. Wybór pomiędzy alternatywami technologicznymi. Model inwestycyjny . . . 32

2.1. Problem decyzji 32
2.2. Zakres programowania 33
2.3. Działalności (zmienne) modelu 35
2.4. Kilka założeń upraszczających 40
2.5. Warunki ograniczające 42
2.6. Funkcja celu 49
2.7. Matematyczne ujęcie zadania 51
2.8. Praktyczne wyniki programowania przemysłu bawełnianego 52

Rozdział 3. Struktura produkcji, eksportu i importu. Model przemysłu włókien sztucznych 57

3.1. Problemy decyzji 57
3.2. Zakres programowania 58
3.3. Działalności 60
3.4. Warunki ograniczające 61
3.5. Funkcja celu 64
3.6. Praktyczne wyniki programowania przemysłu włókien sztucznych 64

Rozdział 4. Zależność kosztu od poziomu działalności 66

4.1. Podzielność 66
4.2. Różne rodzaje funkcji kosztów z matematycznego i obliczeniowego punktu widzenia 67
4.3. Kształtowanie się kosztów różnego rodzaju działalności 71
4.4. Uwzględnienie korzyści wielkiej skali w modelu przemysłu włókien sztucznych . . 74
4.5. Specjalizacja produkcji a międzynarodowy podział pracy 76

4.6. Hiperboliczna funkcja kosztów 77
4.7. Ustalenie parametrów funkcji kosztów 78

Rozdział 5. Pierwsze porównanie z tradycyjnymi metodami 81

5.1. Szersza i systematyczniejsza metoda wyboru 81
5.2. Hierarchia 84
5.3. Metoda bilansowa a optymalizacja 86
5.4. Ograniczone możliwości techniki obliczeniowej 88

Część II

NAKŁADY I KOSZTY

Rozdział 6. Rozrachunkowa stopa procentowa i stawki płac — Analiza teoretyczna . . . 93

6.1. Wstępne uwagi metodologiczne 93
6.2. Makroekonomiczny model wzrostu 95
6.3. Twierdzenia wyjściowe 102
6.4. Wyznaczanie rozrachunkowej stopy procentowej i stawek płac 108
6.5. Stopa procentowa i tempo wzrostu 113
6.6. Usunięcie jednego warunku ograniczającego 116

Rozdział 7. Statystyczne badania makroekonomicznych procesów wzrostu 118

7.1. Cel badań 118
7.2. Wzrost dochodu narodowego, majątku produkcyjnego i zatrudnienia 119
7.3. Ważniejsze relacje charakteryzujące produkcję 122
7.4. Szeregi czasowe odnoszące się do podziału dochodu narodowego 124
7.5. Oszacowanie funkcji produkcji 126
7.6. Wyznaczanie parametrów funkcji produkcji 131
7.7. O możliwości liczbowego ustalenia racjonalnej rozrachunkowej stopy procentowej i stawek płac 133

Rozdział 8. Przegląd dyskusji na temat stopy procentowej 135

8.1. Charakter prowadzonych polemik 135
8.2. Poglądy nawiązujące do wytwarzania dochodu narodowego 136
8.3. Poglądy nawiązujące do podziału dochodu narodowego 138
8.4. Podział i optymalizacja 140
8.5. Inne zagadnienia dyskusyjne 141

Rozdział 9. Rozrachunkowa stopa procentowa i stawki płac. Praktyczne zasady rozliczeniowe 143

9.1. „Dwukanałowe" oceny rozrachunkowe 143
9.2. Stopa procentowa i stopa podatku od wynagrodzeń w przeprowadzonych obliczeniach 147
9.3. Oprocentowanie inwestycji 149
9.4. Stopa procentowa zastosowana we wzorach na oprocentowanie inwestycji 151
9.5. Odpisy amortyzacyjne 154

Rozdział 10. Tablice nakładów-wyników 156

10.1. Definicje i założenia wyjściowe 156
10.2. Obliczenie pełnych nakładów zewnętrznych 159
10.3. Twierdzenia dotyczące systemu cen rozrachunkowych 160
10.4. Węgierskie tablice przepływów międzygałęziowych 165

Rozdział 11. Określenie pełnych nakładów pracy i majątku produkcyjnego 167

11.1. Zarys zagadnienia 167
11.2. Wykorzystanie makroekonomicznej tablicy *I–O* 168
11.3. Częściowe obliczenia „wstecznych" nakładów 171
11.4. Tradycyjne obliczanie „kosztów realnych" 172
11.5. Urzędowa metodyka obliczania efektywności inwestycji 175

Rozdział 12. Ceny w handlu zagranicznym i kursy dewizowe 176

12.1. Zakres stosowania cen handlu zagranicznego 176
12.2. Pełne nakłady importowe na działalności produkcyjne 178
12.3. Potrzeba jednolitego kursu dewizowego 179
12.4. Ekonomiczne znaczenie kursu dewizowego 181
12.5. Ustalenie kursu dewizowego za pomocą tablicy przepływów międzygałęziowych . 182

Rozdział 13. Drugie porównanie z tradycyjnymi metodami 185

Część III

WYKORZYSTYWANIE NIEPEWNYCH DANYCH

Rozdział 14. Trudności związane z ustaleniem danych technicznych i kosztów 191

14.1. Mechanizm zbierania danych 191
14.2. Eksperymentalne ustalanie danych 193
14.3. Przypadkowe i tendencyjne błędy w oszacowaniach 194
14.4. Zapobieganie tendencyjności 200

Rozdział 15. Przewidywanie cen w handlu zagranicznym 202

15.1. Przeciętna węgierska cena eksportowa i importowa 202
15.2. Tendencje kształtowania się cen 203
15.3. Kierunki kształtowania się cen nowych produktów 204
15.4. Sposoby i podstawy szacunków 212

Rozdział 16. Badanie „wrażliwości". Programowanie parametryczne 217

16.1. Rachunki seryjne 217
16.2. Programowanie parametryczne 218
16.3. Kilka praktycznych przykładów 220
16.4. Rozwiązanie zbliżone do optymalnego 225
16.5. Znaczenie badań „wrażliwości" 225

Rozdział 17. „Pesymistyczne" i „optymistyczne" szeregowanie działalności 227

17.1. Zagadnienie decyzji o niepewnych wynikach 227
17.2. Estymacja za pomocą przedziałów 228
17.3. Szeregowanie działalności w przemyśle włókien sztucznych 230
17.4. Pierwsza selekcja 231
17.5. „Ostrożne" szeregowanie dopuszczalnych działalności 233
17.6. Słabe strony metody 235

Rozdział 18. Programowanie „ostrożne" 237

18.1. Plan wykładu 237
18.2. Czy uzasadnione jest stosowanie metod rachunku prawdopodobieństwa? . . . 237
18.3. Niepewność i prawdopodobieństwo 240

18.4. Model „ostrożnego" programowania 243
18.5. Ekonomiczna interpretacja ostrożnego programowania 245

Rozdział 19. Ostrożność i podejmowanie ryzyka 249

19.1. Geometryczna ilustracja strategii o różnych stopniach ostrożności 249
19.2. Ankietowanie władz gospodarczych 250
19.3. Uzasadnienie awersji do ryzyka 253

Rozdział 20. Rachunki stochastyczne w praktyce 258

20.1. Założenia dodatkowe 258
20.2. Zawężenie problemu 259
20.3. Najważniejsze wyniki obliczeń 260
20.4. Efekty koncentracji działalności 264
20.5. Uwagi metodologiczne 266

Rozdział 21. Trzecie porównanie z metodami tradycyjnymi 268

Część IV

ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY PROGRAMOWANIEM MAKROEKONOMICZNYM A SEKTOROWYM

Rozdział 22. Wskaźniki planu centralnego jako parametry 273

22.1. Kilka praktycznych przykładów z zakresu programów sektorowych 273
22.2. Ekonomiczne znaczenie przeprowadzonych obliczeń 278

Rozdział 23. Proces doskonalenia planu makroekonomicznego 280

23.1. Analiza wewnętrznej zgodności planu 280
23.2. Wrażliwość rozwiązania optymalnego na zmiany stopy procentowej oraz zamierzenia w zakresie postępu technicznego 281
23.3. Redystrybucja środków pomiędzy dwie gałęzie 284

Rozdział 24. Makroekonomiczny model „planowania dwupoziomowego" 290

24.1. Przebieg dyskusji 290
24.2. Naśladowanie normalnego toku planowania 292
24.3. Model centralny 293
24.4. Model gałęziowy 294
24.5. Przebieg programowania 300
24.6. Interpretacja problemu za pomocą pojęć teorii gier 305

Rozdział 25. Oceny dualne 308

25.1. Wyrównywanie się ocen dualnych 308
25.2. Relatywny charakter optymalności ocen dualnych 309
25.3. Użyteczność ocen dualnych poza modelem 310
25.4. Stopa procentowa 312

Rozdział 26. Kryterium optymalności 315

26.1. Realizacja celów polityki gospodarczej 315
26.2. „Ważenie" celów a formułowania celów „absolutnych" 319
26.3. Proces planowania a model 323
26.4. Napięte zadania polityki gospodarczej 323
26.5. Kontrola wykonalności zadań 326

26.6. Rozwiązania efektywne 328
26.7. Rola funkcji celu w tworzeniu „nadwyżki" 331
26.8. Preferencje czasowe w sferze produkcji 333
26.9. Preferencje czasowe konsumentów 338
26.10. Celowość stosowania modeli optymalizacyjnych 339

Rozdział 27. Perspektywy planowania matematycznego 341

27.1. Kierunki rozwoju badań 341
27.2. Przyszłość programowania matematycznego 344

Dodatek A. Materiały do programowania przemysłu bawełnianego 347

Dodatek B. Materiały do programowania przemysłu włókien sztucznych 366

Książki, artykuły, opracowania naukowe 383

OD REDAKCJI PRZEKŁADU POLSKIEGO

Jesteśmy w ostatnich latach świadkami ofensywy metod matematycznych w planowaniu i zarządzaniu gospodarką we wszystkich krajach socjalistycznych. Jest jeszcze za wcześnie na wszechstronną ocenę przydatności tych metod. Pamiętać należy, że metody matematyczne wkroczyły szerokim frontem do ekonomii krajów socjalistycznych niewiele ponad dziesięć lat temu. Jakkolwiek i przedtem nie brakło tu teoretycznych koncepcji (wystarczy się powołać choćby na prace L. Kantorowicza lub O. Langego), to jednak dopiero w drugiej połowie lat pięćdziesiątych matematyczne metody planowania zaczęły się w krajach socjalistycznych rozpowszechniać i zyskiwać szeroką aprobatę badaczy i praktyków.

Teoretyczne i praktyczne badania w tej dziedzinie, których ilość bardzo szybko ostatnio wzrasta, przedstawiają różną wartość. Wśród tych badań książka J. Kornaia i grupy jego współpracowników zasługuje na szczególne wyróżnienie. Świadczyć może o tym choćby fakt, że wiele prac autora opublikowano za granicą w różnych językach, a i ta książka doczekała się już wydania angielskiego[1]. Składa się na to kilka przyczyn.

Po pierwsze, niewiele jest badań matematyczno-ekonomicznych zakrojonych na tak wielką skalę, jak badania przedstawione w tej książce. Autor objął w niej krąg zagadnień pojawiających się na różnych szczeblach działalności gospodarczej: w przedsiębiorstwie, gałęzi przemysłu i całej gospodarce narodowej. Podkreślić przy tym trzeba, że szerokie ramy książki nie są tu następstwem (często szkodliwego) „wszystkoizmu". Książka jest obszerna nie dlatego, że autor chciał napisać wszystko co wie, ale dlatego, że gospodarka stanowi niezwykle subtelnie powiązany układ działalności i decyzje na wszystkich szczeblach ściśle się zazębiają. Jakże charakterystyczny jest na przykład fakt, że dla racjonalnego wyznaczenia kosztów pewnych, nawet drobnych, przedsięwzięć inwestycyjnych w obrębie jednej gałęzi, niezbędne jest ustalenie racjonalnej stopy procentowej, a to z kolei wymaga rozstrzygnięcia zawiłych zagadnień teorii wzrostu całej gospodarki narodowej[2].

Szerokie badania przedstawione w książce mogły być pomyślnie przeprowadzone jedynie przez większy zespół osób, reprezentujących różne specjalności: ekonomistów, matematyków, inżynierów — przedstawicieli teorii i praktyki. I to jest właśnie drugą cechą

---

[1] Publishing House of the Hungarian Academy of Science and North-Holland Publishing Company, 1967.

[2] Pouczające z tego punktu widzenia jest prześledzenie związków między I i II częścią książki, w szczególności — między rozdziałami 4 i 6.

charakterystyczną książki, że – jak widać z opisu badań, sposobu zbierania materiałów i wreszcie wyraźnego współuczestnictwa innych autorów w opracowaniu niektórych rozdziałów – jest ona dziełem kompetentnego zespołu osób, których kwalifikacje wzajemnie się uzupełniają. Można dodać, że bez tego rodzaju współpracy poważny postęp w stosowaniu metod matematycznych jest w ogóle niemożliwy.

Trzecią cechą wyróżniającą książkę J. Kornaia jest powiązanie teorii z praktyką. Czytelnik z łatwością dostrzeże, że jakkolwiek autor wypowiada niejedną krytyczną uwagę pod adresem „tradycyjnych" (niematematycznych) metod planowania, nigdzie nie odwraca się od ogromnych doświadczeń planistów-praktyków, zdając sobie sprawę z jednej strony z potrzeby wykorzystania dotychczasowych doświadczeń, a z drugiej strony z tego, że gwałtowna „matematyzacja" metod planowania i oderwanie ich od metod tradycyjnych mogłyby przynieść więcej złego niż dobrego.

Czwartą cechą książki J. Kornaia jest jej nieustanny krytycyzm. Autor doskonale zdaje sobie sprawę z tego, że znane obecnie i nadające się do stosowania w warunkach istniejącej techniki obliczeniowej metody rozwiązywania zagadnień ekonomicznych są jeszcze prymitywne. Nie ufa żadnej pojedynczej metodzie, jedną kontroluje za pomocą drugiej – metodę prymitywniejszą za pomocą bardziej wyrafinowanej i na odwrót. Obca jest książce naiwna wiara w to, że skomplikowane zagadnienia, które powstają w związku z podejmowaniem decyzji gospodarczych, mogą być rozstrzygnięte poprzez rozwiązywanie dla każdego zagadnienia jednego uniwersalnego modelu. Każdy problem stara się autor rozwiązać za pomocą różnych metod i stąd dopiero uzyskać podstawę do rozsądnej decyzji. Z tego punktu widzenia przestudiowanie książki, a zwłaszcza jej III części, powinno sprawić czytelnikowi wiele intelektualnej satysfakcji.

Jeżeli dodać do tego jeszcze, że w książce przedstawiono bogaty materiał empiryczny, a metody rozwiązywania wielu zagadnień są nowe i pomysłowe – mimo że niektóre z nich są bardzo proste[3], można wyrazić przekonanie, że udostępnienie książki J. Kornaia polskiemu czytelnikowi będzie bardzo pożyteczne.

Wykonanie tego ostatniego zadania było bardzo trudne. Książka ukazała się pierwotnie w języku węgierskim. Przekład z tego języka nastręczał wiele trudności. Trzeba było bowiem równie biegłego opanowania języka węgierskiego, jak i – przyznać trzeba, że czasem dosyć sztucznego – języka współczesnej ekonomii matematycznej. Po przetłumaczeniu z węgierskiego rozdziałów 1—16, Redakcja przyjęła za podstawę przekładu polskiego angielskie tłumaczenie książki, które było o tyle dostępniejsze, że matematyczno-ekonomiczna terminologia angielska ma charakter dosyć międzynarodowy. Rozdziały 1—16 przełożył (z węgierskiego) H. Briesemeister, rozdziały 17—27 (z angielskiego) L. Zacher. W tej sytuacji – wobec istnienia dwóch części polskiego przekładu, opracowanych przez różnych tłumaczy i z różnych języków – powstała potrzeba ujednolicenia i ostatecznego zredagowania całego tekstu. Zadanie to Redakcja powierzyła niżej podpisanemu.

Konieczność korzystania z pracy kilku osób oraz dwóch różnojęzycznych tekstów sprawiła, że cała praca nad przekładem była dosyć pracochłonna i uciążliwa. Niech czytelnik ma to na uwadze, gdyby dostrzegł w tekście niekonsekwencje, które uszły uwadze redaktora.

Jeżeli chodzi o terminy fachowe – tam gdzie utarła się już w języku polskim określona

[3] Por. na przykład metody szeregowania działalności zastosowane w rozdziale 17.

terminologia zastosowano już przyjęte terminy (a więc np. „poziom działalności", „rozwiązanie dopuszczalne" itp.). W niektórych jednak miejscach, gdzie autor konstruował pewne własne metody i tworzył w związku z tym własny język, trzeba było w przekładzie wprowadzać nowe terminy. Dotyczy to przede wszystkim III części książki. Dla nowo utworzonych terminów podano w przypisach ich angielskie odpowiedniki, by czytelnik sam mógł osądzić trafność wyboru polskiego terminu.

Kilka słów należy powiedzieć o stosunku przekładu polskiego do przekładu angielskiego, wydanego przez Węgierską Akademię Nauk i North-Holland Publishing Company. Przekład polski oparty jest w zasadzie na wcześniejszej wersji węgierskiej i tekście angielskim będącym dosłownym tłumaczeniem tej wersji. Przygotowując książkę do wydania drukiem po angielsku autor wprowadził do pierwszej wersji pewne zmiany i uzupełnienia. Polski tekst nie mógł być dokładnie dostosowany do tego tekstu, gdyż dotarł on do polskich tłumaczy dopiero wówczas, gdy przekład był już bardzo zaawansowany. Przy ostatecznej redakcji polskiego przekładu uzwględniono jednak wiele zmian i poprawek, które zostały wprowadzone przez autora zanim książka została wydana w języku angielskim.

Z. Czerwiński

PRZEDMOWA DO WYDANIA POLSKIEGO [1]

Za kilkadziesiąt lat stosowanie metod matematycznych przy opracowywaniu planów perspektywicznych na Węgrzech będzie oczywiste i samo przez się zrozumiałe; elektronowe maszyny liczące będą wykonywały dla planistów miliony działań cyfrowych. Dla nas, którzy braliśmy udział w programowaniu liniowym pięcioletniego planu inwestycyjnego węgierskiego przemysłu bawełnianego, zadanie opracowania po raz pierwszy w naszym kraju perspektywicznego planu przy pomocy metod matematycznych i przy użyciu elektronowych maszyn liczących było bardzo fascynujące ze względu na jego nowość oraz konieczność kroczenia nieutartymi drogami.

Od tego czasu zakończono badania obejmujące również inną gałąź przemysłu: opracowaliśmy piętnastoletni plan rozwoju węgierskiego przemysłu włókien syntetycznych przy pomocy nieliniowego programowania. W toku są podobne badania przemysłu boksytowo-aluminiowego.

Po uzyskaniu pierwszych zadowalających doświadczeń w programowaniu gałęzi przemysłowej, badania nasze uległy rozszerzeniu; opracowaliśmy pewien matematyczny model długofalowego planowania makroekonomicznego. Praca ta dotychczas nie została ukończona. Obecnie prowadzone są pierwsze próbne obliczenia.

Książka zawiera opracowanie doświadczeń uzyskanych w tych badaniach.

W pewnym sensie chodzi tu o „case study"; w większej części książki wykorzystane zostały wyniki konkretnych badań. Jednakże nacisk położony został nie na wyciągnięciu szczegółowych wniosków dotyczących przemysłu bawełnianego lub chemicznego, lecz na rozwoju ogólnej metodologii takich badań.

W pracy ekonomistów, matematyka może być wykorzystywana do różnych celów: w teoretycznej analizie i opisie współzależności złożonych procesów ekonomicznych przy pomocy matematycznych symboli i relacji.

Jednakże w mojej książce zapoznaję czytelnika nie z modelami opisowymi, lecz z modelami podejmowania decyzji. Modele te mają charakter jak najbardziej praktyczny; powinny one stanowić oparcie przy podejmowaniu decyzji przez władze gospodarcze.

Praktyczne przeznaczenie książki określa jej charakter. Nie dążyłem do opracowania

[1] W porównaniu z wydaniem węgierskim z 1962 r. książkę tę przerobiłem i rozszerzyłem na podstawie przeprowadzonych dalszych badań.

wyrafinowanych, „eleganckich" modeli. Często szliśmy na ustępstwa, rezygnując z modelu uważanego za idealny, lecz zbyt skomplikowanego, który w oparciu o istniejące dane, nie mógłby być opracowany. Zasadą naszą było, aby model mógł być opracowany oraz zastosowany przy istniejących możliwościach planowania, statystyki i techniki obliczeniowej. Uważam, że wartość zawartych w książce rozważań na tym właśnie polega, że opisuję takie metody, które rzeczywiście wypróbowaliśmy (lub które znajdują się obecnie w fazie prób) i dla stosowania których już teraz istnieją warunki.

Ten charakter książki narzuca też pewne ograniczenia w omawianiu poszczególnych zagadnień. Nie podejmuję się podania pełnej teorii efektywności perspektywicznego planowania i inwestycji. Oczywiście, badania nasze mają szereg aspektów teoretycznych, na które wskazuję w książce. Jednakże w badaniach nie kładliśmy na to głównego nacisku. Od kierownictwa przemysłu lekkiego oraz chemicznego otrzymaliśmy polecenie przygotowania w określonym terminie projektów planów perspektywicznych. Nie mogliśmy powoływać się na to, że wiele jest jeszcze niewyjaśnionych problemów teoretycznych, że ekonomiści nie ustalili dotąd, jak należy uwzględnić w obliczeniach czynnik czasu, w jaki sposób można określić uzasadniony ekonomicznie kurs dewizowy itp. Nie mogliśmy czekać na ostateczne teoretyczne wyjaśnienie tych problemów, lecz zmuszeni byliśmy zadowolić się tymczasowymi rozwiązaniami, aby nasze obliczenia mogły być dokonane w takim terminie, w którym mogłyby zostać jeszcze wykorzystane w praktyce. Naszym celem było, aby stosowane przez nas zasady i metody obliczeniowe były co najmniej o jeden stopień lepsze od dotychczasowych. Tak długo, dopóki nierozstrzygnięte dotąd teoretyczne problemy ekonomiki inwestycji nie zostaną wyjaśnione, postęp o krok naprzód w stosunku do obecnego stanu może być uważany za osiągnięcie. Jestem przekonany, że przyczyni się to również do rozwoju teoretycznej strony zagadnienia. W czasie rozwiązywania zadań obliczeniowych płynących z praktycznych potrzeb życia gospodarczego łatwiej będzie wyjaśnić trudne problemy teoretyczne.

Zgodnie z tym, nie zajmuję się w książce krytyczną oceną dotychczasowej literatury na tematy inwestycji. Na ogół powołuję się tylko na źródła, z których czerpałem w jakiejkolwiek formie, jednakże bez przeprowadzenia ich szczegółowej analizy.

Tak więc książka moja przeznaczona jest przede wszystkim dla praktyków, dla tych, którzy zamierzają stosować metody matematyczne przy opracowywaniu podstaw dla podjęcia decyzji inwestycyjnych w planach perspektywicznych. Książkę moją przeznaczyłem dla ekonomistów-praktyków – kierowników gospodarczych, a wśród nich również i dla takich, którzy są mniej biegli w ekonometrii[2].

Ustawienie modelu ekonomiczno-matematycznego obciąża przede wszystkim ekonomi-

---

[2] W książce zakładam, że czytelnik zna podstawowe pojęcia analizy nakładów-wyników, programowania liniowego i rachunku prawdopodobieństwa. Wymaga to przygotowania matematycznego w zakresie podręczników wprowadzających do ekonometrii, takich na przykład jak prace O. Lange [93], G. Tintnera [167] lub R. Dorfmana, P. A. Samuelsona, R. M. Solowa [35].

Mimo że zakładam posiadanie przez czytelnika tych najogólniejszych wiadomości wstępnych, to jednak w książce w skrócie podaję definicje użytych podstawowych pojęć ekonometrycznych celem uniknięcia ewentualnych nieporozumień, jak również celem jednoznacznego ich zrozumienia.

Nie zamierzałem wykładać metod obliczeniowych programowania (i związanych z nimi twierdzeń i dowodów) ani też techniki obliczeń cyfrowych. Pragnąłem raczej przyczynić się do tego, aby czytelnik przyswoił sobie matematyczny sposób myślenia.

stów, natomiast opracowanie metod rozwiązania modelu najczęściej oczekuje na pracę matematyków. Przeznaczeniem mojej książki jest udzielenie pomocy w jednym i drugim zakresie. Ekonomistom pragnę doradzić sposób, w jaki należy budować ekonomiczno-matematyczne modele w celu stworzenia podstaw do podejmowania decyzji inwestycyjnych. Oczywiście, należy w tym celu orientować się, jakie modele mogą być traktowane w sposób matematyczny, aby ekonomista zamiast modelu nie budował zamków na lodzie. Postaram się w związku z tym przekazać ekonomistom odpowiednie sugestie. Jeśli chodzi, o matematyczne aspekty omawianych zadań odsyłam do odpowiednich prac w literaturze fachowej.

Ze względu na to, że książka przeznaczona jest głównie dla planistów-praktyków, nieuniknione jest to, że ci, którzy zawodowo zajmują się badaniami ekonometrycznymi, znajdą w książce wiele powszechnie znanych faktów. Jednakże pragnąłbym, aby książka i dla nich mogła być pożyteczna. Literatura z zakresu programowania składa się głównie z prac teoretycznych, które mówią, jak należy programować. Taka książka z kolei opisuje, jak w rzeczywistości przeprowadzono kilka obliczeń, omawia powstałe przy tym trudności, problemy i sposoby rozwiązywania tych trudności.

Takie „przekazywanie metod pracy" (wraz z kilkoma metodami, które można uważać jako nieco nowsze) przypuszczalnie nie będzie obojętne również dla specjalistów od programowania.

Pragnąłbym również wyrazić w tym miejscu podziękowanie Państwowemu Wydawnictwu Naukowemu w Polsce za umożliwienie ukazania się mojej książki w języku polskim. Ekonomiści węgierscy ze specjalnym uznaniem odnoszą się do nauk ekonomicznych w Polsce, które odegrały znaczną, nieraz pionierską rolę w badaniach ekonomicznych problemów socjalistycznej gospodarki planowej. Polskie wydanie mojej książki pragnąłbym zaliczyć do tych prac, którymi ekonomiści na całym świecie pozdrawiają Oskara Langego, jedną z najwybitniejszych postaci współczesnej ekonomii, wybitnego inicjatora ekonomicznych badań socjalistycznej gospodarki, w dniu jego 60 rocznicy urodzin*. Byłbym bardzo rad, gdyby i moja książka przyczyniła się do wzmocnienia przyjaźni i naukowej współpracy polskich i węgierskich ekonomistów.

Na zakończenie pragnę wyrazić podziękowanie wszystkim tym, którzy byli mi pomocni w przeprowadzeniu badań.

Przede wszystkim powinienem podkreślić pomoc moich współpracowników – matematyków Tamása Liptáka (Krajowy Urząd Planowania) i Pétera Wellischa (Instytut Przemysłu Tekstylnego). Bez ich twórczej współpracy badania moje nie dałyby rezultatów; służyli mi oni pomocą w matematycznym formułowaniu poszczególnych zależności i w przeprowadzaniu obliczeń, a po przejrzeniu rękopisu udzielili licznych i cennych rad. Rola moich współpracowników – matematyków jeszcze bardziej wrosła przy opracowywaniu poszczególnych części niniejszej książki. Tamás Lipták i Péter Wellisch występują jako współautorzy niektórych badań, w których brali czynny udział zarówno przy opracowywaniu modelu, jak i w przygotowaniu teoretycznych podstaw badań.

Dużo zawdzięczam Béli Martosowi (Instytut Nauk Ekonomicznych Węgierskiej Akademii Nauk), który przejrzał całość rękopisu i udzielił wielu cennych rad pozwalających na wprowadzenie szeregu poprawek. W różnych etapach pracy dużo pomogli swoimi

* Przedmowa została napisana przez Autora w roku 1963 (Przyp. red.)

uwagami związanymi ze sprawozdaniami z poszczególnych fragmentarycznych badań tak w związku z wcześniejszym, jak i niniejszym wariantem książki: dr Maria Augusztinovics (Krajowy Urząd Planowania), dr András Bródy (Instytut Nauk Ekonomicznych Węgierskiej Akademii Nauk), dr Gyorgy Cukor (Instytut Nauk Ekonomicznych Węgierskiej Akademii Nauk), dr András Nagy (Węgierska Izba Handlowa) i dr Támás Nagy (Instytut Nauk Ekonomicznych Węgierskiej Akademii Nauk).

János Kornai

Budapeszt 1963

CZĘŚĆ I

Modele programowania gałęzi przemysłowej

Głównym zadaniem części I jest zaznajomienie czytelnika z podstawowymi zasadami matematycznego programowania planu perspektywicznego gałęzi przemysłowej i wykazanie zasadniczych różnic w stosunku do tradycyjnego planowania.

Wydaje się, że w tym celu najlepiej będzie, jeżeli zamiast oderwanych rozważań przedstawię programowanie gałęzi przemysłu na podstawie dwóch konkretnych przykładów – na przykładzie programowania przemysłu bawełnianego i przemysłu włókien sztucznych. Ponieważ każdy matematyczny model tworzy jednolitą całość, więc dla łatwiejszego zrozumienia ich wewnętrznej zwartości wybrane modele opisuję w całości. Ze względu na to, że te dwie gałęzie przemysłowe stanowią tutaj przykłady, a na szerszą ich analizę przyjdzie kolej dopiero w ramach rozważań teoretycznych – szczegóły techniczne oraz większość danych związanych z programowaniem i ich uzasadnienie podaję w załącznikach. Tam znajdują się wszystkie dane, które pragnąłem podać, jako ważne dla udokumentowania wyników przeprowadzonych przez nas obliczeń. Dane te jednak nie są niezbędne dla zrozumienia istoty problemu. Omówienie nasuwających się zagadnień zwęzimy do omówienia kilku przejściowych założeń upraszczających, które w dalszej części książki będą stopniowo usuwane.

1. W modelach obu gałęzi przemysłowych minimalizacja nakładów stanowi kryterium optymalności. W celu realizacji tego kryterium i finansowego rozliczenia nakładów stosujemy na razie różne urzędowe sposoby kalkulacji* lub sposoby do nich zbliżone. Zadaniem części II niniejszej książki jest bliższe zbadanie finansowej struktury nakładów. Omówione tam zostanie zagadnienie, do jakiego stopnia celowe jest zastępowanie urzędowych sposobów kalkulacji innymi metodami rachunku.

2. Zakładamy, że poszczególne dane są znane dokładnie. Ewentualną niepewnością danych zajmuje się część III niniejszej książki.

3. Zajmujemy się wyłącznie takimi decyzjami, które podejmowane są w ramach je-

* Pojęcie to zostanie objaśnione później.

dnej gałęzi przemysłu. Dostosowanie tych decyzji do makroekonomicznego planu zapewniają dyrektywy przyjęte z planu zbudowanego w sposób tradycyjny. Na razie nie zajmujemy się sprawą, w jaki sposób można wykorzystać programowanie gałęzi przemysłowej dla krytycznej oceny dyrektyw planu; będzie o tym mowa w IV części książki.

4. Na podstawie naszych obliczeń planujemy stan na zakończenie okresu planu perspektywicznego (praktycznie biorąc na ostatni rok). Nie zajmujemy się zagadnieniem rozłożenia w czasie i koordynacją czasową czynności przeprowadzanych w okresie od momentu powzięcia decyzji do osiągnięcia pożądanego stanu. Uwzględniamy jedynie konsekwencje tych decyzji, ujawniające się pod koniec planowanego okresu. W IV części książki powrócimy również i do tego zagadnienia.

Z uwagi na przejściowe upraszczające założenia przedstawiam modele dwóch gałęzi przemysłu tylko w najprostszej postaci. W rzeczywistości w obliczeniach stosowaliśmy również szereg innych modeli zmodyfikowanych pod niektórymi względami i przeprowadziliśmy przy pomocy tych modeli różne obliczenia. Będzie o nich mowa w częściach II–IV.

1

WSTĘP: TRADYCYJNE I MATEMATYCZNE METODY PLANOWANIA PERSPEKTYWICZNEGO

Stosowanie matematycznych metod planowania perspektywicznego znajduje się obecnie na Węgrzech jeszcze w takim stadium, które w dziedzinie techniki nazywane jest „doświadczeniem w skali półtechnicznej". Wyszło już ono poza granice czysto papierowych prac naukowych i „doświadczeń laboratoryjnych", przeprowadzanych w specjalnych sztucznie tworzonych warunkach i zostało wielokrotnie i z powodzeniem skontrolowane w praktyce. Jednakże jeszcze nie doszło do właściwego „w skali przemysłowej" masowego zastosowania metod matematycznych w codziennej praktyce. W większości przypadków w codziennej praktyce planowania perspektywicznego stosowane są metody, w których nie korzysta się z wyższej matematyki. Takie przedmatematyczne metody planowania nazywać będę dalej tradycyjnymi metodami planowania[1].

Nie jest przeznaczeniem niniejszej książki szczegółowa analiza tych ostatnich metod. Jednakże zajdzie nieraz potrzeba porównania metod tradycyjnych i matematycznych oraz omówienia związków istniejących pomiędzy nimi. Dla ułatwienia takiego porównania omówię w skrócie kilka charakterystycznych metod tradycyjnych w planowaniu.

1.1. METODA BILANSOWA

Sztywne metody w planowaniu perspektywicznym nie istnieją. Metodykę tworzy się od planu do planu, a nawet w tym samym okresie czasu, w różnych gałęziach gospodarki narodowej nie jest ona identyczna. Jednakże istnieje kilka ważnych elementów, które — przynajmniej w ogólnym zarysie — mogą być uważane jako stałe.

---

[1] Definicje terminów wprowadzonych w książce lub użytych w specjalnym znaczeniu podają termin, w miejscu gdzie występuje on po raz pierwszy, pismem rozstrzelonym.

Większość tych terminów jest powszechnie stosowana w literaturze z zakresu programowania matematycznego, względnie planowania socjalistycznego. Tylko niektóre z nich zostały w niniejszej książce specjalnie zdefiniowane w celu ułatwienia autorowi jego argumentacji.

Jednym ze stałych narzędzi planowania jest tzw. system bilansów. Bilans zestawia zasoby w określonym sektorze gospodarki z ich wykorzystaniem. Bilans jest więc takim równaniem, w którym po jednej stronie znajdują się zasoby, po drugiej zaś stronie sposób ich wykorzystania.

Bilanse klasyfikować możemy z różnego punktu widzenia:

1. Są bilanse makroekonomiczne, obejmujące działalność gospodarczą całego kraju, są też bilanse cząstkowe, które obejmują swym zakresem działalność jednego ministerstwa, gałęzi lub przedsiębiorstwa produkcyjnego (np. krajowy bilans energetyczny, bilans energetyczny ministerstwa przemysłu ciężkiego, bilans energetyczny przemysłu wydobywczego, bilans energetyczny określonego zakładu chemicznego).

2. Bilanse są sporządzane na różne okresy czasu. W pięcioletnim planie perspektywicznym wszystkie bilanse opracowano na ostatni rok okresu planowego, a poza tym opracowano również ważniejsze bilanse na lata pośrednie. W planie dwudziestoletnim opracowuje się na każdy co piąty rok planu bilans zbiorczy.

3. Wreszcie podział najważniejszy: zakres uwzględnionych w bilansie zasobów i sposobów ich wykorzystania, znaczenie ekonomiczne, oraz szerokość tego zakresu. Bilanse o najszerszym zakresie, tak zwane bilanse syntetyczne są to:

– zbiorczy bilans produktu społecznego. Po jednej stronie wykazany jest produkt społeczny, a w ramach niego tworzenie się dochodu narodowego, po drugiej zaś stronie jego zużytkowanie;

– zbiorczy bilans finansowy; głównymi elementami w tym bilansie są budżet państwa i bilans kredytów krótkoterminowych;

– międzynarodowy bilans płatniczy, a w ramach tego bilans handlu zagranicznego;

– bilans siły roboczej.

Poza tym opracowuje się liczne bilanse produktów: bilanse najważniejszych materiałów i maszyn używanych do produkcji oraz najważniejszych artykułów służących do celów konsumpcyjnych. Zasobami występującymi z jednej strony bilansu są: wykorzystanie zapasów, produkcja, skup i import. Zużycie wyszczególnione z drugiej strony bilansu obejmuje zużycie produkcyjne w przemyśle, budownictwie, rolnictwie, komunikacji, spożycie ludności, spożycie zbiorowe, wzrost zapasów, inwestycje, remonty oraz eksport.

Wspomnę dla przykładu, że w planie pięcioletnim na lata 1961 – 1965 spośród materiałów, przeznaczonych do zużycia przez przemysł lekki, opracowano centralne bilanse następujących materiałów: bawełny, przędzy bawełnianej, lnu trzepanego, konopi trzepanych, wełny surowej, wełny cienkiej, wełny czesankowej, włókna sztucznego czesanego, przędzy wełnianej czesankowej, ciętego włókna syntetycznego do przędzenia z wełną, włókna i taśmy syntetycznej, ciętego włókna sztucznego do przędzenia z bawełną, przędzy jedwabiu sztucznego, przędzy syntetycznej, surowych skór bydlęcych, surowych skór świńskich, kruponów podeszwowych, innych skór wyprawianych na podeszwowe, skór natłuszczanych, skór wierzchnich, skór podszewkowych, papierówki, celulozy siarczynowej, celulozy sodowej, miazgi drzewnej, papieru.

W opracowanym obecnie planie dwudziestoletnim łącznie sporządzono 275 bilansów: 99 bilansów materiałowych, 151 bilansów maszyn, 25 bilansów wyrobów przemysłu lekkiego, spożywczego i rolnictwa.

Do opracowywania bilansów produktów stosowano najczęściej współczynniki nakła-

dów materiałowych. Część tych współczynników oparta jest na obliczeniach techniczno-ekonomicznych, inne zaś na danych statystycznych z lat poprzednich. Jednakże w poszczególnych bilansach znajdują się również pozycje określane na podstawie szacunków. Bilanse większości produktów opracowane są w naturalnych jednostkach miary, a pozostałe — wartościowo, w cenach bieżących.

Poza wymienionymi bilansami plan perspektywiczny zawiera szereg takich wytycznych, które nie są ujmowane w formę bilansów. Należy do nich przede wszystkim, tak zwany plan wzrostu środków trwałych — który ustala zmiany w stanie środków trwałych — takich jak maszyny, urządzenia i budynki. W związku z tym bada się zabezpieczenie materiałowo-techniczne inwestycji: w jakim stopniu zostały zapewnione, potrzebne dla planowanych inwestycji — moc produkcyjna budownictwa, krajowa produkcja maszyn, import maszyn itd. Pełnych bilansów jednak nie opracowuje się. Oczywiście ta część planu oraz pozostałe wytyczne podane w formie niebilansowej wiążą się również pośrednio z pozycjami występującymi w bilansach (na przykład wytyczne dla inwestycji — z bilansami maszyn, bilansem handlu zagranicznego itp.).

Opracowanie perspektywicznego planu jest długotrwałym procesem, składającym się z wielu etapów. Jednym z decydujących etapów tego procesu, o którym należy osobno wspomnieć, jest koordynacja planu. Dla przeprowadzenia tej koordynacji nie ma jednolitych obowiązujących reguł. Przed opracowaniem każdego nowego planu perspektywicznego normuje się nie tylko opracowane bilanse i wskaźniki, lecz i sam przebieg koordynacji. Przepisami określa się, która instytucja, z kim i kiedy ma uzgodnić podane przez siebie liczby. Jest to bardzo skomplikowana i wielokierunkowa praca. Koordynacja odbywa się „poziomo": instytucje odpowiedzialne za stronę zasobów w bilansie porozumiewają się z tymi, które odpowiedzialne są za ich użytkowanie, np. instancje kierujące produkcją przemysłową — z przedstawicielami handlu zagranicznego i wewnętrznego; kierownictwo rolnictwa — z kierownictwem przemysłu spożywczego itp. Jednocześnie koordynacja przebiega również „pionowo": instytucja na wyższym szczeblu uzgadnia swoje projekty planu z władzami niższego szczebla. Organy Krajowego Urzędu Planowania jak np. Departament Planów Perspektywicznych, Departament Handlu Zagranicznego, Departament Finansowy uzgadniają swoje wyliczenia z poszczególnymi departamentami branżowymi zajmującymi się odpowiednimi gałęziami gospodarki (np. z departamentami przemysłu ciężkiego, przemysłu lekkiego, komunikacji itp.). Krajowy Urząd Planowania porozumiewa się z ministerstwami, ministerstwa z kierownikami gałęzi przemysłowych, zjednoczeń, przedsiębiorstw itd.

Koordynacja odbywa się tak na naradach dwustronnych, jak i w szerszym kręgu przy udziale zainteresowanych stron, w rozmowach ustnych i drogą pisemną. W międzyczasie najważniejsze z dyskutowanych problemów wielokrotnie przedkładane są, celem podjęcia decyzji, wyższym organom politycznym i gospodarczym.

Bezpośrednim celem koordynacji jest stworzenie równowagi w planie. Kryteriami tej równowagi w praktyce są: 1. Zrównoważenie każdego z bilansów oddzielnie, czyli równość planowej wielkości zasobów i planowanego zużycia. 2. Niedopuszczenie do sprzeczności pomiędzy powiązanymi ze sobą pozycjami w poszczególnych bilansach (np. wytyczne importu materiałowego w bilansie handlu zagranicznego powinny umożliwić realizację importu materiałowego zaplanowanego łącznie we wszystkich bilansach materiałowych).

Nasuwa się pytanie: czy nie można by zbiorczych bilansów planu perspektywicznego traktować jako układu równań i szukać rozwiązania za pomocą odpowiedniego postępowania matematycznego? Przy obecnej strukturze systemu wskaźników planu nie jest to możliwe. Nieprzypadkowo, parę wierszy wcześniej, użyłem ostrożnego sformułowania: „... niedopuszczenie do sprzeczności pomiędzy powiązanymi ze sobą pozycjami w poszczególnych bilansach". Chodzi mianowicie o to, że na ogół pozycje te mają jedynie podobną, a nie identyczną treść. A oto kilka przykładów. Bilanse materiałowe nie obejmują całego obrotu materiałowego w sferze produkcji, lecz regulują jedynie podział najważniejszych materiałów. Wynika z tego, że z bilansów materiałowych nie można wyprowadzić całego importu materiałowego, jedynie jego najważniejszą część. Podobnie — bilanse maszyn nie obejmują całego obrotu maszynami, nie można więc z nich wyprowadzić pokrycia pełnego zapotrzebowania na maszyny dla wszystkich inwestycji.

Analiza bilansów nie jest ujednolicona szczegółowo; każdy bilans jest oddzielną „indywidualnością" o swoistym podziale. W rzeczywistości pomiędzy różnymi procesami gospodarczymi opisanymi w bilansach zachodzą wielostronne zależności, lecz pozycje występujące w bilansach planu nie odzwierciedlają w pełni tych powiązań; różnego rodzaju bilanse nie są dostosowywane do siebie w taki sposób, jak poszczególne tryby tej samej maszyny.

Nie należy sądzić, że wynika to z jakiegoś przypadkowego błędu systemu liczb wskaźnikowych planu perspektywicznego, powstałego z nieuwagi popełnionej przy ustalaniu wskaźników. Jest to następstwo pewnego, skąd inąd bardzo logicznego poglądu, że planowanie perspektywiczne przy obecnych jego założeniach technicznych nie powinno dążyć do zupełności, lecz koncentrować uwagę na głównych procesach gospodarczych. Zgodnie z tym, system bilansów produktów nie obejmuje ani całej produkcji, ani całego zużytkowania, lecz tylko ich część. W każdym bilansie istnieją nie podzielone i niewyszczególnione pozycje resztkowe („inne zasoby", „inne zużytkowania" itp.), a za takimi pozycjami resztkowymi kryją się w każdym bilansie coraz to inne konkretne sektory gospodarki. Np. jednym z głównych konsumentów węgla jest kolej, i z tego względu w bilansie węglowym została ona oddzielnie uwzględniona; nie jest ona natomiast jednym z głównych konsumentów bawełny i dlatego w tym ostatnim bilansie występuje w pozycji „innych użytkowników".

Zgodnie z tym, koordynacja skoncentrowana jest na uzgodnieniu najważniejszych procesów — w pierwszym rzędzie w celu zapewnienia równowagi bilansów najważniejszych produktów oraz międzynarodowego bilansu płatniczego i wzajemnego zharmonizowania ich ze sobą. Bezsprzecznie bilans produktu społecznego i dochodu narodowego wyraża zależności o największym znaczeniu ekonomicznym. Jednakże bilanse mające charakter bardziej cząstkowy, lecz bardziej „uchwytne", w czasie koordynacji planu znajdują się na pierwszym miejscu. W zasadzie koordynacja zostaje zakończona, gdy udało się zapewnić równowagę bilansom, które wysunęły się na pierwsze miejsce.

Reasumując: system wskaźników planu perspektywicznego (a w tym zespół bilansów) nie tworzy pełnego zamkniętego systemu. Dlatego też nie może on być traktowany jako taki układ, w którego równaniach występowałyby zawsze zmienne o takiej samej treści gospodarczej; w związku z tym systemu wskaźników nie można bezpośrednio „zmatematyzować" bez głębokich zmian i uzupełnień.

Ostatnio rozpoczęto uzupełniać i udoskonalać tradycyjny system bilansów w pla-

nowaniu perspektywicznym, poprzez zastosowanie analizy przepływów międzygałęziowych[2].

W latach 1960–1962 opracowano w Krajowym Urzędzie Planowania tzw. bilans szachownicowy, w planie na rok 1965. Jest to system bilansów ułożony wg otwartego i statystycznego modelu Leontiefa. System ten zawiera podział produkcji poszczególnych sektorów w liczbach bezwzględnych. Pokazuje on więc, ile każdy sektor daje produktów pozostałym sektorom produkcyjnym, dalej – ile przeznacza na cele spożycia indywidualnego, spożycia zbiorowego, na inwestycje i remonty, na eksport i na tworzenie zapasów. W dolnej części tablicy wykazane są tzw. zewnętrzne nakłady w poszczególnych sektorach produkcyjnych (materiały importowane, płace i amortyzacja), czysty dochód powstały w poszczególnych sektorach oraz zmniejszenie się zapasów.

Jedną z ważnych cech opracowanego dotychczas perspektywicznego bilansu szachownicowego jest to, że sektory nie występują jako gałęzie wyszczególnione w sposób stosowany w statystyce przemysłowej, lecz jako władze kierujące produkcją (np. nie przemysł tekstylny czy przemysł bawełniany, lecz przemysł podległy Ministerstwu Przemysłu Lekkiego itp.). Jedną z cech naszego systemu planowania jest to, że w sposób konkretny wyznacza się tę władzę, do której skierowane są określone wytyczne i która odpowiedzialna jest za ich realizację. Taką praktykę charakteryzuje się zwykle powiedzeniem, że każda wytyczna planu ma swego „adresata". Tak więc, w bilansie szachownicowym na rok 1965 sektory są głównymi adresatami wytycznych planów.

Właśnie ten fakt umożliwił zaczerpnięcie części danych do bilansu szachownicowego z planu opracowanego tradycyjnym sposobem. Np. z planu kosztów własnych (po odjęciu zużycia materiałów importowanych) można było uzyskać dane o całkowitym krajowym zużyciu materiałów oraz o amortyzacji, z połączonego bilansu produktu społecznego i dochodu narodowego, z obliczeń dotyczących funduszu spożycia i z bilansu handlu zagranicznego – dane o końcowym przeznaczeniu produktu społecznego. Jednakże pozostałe dane należało oszacować specjalnie dla potrzeb tego bilansu. Było to związane z licznymi trudnościami, lecz było nieuniknione z uwagi na wspomniane cechy tradycyjnego systemu bilansów. Dane o tzw. „wewnętrznym kwadracie" tablicy, czyli liczby charakteryzujące procesy przepływów międzygałęziowych, występujące w sferze produkcji krajowej, w tradycyjnym systemie bilansów nie były opracowane w jednolitym układzie. Dane te trzeba było wyliczać osobno dla każdej pozycji – zarówno z punktu widzenia producenta, jak i użytkownika.

Użytkownik musiał podzielić wszystkie swoje koszty materiałowe na nakłady pochodzące z poszczególnych sektorów, producent zaś całą swoją produkcję końcową – według kierunków zbytu. W ten sposób na każdym miejscu w tablicy znalazły się dwie zbliżone liczby, które w toku odpowiedniej koordynacji producenci i użytkownicy musieli ostatecznie uzgodnić.

Dotychczas na tym właśnie polegała główna funkcja bilansu szachownicowego i jego największa zaleta; przyczynił się on do uściślenia metod planowania i do zgrania ze sobą przepływów międzygałęziowych. Umożliwiło to kontrolę planu opracowanego tradycyjnymi metodami i wyeliminowanie nie dających się poprzednio wykryć dysproporcji.

Jakkolwiek miało to bardzo duże znaczenie, nie była to jeszcze pełna analiza przepły-

[2] Porównaj pracę M. Augusztinovics [5]

wów międzygałęziowych; nie doszło jeszcze do obliczenia macierzy odwrotnej i jej wykorzystania dla analizy nakładów i wyników [3]. Było to dopiero nadanie tradycyjnemu systemowi bilansów jednolitego, zwartego schematu, lecz to właśnie stanowi jeden z warunków opracowania pełnego matematycznego modelu.

Opracowanie takie ma miejsce obecnie, równocześnie z tłumaczeniem mojej książki. Zrealizowano już przekształcenie planu szachownicowego na rok 1965 z podziału według „władz" i „adresatów" na zwykły podział według gałęzi, aby współczynniki charakteryzujące odrębne sektory stały się bardziej zrozumiałe i nabrały bogatszej treści ekonomicznej [4]. W niedługim czasie zostaną obliczone współczynniki macierzy odwrotnej itp.

Praca ta jednakże będzie wykonywana dopiero w rozpoczynającym się okresie. Bilans szachownicowy stanowi obecnie w centralnym planowaniu perspektywicznym stadium przejściowe pomiędzy tradycyjnymi a matematycznymi formami planowania.

1.2. PROBLEM CENTRALNYCH ZEZWOLEŃ NA INWESTYCJE. WSKAŹNIK EFEKTYWNOŚCI

Centralne zezwolenia na podstawowe inwestycje są jednym z podstawowych czynników regulujących długofalowy rozwój gospodarki. Plan perspektywiczny ustala nie tylko główne wskaźniki efektywności i powiązania między nimi, lecz zatwierdza też najważniejsze obiekty budowane w okresie planu.

Rządowe rozporządzenia dokładnie regulują, które inwestycje wymagają, przed ich realizacją, centralnego zezwolenia [5]. W myśl Kodeksu Inwestycyjnego inwestycje przekraczające określoną „granicę wartości" powinny być preliminowane w centralnym planie jako oddzielne pozycje. Granica wartości jest różna dla różnych gałęzi, np. dla siłowni wynosi ona 20 mln Ft, w przemyśle chemicznym i maszynowym 10 mln Ft, w przemyśle lekkim 5 mln Ft [6].

Zezwolenie wydają odpowiednie władze (w przemyśle państwowym — minister danego resortu) w porozumieniu z przewodniczącym Krajowego Urzędu Planowania. Zazwyczaj ministrowie finansów i handlu zagranicznego również powinni uprzednio wyrazić swoją opinię. Jeśli inwestycja dotyczy działalności kilku ministerstw, plan powinien być uprzednio również uzgodniony z tymi ministerstwami.

W języku urzędowym dokument służący za podstawę do podjęcia inwestycji nazywa się „programem inwestycyjnym". Ze względu na to, że w książce, zgodnie z przyjętą termi-

[3] Dotyczy to bilansu planu *perspektywicznego*. Dla bilansów szachownicowych planów *rocznych* oblicza się regularnie macierze odwrotne i przy ich pomocy dokonuje się zwykłych obliczeń stosowanych w analizie przepływów międzygałęziowych.

[4] Np. Ministerstwu Przemysłu Lekkiego podlega pewna część przemysłu maszynowego, Ministerstwu Hutnictwa i Przemysłu Maszynowego podlega pewna część budownictwa itd. W związku z tym, tego rodzaju współczynnik, jak np. zapotrzebowanie Ministerstwa Przemysłu Lekkiego na produkty Ministerstwa Hutnictwa i Przemysłu Maszynowego nie ma określonej treści ekonomicznej. Jednoznaczny sens mają takie współczynniki, jak np. zapotrzebowanie na maszyny w przemyśle tekstylnym itp.

[5] W roku 1961 wydane zostało rozporządzenie rządowe 192, które w sposób syntetyczny reguluje porządek inwestycji i remontów. Rozporządzenie to w życiu gospodarczym nazwane jest Kodeksem Inwestycyjnym i tak będę je nazywał w dalszym ciągu.

[6] Ft = forint — skrót węgierskiej jednostki monetarnej. (W sprawie kursu dewiz w forintach — zob. rozdz. 12 o kursach dewizowych.)

nologią ekonometryczną, stosuję wyraz „program" w odmiennym znaczeniu, będę dalej urzędowe „programy inwestycyjne" nazywał „zezwoleniami inwestycyjnymi".

Zezwolenie nie obejmuje planu działalności inwestycyjnej całej gałęzi, lecz odnosi się zawsze do jednego, określonego obiektu, np. do rekonstrukcji danej fabryki, zakładu itp. Opisuje ono gospodarczy cel inwestycji, rodzaj produkcji otrzymywanej przy pomocy nowej inwestycji oraz określa materiały potrzebne do eksploatacji, technologię produkcji, harmonogram realizacji inwestycji, potrzebne maszyny itp.

Przed wydaniem zezwolenia opracowuje się również często mniej szczegółowe projekty wstępne; pewne prace przygotowawcze rozpoczyna się czasem już na podstawie takich projektów. Formalnie jednakże dopiero zatwierdzenie zezwolenia może być uważane za właściwą *decyzję o podjęciu inwestycji*. Od chwili zatwierdzenia, realizacja inwestycji staje się *uchwałą rządową*, a więc rozporządzeniem władzy centralnej, którego wykonanie jest obowiązkiem dla inwestora.

Jedną z najważniejszych części zezwolenia jest obliczenie efektywności, będące dowodem celowości inwestycji. Kodeks Inwestycyjny dokładnie normuje, jakie wskaźniki efektywności powinny być sprecyzowane w zezwoleniu. Wskaźnikami efektywności nazywamy dalej te indeksy, które porównują z sobą wyniki i nakłady danej działalności (inwestycji względnie produkcji). W węgierskiej praktyce wskaźnik efektywności jest zazwyczaj ułamkiem, w którym w liczniku znajduje się wynik, w mianowniku zaś nakład (lub odwrotnie). Wskaźniki efektywności różnią się od siebie w zależności od tego, jaki zakres wyników i nakładów obejmują, jakiego okresu dotyczą i jak zostały obliczone (według jakich cen, przy jakiej stopie procentowej itp.).

Jednym ze wskaźników efektywności występującym w zezwoleniu jest tak zwany wskaźnik g_n[7]:

$$g_n = \frac{S}{\gamma P + R}, \tag{1.1}$$

gdzie:

S – przychód wynikający z rocznej produkcji zakładu zbudowanego w ramach inwestycji;

P – wszystkie koszty inwestycyjne. Jest to suma wszystkich tych kosztów początkowych, które niezbędne są do uzyskania nowej mocy produkcyjnej, które należy więc jednorazowo sfinansować;

γ – stopa procentowa (wyrażona w ułamkach dziesiętnych)[8];

---

[7] Celem ujednolicenia symboli stosowanych w książce używam własnych oznaczeń zamiast symboli występujących w Kodeksie Inwestycyjnym.

Wskaźnik g_n rozpoczęto stosować na wniosek M. Turánszky'ego który uzasadnia swój wniosek w książce [162].

[8] W radzieckiej i węgierskiej literaturze ekonomicznej często używa się symbolu Δ dla oznaczenia tego samego pojęcia, dla oznaczenia którego stosuję symbol γ. Od powszechnie stosowanego symbolu odszedłem, ponieważ symbol Δ w matematyce stosuje się do innych celów (oznaczenia małego przyrostu).

W literaturze fachowej krajów socjalistycznych jedni autorzy używają dla oznaczenia współczynnika γ wyrazu „procent", inni stosują odmienne nazwy („współczynnik sprawności", „normatyw dochodowości", „przeciętny współczynnik ekonomiczności" itp.).

Wysokość stopy procentowej γ, stosowanej przy obliczeniach efektywności inwestycji, nie ma nic wspólnego z bankowymi stopami procentowymi stosowanymi w węgierskim systemie bankowym.

R – roczne koszty eksploatacji zakładu. W przeciwieństwie do *jednorazowych* kosztów inwestycyjnych są to koszty *ciągłe*, występujące w każdym roku. Jest to suma wszystkich tych kosztów, które potrzebne są do produkcji ciągłej oraz do stałego utrzymywania mocy produkcyjnej stworzonej w wyniku inwestycji.

Przy posługiwaniu się tym wzorem trzeba pamiętać że:

– przychód należy obliczyć po cenach światowych w walucie obcej, przeliczając je za pomocą mnożników dewizowych, podanych przez Krajowy Urząd Planowania, na forinty. (Tak więc mnożnik dewizowy wyraża w obliczeniu stosunek: Ft/obca jednostka walutowa);

– koszty występujące pierwotnie w obcej walucie w ramach kosztów inwestycyjnych należy również przeliczyć na forinty za pomocą mnożników dewizowych zaleconych przez Krajowy Urząd Planowania;

– koszty inwestycyjne obejmują nie tylko koszty potrzebne dla wytworzenia środków trwałych, lecz również dla uzyskania środków obrotowych[9]. Poza tym należy tu wymienić również tzw. koszty inwestycji towarzyszących (pojęcie to zostanie wyjaśnione w dalszym rozdziale książki);

– stopa procentowa zgodnie z obowiązującymi przepisami wynosi 20%;

– koszty eksploatacji obejmują również amortyzację;

– w kosztach eksploatacji, te materiały, które rzeczywiście importujemy, lub które potencjalnie mogą być importowane lub eksportowane, czyli stanowią na ogół przedmiot handlu międzynarodowego, należy uwzględnić nie po cenach krajowych w forintach, lecz po cenach światowych – w walucie obcej. W przypadku takich materiałów należy cenę rynku światowego przeliczyć na forinty za pomocą mnożnika dewizowego, ustalonego przez Krajowy Urząd Planowania.

Inwestycję możemy uważać za korzystną, jeżeli wartość wskaźnika g_n jest większa od jedności. W rezultacie więc wskaźnik ten obrazuje długofalową specyficzną „rentowność" inwestycji w znacznej części liczoną w cenach światowych. Wartość wskaźnika jest wyższa od jedności, wtedy gdy celowe jest zastąpienie importu danego produktu przez produkcję krajową i gdy oszczędności na imporcie są większe od kosztów, wliczając do nich również 20-procentową stopę obciążającą inwestycje.

Warto zauważyć, że *wartość wskaźnika* g_n ustalona zgodnie z obowiązującymi przepisami w niewielkim stopniu odbija obowiązujący układ cen. Rzeczywisty przychód pieniężny nowego przedsiębiorstwa powstałego w wyniku inwestycji (lub starego przedsiębiorstwa rozszerzonego dzięki inwestycji) pochodzić będzie z urzędowo ustalonej ceny produktu w forintach. Wysokość przychodu występująca w liczniku wskaźnika niezależna jest od tych cen, ponieważ jest ona bezpośrednio wyprowadzona z cen na rynkach światowych. Jeżeli przedsiębiorstwo przerabia materiały importowane, płaci za nie w forintach, po cenach *urzędowo ustalonych* przez Krajowy Urząd Cen na podstawie zwykłych mnożników dewizowych (lub też na innej zasadzie, np. przy uwzględnieniu krajowych kosztów własnych podobnego artykułu produkcji krajowej). W przeciwieństwie do tego, dla wskaźnika g_n za punkt wyjściowy przyjmuje się cenę światową produktu, którą przelicza się na forinty za pomocą mnożnika stosowanego przez Krajowy Urząd Cen. Na ogół przed-

[9] Środki obrotowe obejmują w praktyce zapasy surowców, półproduktów i produktów oraz produkcję niezakończoną.

siębiorstwo za kredyty na środki obrotowe płaci 3%, przy obliczaniu natomiast wskaźnika g_n uwzględnia się 20%. Fundusze inwestycyjne objęte centralnym budżetem państwowym przedsiębiorstwo otrzymuje „za darmo", bez żadnego oprocentowania, natomiast we wskaźniku g_n należy doliczyć do nich 20%.

Istnieje więc jeden aktualny system cen, aktualna stopa procentowa, aktualny mnożnik dewizowy, które rzeczywiście obowiązują w codziennej działalności przedsiębiorstwa i służą za podstawę do faktycznego rozliczenia finansowego. Niezależnie od wymienionych cen istnieją mniej lub bardziej oderwane od poprzednich ceny kalkulacyjne, jak również kalkulacyjna stopa procentowa i kalkulacyjne mnożniki dewizowe; należy je stosować jedynie „na papierze" w toku obliczania efektywności, wyłącznie dla ustalenia wskaźnika efektywności. W dalszym ciągu nazywam je urzędowymi kalkulacyjnymi cenami, stopami procentowymi i mnożnikami dewizowymi, ogólnie zaś urzędowymi sposobami kalkulacji (w odróżnieniu od takich nieurzędowych sposobów obliczeniowych, które stworzyliśmy sami lub też inni ekonomiści opracowali je dla określania efektywności).

Kodeks inwestycyjny zleca ustalenie szeregu dalszych wskaźników. Na przykład:

1. Koszty inwestycyjne przypadające na jednostkę produktu.
2. Koszty inwestycyjne przypadające na jednostkę przychodu z produkcji, licząc przychód po cenach krajowych, wolnych od podatku obrotowego.
3. Przychód przypadający na jednego zatrudnionego robotnika, liczony po cenach krajowych wolnych od podatku obrotowego.
4. Wartość produkcji po odjęciu kosztów eksploatacyjnych, przypadająca na jednostkę kosztów inwestycyjnych.
5. Przy inwestycjach przeprowadzanych w celu obniżenia kosztów własnych: roczne oszczędności wynikające z obniżki kosztów własnych, przypadające na jednostkę kosztów inwestycyjnych lub, inaczej mówiąc, okres zwrotu kosztów inwestycyjnych obliczony w latach.

Rozporządzenia zalecają, aby przy decyzjach inwestycyjnych dokładnie rozważyć, w jakim stopniu korzystne są wskaźniki charakterystyczne dla projektu. Jednakże rozporządzenia nie zobowiązują do odrzucenia projektów o niekorzystnych wskaźnikach (np. o wskaźniku g_n mniejszym od 1). Tak samo rozporządzenia te nie ustalają, co należy zrobić, gdy w jakimś projekcie jeden ze wskaźników jest korzystny, a drugi niekorzystny. W każdym razie jednak w praktyce wskaźnik g_n stał się *primus inter pares*; jego wskazania przede wszystkim bierze się pod uwagę.

Ustalanie wskaźników efektywności inwestycji obowiązuje od roku 1957. Do tego czasu różne instytucje jedynie sporadycznie z własnej inicjatywy przeprowadzały obliczenia za pomocą podobnych wskaźników. Od tego czasu wskaźniki te zostały już powszechnie przyjęte. Mimo tego jednak, że stosowane są od niedawna (w przeciwieństwie do bilansów, które praktycznie biorąc stosowane są już od początku istnienia socjalistycznej gospodarki planowej), należy je już dzisiaj zaliczyć do podstawowych metod tradycyjnego planowania perspektywicznego. W dalszym ciągu będzie jeszcze mowa o tym, w jakim stopniu ich wskazania bierze się w rzeczywistości pod uwagę i jakie powstają trudności w związku z tym. Jest jednak bezsporne, że wskaźniki te przyczyniły się do rozpowszechnienia słusznego poglądu, przywiązującego duże znaczenie do badania efektywności inwestycji i ich gospodarczej celowości.

1.3. PLANOWANIE PRZY POMOCY METOD MATEMATYCZNYCH

Z pewnością nie byłaby pozbawiona znaczenia książka poświęcona temu, w jaki sposób można by układać plany perspektywiczne wyłącznie przy pomocy metod matematycznych. Książka taka mogłaby być oparta jednak tylko na spekulacjach i odnosiłaby się do jakiegoś odległego okresu, o którym nie wiadomo nawet na pewno, czy w ogóle nastąpi.

Całkowite zastąpienie tradycyjnego planowania planowaniem przy pomocy metod matematycznych obecnie lub w bliskiej przyszłości jest wielką iluzją i to z wielu powodów. Z jednej strony dlatego, że stosowanie metod matematycznych natrafia na liczne trudności. Będziemy o nich jeszcze wiele mówić; tutaj wymienię je tylko w kilku zdaniach:

– Każdy rachunek ekonomiczny przeprowadzony jest przy użyciu cen. Jednakże ceny dostosowane są do dotychczas praktykowanych metod planowania i gospodarowania (służąc im w mniej lub bardziej odpowiedni sposób).

– Dla przeprowadzenia obliczeń ekonomicznych niezbędne są dane. Jednakże księgowość i statystyka, dostarczające tych danych, uformowały się zgodnie z wymaganiami tradycyjnego planowania i są z nimi (mniej lub bardziej) zharmonizowane.

– Posiadamy mało maszyn liczących o stosunkowo niewielkiej wydajności. Do codziennych, masowych obliczeń przy planowaniu, prawdopodobnie nawet w krajach o wiele bogatszych w maszyny liczące, obecna ich moc obliczeniowa okazałaby się za mała.

– I na koniec, może najważniejsza trudność: za mało jest fachowców przygotowanych do stosowania metod matematycznych. Zorganizowane szkolenie kadr na tym odcinku rozpoczęto dopiero niedawno na uniwersytetach węgierskich. Istniejąca obecnie kadra specjalistów może być raczej uważana za samouków. Tysiące kierowników gospodarki i planistów-praktyków przyzwyczaiło się do tradycyjnych metod, takie tylko metody znają i tylko przy ich pomocy potrafią pracować. Niektórzy z nich stronią od nowych metod, lecz nawet ci, którzy nie wykazują konserwatyzmu, niewiele znają się na tych metodach i dopiero teraz zaczynają je poznawać. Trzeba jednakże zaznaczyć, że zainteresowanie metodami matematycznymi bardzo wzrosło; bardzo wiele osób uczęszcza na kursy matematyki i czyta węgierską literaturę z zakresu ekonometrii (na razie w wąskim zakresie). W każdym razie obecnie brak warunków personalnych do powszechnego i masowego stosowania metod matematycznych.

Reasumując: metody matematyczne żyją jeszcze obecnie w obcym środowisku i w atmosferze metod tradycyjnych. Wiąże się to z licznymi trudnościami i zmusza do różnych ustępstw i kompromisów. Trzeba do tego dodać, że matematyczne metody planowania (przynajmniej na dzisiejszym poziomie badań ekonometrycznych) wykazują nie tylko zalety w porównaniu z metodami tradycyjnymi, lecz również pewne wady. (Powrócimy do tego jeszcze w toku jednej z analiz porównawczych).

W tych warunkach jedynym realnym i celowym kierunkiem działania jest pewnego rodzaju współdziałanie pomiędzy planowaniem metodami tradycyjnymi i metodami matematycznymi. *W większości przypadków obecna rola metod matematycznych sprowadza się do kontroli, uzupełniania i poprawiania planów opracowanych metodami tradycyjnymi. W niedalekiej przyszłości można będzie stopniowo zastępować metody tradycyjne – w poszczególnych przypadkach i przy rozwiązywaniu określonych zadań – nowymi metodami.*

Planowanie metodami matematycznymi nie może obecnie być jeszcze samodzielną metodą planowania. Istnieje potrzeba stosowania takich „chwytów", które ustaliły się w toku planowania metodami tradycyjnymi. W stosunku do badań opisanych w niniejszej książce mówić możemy o takich „chwytach" w różnorakim rozumieniu:

1. W każdym modelu oddzielnie decydujemy, w jakim stopniu mamy zachować *aktualne* ceny obowiązujące w codziennych rozliczeniach finansowych, a w jakim stopniu mamy zastąpić je przez stosowane przy obliczeniach efektywności inwestycji w tradycyjnym planowaniu *urzędowe ceny kalkulacyjne*, stopę procentową i mnożniki dewizowe, czyli ogólniej przez urzędowe sposoby kalkulacji, względnie w jakim stopniu mamy je zastępować przez nieurzędowe, lecz bardziej zgodne z matematycznymi metodami sposoby obliczeniowe.

Tak np. w niektórych obliczeniach przyjmowaliśmy oprocentowanie i mnożniki dewizowe zalecane przez Krajowy Urząd Planowania przy obliczaniu wskaźnika g_n. Postępowaliśmy tak nawet i wtedy, gdy nie byliśmy pewni, czy urzędowe sposoby kalkulacji są bezbłędne, a to dlatego, by porównać urzędowe wyniki z wynikami otrzymanymi w oparciu o sposoby kalkulacji, opracowane przez nas samych lub po prostu tylko dlatego, że nie mogliśmy znaleźć lepszych. Nie zamierzamy (i na pewno nie jesteśmy w stanie) rozwiązać przy pomocy kilku programów wszystkich nie wyjaśnionych dotąd problemów obliczeniowych.

2. Podobnie przedstawia się sytuacja przy wyborze *wytycznych planu*. Nie zamierzamy przy pomocy naszych modeli wyznaczyć wszystkich danych liczbowych dla planów perspektywicznych. Jako *dane* przyjmujemy poszczególne wytyczne planów opracowanych tradycyjnymi metodami. Niezależnie od tego, że w rzeczywistości nie są one stałe, lecz mogą jeszcze ulec zmianie w okresie objętym planem, w naszych modelach traktujemy je jako stałe. Dane przyjęte z tradycyjnego planu jako quasi-stałe w dalszym ciągu nazywać będę dyrektywami planu.

3. Oczywiście poszczególne modele różnić się będą pomiędzy sobą w zależności od tego, które wielkości traktowane są w nich jako dyrektywy planu, a które jako zmienne. Nasze modele mają jednak pod tym względem pewną ważną wspólną cechę: *w każdym przypadku jako dyrektywy planu traktujemy wytyczne dotyczące spożycia nieprodukcyjnego i wynikające z niego krajowe zapotrzebowanie na produkty*. W naszych modelach programowania nie przyjmujemy za kryterium optymalizacji maksymalnego zaspokojenia potrzeb społecznych. Zamiast tego w naszych modelach dążyć będziemy *do pokrycia krajowego zapotrzebowania, wynikającego z ustalonego przez organy planujące spożycia nieprodukcyjnego, przy pomocy minimalnych nakładów*. Od charakteru poszczególnych modeli zależy, w jaki sposób będziemy konkretnie realizować tę ogólną zasadę: w jakiej formie włączamy do naszego modelu dyrektywy planu odnoszące się do pokrycia krajowego zapotrzebowania; w jaki sposób określamy zasięg i sposób obliczania minimalizowanych nakładów; czy korzyści z handlu zagranicznego zaliczamy do oszczędności nakładów itp. W każdym razie zawsze będziemy starali się urzeczywistnić – w różnych formach i przy pomocy różnych zabiegów – tę ogólną zasadę.

Jest oczywiste, że takie stanowisko oznacza zasadnicze zawężenie problematyki badań. Eliminuje ono takie problemy, którymi szczegółowo zajmuje się tzw. „ekonomika dobrobytu" i które należą do najważniejszych i najtrudniejszych w ekonomii. Uważam jednak, że takie zawężenie – w obecnym stadium stosowania metod matematycznych – znacznie ułatwia konstruowanie i praktyczne stosowanie naszych modeli.

2

WYBÓR POMIĘDZY ALTERNATYWAMI TECHNOLOGICZNYMI. MODEL INWESTYCYJNY[1]

2.1. PROBLEM DECYZJI

Przy tworzeniu matematycznego modelu dla obliczenia efektywności, jednym z bardzo ważnych zadań jest określenie tych zagadnień, na które mamy dać odpowiedź. Problemem decyzji nazywam zagadnienie, które dopuszcza szereg możliwych alternatywnych rozwiązań; obliczenia wykonane na podstawie modelu powinny dać podstawę do wyboru najwłaściwszej alternatywy (lub alternatyw).

Przemysł bawełniany jest najszerszą, a z punktu widzenia eksportu najważniejszą gałęzią przemysłu lekkiego. Plan perspektywiczny opracowany tradycyjnym sposobem założył znaczny wzrost produkcji tkanin bawełnianych zarówno z uwagi na potrzeby krajowe, jak i na cele eksportowe. W modelu tym nie zamierzaliśmy rewidować ani krajowego zapotrzebowania na tkaniny bawełniane, ani zadań eksportowych: tak więc wytyczne produkcyjne w bilansie tkanin bawełnianych potraktowaliśmy jako dyrektywy planu. W miejsce tego w centrum zainteresowania naszych badań znalazło się pytanie: pomiędzy jakimi alternatywami technologicznymi możemy dokonać wyboru dla osiągnięcia założonego poziomu produkcji tkanin bawełnianych?

Przed nami wystąpiły następujące problemy decyzji:

1. W jaki sposób należy zwiększyć produkcję tkanin: czy poprzez techniczną rekonstrukcję istniejących tkalni, czy też przez budowę nowych tkalni?

2. W odniesieniu do części obecnego parku maszynowego należało zdecydować: czy maszynę eksploatować w dotychczasowy sposób, czy unowocześnić ją przez przebudowę i uzupełniające inwestycje, czy wreszcie całkowicie ją zdemontować?

3. W odniesieniu do pozostałej części obecnego parku maszynowego wystąpiły tylko dwie możliwości: zachować maszynę, albo ją zdemontować.

---

[1] Wyniki badań podane zostały w opublikowanych artykułach [72] i [73]. Szczegółowe omówienie tych badań zawarte jest w sprawozdaniu z przeprowadzanych badań [77].

Badania przeprowadziła grupa robocza pod kierownictwem autora. Członkami tej grupy byli: matematycy Z. Marcsányi i P. Wellisch, naczelny inżynier w zakładach tekstylnych — F. Kotányi, ekonomiści z zakładów tekstylnych — dr S. Fülöp, dr J. Pécsi i dr L. Szabó. Obliczeniami wykonywanymi na maszynie elektronowej kierował T. Frey.

4. W przypadku kupna nowych maszyn możemy wybierać spośród maszyn różnych typów. Jaki typ mamy wybrać i ile maszyn poszczególnego typu należy sprowadzić?

Nie należy sądzić, że władze gospodarcze dostarczają „gotowych" problemów decyzji, opracowywującym program ekonomistom. Badacz zmuszony jest spośród wielu problemów wybrać te, które w pewnym sensie tworzą całość i mogą być zbadane w ramach jednego modelu. W toku naszych badań wyniknęła potrzeba przeprowadzenia całego szeregu rozmów z władzami gospodarczymi w celu określenia zakresu problemów decyzji.

2.2. ZAKRES PROGRAMOWANIA

Zakres badań przemysłu bawełnianego — w grubszym zarysie — ustaliło zlecenie otrzymane z Ministerstwa Przemysłu Lekkiego.

Produkcja w przemyśle bawełnianym odbywa się kolejno w trzech pionach: przędzalnie, tkalnie i wykańczalnie. Zgodnie z otrzymanym zleceniem, zadaniem naszym było jedynie zbadanie środkowego pionu, to znaczy tkactwa. Jednakże tkactwem mieliśmy zająć się nie tylko w jednym zakładzie, lecz we wszystkich przedsiębiorstwach podległych Dyrekcji Przemysłu Bawełnianego [2].

W tkalniach zetknęliśmy się z wieloma procesami produkcyjnymi. Główną rolę gra sam proces tkania, lecz i on nie ma charakteru całkowicie jednolitego. Krosna, mianowicie, w zależności od rodzaju uzyskiwanego produktu i surowej tkaniny mogą być zaliczane do różnych grup. Pierwszą grupę stanowią krosna do produkcji tzw. *tkanin gładkich*, drugą grupę — krosna przeznaczone do produkcji tzw. *tkanin o kolorowym wątku* (np. materiały koszulowe w kratę, chustki do nosa itp.) trzecią grupę zaś — krosna służące do produkcji *materiałów specjalnych* (satyny, tkanin kąpielowych itp.). W każdej z tych grup tka się materiały o różnej szerokości (np. produkuje się gładką tkaninę o szerokości od 70 do 160 cm).

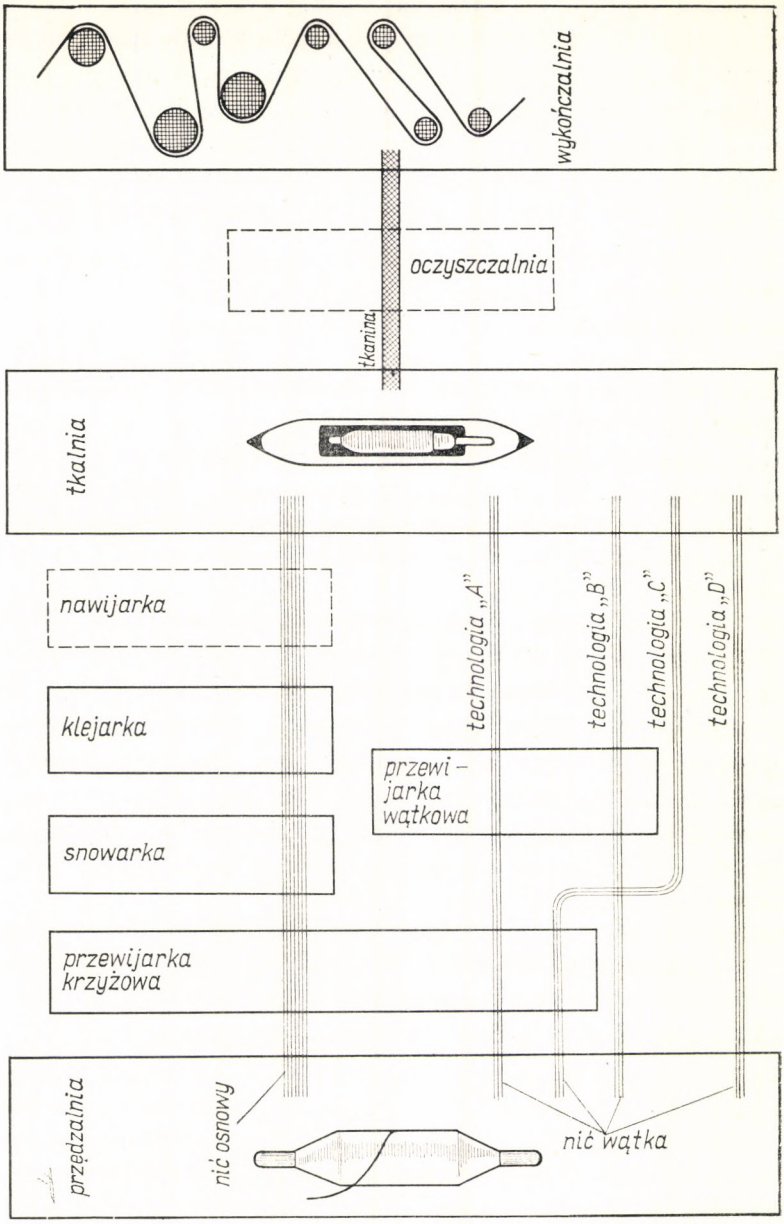
Do tkalni należą tzw. *oddziały przygotowawcze*. Przerabiają one przędzę otrzymaną z przędzalni na materiał zdatny do tkania. W zakładzie przygotowawczym spotykamy się z całym szeregiem pionowo połączonych ze sobą, względnie równolegle obok siebie przebiegających czynności. Zostały one schematycznie przedstawione na rys. 2.1.

Jak widać z rysunku, przędza przeznaczona do tkania dzieli się na przędzę osnowową i wątkową. Pierwsza z nich po wyjściu z przędzalni przechodzi przez cztery operacje: przewijania, snowania, klejenia i nawijania. Z kolei przygotowanie przędzy wątkowej może być dokonane przy pomocy czterech procesów technologicznych. W przypadku procesu *A* nić wątkowa przechodzi zarówno przez przewijanie krzyżowe, jak i przez przewijanie wątkowe, w przypadku procesu *B* przędza wątkowa poddana zostaje tylko przewijaniu wątkowemu, przy procesie *C* — tylko przewijaniu krzyżowemu, zaś przy procesie *D* — przędza wątkowa z przędzalni idzie prosto na krosno.

Po zakończeniu tkania, surowa tkanina poddana zostaje czynnościom oczyszczającym i dopiero potem zostaje przesłana do wykańczalni.

Spośród czynności przedstawionych na rys. 2.1. zaznaczyliśmy w naszym modelu

[2] Tkalnie zgrupowane są w trzynastu przedsiębiorstwach. Poza tym do zakresu programowania włączyliśmy jeszcze oddziały przewijarek krzyżowych kilku przędzalni.



Rys. 2.1. Schemat działania tkalni bawełnianej

cztery – poza tkaniem – najważniejsze operacje przygotowawcze: przewijanie krzyżowe, przewijanie wątkowe, snowanie oraz klejenie. Nie oznacza to, że pozostałe, nieuwzględnione operacje (na rysunku oznaczone linią przerywaną) są pod względem technologicznym zbędne. Jednakże wspomniane cztery operacje wiążą najwięcej najdroższych środków trwałych (pozostałe środki trwałe mają stosunkowo niewielką wartość) i dlatego przy podej-

mowaniu decyzji inwestycyjnej, w pierwszym rzędzie tym operacjom należy poświęcić specjalną uwagę [3].

Wyjaśniliśmy już, jakie są te procesy produkcyjne, które włączyliśmy do naszych badań. Procesy te łącznie nazywam zakresem programowania.

Zakres programowania niekoniecznie pokrywa się z zakresem działalności oficjalnych jednostek organizacyjnych odpowiedzialnych za produkcję i gospodarkę. Tak na przykład w przemyśle bawełnianym jednostkami organizacyjnymi są: 1. tkalnia (zakład w ramach przedsiębiorstwa), 2. przedsiębiorstwo i 3. gałąź przemysłu. Zakres naszego programowania nie obejmuje całej gałęzi przemysłu, lecz jedynie jedną trzecią. W zasadzie obejmuje on wszystkie tkalnie, lecz tylko „w zasadzie", ponieważ nie uwzględnia pewnych rodzajów tkalni o mniejszym znaczeniu.

Przy wyznaczaniu zakresu programowania za miarodajną wskazówkę nie należy uważać struktury organizacyjnej, lecz to, jaka dziedzina przedstawia mniej lub bardziej organiczną całość [4] z punktu widzenia badanego problemu gospodarczego i planistycznego. W naszym przypadku pragnęliśmy zestawić główne kierunki rozwoju tkactwa bawełnianego i z takiego punktu widzenia, jako najbardziej celowe wydawało się wyznaczenie zakresu programowania w opisany wyżej sposób.

Wyznaczenie zakresu programowania jest zadaniem trudnym. W toku badań przemysłu bawełnianego (lecz również w przypadku badania produkcji włókien sztucznych i przemysłu aluminiowego) wiele było dyskusji przed ostatecznym wyznaczeniem tego zakresu.

Przez wyznaczenie zakresu programowania określamy „szerokość" modelu, zaś przez wyznaczenie problemów decyzji — „głębokość" modelu. Jakkolwiek w książce omawiam najpierw problemy decyzji, a potem zakres programowania, nie oznacza to jednak, że taka jest kolejność realizacji tych dwóch zadań. Obie prace powinny być wykonane łącznie i równolegle. Oba zagadnienia ściśle są ze sobą powiązane, chociażby dlatego, że rozmiary modelu ograniczone są ostatecznie możliwościami techniki obliczeniowej. Za rozszerzenie zakresu programowania musimy płacić zmniejszeniem głębokości badań, im bardziej natomiast zawęzimy zakres programowania, tym bardziej szczegółowo i z uwzględnieniem większej liczby alternatyw możemy badać te problemy, które mogą powstać w toku planowania.

W wielostronnej pracy planistycznej istnieje zapotrzebowanie zarówno na szersze, jak i bardziej zwięzłe i wąskie, ale głębiej sięgające modele programowania. Uzupełniają się one wzajemnie.

2.3. DZIAŁALNOŚCI (ZMIENNE) MODELU

Działalnościami nazywamy procesy (operacje) gospodarcze badane w ramach modelu ekonometrycznego (np. produkcja, inwestycje, budownictwo, import itp.) Zadaniem obliczeń przeprowadzanych na podstawie modelu jest uzyskanie odpowiedzi na pyta-

[3] W sprawie podziału parku maszynowego — patrz paragraf 1 załącznika A.

[4] Tak na przykład do zakresu programowania przemysłu aluminiowego zaliczyliśmy produkcję boksytu, tlenku glinu i aluminium, która należy do kompetencji Ministerstwa Przemysłu Ciężkiego, oraz eksport i import tych produktów, przeprowadzany przez Ministerstwo Handlu Zagranicznego. Nie zaliczyliśmy tu natomiast pewnych produktów ubocznych przemysłu aluminiowego, jakkolwiek otrzymywane są one w przedsiębiorstwach podległych Ministerstwu Przemysłu Ciężkiego.

nie: prowadzenie których spośród możliwych działalności jest celowe i na jakim poziomie? Przez *poziom działalności* rozumiemy rozmiary (zasięg, skalę), w jakich działalność ta jest prowadzona.

Działalności występujące w naszym modelu przemysłu bawełnianego są to takie procesy, które zapewniają tej gałęzi przemysłu na rok 1965 określony skład parku maszynowego i stan zabudowań. Takimi procesami są: dalsze wykorzystanie istniejących maszyn z zapewnieniem ich systematycznych remontów, częściowa przeróbka i unowocześnienie istniejących maszyn, demontaż istniejących maszyn, sprowadzenie i montaż nowych maszyn, stworzenie nowej powierzchni produkcyjnej — wszystko to w okresie 1961—1965. Każda z działalności występujących w modelu obejmuje jeden taki proces lub też kombinację kilku procesów.

Poziomy działalności oznaczamy przez x_{jkl}. Liczbowe wartości x_{jkl}, to *zmienne* w naszych obliczeniach. Jednostkę miary stanowi jedna maszyna. Jeżeli np. $x_{jkl}=1000$, oznacza to, że należy wykonać takie czynności, w wyniku których w 1965 r. grupa maszyn *jkl* składać się będzie z 1000 sztuk maszyn.

Jakie są specyficzne cechy poszczególnych grup maszyn i na jakie cechy wskazują trzy indeksy j, k, l[5]?

Pierwszą cechą jest *produkt*. Zakres programowania obejmuje siedem rodzajów produktów ($j=1, 2, \ldots, 7$):

1. Tkanina wąska, gładka (produkowana na krosnach węższych niż 136 cm),
2. Tkanina szeroka, gładka (produkowana na krosnach szerszych niż 136 cm),
3. Tkanina o kolorowym wątku,
4. Przędza klejona,
5. Przędza osnowowa,
6. Przędza z przewijarek wątkowych (wątkowa),
7. Przędza z przewijarek krzyżowych.

Drugą cechą jest *sposób umieszczenia maszyny* ($k=1, 2$): sposób 1: maszyna znajdować się będzie w starym budynku, istniejącym już w czasie programowania; sposób 2: maszyna będzie umieszczona w nowym, później wykonanym budynku. W związku z tym działalności o wskaźnikach x_{j2l} obejmują również procesy związane z wykonaniem tych budynków, które potrzebne są do umieszczenia w nich maszyn.

I w końcu trzecia cecha: maszyny o tej samej lokalizacji i produkujące ten sam produkt różnią się pomiędzy sobą pod względem *technologicznym*. Maszyny zastosowane do wytwarzania produktu j oraz umieszczone w sposób k mogą być wykorzystane w różnych wariantach technologicznych; ich ilość n_{jk} jest różna w zależności od produktu i od sposobu umieszczenia ($l=1, \ldots, n_{jk}$). Zanim je wymienię, należy zaznaczyć co następuje. Największą grupę istniejącego już w roku 1960 starego parku maszynowego — grupę krosien do tkanin wąskich gładkich oraz grupę przewijarek krzyżowych i wątkowych — podzieliliśmy na dwie kategorie: na kategorię „lepszych" i „gorszych", tzn. bardziej i mniej wydajnych maszyn[6].

---

[5] W rozdziale tym, dla lepszego zrozumienia ekonomicznego sensu symboli, stosuję trzy indeksy. W przeprowadzonych następnie obliczeniach zmienne numerowaliśmy wg kolejności. Te numery kolejne podane zostały w paragrafie 2, załącznika A; dane zawarte w dalszej części załącznika odnoszą się do podanej tam numeracji,.

[6] Podział starego parku maszynowego wg tych kategorii — patrz paragraf 1 załącznika A.

1.1. *Wąskie krosna do gładkich tkanin, umieszczone w starym budynku*

1.1.1. Dalsze użytkowanie starych, gorszych krosien. (Przez dalsze użytkowanie rozumiemy dalszą eksploatację tych maszyn w niezmienionych warunkach technicznych. Niezmienioną wydajność zapewniają niezbędne kapitalne remonty w określonych terminach).

1.1.2. Demontaż starych, gorszych maszyn.

1.1.3. Dalsze użytkowanie starych, lepszych maszyn.

1.1.4. Demontaż starych, lepszych maszyn.

1.1.5. Usprawnienie starych, lepszych maszyn. (Oznacza to niewielką przeróbkę techniczną, dającą możliwość znacznego zwiększenia ilości obrotów.)

1.1.6. Automatyzacja starych, lepszych maszyn inwestycjami pochodzącymi z importu (w tym przypadku unowocześniamy maszynę przez zamontowanie tzw. dobudowanego automatu, przystawki).

1.1.7. Ustawienie nowych automatów z wymiennymi czółenkami (jest to typ najtańszy, lecz o najmniejszej wydajności).

1.1.8. Ustawienie automatów z wymiennymi cewkami (średnia cena, średnia wydajność).

1.1.9. Ustawienie nowych automatów bezczółenkowych (jest to typ najdroższy, lecz najbardziej wydajny).

1.2. *Wąskie krosna do gładkich tkanin, umieszczone w nowym budynku*

1.2.1. Ustawienie nowych automatów z wymiennymi czółenkami.

1.2.2. Ustawienie nowych automatów z wymiennymi cewkami.

1.2.3. Ustawienie nowych automatów bezczółenkowych.

Jak widać zakładaliśmy tu i zakładać będziemy w dalszym ciągu, że w nowym budynku można umieścić tylko nowe maszyny. Wykluczyliśmy możliwość przenoszenia starych maszyn ze starych budynków do nowych.

2.1. *Krosna szerokie do gładkich tkanin, umieszczone w starym budynku*

2.1.1. Dalsze użytkowanie starych maszyn.

2.1.2. Demontaż starych maszyn.

2.1.3. Ustawienie nowych maszyn automatycznych.

2.2. *Krosna szerokie do gładkich tkanin, umieszczone w nowym budynku*

2.2.1. Ustawienie nowych maszyn automatycznych.

3.1. *Krosna do tkanin o kolorowym wątku, umieszczone w starym budynku*

3.1.1. Dalsze użytkowanie starych maszyn,

3.1.2. Demontaż starych maszyn.

3.1.3. Ustawienie nowych, tańszych automatów.

3.1.4. Ustawienie nowych, droższych i wydajniejszych automatów.

3.2. *Krosna do tkanin o kolorowym wątku umieszczone w nowym budynku*

3.2.1. Ustawienie nowych, tańszych automatów.

3.2.2. Ustawienie nowych, droższych, wydajniejszych automatów.

4.1. *Klejarki umieszczone w starym budynku*

4.1.1. Dalsze użytkowanie starych klejarek.
4.1.2. Demontaż starych klejarek.
4.1.3. Unowocześnienie starych klejarek (przebudowa skrzyni, wmontowanie automatycznych urządzeń regulujących itp.).
4.1.4. Ustawienie nowych klejarek automatycznych.

4.2. *Klejarki umieszczone w nowym budynku*

4.2.1. Ustawienie nowych klejarek automatycznych.

5.1. *Snowarki umieszczone w starym budynku*

5.1.1. Dalsze użytkowanie starych snowarek.
5.1.2. Demontaż starych snowarek.
5.1.3. Ustawienie nowych, tańszych snowarek.
5.1.4. Ustawienie nowych, droższych, wydajniejszych snowarek.

5.2. *Snowarki umieszczone w nowym budynku*

5.2.1. Ustawienie nowych, tańszych snowarek.

6.1. *Przewijarki wątkowe, umieszczone w starym budynku*

6.1.1. Użytkowanie starych, gorszych maszyn.
6.1.2. Demontaż starych, gorszych maszyn.
6.1.3. Dalsze użytkowanie starych, lepszych maszyn.
6.1.4. Demontaż starych, lepszych maszyn.
6.1.5. Ustawienie nowych automatów.

6.2. *Przewijarki wątkowe, umieszczone w nowym budynku*

6.2.1. Ustawienie nowych automatów.

7.1. *Przewijarki krzyżowe, umieszczone w starym budynku*

7.1.1. Dalsze użytkowanie starych, gorszych maszyn.
7.1.2. Demontaż starych, gorszych maszyn.
7.1.3. Dalsze użytkowanie starych, lepszych maszyn.
7.1.4. Demontaż starych, lepszych maszyn.
7.1.5. Ustawienie nowych, tańszych automatów.
7.1.6. Ustawienie nowych, droższych, wydajniejszych automatów.

7.2. *Przewijarki krzyżowe, umieszczone w nowym budynku*

7.2.1. Ustawienie nowych, tańszych automatów.
7.2.2. Ustawienie nowych, droższych, wydajniejszych automatów.

Zestawienie listy działalności występujących w modelu nie jest łatwym zadaniem. W czasie badań przemysłu bawełnianego przed podjęciem decyzji prowadzono liczne dyskusje. W tym przypadku należało przezwyciężyć „embarras de richesse", bo właściwie można by wziąć w rachubę znacznie więcej działalności; są do nabycia różne nowe typy

maszyn, znany jest również szereg innych sposobów unowocześnienia starych maszyn itp. Jednakże konieczność ograniczenia rozmiarów modelu spowodowała zawężenie zestawienia. Na podstawie przeprowadzonych dyskusji staraliśmy się włączyć do modelu działalności najbardziej charakterystyczne i najlepiej reprezentujące alternatywne kierunki postępu technicznego.

W czasie takiej wstępnej selekcji należy zachować dużą ostrożność, tym bardziej że kategoryczne *odrzucenie* jakiejś możliwej działalności jest związane z nie mniejszą odpowiedzialnością, jak przyjęcie innej działalności. Decyzja negatywna też może prowadzić do strat. Jeżeli odrzucona działalność wystąpiłaby w rozwiązaniu optymalnym, to włączenie zamiast niej do programu i realizowanie innej działalności nieoptymalnej, spowoduje stratę.

Wyznaczając wartości zmiennych X_{jkl} odpowiadamy na problemy decyzji opisane w paragrafie 2.1. (s. 32–33):

1. Ile powinno być pomieszczeń w nowych budynkach i w jakim zakresie mamy przeprowadzić rekonstrukcję techniczną w starych budynkach?

2.3. Co ma się stać ze starym parkiem maszynowym?

4. Jakie nowe maszyny mamy sprowadzić i w jakiej ilości?

Rozwiązanie problemów decyzji ma równocześnie charakter jakościowy i ilościowy. Jest ono *jakościowe*, ponieważ ustala kierunek działania i podaje, jakie zadania należy realizować, a jakie odrzucić. Jednocześnie jest ono też *ilościowe*, ponieważ ustala, w jakich rozmiarach mamy realizować poszczególne działalności.

W konsekwencji wszystkie rozpatrywane zmienne wyznaczają przyszły skład parku maszynowego całego przemysłu bawełnianego oraz całą przyszłą powierzchnię budynków.

Konstrukcja modelu umożliwia łączenie poszczególnych działalności. W przypadku budowy nowej fabryki bezwzględnie powinno się rozporządzać na miejscu odpowiednią zdolnością produkcyjną klejarek, snowarek i przewijarek wątkowych. W związku z tym dokonujemy następującego przekształcenia:

Te działalności, których wynikiem jest ustawienie nowego krosna w nowym budynku obejmują, oprócz sprowadzenia i zainstalowania krosna, jeszcze następujące czynności: a) zainstalowanie urządzeń pomocniczych: klejarek, snowarek i przewijarek wątkowych; b) stworzenie powierzchni budynków, potrzebnej do umieszczenia krosien i wymienionych urządzeń pomocniczych.

Tak więc, np. z działalnością 1.2.1. – z ustawieniem w nowym zakładzie nowych automatów z wymiennymi czółenkami – łączą się również działalności 4.2.1., 5.2.1. i 6.2.1. w rozmiarach potrzebnych do obsługi krosna, czyli zainstalowanie w nowym zakładzie nowych urządzeń: klejarek, snowarek i przewijarek w odpowiednich ilościach. (Nie odnosi się to do przewijarek krzyżowych, ponieważ ich wyroby mogą być osobno sprzedawane.)

W ten sposób działalności 4.2.1., 5.2.1. i 6.2.1. nie występują w ogóle jako *samodzielne zmienne* w modelu, ponieważ włączone są w niezbędnych rozmiarach w działalności 1.2.1., 1.2.2., 1.2.3., 2.2.1., 3.2.1. i 3.2.2.[7]

---

[7] „Cena", którą należało zapłacić za to przekształcenie wyraża się w tym, że w przypadku umieszczenia nowych snowarek w nowym budynku nie mogliśmy uwzględniać dwóch wariantów technologicznych, lecz z góry zmuszeni byliśmy zdecydować się na wybór jednego. (Poza tym, w odniesieniu do

Po dokonaniu tego przekształcenia, liczba zmiennych reprezentujących działalności gospodarcze wyniosła 43. Do tego dochodzi jeszcze 7 zmiennych swobodnych, przy pomocy których sprowadzamy do postaci równości warunki podane pierwotnie w postaci nierówności. Tak więc ogółem mieliśmy 50 zmiennych; wyznaczenie wartości tych zmiennych było celem programu.

2.4. KILKA ZAŁOŻEŃ UPRASZCZAJĄCYCH

Gdy podjęliśmy decyzję, na jakie pytania zamierzamy odpowiedzieć za pomocą naszych badań, tym samym ustaliliśmy, na co odpowiedzi *nie* damy.

a) Program miał za zadanie odpowiedzieć tylko na pytanie, jaki powinien być skład parku maszynowego oraz jaka powinna być wielkość budynków w określonym momencie czasu. Tym momentem był koniec roku 1965, czyli koniec planu pięcioletniego. Jak wynika z ogólnych założeń (patrz s. 19), program nie stawiał więc sobie za zadanie *wyznaczenia harmonogramu* poszczególnych działalności w okresie 1961 – 1965. Postulowany stan środków trwałych w *jakimś momencie czasu* (koniec 1965 r.) był rozpatrywany jako konsekwencja działalności inwestycyjnej, postępu technicznego, importu, budownictwa itp. w ciągu dłuższego *okresu* (1961 – 1965).

b) Program powinien dać też odpowiedź na to, czy dana działalność ma być prowadzona w starym czy nowym zakładzie, jednakże nie musi on bliżej określać *miejsca* działalności. W praktyce oznacza to, że przy ustalaniu danych dotyczących poszczególnych działalności (koszty inwestycji, wielkość produkcji itp.) za punkt wyjścia przyjęto nie specyficzne warunki poszczególnych przedsiębiorstw, lecz warunki *przeciętne dla całej gałęzi przemysłu.* Program zalecał jedynie demontaż 2 000 maszyn z parku szerokich krosien w starych zakładach i ustawienie na ich miejsce 1600 nowych, lecz nie ustalał, w jakim zakładzie należy wymienić maszyny.

W skrócie można by powiedzieć, że program odpowiadał tylko na pytania „co", „jak" i „ile", lecz nie dawał odpowiedzi na pytania „kiedy" i gdzie".

c) Zakładaliśmy, że w roku 1965 asortyment artykułów produkowanych będzie analogiczny do asortymentów z roku 1959. Zgodnie z tym 7 „produktów" uwzględnionych w programie reprezentuje właściwie 7 grup fabrykatów, których skład asortymentowy jest z góry ustalony.

d) Jak już wspomniałem, istnieją krosna węższe i szersze. Na szerszych krosnach można produkować też węższe tkaniny, natomiast przy pomocy wąskich krosien szerokich tkanin produkować nie można. Szersze krosna są droższe i mniej wydajne niż wąskie. Powstaje więc pytanie: jaki ma być, z punktu widzenia szerokości, skład parku krosien do tkanin gładkich?

---

maszyn umieszczanych w starym budynku, jako alternatywy pozostały tylko dwa nowe typy snowarek. Programowanie potwierdziło potem, że podjęliśmy słuszną decyzję, wyznaczając tańsze maszyny do umieszczenia w nowych budynkach, ponieważ optymalne rozwiązanie zalecało również wprowadzenie tego typu maszyn do starych budynków).

W wyniku tej modyfikacji mogliśmy zmniejszyć rozmiary modelu o 3 zmienne i 3 warunki (wliczając w to też i zmienne swobodne.)

Ponieważ pytanie to dotyczy decyzji inwestycyjnej, moglibyśmy zaliczyć je do problemów decyzji w naszym modelu. Jednakże po dyskusji przeprowadzonej na ten temat, zdecydowaliśmy, że tego pytania nie zaliczymy do problemów decyzji stawianych w modelu. Dlaczego tak zdecydowaliśmy? Skład parku maszynowego z punktu widzenia szerokości związany jest z popytem (konsumpcyjnym), czyli z tym, jakiej szerokości tkaniny potrzebne są odbiorcom krajowym i zagranicznym. Z kolei na popyt wpływają ceny i w tym zakresie zagadnienie wiąże się z cenami. Część tkanin dostaje się do przemysłu konfekcyjnego. Należy wyjaśnić, czy dla kroju korzystniejsze jest stosowanie węższej czy też szerszej tkaniny; problem nasz wiąże się więc z *zagadnieniami technologii przemysłu konfekcyjnego*. Ponieważ na szerszych maszynach produkować można wąskie tkaniny, więc szerokie maszyny mogą być traktowane jako rezerwa zdolności produkcyjnej dla produkcji tkanin wąskich, i w ten sposób problem ten wiąże się z zagadnieniem *tworzenia zapasów*.

Widać, że zagadnienie rozgałęzia się. Właśnie dlatego uważaliśmy, że problem powinien być zbadany w ramach innego modelu, specjalnie dotyczącego tego zagadnienia.

Występujące w naszym modelu założenia zharmonizowane są z planem opracowywanym w tradycyjny sposób dzięki założeniu, że asortyment produkcji tkanin według szerokości w drugim planie pięcioletnim będzie taki sam, jak w roku 1959.

d) Dużo dyskutuje się w przemyśle bawełnianym nad technologią przygotowywania przędzy wątkowej (na to zagadnienie zwróciłem już poprzednio uwagę). Według jednego poglądu istnieje potrzeba przewijania wątkowego i krzyżowego przędzy wątkowej, ponieważ poprawia to jakość przędzy. Z kolei według innego poglądu, procesy te — przynajmniej dla przeważającej ilości przędzy — mogą być pominięte, co oczywiście oznacza znaczne zmniejszenie kosztów.

Problem ten ma też pewne konsekwencje inwestycyjne; jego rozstrzygnięcie wpłynie na potrzebne ilości wrzecion do przewijarek krzyżowych i wątkowych.

Ponieważ zagadnienie to pod względem technicznym nie jest odpowiednio wyjaśnione, nie zaliczyliśmy go w naszym modelu do problemów decyzji, lecz zastosowaliśmy następujące założenie: przewijanie krzyżowe i wątkowe przędzy wątkowej przerabianej na krosnach nieautomatycznych (mechanicznych) przeprowadzane będzie w dawnych proporcjach. Natomiast przędza wątkowa przerobiona na krosnach automatycznych powinna przejść w całości przez procesy przewijania krzyżowego i wątkowego. Założenie takie odpowiada zresztą obecnemu stanowisku Dyrekcji Przemysłu Bawełnianego.

Zwróćmy teraz uwagę na pojęcie często już używane, lecz dotychczas nie zdefiniowane: założenie upraszczające. Niełatwo jest określić ogólnie to pojęcie. Możemy powiedzieć, że *przyjmując założenia upraszczające przypisujemy jednoznaczne cechy charakterystyczne takiemu zjawisku, którego dokładnych charakterystycznych cech nie znamy, lub jeżeli nawet znamy je dokładnie, są one inne (zazwyczaj bardziej złożone niż w naszym opisie)*.

W modelu przemysłu bawełnianego stosowaliśmy szereg założeń upraszczających. O kilku dalszych wspomnę w następnych paragrafach niniejszego rozdziału, inne znów — ponieważ dotyczą specjalnych problemów branżowych przemysłu bawełnianego — podaję w załączniku [8].

Rozpowszechnił się mylny pogląd, że w programowaniu matematycznym należy stosować o wiele więcej uproszczeń aniżeli w planowaniu tradycyjnym. A przecież programowanie

[8] Patrz paragrafy 3 i 4 załącznika A.

matematyczne właśnie dlatego nabiera znaczenia, że na ogół zdolne jest o wiele dokładniej odzwierciedlać wzajemny wpływ wielu czynników i różnorodne związki pomiędzy wieloma, skomplikowanymi zjawiskami, niż prostsze metody. Ten mylny pogląd rozpowszechnił się jednakże nieprzypadkowo. Tłumaczy się to tym, że w większości publikacji dotyczących metod matematycznych świadomie dąży się do wymienienia przyjętych założeń i uproszczeń, a wraz z tym do ujawnienia granic słuszności osiągniętych wyników. (Stosowanie ścisłych metod zmusza nas rzeczywiście do przemyślenia wszystkich założeń). Jednakże przy stosowaniu tradycyjnych obliczeń i wzorów, które *implicite* kryją w sobie znacznie więcej uproszczeń, najczęściej nikt ich nie wymienia. Pomyślmy tylko, że obowiązujące wskaźniki ekonomiczne, przedkładane władzom w projektach inwestycyjnych, ustalane są również na podstawie jakiegoś przewidywanego składu towarowego i technologii. Tutaj również stosuje się upraszczające założenia, natomiast nie podaje się ich pisemnie w przedłożonym dokumencie. Nieraz nie robi się tego choćby tylko z tego powodu, że właśnie „optymistyczne" zestawienie asortymentu artykułów, technologii, jakości surowców i cen sprzedaży umożliwia przedstawienie efektywności inwestycji w barwach lepszych od przewidywanych.

2.5. WARUNKI OGRANICZAJĄCE

Nie możemy zrealizować dowolnego planu. Istnieją realne warunki, do których należy się dostosować. Warunek ograniczający jest to matematyczny opis takich okoliczności, które ograniczają swobodę wyboru.

Rozpatrzmy układ warunków ograniczających modelu przemysłu bawełnianego.

Warunek ograniczający 1: *zadanie w zakresie produkcji końcowej tkanin wąskich, gładkich*

$$\sum_{k=1}^{2} \sum_{l=1}^{n_{1k}} f_{1kl} x_{1kl} = v_1 , \tag{2.1}$$

gdzie:

f_{1kl} — współczynnik wyniku, tj. roczna produkcja końcowa tkaniny uzyskiwana z jednego krosna do wąskich gładkich tkanin przy wariancie technologicznym *kl*, przy normalnym wykorzystywaniu zdolności produkcyjnej maszyny. [9]*

v_1 — dyrektywa planu określająca roczną produkcję końcową tkanin wąskich w przemyśle bawełnianym w 1965 r.[10]

Warunek podany został w postaci równania; zakładamy, że przekroczenie zadania produkcyjnego nie jest celowe.

Analogiczny jest następujący warunek ograniczający:

Warunek ograniczający 2: *zadanie w zakresie produkcji końcowej tkanin szerokich,*

---

[9] Wartości liczbowe współczynników wyniku występujących w warunkach (2. 1.) — (2.3) podane zostały w paragrafie 3 załącznika A.

* Wariant technologiczny *kl* określa umiejscowienie maszyny (wskaźnik *k*) oraz charakter czynności związanych z instalacją maszyny w miejscu *k* (wskaźnik *l*) — np. dalsze użytkowanie, demontaż itp. (Przypis redakcji przekładu polskiego).

[10] Wartości liczbowe zadań w zakresie produkcji końcowej występujące w warunkach (2.1) — (2.3) podane zostały w paragrafie 4 załącznika A.

gładkich

$$\sum_{k=1}^{2} \sum_{l=1}^{n_{2k}} f_{2kl} x_{2kl} = v_2 \tag{2.2}$$

Warunek ograniczający 3: *zadania w zakresie produkcji końcowej tkanin o wątku kolorowym*

$$\sum_{k=1}^{2} \sum_{l=1}^{n_{3k}} f_{3kl} x_{3kl} = v_3 , \tag{2.3}$$

Zanim przejdziemy do następnych warunków ograniczających należy wyjaśnić pojęcie inwestycji brutto.

Prostą i rozszerzoną reprodukcję środków trwałych zapewniamy za pomocą różnych nakładów. Są to:

a) planowa konserwacja środków trwałych (małe i średnie remonty);

b) tzw. „odnawianie", co w praktyce oznacza remont kapitalny środków trwałych;

c) unowocześnienie starych maszyn (montaż mniejszych, uzupełniających urządzeń itp). W podobny sposób może być również ulepszany stan techniczny budynków;

d) uzupełnienie zużytych środków trwałych nowymi;

e) instalowanie nowych środków trwałych, bardziej nowoczesnych od dotychczasowych.

Przeciwstawianie prostej i rozszerzonej reprodukcji ma duże znaczenie w analizie obejmującej dynamiczne procesy produkcji społecznej, lecz z konkretnymi szczegółowymi decyzjami dotyczącymi środków trwałych związana jest nieodłącznie prosta i rozszerzona reprodukcja. Jeżeli np. jakąś zużytą maszynę wymienimy na bardziej nowoczesną, oznacza to prostą reprodukcję (ponieważ chodzi tu o uzupełnienie) i jednocześnie rozszerzenie produkcji (ponieważ wstawiliśmy wydajniejszą maszynę).

Podobnie przedstawia się sytuacja również w stosunku do nakładów związanych ze środkami trwałymi. Na przykład remont kapitalny często łączy się z częściowym unowocześnieniem. W zasadzie jedynie wymieniony w punkcie a) mały i średni remont może być uważany za „czysty" typ nakładów służący do zapewnienia prostej reprodukcji.

Jedynie ocena łącznych rezultatów operacji wyszczególnionych w punktach b)–e) wykazuje, czy ostatecznie moc produkcyjna środków trwałych pozostała bez zmian, wzrosła, lub obniżyła się, a więc czy doszliśmy do prostej, rozszerzonej lub zawężonej reprodukcji. Takie powiązanie i brak ścisłego rozgraniczenia już samo przez się uzasadnia potrzebę *kompleksowego* badania nakładów. *Jednakże konieczność kompleksowego traktowania tych zagadnień wynika przede wszystkim z tego, że brak jest jakiegoś z góry określonego stosunku między tymi nakładami: mamy możność – w pewnych granicach – dokonania wyboru pomiędzy nimi.*

Ten sam wolumen produkcji możemy osiągnąć korzystając w dalszym ciągu ze starych maszyn przeprowadzając niezbędne remonty kapitalne, jak również wtedy, gdy stare maszyny zdemontujemy przed remontem kapitalnym, a na ich miejsce wstawimy nowe. Przy analogicznych wynikach produkcyjnych, różnica występowałaby jedynie w kosztach kapitalnego remontu, unowocześnienia, nabycia nowego urządzenia oraz eksploatacji. Właśnie dlatego określenie stosunku między tymi nakładami wymaga *decyzji ekonomicznej.*

Na podstawie tych wszystkich rozważań wprowadzamy pojęcie inwestycji brutto.

Pod tym pojęciem należy ogólnie rozumieć wszystkie te nakłady, które występują w punktach b)–e).

W naszym specjalnym modelu przemysłu bawełnianego – z przyczyn praktycznych – wprowadzamy jeszcze następujące uściślenie:

Budownictwo jest wąskim gardłem gospodarki narodowej. W rzeczywistości nie można brać pod uwagę możliwości rozebrania starego budynku i wzniesienia na jego miejsce nowego. Zachowanie starego budynku jest nieuniknione (jak również odnowienia budynku przy małych i średnich remontach). Tak więc kwoty potrzebnej do utrzymania budynków nie można obrócić na co innego. Dzięki temu, w tym zakresie nie ma problemu wyboru i w naszych obliczeniach możemy tego wyboru nie uwzględniać.

W ten sposób w naszym modelu do zakresu inwestycji brutto włączyliśmy nakłady związane z następującymi operacjami:

1. Remont kapitalny maszyn
2. Unowocześnienie starych maszyn
3. Nabycie nowych maszyn
4. Przygotowanie nowego terenu pod budynki.

W związku z tym przyjmowaliśmy następujące założenie: kwoty przeznaczone na inwestycje brutto (w granicach, które omówimy później) możemy swobodnie rozdzielać na wykonanie wspomnianych czeterech zadań, czyli na remont kapitalny maszyn, unowocześnienie maszyn, sprowadzenie nowych maszyn i wznoszenie nowych budynków.

Założenie to znacznie odbiega od praktyki planistycznej i od przepisów organizacyjno-finansowych, które przeprowadzają dość ostrą granicę pomiędzy „odnawianiem" i „inwestycją" [11].

Oczywiście, kategorię inwestycji brutto warto stosować jedynie w takich modelach, w których wśród problemów decyzji występuje zarówno możliwość dalszego wykorzystania starych środków trwałych, jak i wymiana ich na nowoczesne środki trwałe. Tam, gdzie można mówić wyłącznie o stworzeniu nowych mocy produkcyjnych i nowych obiektów, tam wystarczy uwzględnić inwestycje obliczone bez kosztów odnawiania.

Po tej małej dygresji powróćmy do warunków ograniczających modelu.

Warunki ograniczające 1–3 określają produkcję końcową przemysłu bawełnianego; następne warunki ograniczają natomiast nakłady, które mogą być poniesione.

Warunek ograniczający 4: fundusz inwestycyjny brutto

$$\sum_{j=1}^{7} \sum_{k=1}^{2} \sum_{l=1}^{n_{jk}} h_{jkl}^{\text{inv}} x_{jkl} = W^{\text{inv}} \tag{2.4}$$

gdzie:

h_{jkl}^{inv} – współczynnik nakładu zasobów; zapotrzebowanie w forintach na fundusz inwestycyjny brutto, przypadający na jedną maszynę wykorzystywaną przy prowadzeniu działalności *jkl*. W praktyce obejmuje to:

– koszty remontu kapitalnego występującego w okresie pięciu lat w przypadku dalszej eksploatacji maszyn obecnego parku maszynowego,

– koszty nabycia i zmontowania nowych maszyn,

– w przypadku maszyn przeznaczonych do demontażu, przychód uzyskany z wyco-

[11] Porównaj książkę I. Neményiego [126] s. 256—272.

fania maszyny (ponieważ obniża to koszty w zakresie objętym programem, więc przychód ten występuje jako koszt ujemny),

– koszty budowy, w przypadku maszyn umieszczonych w nowym budynku.

W^{inw} – fundusz inwestycyjny brutto przemysłu bawełnianego w forintach [12].

Warunek ograniczający 5: ograniczenie funduszu dewizowego w walutach krajów kapitalistycznych

$$\sum_{j=1}^{7} \sum_{k=1}^{2} \sum_{l=1}^{n_{jk}} h_{jkl}^{exch} x_{jkl} = W^{exch}, \tag{2.5}$$

gdzie:

h_{jkl}^{exch} – zapotrzebowanie w dolarach na dobra inwestycyjne importowane z krajów kapitalistycznych, przypadające na jednostkę działalności *jkl** (oczywiście wyrażenie to jest równe 0 przy inwestycjach nie wymagających zakupów w krajach kapitalistycznych),

W^{exch} – fundusz dewizowy przemysłu bawełnianego w walutach krajów kapitalistycznych (w dolarach).

Ze względu na to, że – jak już wspomniałem – budownictwo jest wąskim gardłem w gospodarce narodowej, uważamy za ograniczone również i możliwości budownictwa.

Warunek ograniczający 6: fundusz budowlany

$$\sum_{j=1}^{7} \sum_{l=1}^{n_{j2}} h_{j2l}^{build} x_{j2l} = W^{build} \tag{2.6}$$

gdzie:

h_{j2l}^{build} – zapotrzebowanie [13] na powierzchnię przypadającą na jedną maszynę przy prowadzeniu działalności *j2l*, w m^2,

W^{build} – fundusz [14] budowlany w przemyśle bawełnianym w przeliczeniu na m^2.

Ograniczenia W^{inw}, W^{exch} i W^{build} możemy uważać za dyrektywy planu. Wyszliśmy z następujących rozważań:

Plan opracowany metodami tradycyjnymi przeznacza określone kwoty na inwestycje, a w tym na import z krajów kapitalistycznych i budownictwo. Nasz projekt nie może wykorzystywać tych zasobów w większym stopniu, niż przewidywał to pierwotny plan.

Dotychczas omawialiśmy wyłącznie nakłady o charakterze inwestycyjnym. Powstaje pytanie, czy nie należałoby również uważać za ograniczone nakładów niektórych materiałów, pracy ludzkiej oraz innych nakładów eksploatacyjnych niezbędnych dla bieżącej produkcji przemysłu bawełnianego.

W przypadku dużego braku siły roboczej byłoby uzasadnione przyjęcie w formie warunku ograniczającego, że zapotrzebowanie na siłę roboczą w przemyśle bawełnianym w roku 1965 nie może być większe od określonego poziomu. Jednakże ze względu na to, że na tym odcinku obecnie nie występuje brak siły roboczej, nie zaszła potrzeba włączenia do naszego modelu takiego warunku.

---

[12] Wartości liczbowe dostępnych funduszów występujące po prawej stronie równań (2.4) – (2.5) podane są w paragrafie 4 załącznika A.

* Tj. na jedną maszynę, przeznaczoną do wytwarzania produktu *j* w ramach wariantu technologicznego *kl*. (Przypis redakcji przekładu polskiego.)

[13] Liczbowe wartości zapotrzebowania na miejsce pod maszyny podane są w paragrafie z załącznika A.

[14] Liczbowa wartość funduszu budownictwa podana jest w paragrafie 3 załącznika A.

Nie wprowadziliśmy również ograniczeń na wielkość nakładów materiałowych. Oczywiście, *należy oszczędzać* na wszystkich nakładach eksploatacyjnych. Żądanie to – jak zobaczymy – zostało uwzględnione w modelu.

Fakt, że żadnego spośród nakładów eksploatacyjnych nie trzeba było uważać za ograniczony, wynika ze specjalnych właściwości modelu przemysłu bawełnianego i nie może być traktowany jako ogólna zasada.

Po dokonaniu przeglądu tych warunków ograniczających, które łączą objęty programem sektorze „światem zewnętrznym", tj. z gospodarką narodową tak od strony produkcji, jak i od strony zapotrzebowania, przechodzimy teraz do warunków, które rządzą „sprawami wewnętrznymi" tego sektora, zapewniając proporcje pomiędzy pionami przemysłu bawełnianego.

W przemyśle bawełnianym plany produkcji tkalni są z góry określone. Jednakże zrealizowanie produkcji przygotowawczej jest już *zadaniem pochodnym*, wynikającym z planu produkcji tkanin[15]. Następna grupa warunków ma zapewnić, by wydajność oddziałów przygotowawczych mogła pokryć całkowite zapotrzebowanie tkalni.

Warunek ograniczający zapisujemy najpierw w formie dobrze znanego w praktyce planowania – *bilansu materiałowego*.

Bilanse przędzy klejonej, snowanej i z przewijarek wątkowych (cewionej) należało ustalić jedynie w odniesieniu do parku maszynowego w starych budynkach. W przypadku krosien umieszczonych w nowych budynkach, już z góry uwzględniliśmy związane z nimi nowe urządzenie do klejenia, snowania i przewijania wątkowego, nie zachodzi więc tu potrzeba opracowania osobnych bilansów.

Warunek ograniczający 7: ogólny bilans przędzy klejonej

$$\sum_{l=1}^{4} f_{41l} x_{41l} = \sum_{j=1}^{3} \sum_{l=1}^{n_{j1}} g_{j1l}^{(4)} x_{j1l}, \tag{2.7}$$

gdzie:

f_{41l} – współczynnik wyniku; roczna produkcja końcowa przędzy klejonej w kg, jednej klejarki umieszczonej w starym budynku, przy zastosowaniu wariantu technologicznego l[16].

$g_{j1l}^{(4)}$ – współczynnik nakładu materiałowego; roczne zapotrzebowanie na przędzę klejoną w kg, przypadające na krosno przy wytwarzaniu produktu j w ramach l- tego wariantu technologicznego w starym budynku (przy założeniu, że roczna produkcja tego krosna jest równa współczynnikowi wyniku f_{jkl}, występującemu w warunkach 1–3).

Warunek podaliśmy w postaci równania; nie ma zapotrzebowania na przędzę klejoną w ilości wyższej od zapotrzebowania ze strony krosien.

Analogiczne do powyższego są dwa następujące bilanse.

Warunek ograniczający 8: ogólny bilans przędzy snowanej

$$\sum_{l=1}^{4} f_{51l} x_{51l} = \sum_{j=1}^{3} \sum_{l=1}^{n_{j1}} g_{j1l}^{(5)} x_{j1l}, \tag{2.8}$$

---

[15] Ściślej: są to w większości pochodne zadania. Przewijarki krzyżowe mają też obowiązek dostarczenia części produkcji odbiorcom spoza gałęzi przemysłu.

[16] Liczbowe wartości współczynników nakładów i wyników występujących w bilansach materiałowych podane są w paragrafie 3 załącznika A.

Warunek ograniczający 9: ogólny bilans przędzy cewionej (z przewijarek wątkowych)

$$\sum_{l=1}^{5} f_{61l} x_{61l} = \sum_{j=1}^{3} \sum_{l=1}^{n_{j1}} g_{j1l}^{(6)} x_{j1l} \tag{2.9}$$

Warunek dotyczący przędzy z przewijarek krzyżowych odbiega nieco od poprzednich, a to z dwóch powodów. Po pierwsze, przędza z przewijarek krzyżowych może być sprzedawana, wobec czego przewijarek nie łączyliśmy z góry z krosnami umieszczonymi w nowych budynkach. Po drugie dlatego, że zapotrzebowanie zewnętrzne na przędzę z przewijarek krzyżowych występuje również poza przemysłem bawełnianym, ze strony przemysłu wełnianego, dziewiarstwa itd.

Warunek ograniczający 10: bilans przędzy z przewijarek krzyżowych

$$\sum_{k=1}^{2} \sum_{l=1}^{n_{7k}} f_{7kl} x_{7kl} = \sum_{j=1}^{3} \sum_{k=1}^{2} \sum_{l=1}^{n_{jk}} g_{jkl}^{(7)} x_{jkl} + v_7, \tag{2.10}$$

gdzie:

f_{7kl} – współczynnik wyniku; roczna produkcja końcowa jednej przewijarki krzyżowej przy zastosowaniu wariantu technologicznego kl,

$g_{jkl}^{(7)}$ – współczynniki nakładu materiałowego; roczne zapotrzebowanie na przędzę z przewijarek krzyżowych przypadające na jednostkę działalności jkl[17].

v_7 – dostawa przędzy z przewijarek krzyżowych[18] dla odbiorców zewnętrznych (dyrektywa planu).

Warunki 7–10 zapewniają ogólne proporcje pomiędzy oddziałami przygotowawczymi i tkalniami. Jednak oprócz tego potrzebne jest też zapewnienie niektórych specjalnych proporcji. Mianowicie, wydajność automatycznych krosien określaliśmy liczbowo w ten sposób, że założyliśmy, iż otrzymują one przędzę nie z byle jakich urządzeń przygotowawczych, lecz z nowoczesnych urządzeń przygotowawczych, dostarczających przędzę wysokiej jakości. Założenie to wysuwamy w formie warunków specjalnych dla automatów znajdujących się w starych budynkach. Oczywiście w stosunku do krosien znajdujących się w nowych budynkach nie trzeba tego zakładać w formie osobnych warunków, ponieważ już z góry wiemy, że będzie do nich przyłączony nowoczesny oddział przygotowawczy.

Warunek ograniczający 11: bilans specjalnej przędzy klejonej

$$f_{413} x_{413} + f_{414} x_{414} \leqslant g_{117}^{(4)} x_{117} + g_{118}^{(4)} x_{118} + \\ + g_{119}^{(4)} x_{119} + g_{213}^{(4)} x_{213} + g_{313}^{(4)} x_{313} + g_{314}^{(4)} x_{314}, \tag{2.11}$$

Po lewej stronie nierówności występuje produkcja na nowoczesnych klejarkach umieszczonych w starych budynkach, po prawej zaś – zapotrzebowanie wałków klejarskich przez umieszczone w starych budynkach krosna automatyczne.

Ten warunek ograniczający podobny jest do wzoru (2.7). Różnica polega na tym, że po lewej stronie nie występują wszystkie klejarki, lecz tylko nowoczesne, zaś po prawej stronie nie wszystkie krosna, lecz tylko automatyczne. W związku z tym nie musi tu wy-

---

[17] Patrz paragraf 3 załącznika A.

[18] Patrz paragraf 4 załącznika A.

stępować równowaga; należy tylko zapewnić, aby produkcja nie była niższa od zapotrzebowania.

Następujące dwa warunki ograniczające są analogiczne do poprzedniego:

Warunek ograniczający 12: bilans specjalnej przędzy snowanej

$$f_{513}x_{513}+f_{514}x_{514}\leqslant g^{(5)}_{117}x_{117}+g^{(5)}_{118}x_{118}+ \\ +g^{(5)}_{119}x_{119}+g^{(5)}_{213}x_{213}+g^{(5)}_{313}x_{313}+g^{(5)}_{314}x_{314} \tag{2.12}$$

Warunek ograniczający 13: bilans specjalnej przędzy z przewijarek wątkowych

$$f_{615}x_{615}\leqslant g^{(6)}_{117}x_{117}+g^{(6)}_{118}x_{118}+g^{(6)}_{119}x_{119}+g^{(6)}_{213}x_{213}+g^{(6)}_{313}x_{313}+g^{(6)}_{314}x_{314}\,. \tag{2.13}$$

Następna grupa warunków ograniczających charakteryzuje stan istniejący w czasie programowania i pozostały po poprzednim okresie – „*status quo*", który należy oczywiście uwzględnić przy ustalaniu dalszych zadań.

W pierwszym rzędzie jako dane występują obecnie istniejące budynki. Tak więc, zapotrzebowanie na miejsce dla maszyn, które zamierzamy zainstalować w starych budynkach, nie może przekraczać obecnej powierzchni budynków.

Warunek ograniczający 14: ograniczenie dotychczasowej powierzchni produkcyjnej

$$\sum_{j=1}^{7}\sum_{l=1}^{n_j} h^{\mathrm{loc}}_{j1l}x_{j1l}=W^{\mathrm{loc}}, \tag{2.14}$$

gdzie:

h^{loc}_{j1l} – zapotrzebowanie[19] na powierzchnię (w m^2) dla jednej maszyny przy prowadzeniu działalności x_{jkl}, w starych budynkach,

W^{loc} – całkowita dotychczasowa powierzchnia produkcyjna w m^2. Są to dane faktyczne, których wielkość wyznaczyliśmy przy pomocy oddzielnych pomiarów.

Dany jest również stary park maszynowy, w odniesieniu do którego program musi zdecydować, czy będziemy go nadal eksploatować, czy też – jeżeli taka działalność jest uwzględniona w modelu – stare maszyny unowocześnimy lub zdemontujemy.

Warunki ograniczające 15–24: podział starego parku maszynowego

$$x_{111}+x_{112}=H_1\,, \tag{2.15}$$

$$x_{113}+x_{114}+x_{115}+x_{116}=H_1\,, \tag{2.16}$$

$$x_{211}+x_{212}=H_2\,, \tag{2.17}$$

$$x_{311}+x_{312}=H_3\,, \tag{2.18}$$

$$x_{411}+x_{412}+x_{413}=H_4\,, \tag{2.19}$$

$$x_{511}+x_{512}=H_5\,, \tag{2.20}$$

$$x_{611}+x_{612}=H_6\,, \tag{2.21}$$

$$x_{613}+x_{614}=H_6\,, \tag{2.22}$$

[19] Wartość liczbowa podana jest w paragrafie 3 załącznika A.

$$x_{711}+x_{712}=H_7\,, \tag{2.23}$$

$$x_{713}+x_{714}=H_7\,, \tag{2.24}$$

$H_1, H_2, \ldots, H_7$ — skład poszczególnych grup starego parku maszynowego [20].

Warunki (2.1)–(2.24) łącznie stanowią układ warunków ograniczających modelu przemysłu bawełnianego. Krótko podsumujemy te warunki.

1–3 — zadania w zakresie dostarczenia produkcji końcowej zewnętrznym odbiorcom;

4–6 — ograniczenia nakładów;

7–13 — proporcje wewnętrzne;

14–24 — wyjściowy stan faktyczny.

Dochodzi tu jeszcze to zastrzeżenie, że wartości zmiennych nie mogą być ujemne:

$$x_{jkl}=0 \quad (l=1, \ldots, n_{jk};\ j=1, \ldots, 7;\ k=1, 2) \tag{2.25}$$

2.6. FUNKCJA CELU

Celem obliczeń jest wybranie spośród rozwiązań dopuszczalnych rozwiązania optymalnego. Nasze kryterium optymalności ma następujący sens ekonomiczny (o którym mówiłem w rozdziale 1): *produkcja końcowa ustalona jako dyrektywa planu powinna być osiągnięta przy pomocy minimalnych nakładów społecznych.* Nakłady społeczne mierzymy w pieniądzach — w forintach. Funkcją celu jest

$$C(x)=\sum_{j=1}^{7}\sum_{k=1}^{2}\sum_{l=1}^{n_{jk}} C_{jkl}(x_{jkl})=\sum_{j=1}^{7}\sum_{k=1}^{2}\sum_{l=1}^{n_{jk}} C_{jkl}\,x_{jkl}=\text{minimum} \tag{2.26}$$

gdzie:

C — funkcja kosztów w zakresie objętym programem,

C_{jkl} — funkcja kosztów zmiennej (działalności) *jkl*,

C_{jk} — koszt jednostkowy zmiennej (działalności) *jkl*.

Koszty przemysłu bawełnianego w rzeczywistości zależą od wielu czynników, a więc od wolumenu i asortymentu produkcji, od jakości przygotowanej przędzy itp. Jednakże czynniki te leżą już poza zakresem naszych badań. Na podstawie wcześniej już opisanych (oraz podanych w załączniku) założeń jako dane przyjmujemy wolumen produkcji i charakterystykę procesów technologicznych [21]. Uwzględniać możemy tylko te koszty, których wielkość zależy wyłącznie od poziomów działalności ustalonych w programie. Tę grupę kosztów nazywamy kosztami operacyjnymi.

Koszty występujące w funkcji celu obejmują wyłącznie koszty operacyjne. Zaliczyliśmy tu następujące koszty:

1. Koszt nabycia i zmontowania nowych maszyn oraz koszty przeróbki i kapitalnego remontu starych maszyn.

2. Koszty budowy nowego budynku zakładowego.

---

[20] Wartości liczbowe — patrz paragraf 1 załącznika A.

[21] Związane z tym przyjęte założenia techniczne podane zostały w paragrafie 3 załącznika A.

3. Uzupełniające koszty inwestycyjne niezbędne dla rozpoczynającej się produkcji w nowym budynku.

Te trzy elementy kosztów operacyjnych tworzą razem *koszty inwestycji.*

4. Koszty kapitalnych remontów maszyn.

5. Płace na takich odcinkach pracy, gdzie stan zatrudnienia uzależniony jest od typu maszyn (robotnicy bezpośrednio obsługujący maszyny, ślusarze, kierownicy techniczni niższego stopnia).

6. Pośrednie płace rozliczane w ramach kosztów ogólnych (gospodarczych) zazwyczaj nie zalicza się do kosztów operacyjnych. Tu jednak jeden przypadek trzeba potraktować jako wyjątek. Ogólne koszty gałęzi przemysłu kształtują się inaczej, gdy daną produkcję wytwarza się w istniejących starych zakładach, aniżeli wówczas, gdy obok tych zakładów powstają również fabryki, które pośrednio zatrudniają dodatkowy personel, ponad początkowy stan zatrudnienia. W związku z tym do kosztów operacyjnych należy nadwyżka pośrednich płac, związana z budową nowego zakładu.

7. Koszty energii elektrycznej niezbędnej do napędu maszyn.

8. Te koszty materiałów pomocniczych i koszty materiałowe konserwacji, których wielkość zależy od typu maszyny.

9. Bezpośrednich kosztów materiałowych na ogół nie zalicza się do kosztów operacyjnych. Zgodnie z tym nie należało zaliczyć tu również spłacania procentów od wykorzystanych środków obrotowych; przy określonym wolumenie i asortymencie produkcji, wielkość ta może być w przybliżeniu uważana za stałą. Zaliczyliśmy natomiast do kosztów operacyjnych występujące przy niektórych typach krosien koszty odpadów.

Zbadaliśmy, czy nie należałoby dalej rozszerzać zakresu kosztów operacyjnych. Z przeprowadzonych przez nas obliczeń wynika, że nie było takiej potrzeby.

Elementy kosztów wymienione w punktach 4–9 tworzą łącznie koszty operacyjne [22].

Jak to wynika ze wzoru (2.26), zakładamy, że wielkość kosztów operacyjnych jest proporcjonalna do poziomu działalności. Nasza funkcja celu jest więc *liniowa.* W tym miejscu zwracam jedynie uwagę na założenia liniowości; uzasadnienie tego założenia będzie przedyskutowane później.

W toku programowania przemysłu bawełnianego rozpatrywaliśmy różne funkcje celu. Wszystkie one opierały się na tych samych omówionych wyżej zasadach (ten sam zakres kosztów operacyjnych, liniowość), różniły się jednak pomiędzy sobą różnymi sposobami kalkulacji (oprocentowanie, mnożnik dewizowy itp.). Jedna spośród zastosowanych funkcji celu jest – pod względem treści ekonomicznej – bardzo zbliżona do wskaźnika efektywności inwestycji g_n, stosowanego w tradycyjnym planowaniu, ponieważ zastosowano w niej te same urzędowe sposoby kalkulacji, jak w przypadku wspomnianego wskaźnika przyjmując:

$$C_{jkl}=\gamma P_{jkl}+r_{jkl} \quad (l=1, \ldots, n_{jk}; j=1, \ldots, 7; k=1, 2), \tag{2.27}$$

---

[22] Koszty remontu kapitalnego powinny być pokrywane z funduszu inwestycyjnego brutto, dlatego w 4 warunku ograniczającym są one ujęte jako koszt inwestycji. Jednakże z punktu widzenia momentu, w którym się one pojawiają, nie są one początkowymi kosztami inwestycji, lecz ciągłymi kosztami eksploatacyjnymi. Dlatego zostały one zaliczone jako koszty operacyjne i w tym charakterze uwzględnione przy określaniu współczynników w funkcji celu.

gdzie:

P_{jkl} – koszty inwestycyjne przypadające na jednostkę działalności *jkl* – (por. punkty 1–3 poprzedniego wyszczególnienia),

γ – stopa procentowa (wartość liczbowa 0,2),

r_{jkl} – koszty eksploatacyjne przypadające na jednostkę działalności *jkl* (por. punkty 4–9 poprzedniego wyszczególnienia).

Szczegółowa analiza zastosowanych sposobów kalkulacji została przedstawiona w II części niniejszej książki.

2.7. MATEMATYCZNE UJĘCIE ZADANIA

Zadanie może być ujęte w sposób bardziej ścisły przy pomocy wektorów i macierzy[23].

Warunki podane w formie nierówności przekształcamy w równości za pomocą zmiennych swobodnych. Wszystkie zmienne (wliczając tu również i zmienne swobodne) oznaczamy kolejno numerami od 1 do 50. Liczba warunków wynosi 24. Wprowadzamy następujące oznaczenia:

a_{ij} – współczynnik występujący przy zmiennej j w warunku ograniczającym i,

$\boldsymbol{A}$ – 24-wierszowa i 50-kolumnowa macierz współczynników a_{ij},

b_i – stała występująca po prawej stronie w warunku ograniczającym i,

$\boldsymbol{b}$ – wektor składający się z 24 stałych b_i,

c_j – koszt jednostkowy zmiennej j,

$\boldsymbol{c}'$ – wektor wierszowy kosztów jednostkowych c_j,

x_j – poziom zmiennej j,

$\boldsymbol{x}$ – wektor kolumnowy o składowych będących poziomami $x_1, x_2, \ldots, x_{50}$, czyli rozwiązanie programu.

Po wprowadzeniu tych oznaczeń zadanie nasze możemy sformułować w sposób następujący[24]:

Należy znaleźć rozwiązanie optymalne, tzn. taki wektor $\boldsymbol{x}^*$, który wśród wszystkich rozwiązań dopuszczalnych, tj. wektorów spełniających warunki:

$$\boldsymbol{A}\boldsymbol{x} = \boldsymbol{b}, \quad \boldsymbol{x} \geqslant \boldsymbol{0} \tag{2.28}$$

daje minimalną wartość funkcji celu. Inaczej mówiąc:

$$\boldsymbol{c}'\boldsymbol{x}^* = \min \boldsymbol{c}'\boldsymbol{x} \tag{2.29}$$

$$\boldsymbol{A}\boldsymbol{x} = \boldsymbol{b}$$

$$\boldsymbol{x} \geqslant \boldsymbol{0}$$

Ponieważ zarówno układ warunków, jak i funkcji celu są liniowe, postawione zadanie jest *programem liniowym*.

---

[23] O działaniach wektorowych i macierzowych – patrz książka E. Bodewiga [9].

[24] W paragrafie 6 załącznika A podane zostały wartości liczbowe macierzy $\boldsymbol{A}$ i wektorów $\boldsymbol{b}$ i $\boldsymbol{c}$ modelu nr 1, zastosowanego w programie przemysłu bawełnianego.

Najbardziej znaną metodą rachunkowego rozwiązywania zadań programowania liniowego jest metoda simplex[25]. Przy obliczeniach dotyczących przemysłu bawełnianego zastosowano nieco zmodyfikowany wariant tej metody[26].

2.8. PRAKTYCZNE WYNIKI PROGRAMOWANIA PRZEMYSŁU BAWEŁNIANEGO

Podam w skrócie te praktyczne wnioski, które można było wysnuć na podstawie programowania przemysłu bawełnianego[27]. Z wniosków tych wynika, że programowanie inwestycji pozwala dać propozycje, które mogą być *realizowane w praktyce.*

Przy wysuwaniu propozycji zwróciliśmy uwagę na to, że nasze obliczenia mogą określić jedynie *główne kierunki* polityki inwestycyjnej i postępu technicznego, a nie mogą dać wskaźników szczegółowych.

Obecnie porównamy wyniki naszych obliczeń z pierwotnym planem, czyli z wytycznymi obowiązującymi w dniu 1 czerwca 1960 r.[28]. Ograniczymy się do porównywania ze sobą wyłącznie głównych kierunków, rezygnując z badania szczegółów.

Jednym z najważniejszych wniosków z programu jest to, że *budownictwo należy możliwie jak najbardziej zawęzić. Dodatkową produkcję należy realizować w miarę możliwości bez budownictwa, lecz drogą rekonstrukcji i rozszerzenia istniejących tkalni.* Obliczenia —

Tablica 2.1

Stosunek inwestycji maszynowych do budownictwa

Wyszczególnienie	Wg planu pierwotnego %	Wg rozwiązania programu, %
Spośród wszystkich inwestycji brutto przypada na:		
inwestycje maszynowe netto	54,0	89,5
remonty kapitalne maszyn	19,5	9,3
budownictwo	26,5	1,2

jak to widać z tablicy 2.1 — w pełni potwierdziły tę zasadę, którą już dawniej podkreślano w licznych oficjalnych dokumentach w Związku Radzieckim, a także i na Węgrzech.

Dla lepszego porównania efektywności wymiany maszyn i nowego budownictwa dokonaliśmy dodatkowych obliczeń. Opracowaliśmy program polegający na następującym

---

[25] Z literatury dotyczącej programowania liniowego cytuję jedynie kilka prac o charakterze syntetycznym: A. Charnes, W. W. Cooper, A. Henderson [19], S. I. Gass [42] i S. Karlin [63]. Typową pracą w literaturze węgierskiej jest książka B. Krekó [88].

[26] Zastosowane postępowanie opisane zostało w pracy T. Freya [77]. Obliczenia dotyczące przemysłu bawełnianego były pierwszym, większym zadaniem programowania liniowego, które zostało rozwiązane na Węgrzech przy pomocy elektronowej maszyny do liczenia.

[27] Powyżej omówiłem model nr 4 przemysłu bawełnianego. Jednakże nasze praktyczne propozycje opieraliśmy nie na tym modelu, lecz na optymalnym rozwiązaniu uzyskanym na podstawie modeli nr 1 i 2. (Przegląd modeli i optymalnych rozwiązań podany został w paragrafach 5 i 7 załącznika A.).

[28] Pierwotny plan podany został w paragrafach 4 i 9 załącznika A.

założeniu: zachowujemy wszystkie stare maszyny, a zapotrzebowanie przekraczające zdolność produkcyjną starego parku maszynowego pokrywamy wyłącznie za pomocą nowych maszyn umieszczonych w nowych budynkach. Byłby to więc typowy przykład wzrostu produkcji bez wymiany maszyn. Taki plan jest „rozwiązaniem dopuszczalnym", czyli spełnia wszystkie przyjęte warunki ograniczające. Jednakże całkowity koszt tego rozwiązania jest wyższy o ok. 15% w stosunku do optymalnego rozwiązania wymagającego znacznie mniejszego budownictwa.

Zdajemy sobie sprawę, że proponowane zmniejszenie budownictwa powoduje pewne trudności. Mianowicie rekonstrukcja, wymiana maszyn, reorganizacja i rozszerzenie starego zakładu jest zazwyczaj żmudne, stworzenie nowego i nowocześnie wybudowanego zakładu jest wdzięczniejszym zadaniem. Z tego to powodu, u wielu kierowników technicznych zauważyć można pewną rezerwę w odniesieniu do rekonstrukcji.

Należy jednak uwzględnić następujące aspekty:

1. Zacofanie starych zakładów nie może trwać zbyt długo. Należy od czasu do czasu przeprowadzić modernizację i rekonstrukcję techniczną, podczas gdy występujące zapotrzebowanie dodatkowe, przekraczające możliwości produkcyjne starych zakładów, możemy pokryć przy pomocy nowych maszyn umieszczonych już w nowoczesnych budynkach.

2. Powszechnie wiadomo, że wykonawstwo w budownictwie stanowi obecnie wąskie gardło gospodarki narodowej. Z tego powodu trzeba nieraz zmniejszać budownictwo również i tam, gdzie w zasadzie byłoby ono ekonomicznie uzasadnione. Tym bardziej należy zmniejszyć budownictwo tam, gdzie nie jest ono celowe również w oparciu o obliczenia efektywności sporządzone przez zaiteresowany sektor.

Na tej podstawie zaproponowaliśmy modyfikację stosunku inwestycji maszynowych do budownictwa, na korzyść maszyn.

Według naszych obliczeń warto jest iść znacznie dalej w wymianie starych maszyn i w automatyzacji, niż zakładał to plan pierwotny. Odnosi się to zwłaszcza do oddziału przygotowawczego, którego modernizacja okazała się wyjątkowo korzystna.

Rozpatrzmy tę sprawę bliżej. Pierwotny plan zakładał częściową rekonstrukcję oddziału przygotowawczego. Na podstawie naszych obliczeń zaproponowaliśmy w zasadzie pełną rekonstrukcję tego oddziału. Świadczy o tym tablica 2.2.

Jedynie w przypadku przewijania wątkowego nie mogliśmy proponować pełnej rekonstrukcji, ponieważ nie zezwalał na to fundusz dewizowy. W przypadku wyższego funduszu

Tablica 2.2

Prace przygotowawcze wykonane na nowoczesnych maszynach

Wyszczególnienie	1960 stan faktyczny %	1965 wg pierwotnego planu %	1965 wg rozwiązania programu %
Klejarki	0	56,6	100,0
Snowarki	0	52,8	100,0
Przewijarki wątkowe	0	54,1	59,6
Przewijarki krzyżowe	36,4	65,9	100,0

dewizowego pełna rekonstrukcja przewijalni wątkowej weszłaby również do rozwiązania optymalnego [29].

W odniesieniu do tkalni, obliczenia wykazały przede wszystkim celowość zwiększenia szybkości starych maszyn. Okazało się, że należy zwiększyć szybkość wszystkich maszyn, które po dokonaniu odpowiedniej przebudowy mogą pracować szybciej.

Tablica 2.3

Unowocześnienie krosien

Wyszczególnienie	1960 stan faktyczny	1965 wg pierwotnego planu	1965 wg rozwiązania programu
Produkcja wykonana na krosnach mechanicznych (w %)	86,2	65,2	43,4
Produkcja wykonana na krosnach automatycznych (w %)	13,8	34,8	56,6
Liczba krosien przeznaczonych do demontażu		795	4943

W tablicy 2.3 podano właściwe proporcje pomiędzy wymianą maszyn i automatyzacją.

Wśród problemów decyzji występowało również zagadnienie, jakie typy maszyn powinniśmy sprowadzić. Na podstawie przeprowadzonych obliczeń zajęliśmy zdecydowane stanowisko w następujących kilku dyskutowanych zagadnieniach:

1. Nie warto unowocześniać starych maszyn pochodzącymi z importu „dobudowanymi" automatami.
2. W naszych warunkach ustawienie najnowocześniejszych, lecz najdroższych bezczółenkowych automatów nie jest celowe.
3. Spośród krosien do tkanin o kolorowym wątku należy sprowadzać typ mniej wydajny, lecz tańszy.
4. Przy klejarkach, zamiast modernizacji starych należy raczej dążyć do sprowadzenia nowych maszyn.
5. Spośród snowarek należy sprowadzić typ mniej wydajny, lecz tańszy.
6. Spośród przewijarek krzyżowych trzeba ustawiać typ bardziej wydajny (i droższy).

Z jakich źródeł można realizować wymianę maszyn i automatyzację w skali szerszej od pierwotnie zaplanowanej, gdy zastrzegliśmy i włączyliśmy do warunków ograniczających modelu, że zapotrzebowanie na fundusze inwestycyjne nie może być większe od kosztów inwestycyjnych preliminowanych w pierwotnym planie?

Zadanie to może być zrealizowane za pomocą następującego przegrupowania funduszów:

[29] Potwierdziło to jedno z przeprowadzonych obliczeń kontrolnych, w którym znieśliśmy ograniczenie na fundusz dewiz krajów kapitalistycznych.

1. Proponowany program wykorzysta w zasadzie cały fundusz inwestycyjny brutto. Jednakże w ramach tego funduszu — co również wynika z tablicy 2.1 — w sposób istotny zmienia się stosunek inwestycji maszynowych do budownictwa, na korzyść maszyn.

2. Proponowane rozwiązanie zakłada wymianę maszyn na szeroką skalę. W większości przypadków, maszyn przeznaczonych do wymiany już nie będzie trzeba, zaś nowych maszyn jeszcze nie będzie trzeba poddać generalnemu remontowi. W związku z tym, tylko małą część funduszu inwestycyjnego brutto należy przeznaczyć na remonty kapitalne. Według pierwotnego planu należało 26,5% wszystkich inwestycji brutto, dotyczących maszyn, przeznaczyć na kapitalne remonty, według rozwiązania programu — tylko 9,4%.

To również świadczy o tym, że przepis dotyczący funduszu inwestycyjnego brutto jest celowy, ponieważ umożliwia racjonalne przesunięcia pomiędzy funduszem na remonty i inwestycje netto.

3. W naszych obliczeniach za punkt wyjścia przyjęliśmy ogólny postulat, by produkcja oddziału przygotowawczego była zrównoważona z zapotrzebowaniem tkalni. Poza tym należy zapewnić znaczną rezerwę zdolności produkcyjnej w klejarni i snowalni, ponieważ tutaj poszczególne zespoły maszynowe obsługują wiele krosien, wobec czego poważniejsze zakłócenie pracy w tych działach może spowodować przerwanie pracy wielu krosien. Dlatego też w naszych obliczeniach, tak z góry ustaliliśmy stopień sprawności klejarek i snowarek, aby zabezpieczyły one 16% rezerwę zdolności produkcyjnej. Każda co szósta maszyna jest zawsze w rezerwie [30]. Biorąc to pod uwagę omówimy dane zawarte w tablicy 2.4.

Tablica 2.4

Zdolność produkcyjna oddziału przygotowawczego w stosunku do zapotrzebowania tkalni (w procentach)

Wyszczególnienie	1960 stan faktyczny	1965 wg pierwotnego planu	1965 wg rozwiązania programu
Klejarki	99	130	100
Snowarki	105	122	100
Przewijarki wątkowe	97	132	100
Przewijarki krzyżowe	99	115	100

Możliwe, że warto zapewnić pewną nadwyżkę nawet powyżej zaleconej przez nas 16% rezerwy mocy produkcyjnej[31] (oznaczałoby to 100% zabezpieczenie ciągłości produkcji). Poza tym część przyjętej w pierwotnym planie nadwyżki mocy produkcyjnej może być uzasadniona również „niepodzielnością" dużych maszyn. Ustawia się zawsze co najmniej jedną maszynę również i tam, gdzie wystarczyłaby na przykład jedna trzecia część mocy produkcyjnej jednej maszyny.

[30] Patrz paragraf 3 załącznika A.

[31] Jednakże zapewnienie zbyt dużej rezerwy mocy produkcyjnej nie może być uzasadnione wyłącznie potrzebą zabezpieczenia ciągłości produkcji. Usuwanie zakłóceń w produkcji lub remont kapitalny trwa najwyżej kilka dni. Taką przerwę produkcji można nadrobić korzystając z rezerwy materiałowej.

Jednakże, mimo uwzględnienia wszystkich tych zastrzeżeń pierwotny plan jest w widoczny sposób „zbyt ostrożny". Wydaje się usprawiedliwione zmniejszenie tej ostrożności. Wyeliminowanie dysproporcji przyczynia się do uwolnienia znacznych kwot inwestycyjnych, które mogą być obrócone na wymianę maszyn i unowocześnienie parku maszynowego.

W konsekwencji, optymalne rozwiązanie zaproponowane w wyniku obliczeń pozwala na uzyskanie 15% oszczędności w porównaniu z pierwotnym planem opracowanym za pomocą tradycyjnych metod[32].

Rada Techniczna Ministerstwa Przemysłu Lekkiego przedyskutowała sprawozdanie końcowe z wykonanych przez nas badań. Rada stwierdziła, że zgadza się z wysuniętymi na podstawie obliczeń praktycznymi propozycjami jako głównymi kierunkami działania i zaleciła Departamentowi Rozwoju Przymysłu oraz Dyrekcji Przemysłu Bawełnianego uwzględnić te propozycje przy ostatecznym ustalaniu planów i przy korygowaniu pierwotnych wytycznych, co też zostało dokonane.

---

[32] Patrz paragraf 9 załącznika A.

3

STRUKTURA PRODUKCJI, EKSPORTU I IMPORTU. MODEL PRZEMYSŁU WŁÓKIEN SZTUCZNYCH[1]

3.1. PROBLEMY DECYZJI

Na całym świecie gwałtownie wzrasta produkcja włókien sztucznych. W tej dziedzinie Węgry długo pozostawały w tyle; produkcję ograniczono wyłącznie do włókien wiskozowych. W ostatnich latach jednak coraz silniej przejawia się również na Węgrzech tendencja do rozbudowy krajowego przemysłu włókien sztucznych. Poczyniono już pewne kroki w tym kierunku, jednakże większość pracy jest jeszcze przed nami.

Ponieważ chodzi o stworzenie nowej gałęzi przemysłu, dotychczasowy stan w niewielkim tylko stopniu określa kroki, które należy podjąć. Możliwości wyboru są szerokie. W naszych badaniach wystąpiły następujące problemy decyzji:

1. Jakie włókna i półprodukty (materiały potrzebne do produkcji włókien sztucznych) należy wytwarzać w kraju, a jakie produkty należy stale importować, w celu pokrycia zapotrzebowania krajowego?

2. W jakiej ilości mamy wytwarzać te produkty, dla których zorganizowaliśmy produkcję krajową? Czy należy produkować tylko na pokrycie krajowych potrzeb, czy również i na eksport?

3. Z poprzednimi dwoma zagadnieniami ściśle wiąże się następne pytanie; czy mamy wytwarzać różnorodne produkty głównie na potrzeby krajowe, czy też mniej rodzajów produktów, lecz w stosunkowo dużych ilościach, eksportując nadwyżki i importując brakujące produkty? Innymi słowy: w jakim stopniu nasza polityka gospodarcza ma być polityką autarkiczną, a w jakim stopniu powinniśmy skorzystać z międzynarodowego podziału pracy i z handlu zagranicznego?

4. Co ma się stać z istniejącym już przemysłem włókien sztucznych? Czy mamy go eksploatować nadal w jego obecnej formie, czy rozwijać go technicznie, rozszerzać lub ograniczać?

5. Jaką technologię mamy zastosować spośród różnych wariantów technologicznych przy organizowaniu produkcji nowych produktów? W większości przypadków wiąże się to z pytaniem, z jakiej firmy mamy sprowadzać urządzenia dla nowej fabryki?

Jak widać, problemy wymienione w punktach 4-5 są zbliżone do tych, którymi zajmowaliśmy się w modelu przemysłu bawełnianego: chodzi o wybór wariantu technologicznego

[1] Sposób obliczenia podany został w pracy [83]. Wyniki zostały przedstawione w sprawozdaniu końcowym [85]. Badanie wykonała grupa robocza pod kierownictwem autora na zlecenie Ministerstwa Przemysłu Ciężkiego. Członkami grupy byli: matematycy T. Liptak i P. Wellisch, ekonomiści J. Földeák, M. Tardos, B. Tarlós i T. Vidos oraz inżynierowie chemicy: L. Futó, G. Kováts i F. Verden. Obliczeniami na maszynie elektronowej kierował T. Frey.

i sposób wykorzystania istniejących zdolności produkcyjnych. Jednakże zakres naszych badań znacznie się rozszerzył wobec potrzeby ustalania podstawowych proporcji dotyczących produkcji i handlu zagranicznego.

Badając przemysł bawełniany wychodziliśmy z założenia, że poziom produkcji bawełny, który należy osiągnąć, jest dany. Zarówno zapotrzebowanie krajowe, jak i zadania eksportowe były traktowane jako dyrektywa planu. W modelu przemysłu włókien sztucznych zadana jest tylko z góry produkcja końcowa, będąca sumą tych wielkości. W modelu tym jako dyrektywę planu będziemy traktowali tylko krajowe zapotrzebowanie, natomiast planu produkcji nie uważamy za dany (obowiązujący). Zamierzamy bowiem ustalić właśnie to, w jakim stopniu mamy pokryć zapotrzebowanie krajowe z produkcji, a w jakim stopniu z impotru, i czy należy — po zaspokojeniu zapotrzebowania krajowego — produkować na eksport.

W modelu przemysłu bawełnianego opracowaliśmy 5-letni plan, w obecnym przypadku zaś, zadaniem naszym było opracowanie planu 15-letniego, obejmującego okres 1961--1975. Jednakże w praktyce wszystkie te inwestycje, które już zostały podjęte w latach 1961-1965, lub miały zostać podjęte częściowo w późniejszych latach tego okresu, zostały potraktowane jako dane. Zostały wobec tego jedynie do ustalenia inwestycje w 10-letnim okresie 1966-1975. Jednakże i tutaj, podobnie jak w przypadku modelu przemysłu bawełnianego, badaliśmy jedynie, jaki stan należy osiągnąć w roku 1975 i jakie trzeba w tym celu podjąć działania w latach 1966-1975, nie zajmowaliśmy się natomiast badaniem rozmieszczenia tych działań w czasie.

Podobnie też nie badaliśmy lokalizacji i podziału regionalnego nowo tworzonych mocy produkcyjnych.

W tym miejscu przypomnę, że w zasadzie na te same problemy decyzji dało również odpowiedź programowanie przemysłu boksytowo-aluminiowego. W programowaniu tej gałęzi również badaliśmy strukturę wytworzonej produkcji, eksportu i importu w okresie 1966-1975 oraz problemy związane z wyborem technologii. Ze względu na specyfikę tej gałęzi przemysłu zbadaliśny w ramach odpowiedniego modelu także kilka innych specjalnych problemów: np. pożądaną charakterystykę jakościową krajowego boksytu, celowość wspólnych inwestycji i stałej kooperacji z innymi krajami itp. Ponieważ najważniejsze cechy modelu przemysłu boksytowo-aluminiowego są podobne do cech modelu przemysłu włókien sztucznych, zaniechamy tu wyczerpującego omówienia pierwszego z tych modeli[2]. Tylko w niektórych rozdziałach książki będziemy zwracać uwagę na pewne jego właściwości.

3.2. ZAKRES PROGRAMOWANIA

Zakresem programowania zostały objęte oczywiście włókna sztuczne: włókna wiskozowe i włókna syntetyczne. Problematyczne było natomiast, które spośród półproduktów potrzebnych do wyrobu włókien, mamy włączyć do zakresu programowania; w jakim stopniu mamy cofnąć się od włókien do surowców podstawowych, do oleju, gazu ziemnego, węgla. Ze względu na rozmiary modelu, ograniczane techniką obliczeniową za-

[2] Szczegółowe omówienie modelu przemysłu boksytowo-aluminiowego zawarte jest w artykule [113], opublikowanym przez Martos-Kornai-Nagy.

kresu programowania nie można było zbytnio rozszerzyć, ponieważ odbiłoby się to szkodliwie na „głębi" modelu, tj. na szczegółowości, z jaką badamy możliwości wyboru.

W odniesieniu do półproduktów przyjęliśmy następujące kryteria:

1. Do zakresu programowania zaliczyliśmy te półprodukty, które głównie zużywane są do produkcji włókien syntetycznych. (Tak więc np. kaprolaktam, który zużywany jest głównie do produkcji włókna poliamidowego). Nie zaliczyliśmy natomiast tych półproduktów, które są wprawdzie używane do produkcji włókien, lecz nie to jest ich głównym przeznaczeniem. (Takimi półproduktami są np. benzen lub kwas siarkowy).

2. Tylko takie półprodukty wyłączyliśmy z zakresu programowania, które mogą być importowane bez ograniczeń, ponieważ ani warunki techniczne, ani naturalne nie stoją na przeszkodzie ich importowi.

Poza włóknami sztucznymi i niektórymi półproduktami do zakresu programowania zaliczyliśmy również produkcję celofanu. Produkcja celofanu odbywa się równolegle z produkcją włókna wiskozowego w tym samym zakładzie. Półprodukty z celulozy mogą być równie dobrze używane do celów produkcji celofanu, jak i włókna wiskozowego. Ten ścisły związek produkcyjny uzasadnia włączanie celofanu do zakresu programowania.

Ustalenie zakresu badanych produktów (zwłaszcza półproduktów) jest do pewnego stopnia dowolne. Można wysunąć sporo argumentów za tym, by jedne wyłączyć, a inne włączyć. Taka dowolność jest w mniejszym lub większym stopniu nieunikniona. Przemysł chemiczny jest bardzo złożoną gałęzią przemysłu. Jeżeli raz ustaliliśmy, że zamiast całym przemysłem chemicznym zajmiemy się tylko jego częścią, wtedy będzie ona w sposób nieunikniony stanowić *oderwaną część całości*. Ogranicza to efektywność obliczeń, lecz nie stanowi powodu dla ich zaniechania.

Trudności związane z ograniczeniem zakresu programowania łagodzą dwa następujące fakty. Po pierwsze jakkolwiek, w naszych obliczeniach tylko w odniesieniu do wyżej wymienionych produktów stawialiśmy pytanie: produkować czy importować, produkować tylko na pokrycie krajowego zapotrzebowania, czy też i na eksport — to jednak w kosztach produkcji uwzględniliśmy wszystkie wstępne procesy chemiczne i niechemiczne. Poniżej wymieniam te ważniejsze produkty, które uwzględniliśmy w kosztach działalności produkcyjnych naszego modelu:

Aceton	Lekka benzyna
Chlorek glinowy	Siarka
Gaz amoniakalny	Kwas siarkowy
Benzen	Kwas adypinowy
Formamid dwumetylowy	Etylen
Hexantriol	Wodór
Soda żrąca	Propylen
Alkohol metylowy	Węgiel
Oleum	Energia elektryczna
Paraksylen	Chlorek winylowy
Kwas azotowy	Woda chłodnicza
Celuloza wiskozowa	Woda permutyzowana
Siarczan amonowy[3]	

[3] Współczynniki nakładów materiałowych podane zostały w paragrafie 1 załącznika B, zawierającego materiały obliczeniowe do programowania.

Po drugie, dotychczasowych obliczeń nie uważaliśmy za kompletne. W przyszłości prawdopodobnie dojdzie do kontynuowania obliczeń i wtedy zajdzie możliwość „sięgnięcia wstecz" i włączenia dalszych półproduktów do zakresu programowania.

Do zakresu programowania – jak to wynika z nakreślonych już problemów decyzji – zaliczyliśmy obok problemów produkcji wyrobów należących do tego zakresu również problemy ich eksportu i importu.

Ponownie możemy stwierdzić, o czym już wspomniałem przy omawianiu modelu przemysłu bawełnianego, że zakres programowania nie pokrywa się z zakresem działalności jednostek organizacyjno-administracyjnych. Produkcja objęta modelem podlega w Ministerstwie Przemysłu Ciężkiego nie jednemu, lecz trzem departamentom. Ponadto w administracji ściśle rozgraniczone jest kierowanie działalnością produkcyjną i działalnością importowo-eksportową; w naszym przypadku pierwszą kieruje Ministerstwo Przemysłu Ciężkiego, drugą – Ministerstwo Handlu Zagranicznego. Jedność problemu wymaga jednak, aby zakres programowania określić w wyżej opisany sposób, niezależnie od podziału administracyjnego.

3.3. DZIAŁALNOŚCI

Działalności uwzględnione w modelu klasyfikujemy według trzech kryteriów i wobec tego dla rozróżnienia działalności stosujemy trzy indeksy.

Po pierwsze charakteryzujemy działalności zaznaczając, jakiego produktu one dotyczą. Zajmujemy się następującymi produktami:

1. Włókno poliamidowe (Nylon 6)[4]
2. Włókno poliestrowe (Terylen)
3. Włókno poliakrylonitrylowe (Orlon)
4. Włókno z kopolimeryzacji poliakrylonitrylu i chlorku winylowego
5. Jedwab polipropylenowy
6. Włókno polipropylenowe
7. Jedwab wiskozowy
8. Włókno wiskozowe
9. Celofan
10. Kaprolaktam
11. Fenol
12. Glikol etylenowy
13. Tereftalan dwumetylowy
14. Akrylonitryl
15. Polipropylen[5]

---

[4] Jedwab poliamidowy nie występuje w modelu, ponieważ jego produkcja wprowadzona zostanie już w okresie od roku 1965, zgodnie zaś z planami dalsze rozszerzenie tej produkcji nie nastąpi. Stanowisko urzędowe w tej sprawie traktowaliśmy jako dyrektywę planu. Słuszności tego stanowiska nie zamierzaliśmy badać za pomocą modelu.

[5] Wartości liczbowe współczynników nakładów podane zostały w paragrafie 1 załącznika B.

Rodzaj produktu jest wskazany przez pierwszy indeks (j=1, ..., 15); w odniesieniu do każdego produktu rozróżniamy trzy rodzaje operacji:

1. produkcję
2. import
3. eksport

Rodzaj operacji charakteryzuje drugi indeks ($k=1, 2, 3$).

Przy poszczególnych produktach uwzględniliśmy różne warianty technologiczne. Niestety, z powodu ograniczonych rozmiarów modelu wynikających tak z możliwości techniki obliczeniowej, jak i z powodu niedostatecznego materiału w modelu występują jedynie następujące warianty technologiczne:

1.1.1. Produkcja włókna poliamidowego, technologia A
1.1.2. Produkcja włókna poliamidowego, technologia B
1.1.3. Produkcja włókna poliamidowego technologia C
8.1.1. Produkcja włókna wiskozowego w starym zakładzie
8.1.2. Produkcja włókna wiskozowego w nowym zakładzie
9.1.1. Produkcja celofanu w starym zakładzie
9.1.2. Produkcja celofanu w nowym zakładzie
10.1.1. Produkcja kaprolaktamu z fenolu
10.1.2. Produkcja kaprolaktamu z benzenu

Trzeci indeks określa wariant technologiczny ($l=1,...,n_j$). Przy wytwarzaniu pozostałych produktów uwzględniliśmy tylko jeden wariant technologiczny, w tych przypadkach trzecim indeksem jest 1.

Poziom działalności oznaczamy przez x_{jkl} ($l=1, ..., n_j$; $j=1, ..., 15$; $k=1, 2, 3$). Jednostką jest tona/rok. Przy zmiennych oznaczających produkcję jest to jednostka zdolności produkcyjnej, która wyraża możliwość wytworzenia 1 tony produktu w roku 1975 przy normalnej eksploatacji. Przy zmiennych odnoszących się do handlu zagranicznego jest to import względnie eksport 1 tony produktu w roku 1975. Ogółem występuje 50 zmiennych reprezentujących działalności gospodarcze, zmienne te oraz zmienne swobodne tworzą łącznie rozwiązanie programu.

3.4. WARUNKI OGRANICZAJĄCE

Pierwszą grupę warunków ograniczających stanowią bilanse produktów końcowych dla włókien sztucznych i celofanu.

Warunki ograniczające 1—9: bilanse produktów końcowych

$$\sum_{l=1}^{n_j} x_{j1l}+x_{j2l}-x_{j3l}=v_j \quad (j=1, ..., 9), \tag{3.1}$$

gdzie:

v_j — krajowe zapotrzebowanie na produkt końcowy j w roku 1975, w tonach. Wielkości te, przejęliśmy z perspektywicznych planów opracowanych sposobem tradycyjnym, jako dyrektywę planu.

Drugą grupę warunków stanowią bilanse półproduktów.

Warunki ograniczające 10—15: bilanse półproduktów

$$\sum_{l=1}^{n_j} x_{j1l} + x_{j2l} - x_{j3l} = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{15} \sum_{l=1}^{n_l} g_{i1l}^{(j)} x_{i1l} + v_j \quad (j = 10, \ldots, 15), \tag{3.2}$$

gdzie:

$g_{i1l}^{(j)}$ — współczynnik nakładu półproduktów; ilość materiału j w tonach potrzebna do wytworzenia jednostki produktu i, przy zastosowaniu wariantu technologicznego l. Współczynnik ten jest oczywiście dodatni tylko w przypadkach uzasadnionych pod względem technologicznym; w innych przypadkach jest zerowy.

v_j — zapotrzebowanie zewnętrzne — z poza zakresu programowania — na półprodukt j w tonach (np. kaprolaktam potrzebny jest do produkcji jedwabiu poliamidowego, jak też do produkcji tworzyw sztucznych). Zapotrzebowanie zewnętrzne stanowi dyrektywę planu. W przypadku niektórych półproduktów (np. aktylonitrylu, tereftalanu dwumetylowego) zapotrzebowania zawnętrznego nie ma ($v_j = 0$).

Wszystkie bilanse produktów — produktów finalnych, jak i półproduktów — podaliśmy w postaci równań; dla tych produktów nie planujemy tworzenia zapasów (rezerw).

Wzrost produkcji ograniczony jest od góry przez różne czynniki.

Po pierwsze: zakładaliśmy, że eksport nie może być nieograniczony.

Warunki ograniczające 16—30: ograniczenia eksportu

$$x_{j3} = F_j, \quad (j = 1, \ldots, 15), \tag{3.3}$$

gdzie:

F_j — górna granica ilości produktu j, którą można eksportować.

Wielkości te ustaliliśmy szacunkowo na podstawie rozmów przeprowadzonych ze specjalistami od handlu zagranicznego.

Po drugie: produkcja krajowa jednego półproduktu — polipropylenu jest ograniczona zapotrzebowaniem surowcowym. Potrzebny do produkcji tego półproduktu propylen w okresie objętym planem będzie można przetwarzać tylko w określonej ilości.

Warunek ograniczający 31: produkcja polipropylenu

$$x_{15,1,1} \leqslant z, \tag{3.4}$$

gdzie: z — limit produkcji polipropylenu.

Wielkość tę wzięliśmy z perspektywicznego planu, opracowanego sposobem tradycyjnym, jako dyrektywę planu.

Po trzecie: ograniczone są fundusze inwestycyjne

Warunek ograniczający 32: ograniczenie funduszu inwestycyjnego

$$\sum_{j=1}^{15} \sum_{l=1}^{n_j} h_{j1l}^{inv} x_{j1l} \leqslant w^{inv}. \tag{3.5}$$

Warunek ograniczający 33: ograniczenie funduszu dewizowego w walutach krajów kapitalistycznych

$$\sum_{j=1}^{15} \sum_{l=1}^{n_j} h_{j1l}^{exch} x_{j1l} = w^{exch}, \tag{3.6}$$

gdzie:

h_{jl}^{inv}, h_{jl}^{exch} – współczynniki nakładów. Oznaczają one odpowiednio zapotrzebowanie na inwestycje w Ft[5], względnie zapotrzebowanie na dewizy w walutach krajów kapitalistycznych w dolarach, przypadające na jednostkę krajowej zdolności produkcyjnej w zakresie produktu j, przy zastosowaniu wariantu technologicznego l.

w^{inv}, w^{exch} – fundusz inwestycyjny względnie fundusz dewizowy w walutach krajów kapitalistycznych na okres 1966-1975. Wielkości te przejęliśmy jako dyrektywę planu z projektu planu perspektywicznego opracowanego tradycyjnym sposobem. Obie te kwoty są równe całemu funduszowi inwestycyjnemu względnie całemu funduszowi dewizowemu w walutach krajów kapitalistycznych, przeznaczonemu według pierwotnego projektu planu łącznie na inwestycje w zakresie objętym programem.

Na koniec, ostatnia grupa warunków związana jest z istniejącą już zdolnością produkcyjną fabryk wiskozy. Zarówno nowe urządzenia do produkcji produktów końcowych z wiskozy (z wyjątkiem włókna wiskozowego produkowanego przy pomocy nowej technologii), jak i stare urządzenia korzystają z pomocniczych urządzeń do wytwarzania półproduktów w fabryce wiskozy, które są nowoczesne i których demontaż był na pewno bezcelowy. Jednakże ta moc produkcyjna urządzeń do wytwarzania półproduktów jest ograniczona.

Warunek ograniczający 34: ograniczenie mocy produkcyjnej urządzeń do wytwarzania półproduktów wiskozowych

$$\alpha_{711}x_{711}+\alpha_{811}x_{811}+\alpha_{911}x_{911}+\alpha_{912}x_{912}\leqslant H, \tag{3.7}$$

gdzie:

α_{jl} – współczynnik nakładu z półproduktu.

Jednostką miary jest ilość przerobionej celulozy w tonach przypadająca na tonę produktu końcowego[6],

H – istniejąca zdolność produkcyjna w zakresie półproduktów wiskozowych.

Jest to wielkość rzeczywista.

Warunki ograniczające 35-36: ograniczenie obecnej zdolności produkcyjnej w zakresie włókna wiskozowego i celofanu

$$x_{811}=H', \tag{3.8}$$

$$x_{911}=H'', \tag{3.9}$$

gdzie:

H', H'' – obecna zdolność produkcyjna w zakresie włókna wiskozowego względnie celulozy, w tonach.

Są to wielkości rzeczywiste.

Jak widać, doszliśmy znów do *liniowego* układu warunków ograniczających. Układ warunków ograniczających jest stosunkowo prosty; macierz współczynników zawiera dużo elementów (zerowych). Nie tutaj więc pojawiają się trudności przy rozwiązywaniu programu; będzie o nich mowa później.

Ostatecznie w naszym modelu występuje 36 warunków i 71 zmiennych łącznie ze zmiennymi swobodnymi.

---

[6] Wartości liczbowe podane zostały w paragrafie 1 załącznika B.

3.5. FUNKCJA CELU

W omawianych obecnie badaniach uwzględniliśmy też różne funkcje celu. Na razie omówię ten typ funkcji celu, w którym korzystaliśmy z urzędowych sposobów kalkulacji.

$$C(x)=\sum_{j=1}^{15}\sum_{l=1}^{n_j}\gamma P_{j1l}(x_{j1l})+R_{j1l}(x_{j1l})+\sum_{j=1}^{15}\sum_{k=2}^{3}c_{jk}x_{jk}=\text{minimum}, \qquad (3.10)$$

gdzie:

C — całkowite koszty w zakresie programowania,

γ — stopa procentowa,

$P_{j1l}(x_{j1l})$ — koszty inwestycyjne, związane z działalnością produkcyjną $j1l$, przy poziomie x_{j1l},

$R_{j1l}(x)_{j1l}$ — koszty eksploatacyjne związane z działalnością produkcyjną $j1l$ przy poziomie x_{j1l}.

c_{jk} — importowa cena zakupu produktu j (gdy $k=2$), względnie jego eksportowa cena sprzedaży (gdy $k=3$). Te ostatnie ceny traktujemy jako ujemne, ponieważ wpływy z eksportu *obniżają* całkowite koszty w zakresie programowania.

Funkcja kosztów zmiennych oznaczających działalności importowo-eksportowe jest liniowa, a zmiennych oznaczających produkcję — nieliniowa. O nieliniowych funkcjach kosztów będzie mowa w innym rozdziale.

3.6. PRAKTYCZNE WYNIKI PROGRAMOWANIA PRZEMYSŁU WŁÓKIEN SZTUCZNYCH

Programowanie przemysłu włókien sztucznych przyniosło wyniki, które można wykorzystać w praktyce, co przyczyniło się do ugruntowania perspektywicznego planu tej gałęzi.

W ostatnich latach prowadzono dyskusje nad tym, czy tę gałąź przemysłu w ogóle warto rozwijać na Węgrzech. Programowanie wykazało, że rozwój jest celowy. Pokrycie części zapotrzebowania produkcją krajową, eksport części produkcji krajowej, uzupełniany importem innych produktów jest znacznie korzystniejszy aniżeli wyłączne nastawienie się na import.

Fundusz inwestycyjny przeznaczony dla tej gałęzi przemysłu w pierwotnym planie warto przeznaczyć w całości na rozwój przemysłu włókien sztucznych.

Jeszcze przed przeprowadzeniem naszych obliczeń dyskutowano zagadnienie, na produkcję jakich wyrobów należy się nastawić i jaki wariant technologiczny należy zastosować. Nie jest możliwe omówienie na tym miejscu szczegółowo wniosków, jakich w tym zakresie dostarczyło programowanie. Zaznaczam jedynie, że nasze obliczenia pozwoliły nam zająć określone stanowisko w tych dyskusjach. I tak na przykład okazało się, że w dalszym rozwoju gałęzi należy wysunąć na pierwszy plan włókna syntetyczne, a nie wiskozowe. Warto jest rozwijać produkcję włókien poliestrowych i polipropylenowych itp.[7]

---

[7] Dla ugruntowania naszego stanowiska wykorzystaliśmy nie tylko model opisany w tym rozdziale, lecz również inne obliczenia (np. model stochastyczny). Odpowiednie uwagi metodologiczne podane zostaną w dalszych rozdziałach książki.

Z obliczeń wynikało, że funkcja celu uznana za najwłaściwszą osiąga wartość niższą o około 12% w porównaniu z pierwotnym planem. Węgierska produkcja włókien sztucznych i proponowany przez nas program handlu zagranicznego może dać rocznie wiele setek milionów Ft oszczędności dla węgierskiej gospodarki narodowej[8].

Ministerstwo Przemysłu Ciężkiego, jako zleceniodawca naszych badań, przedłożyło swoim organom naukowo-doradczym nasze sprawozdanie i na podstawie dyskusji przeprowadzonej ze specjalistami zaakceptowało je – jako główny kierunek rozwoju przemysłu włókien sztucznych.

---

[8] Stwierdziliśmy, że jeśli nawet tylko jedna dziesiąta część możliwych oszczędności, wykrytych w toku programowania, będzie zrealizowana, to w ciągu jednego dnia zwrócą się całkowite koszty obliczenia.

4

ZALEŻNOŚĆ KOSZTU OD POZIOMU DZIAŁALNOŚCI

4.1. PODZIELNOŚĆ

W toku badań gałęzi przemysłowych, zreferowanych w rozdziałach 2 i 3, nie zastanawialiśmy się bliżej nad tym, w jaki sposób zmienia się koszt, jako funkcja poziomu działalności i nad tym, czy uzasadnione jest traktowanie poziomów działalności w naszych modelach jako zmienne *ciągłe* czy też należałoby zamiast tego założyć, że mogą one przyjmować tylko niektóre z góry ustalone wartości.

Znane są modele tzw. *dyskretnego programowania*, w których posługujemy się zmiennymi nieciągłymi. Takie modele są jednak znacznie mniej wygodne z punktu widzenia techniki obliczeniowej w porównaniu z modelami ciągłymi. Dlatego jest rzeczą zrozumiałą, że ekonomista przystępujący do programowania decyduje się na stosowanie modeli dyskretnych tylko w szczególnie uzasadnionych przypadkach. W naszych badaniach taka potrzeba nie wystąpiła. Mogliśmy posłużyć się zmiennymi ciągłymi, a więc przyjąć założenie, że każda działalność jest doskonale podzielna. Zbadajmy, w jakiej mierze takie założenie oddala nas od rzeczywistości.

1. W przypadku działalności produkcyjnych i działalności w zakresie handlu zagranicznego możemy mówić o pełnej podzielności tylko wtedy, gdy produkt będący wynikiem działalności (produkowany, eksportowany, importowany) jest w pełni podzielny. W naszym przypadku ma to miejsce w odniesieniu do przędzy, tkanin i chemikalii używanych do produkcji włókien sztucznych.

2. Działalności inwestycyjne możemy uważać za doskonale podzielne tylko wtedy, gdy nowe zdolności produkcyjne, powstałe w wyniku tych działalności, są dowolnie podzielne. Tak oczywiście nigdy nie jest. W praktyce jednak taką działalność, jak np. wybudowanie nowej tkalni lub przędzalni, można uważać za podzielną, ponieważ pojedyncze krosno lub przędzarka jest stosunkowo małą i niedrogą jednostką, program zaś decyduje o ustawieniu wielu tysięcy jednostek. Prawda, że nie można zamontować 1/3 lub 7/10 maszyny. Jednakże, gdy z optymalnego rozwiązania wynika, że należy sprowadzić — powiedzmy — 4227,7 maszyny, wtedy zaokrąglenie tego wyniku do liczby 4228 lub 4230 nie będzie stanowiło problemu.

W przemyśle włókien sztucznych, gdzie w poszczególnych procesach technologicznych biorą udział bardzo duże i kosztowne jednostki maszynowe, sytuacja nie jest tak prosta.

Jeżeli dowiemy się z rozwiązania programu, że należy zainstalować 3,5 jednostki maszynowej, nie jest obojętne dla końcowego wyniku, czy ostatecznie zdecydujemy się na 3, czy na 4 jednostki. Nie dotyczy to jednak wszystkich procesów w całym przemyśle włókien sztucznych. Według opinii specjalistów od przemysłu chemicznego, upraszczające założenie o podzielności i w tym przypadku nie spowoduje poważniejszych odchyleń od rzeczywistości. Gdybyśmy jednak obliczenia nasze przeprowadzali dla produkcji energii elektrycznej lub hutnictwa żelaza, wtedy prawdopodobnie nie moglibyśmy uniknąć trudności związanych z niepodzielnością.

W książce omawiamy tylko takie modele programowania, w których poziomy działalności są zmiennymi ciągłymi. Wypróbowanie programowania dyskretnego w planowaniu perspektywicznym odkładamy na później.

Z problemem niepodzielności związane jest też inne zagadnienie: w jakim stopniu zmiany kosztów działalności, występujących w funkcji celu, mogą być uważane za ciągłe i monotoniczne; czy występują tu załamania lub skoki? W modelach opisanych w rozdziałach 2 i 3 zastosowano wyłącznie takie funkcje kosztów, które są ciągłe i dwukrotnie różniczkowalne.

4.2. RÓŻNE RODZAJE FUNKCJI KOSZTÓW Z MATEMATYCZNEGO I OBLICZENIOWEGO PUNKTU WIDZENIA

Najprostszą sytuację mamy wtedy, gdy łączny koszt realizacji programu jest sumą kosztów związanych z poszczególnymi działalnościami, a koszty poszczególnych działalności są proporcjonalne do ich poziomów, czyli gdy koszty są *liniową* funkcją poziomów działalności.

W wielu przypadkach oba te założenia, dokładnie lub prawie dokładnie odzwierciedlają rzeczywistość. Na przykład, koszty importu produktów sprowadzanych z krajów socjalistycznych są sumą kosztów importu poszczególnych produktów, a te ostatnie są proporcjonalne do importowanych ilości, ponieważ ceny są stałe i nie ma obniżek związanych z wielkością nabywanych partii produktów.

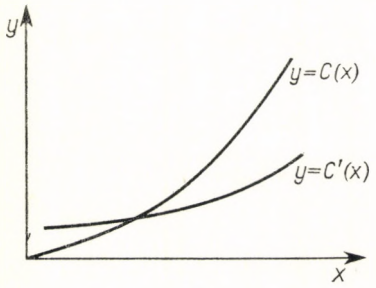
W innych jednak przypadkach założenie liniowej zależności kosztów od poziomu działalności znacznie odbiegnie od rzeczywistości. W takich przypadkach ekonomista konstruujący model powinien pamiętać o dwu przeciwstawnych punktach widzenia. Z jednej strony posługiwanie się modelami liniowymi jest znacznie prostsze pod względem matematycznym i obliczeniowym niż posługiwanie się modelami nieliniowymi (zwłaszcza — jak to zobaczymy — niektórymi typami modeli nieliniowych). Z drugiej strony, nieuzasadnione stosowanie założenia liniowości może dać nam zniekształcone wyniki. Dla każdego przypadku należy oddzielnie podjąć decyzję, co do wyboru takiego lub innego założenia. Na przykład w przemyśle bawełnianym obliczenia przeprowadziliśmy opierając się na modelu liniowym, zaś w przemyśle włókien sztucznych — za pomocą modelu nieliniowego.

Najpierw zajmę się krótko pierwszym punktem widzenia i podam kilka uwag na temat założeń matematycznych techniki obliczeniowej. Załóżmy, że koszt łączny jest sumą kosztów poszczególnych działalności. Jeśli chodzi o zależność poszczególnych kosztów od poziomu działalności, rozróżnimy dwa główne typy odchyleń od liniowego kształtowania się kosztów:

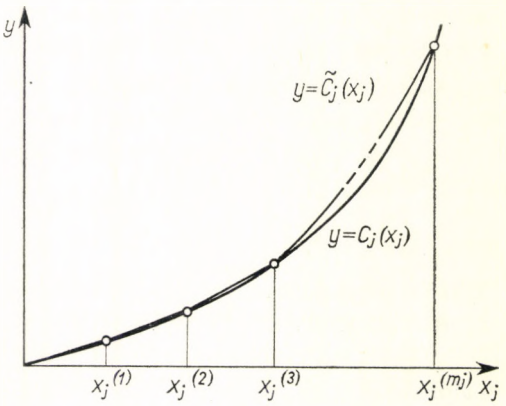
I. Przypadek wzrastających kosztów krańcowych. Przedstawiony on został na wykresie 4.1. Zarówno na tym wykresie, jak też na wykresie 4.2. przez $C(x)$ oznaczono funkcję kosztów całkowitych, a przez $C'(x)$ funkcję kosztów krańcowych. (Przypadek ten zarówno pod względem matematycznym, jak i ekonomicznym jest równoważny przypadkowi malejących krańcowych przychodów).

II. Przypadek malejących kosztów krańcowych (por. wykres 4.2.) Jest on równoważny przypadkowi wzrastających krańcowych przychodów.

Byłoby za mało, gdybyśmy mówili tylko o „programowaniu wypukłym" lub „wklęsłym". Podstawowe znaczenie ma to, czy chodzi o *minimalizację* funkcji wypukłej (przypadek A),



Rys. 4.1.



Rys. 4.2

czy o *maksymalizację* funkcji wklęsłej (przypadek B). Te dwa zadania są odmienne zarówno pod względem ekonomicznym, jak też matematycznym i obliczeniowym. Właśnie dlatego zawsze zaznaczamy, czy chodzi o *minimalizację* czy maksymalizację funkcji wklęsłej lub wypukłej.

A) Rozpatrzmy najpierw przypadek, kiedy warunki ograniczające w programie są *liniowe*, a funkcja celu, którą należy minimalizować, jest sumą *wypukłych* funkcji jednej zmiennej. W takim przypadku możemy wybrać dwa rodzaje postępowania:

1. Rozwiązujemy zadanie minimalizacji takie, jakie zostało postawione. Do tego celu istnieją liczne algorytmy, pomiędzy nimi również i takie, którymi z punktu widzenia techniki obliczeniowej łatwo można się posługiwać [1].

2. „Linearyzujemy" zadanie przekształcając je w zadanie programowania liniowego, którego dokładne rozwiązanie może być uznane za przybliżone rozwiązanie pierwotnego zadania nieliniowego [2]. Teoretycznie można zastosować przekształcenie dające dowolnie dokładne przybliżenie. Ponieważ jednak wiąże się to ze wzrostem liczby zmiennych, dokładność jest w praktyce ograniczona rozmiarami otrzymanego zadania liniowego, które musi się nadawać do rozwiązania przy istniejącej technice obliczeniowej.

---

[1] Porównaj np. prace H. W. Kuhn, A. W. Tucker [89] oraz K. J. Arrow, L. Hurwicz, H. Uzawa [4], jak również książkę H. P. Kunzi i W. Krellego [91].

[2] Porównaj pracę A. Charnesa [18]. Omówienie takiego postępowania znaleźć można również w książce A. Vázsonyiego [172].

a) Funkcję kosztów $c_j(x_j)$ związanych z działalnością j aproksymujemy przedziałami funkcją liniową w ten sposób, że na osi Ox_j zaznaczamy pewną ilość m_j punktów $0<X_j^{(1)}<X_j^{(2)}<\ldots<X_j^{(m_j)}$ i w kolejnych przedziałach $(0, X_j^{(1)}), (X_j^{(1)}, X_j^{(2)}), \ldots (X_j^{(m_j-1)}, X_j^{(m_j)})$ zastępujemy $C_j(x_j)$ liniowymi funkcjami wyznaczonymi przez odpowiednie cięciwy (wykres 4.3). Ostatni punkt $X_j^{(m_j)}$ obieramy tak, by w praktyce poziomy działalności większe od $X_j^{(m_j)}$ nie wchodziły już w rachubę. Wzór funkcji aproksymującej jest następujący:

$$\tilde{C}_j(x_j)=\begin{cases} c_j^{(1)}x_j, \text{ jeżeli } 0\leqslant x_j\leqslant X_j^{(1)} \\ c_j^{(2)}(x_j-X_j^{(1)})+c_j^{(1)}X_j^{(1)}, \text{ jeżeli } X_j^{(1)}\leqslant x_j\leqslant X_j^{(2)} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ c_j^{(m_j)}(x_j-X_j^{(m_j-1)})+c_j^{(1)}X_j^{(1)}+c_j^{(2)}(X_j^{(2)}-X_j^{(1)})+ \\ +c_j^{(m_j-1)}(X_j^{(m_j-1)}-X_j^{(m_j-2)}), \text{ jeżeli } X_j^{(m_j-1)}\leqslant x_j\leqslant X_j^{(m_j)} \end{cases} \tag{4.1}$$

gdzie:

$$c_j^{(1)}=\frac{C_j(X_j^{(1)})}{X_j^{(1)}}, \quad c_j^{(2)}=\frac{C_j(X_j^{(2)})-C_j(X_j^{(1)})}{X_j^{(2)}-X_j^{(1)}}, \ldots, \quad c_j^{(m_j)}=\frac{C_j(X_j^{(m_j)})-C_j(X_j^{(m_j-1)})}{X_j^{(m_j)}-X_j^{(m_j-1)}}$$

są tangensami kątów nachyleń prostych odcinków w odpowiednich przedziałach.

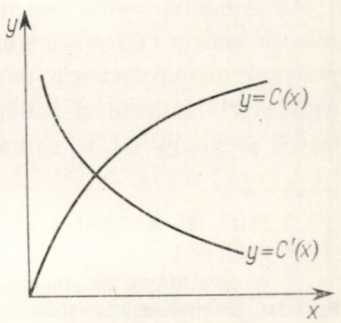
Jasne jest, że $\tilde{C}_j(x_j)\geqslant C_j(x_j)$, oraz że przez zagęszczenie punktów na osi różnice $C_j(x_j)-\tilde{C}_j(x_j)$ mogą być dowolnie małe.

b) Zamiast jednej zmiennej oznaczającej poziom działalności x_j bierzemy m_j nieujemnych zmiennych: $x_j^{(1)}, x_j^{(2)}, \ldots, x_j^{(m_j)}$ i w pierwotnym liniowym układzie nierówności x_j zastępujemy przez sumę $(x_j^{(1)}+x_j^{(2)}+\ldots+x_j^{(m_j)})$, a następnie wprowadzamy dodatkowe warunki liniowe:

$$x_j^{(1)}\leqslant X_j^{(1)}, \; x_j^{(2)}\leqslant X_j^{(2)}-X_j^{(1)}, \ldots, x_j^{(m_j)}\leqslant X_j^{(m_j)}-X_j^{(m_j-1)}. \tag{4.2}$$

Otrzymany w ten sposób rozszerzony liniowy układ nierówności uzupełniamy odpowiednio funkcją celu ze współczynnikami $c_j^{(k)}$ przy zmiennych $x_j^{(k)}$ i rozwiązujemy program, którego celem jest:

$$\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{m_j} c_j^{(k)}x_j^{(k)}\rightarrow\text{minimum}. \tag{4.3}$$



Rys. 4.3

Ze względu na to, że funkcja celu programu zaleca minimalizację kosztów, na pewno optymalne rozwiązanie wykorzysta najpierw tańsze możliwości i dopiero potem korzystać będzie z droższych, kiedy tańsze już nie wystarczą do spełnienia warunków ograniczających. Wykorzystując tę właściwość funkcji celu automatycznie spełnimy żądanie, aby w optymalnym rozwiązaniu wartość $x_j^{(2)}$ była tylko wtedy dodatnia, kiedy już $x_j^{(1)}=X_j^{(1)}$, $x_j^{(3)}$ tylko wtedy dodatnia, gdy $x_j^{(1)}+x_j^{(2)}=X_j^{(2)}$ itd.

B) Rozważmy teraz przypadek odwrotny: układ warunków w naszym modelu programowania jest *liniowy*, a minimalizowana funkcja celu jest *wklęsła*. Znowu możemy zastosować dwa rodzaje postępowania.

1. Teoretycznie rzecz biorąc można wyznaczyć punkty ekstremalne zbioru dopuszczal-

nych rozwiązań programu i znaleźć taki punkt ekstremalny, przy którym wartość funkcji celu jest najmniejsza; jest to rozwiązanie zadania. Dla wyznaczenia punktów ekstremalnych można zastosować — przy pewnym przekształceniu — algorytm opracowany przez H. Uzawa[3]. Można stosować również tzw. *postępowanie sukcesywne*, opracowane przez T. Liptáka[4] w pierwszym etapie badań nad przemysłem włókien sztucznych.

W naszych badaniach wspomniane postępowania nie mogły być zastosowane, ponieważ pamięć istniejących na Węgrzech maszyn liczących była mniejsza od wymaganej przy każdej z tych metod.

2. Zadowalamy się *przybliżonym rozwiązaniem* zadania. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że również w przypadku wklęsłej funkcji kosztów możliwe jest rozwiązanie, analogiczne do omówionego poprzednio w przypadku wypukłej funkcji kosztów. Funkcję ciągłą aproksymujemy przedziałami za pomocą funkcji liniowych, poszczególnym przedziałom przyporządkowujemy niezależne działalności, ich poziom ograniczamy za pomocą odpowiednich warunków i w ten sposób zadanie sprowadzamy do programu liniowego.

Niestety jednak sprawa nie jest tym razem taka prosta. Nasza funkcja celu mobilizuje do minimalizowania kosztów. W związku z tym mogłaby powstać taka niedopuszczalna sytuacja, że optymalne rozwiązanie każe, jak gdyby, zbudować tylko tę „część" nowego zakładu, która daje produkcję powyżej 5000 ton, bo w tym przedziale produkcja jest najtańsza, podczas gdy budowa tej „części" zakładu, w której produkowałoby się poniżej 5000 ton, jako dająca droższą produkcję, nie byłaby w rozwiązaniu przewidziana[5]. Ale przecież oszczędności na kosztach przy produkcji powyżej 5000 ton pojawiają się właśnie dlatego, że już przy produkcji poniżej 5000 ton ponieśliśmy takie koszty, które przy dalszym wzroście produkcji przestają wzrastać, lub wzrastają mniej niż proporcjonalnie. Innymi słowy: nie możemy tutaj wprowadzić zmiennych reprezentujących części produkcji zakładu, które mogłyby być traktowane jako poziomy niezależnych działalności. Nie możemy sprowadzić naszego zadania do programu liniowego.

W programowaniu przemysłu włókien sztucznych zmuszeni byliśmy zadowolić się zastosowaniem takiego przybliżonego postępowania, które nie może być uważane za poprawne z matematycznego punktu widzenia. Jednakże postępowanie to — według przeprowadzonych kontrolnych badań — w tym konkretnym zadaniu doprowadziło do zadowalających wyników[6]. (Do sprawy badań kontrolnych jeszcze powrócę).

---

[3] Patrz [4], s. 23-31 i 179-188.

[4] Patrz [83].

[5] W odwrotnym przypadku, przy wypukłej funkcji kosztów niebezpieczeństwo takie nie grozi. Postulat minimalizacji kosztów mobilizuje najpierw do wykorzystania produkcji w pierwszym przedziale, jako najtańszym, i do przejścia do następnego — droższego — przedziału dopiero po wyczerpaniu możliwości pierwszego itd.

[6] Odpowiednią metodę opracował dla nas T. Frey. (Por. [85]). Jest ona usystematyzowaną metodą „prób i błędów". Istota jej sprowadza się do określenia *lokalnych* optimów za pomocą odpowiednio zmodyfikowanej metody simpleks. Dla każdego lokalnego optimum wyliczamy wartość funkcji celu. To lokalne optimum, dla którego wartość funkcji celu jest najniższa, uważamy za najbardziej zadowalające rozwiązanie przybliżone.

Lokalne optima znajduje się za pomocą prób losowych. Za kryterium służące do uznania pewnego lokalnego optimum za przybliżone rozwiązanie zadania uznaje się wielokrotne znalezienie tego samego lokalnego optimum, jako takiego przy którym wartość funkcji celu jest najkorzystniejsza.

Dotąd, zarówno w przypadku A) jak i B) upraszczałem zadanie przez założenie, że układ warunków ograniczających jest liniowy. Znane są metody programowania i dla takiego przypadku, kiedy wszystkie lub niektóre warunki ograniczające są nieliniowe [7]. Są one jednakże trudniejsze z punktu widzenia techniki obliczeniowej, zwłaszcza w przypadku dużego układu warunków i dlatego z metod takich w naszych badaniach nie korzystaliśmy.

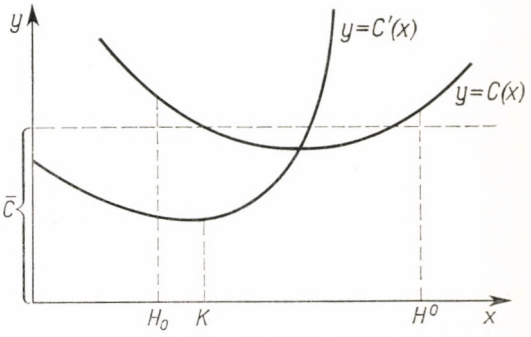
4.3. KSZTAŁTOWANIE SIĘ KOSZTÓW RÓŻNEGO RODZAJU DZIAŁALNOŚCI

W paragrafie 4.2. omówiłem w skrócie matematyczne właściwości kilku rodzajów modeli i możliwości obliczeniowe. Teraz z kolei spojrzymy na te modele od strony ekonomicznej. Przejrzyjmy różne rodzaje działalności i rozpatrzmy, jak kształtują się ich koszty. Wraz z pewną klasyfikacją działalności omówię również w skrócie sposób, w jaki potraktowaliśmy koszty w modelach gałęziowych przedstawionych w rozdziałach 2 i 3.

1. *Działalności produkcyjne przy danym zasobie środków trwałych.* (Np. produkcja tkanin na krosnach należących do starego parku maszynowego, produkcja włókien wiskozowych przy istniejącej mocy produkcyjnej fabryki itp.).

W tym przypadku w planowaniu perspektywicznym mamy do czynienia z podobnym typem funkcji kosztów, jaki spotykamy w przypadku kosztów krótkookresowych (oczywiście jedynie z punktu widzenia zależności kosztu od poziomu działania, a nie z punktu widzenia struktury kosztów). Podobieństwo to jest oczywiste, ponieważ w obu przypadkach mamy do czynienia z produkcją bieżącą przy danej mocy produkcyjnej i przy danym stanie środków trwałych, a koszty inwestycyjne i koszty rozwoju mocy produkcyjnej nie pojawiają się.

Typowym przypadkiem jest tu funkcja kosztów krańcowych w kształcie litery U, dobrze znana w ekonomii teoretycznej. (Por. wykres 4.4.) Na wykresie $C(x)$ oznacza koszt jednostkowy, zaś $C'(x)$ koszt krańcowy.



Rys. 4.4

Nie zawsze ze wzrostem poziomu działalności rosną proporcjonalnie wszystkie koszty; istnieją koszty stosunkowo stałe lub co najmniej wzrastające wolniej (np. płace personelu kierowniczego, koszty warsztatów usługowych, laboratoriów itp.). Powoduje to malejące koszty krańcowe na początku krzywej. Po przekroczeniu jednak pewnej granicy, produkcja może być zwiększona już tylko przy progresji kosztów, np. przez wprowadzenie nocnych zmian, co wymaga dodatków do wynagrodzenia za pracę nocną, kosztów oświetlenia, opłacenia godzin nadliczbowych, zużywania materiałów o bardzo wysokiej jakości dla uzyskania wzrostu wydajności itp.

Na Węgrzech przeprowadzono stosunkowo mało obliczeń w celu ustalenia krótko-

[7] Patrz np. S. Karlin [63].

okresowych funkcji kosztów [8]. W każdym razie dotychczasowe badania potwierdziły słuszność założenia, że krótkookresowe krańcowe koszty tworzą krzywą w kształcie litery U. Okazało się jednak również, że w środkowej części „U", czyli w obszarze praktycznie najbardziej nas interesującym, koszty krańcowe zmieniają się stosunkowo nieznacznie. (Odpowiada to mniej więcej przedziałowi (H_0, H^0) na wykresie 4.4).

W naszych modelach programowania wybraliśmy dwa praktyczne rozwiązania:

1.1. Wyznaczyliśmy górną granicę dla poziomu działalności tam, gdzie progresja kosztów zaostrza się. (Na wykresie 4.4 punkt H^0). Zakładaliśmy, że aż do tego punktu funkcja kosztów jest liniowa. Koszt krańcowy odpowiadał mniej więcej przeciętnemu kosztowi jednostkowemu w przedziale (H_0, H^0). Tak postępowaliśmy np. w modelu przemysłu bawełnianego.

Mimo że nie zaznaczyliśmy tego w samym modelu matematycznym, jako użytkownicy zdecydowaliśmy, że korzystając z modelu nie uznamy rozwiązania za optymalne, jeżeli poziom pewnej działalności przy istniejących mocach produkcyjnych okaże się bardzo mały $(x < H_0)$, a to dlatego, że koszt jednostkowy działalności na niskim poziomie jest w rzeczywistości o wiele większy od kosztu jednostkowego występującego w liniowej funkcji kosztów. (Znaleźlibyśmy się w górnym lewym ramieniu litery U). O ile rozwiązanie programu dałoby taki wynik, wtedy usunęlibyśmy odpowiednią działalność modelu i rozwiązali program na nowo. W praktyce jednak takie przypadki nie zachodziły (optymalne poziomy działalności wpadały w przedział $[H_0, H^0]$)...

1.2. Za górną granicę poziomu działalności przyjmowaliśmy punkt, w którym krańcowe koszty osiągają minimum. (Punkt K na wykresie 4.4.). W przedziale $[0, K]$ zakładaliśmy *wklęsłą* funkcję kosztów. Tak postępowaliśmy w modelu przemysłu włókien sztucznych.

2. *Rozszerzanie produkcji w istniejących zakładach przez korzystanie z dodatkowych urządzeń produkcyjnych.* (Np. ustawianie nowych maszyn w starych tkalniach, rozbudowa starej huty aluminium itp.).

W takim przypadku mamy do czynienia ze wzrastającymi kosztami krańcowymi, tj. z wypukłą funkcją kosztów. Rozpoczynaliśmy od tych urządzeń, które można stosunkowo korzystnie użytkować (np. stary budynek fabryczny lub część starego parku maszynowego, zdatna jeszcze do użytku itp.). Jednakże użytkowanie takich urządzeń dopuszcza ograniczony tylko poziom działalności i dlatego — wraz ze wzrostem wolumenu produkcji — należało łączyć je z innymi, mniej wydajnymi urządzeniami, przechodząc do coraz mniej korzystnych kombinacji.

Na przykład w produkcji aluminium można było uzyskać pewien wzrost produkcji poprzez rozszerzenie wąskich gardeł starego zakładu. Jest to operacja najtańsza. Następne posunięcie to rozszerzenie zakładu przez stosunkowo niewielką przebudowę, wykorzystanie wolnej przestrzeni w istniejących budynkach, przestawienie maszyn lub sprowadzenie kilku nowych maszyn. Jest to już operacja kosztowniejsza. Następna możliwość, to bardziej radykalne rozszerzenie fabryki, połączenie z gruntowną, techniczną rekonstrukcją urządzeń. I wreszcie, jeżeli i ta możliwość została wykorzystana, możemy zbudować nową fabrykę. Ta operacja jest najkosztowniejsza.

---

[8] Pierwsze badania przeprowadzone zostały w przemyśle tekstylnym przez T. Liptáka wraz z autorem niniejszej książki. (Por. [78] oraz [79].

Ostatnio podobne prace zostały wykonane w przemyśle maszynowym przez A. Máriás [114] i w produkcji celulozy przez A. Deáka [31].

W odniesieniu do takiego przypadku zastosowaliśmy w naszych modelach gałęziowych postępowanie, które opisane zostało w paragrafie 4.2. punkt A/2. Działalności rozbiliśmy na działalności „cząstkowe", które z kolei osobno ograniczaliśmy i charakteryzowali za pomocą liniowych funkcji kosztów. Wprowadzanie działalności „cząstkowych" uzasadnione było w tych przypadkach również z technicznego punktu widzenia.

3. *Tworzenie nowych zakładów.* Spotykaliśmy się tu z powszechnie znanym zjawiskiem, które określane jest zazwyczaj mianem: „korzyści wielkiej skali", tj. oszczędności płynące z eksploatacji wielkiego zakładu i masowej produkcji. Wraz ze wzrostem wielkości zakładu pojawiają się względne oszczędności. Zjawisko to silnie występuje w przemyśle chemicznym, do którego należy też przemysł włókien sztucznych, którym posłużę się jako przykładem.

Względne oszczędności występują przy kosztach *inwestycyjnych* związanych z budową większego zakładu. A oto przykłady.

— Głównymi urządzeniami służącymi do produkcji chemicznej są różne zbiorniki i przewody. Ich koszty wzrastają mniej niż proporcjonalnie, wraz ze wzrostem pojemności i przelotowości. Podobnie, mniej niż proporcjonalnie wzrastają też wymiary budynków potrzebnych do umieszczenia przewodów.

— Koszty projektowania większego zakładu nie są wielokrotnością kosztów projektowania mniejszego zakładu. Znaczna część kosztów projektowania jest bowiem niezależna od rozmiarów budowanego zakładu.

— Niektóre elementy kosztów budowy (np. koszty wstępne) nie wzrastają proporcjonalnie do rozmiarów zadań budowlanych.

— Przy sprowadzaniu maszyn możemy korzystać z rabatów w przypadku zakupu większej ilości. Jednocześnie możemy uzyskać korzystniejsze warunki kredytowe.

Względne oszczędności pojawiają się również przy kosztach eksploatacji większego zakładu. Na przykład:

— Większa produkcja — a wraz z nią obsługa większych zbiorników i przewodów — nie wymaga proporcjonalnie większej załogi. Podobnie, liczba personelu administracyjnego i pomocniczego również nie wzrasta proporcjonalnie do wielkości zakładu. W przemyśle chemicznym degresja kosztów osobowych jest bardzo silna.

— Zdolności produkcyjnej niektórych działów pomocniczych i laboratoriów nie trzeba zwiększać proporcjonalnie do zdolności produkcyjnej w zakresie produkcji podstawowej.

— Koszty magazynowania i sprzedaży nie wzrastają proporcjonalnie do rozmiarów produkcji podstawowej.

Wszystko to razem powoduje, że mamy do czynienia z malejącymi kosztami krańcowymi, a więc z wklęsłą funkcją kosztów. Jak wynika z rozważań w paragrafie 4.2, rozwiązanie zadania minimalizacji funkcji wklęsłej związane jest z nadzwyczajnymi trudnościami. Jednakże w badaniach związanych z przemysłem włókien sztucznych nie mogliśmy uniknąć tych trudności, ponieważ nieuwzględnianie względnych oszczędności wynikających z produkcji na wielką skalę zniweczyłoby praktyczne znaczenie wyników naszych obliczeń.

4. *Działalności związane z handlem zagranicznym.* Przy transakcjach importowych mogą również pojawić się oszczędności związane ze zwiększeniem poziomu działalności; sprzedawcy często obniżają ceny przy zakupie większej partii. My z kolei przy sprzedaży większej partii eksportowej też jesteśmy zmuszeni obniżyć ceny. Dlatego w modelu minimalizacji kosztów mamy do czynienia z malejącymi kosztami krańcowymi, czyli z wklęsłą funkcją kosztów przy imporcie. Z drugiej strony, ponieważ w modelu minimalizacji kosztów

wpływ z eksportu traktuje się jako koszt ujemny, więc spadek ceny eksportowej przy wzroście poziomu eksportu prowadzi do wzrastających kosztów krańcowych, czyli do wypukłej funkcji kosztów.

W naszych modelach tych zależności nie uwzględniliśmy. Obliczenia prowadziliśmy opierając się na liniowych funkcjach kosztów, a to z dwóch powodów. Z jednej strony dlatego, że — jak już zaznaczyłem — w handlu między krajami socjalistycznymi nie ma zwyczaju obniżanie cen przy sprzedaży większych partii. Z drugiej strony dlatego, że nie mamy odpowiedniej podstawy do oszacowania obniżek cen, jakie moglibyśmy uzyskać w handlu zagranicznym z krajami kapitalistycznymi.

4.4. UWZGLĘDNIENIE KORZYŚCI WIELKIEJ SKALI W MODELU PRZEMYSŁU WŁÓKIEN SZTUCZNYCH

Na podstawie dotychczasowych rozważań można dojść do konkretnej postaci funkcji celu (3.10), którą w odniesieniu do modelu przemysłu włókien sztucznych jedynie ogólnikowo scharakteryzowaliśmy. Dla zmiennych reprezentujących działalności produkcyjne zastosowaliśmy następującą funkcję kosztów[9]:

$$C_j(x_j)=P_j\cdot\left(\frac{x_j}{X_{0j}}\right)^{\pi_j}+Q_j\cdot\left(\frac{x_j}{X_{0j}}\right)^{\psi_j}+r_j\cdot x_j \tag{4.4}$$

gdzie:

X_{0j} — z góry ustalona, postulowana wielkość zakładu dla j-ej działalności produkcyjnej. Kierując się tą właśnie wielkością zakładu projektanci obliczają koszty inwestycji i eksploatacji.

P_j — koszty amortyzacji i oprocentowania inwestycji przy postulowanej wielkości zakładu X_{0j}

Q_j — roczne eksploatacyjne koszty osobowe przy postulowanej wielkości zakładu X_{0j}

π_j, ψ_j — wykładniki degresji; ich wartości są zawarte pomiędzy 0 i 1.

r_j — inne, poza kosztami osobowymi, roczne koszty eksploatacyjne przypadające na jednostkę produktu. Główną pozycję stanowią tu koszty materiałowe. W przybliżeniu są one proporcjonalne do poziomu produkcji; założenie liniowości w tym przypadku nie jest więc zbyt dużym uproszczeniem.

Nasza funkcja kosztów jest wklęsłą funkcją potęgową. Wzór ten używany jest w przemyśle petrochemicznym przez amerykańskich i zachodnioniemieckich projektantów; zaczerpnęliśmy go z literatury fachowej omawiającej problemy ekonomiczne przemysłu chemicznego[10].

---

[9] W odróżnieniu od oznaczeń użytych w rozdziale 3 stosuję dla uproszczenia tylko jeden indeks wskazujący liczbę porządkową zmiennej.

[10] Porównaj prace J. M. Bork, J. E. Haselbarth [8], W. Isard, E. W. Schooler, T. Vietorisz [59], H. Kölbel, J. Schulze [87], S. M. Peters [137) oraz R. Wiliams [176]. Badania statystyczne przeprowadzone za granicą w innych gałęziach przemysłu wykazały również funkcję kosztów podobnego typu do funkcji (4.4). Porównaj np. książkę J. Deana [30], s. 300-301 o badaniach kosztów występujących w elektrowniach cieplnych i zakładach mleczarskich.

Na podstawie fachowej literatury ustaliliśmy wielkość wykładników degresji. Wykładnik degresji kosztów inwestycyjnych oraz wykładnik degresji kosztów osobowych dla produkcji końcowej waha się w większości przypadków wokół 0,6 – 0,7, podczas gdy przy wyrobie półproduktów wykładnik degresji kosztów osobowych jest o wiele niższy; wynosi on około 0,2, co oznacza, że degresja jest o wiele silniejsza [11].

Funkcja typu (4.4) okazała się w praktyce bardzo wygodna z tego względu, że odpowiadała stanowisku projektantów biorących udział w naszych badaniach i dostarczających nam danych technicznych. Projektant zazwyczaj nie oszacowuje funkcji kosztów, lecz ustala koszty przy pewnej ustalonej wielkości zakładu. Funkcja (4.4) daje możność wyprowadzenia funkcji kosztów na podstawie danych charakteryzujących zakład o ustalonej wielkości.

Jak już zaznaczyłem, warunki ograniczające w naszych modelach nie odzwierciedlają korzyści wielkiej skali. Na przykład spadek krańcowych kosztów inwestycyjnych nie znalazł wyrazu w warunku ograniczającym (3.5). Nie powoduje to jednak poważnego błędu, a to dlatego, że ograniczając za pomocą odpowiednich warunków użytkowanie pewnych trwałych środków produkcji zapewniamy sobie, że żadne rozwiązanie programu nie będzie wymagało więcej tych środków niż mamy do dyspozycji. Abstrahowanie od korzyści wielkiej skali oznacza tu jedynie, że się nieco nadmiernie „asekurujemy". W rzeczywistości realizacja programu będzie wymagała trochę *mniej* środków (inwestycji, budownictwa, dewiz i tp.), aniżeli wykażą to warunki ograniczające modelu. Korzyści wielkiej skali zostały jednak uwzględnione, ponieważ – jak już widzieliśmy – znalazły one swój wyraz w funkcji celu.

W paragrafie 4.2. zwróciłem już uwagę na to, że zamiast ścisłego rozwiązania zadania minimalizacji funkcji wklęsłej zmuszeni byliśmy zadowolić się jedynie rozwiązaniem przybliżonym. W związku z tym – dla własnej kontroli – przeprowadziliśmy następujące obliczenie:

Funkcję celu zlinearyzowaliśmy i znaleźliśmy ścisłe rozwiązanie otrzymanego w ten sposób programu liniowego. Następnie obliczyliśmy wartość pierwotnej, wklęsłej funkcji celu, odpowiadającą optymalnemu rozwiązaniu programu liniowego i porównaliśmy z najkorzystniejszą wartością funkcji celu, uzyskaną w toku nieliniowego programowania. Okazało się co następuje:

1. Koszty wynikające z optymalnego rozwiązania programu liniowego są o około 3% wyższe niż w przypadku najlepszego rozwiązania uzyskanego jako przybliżone rozwiązanie programu nieliniowego. *A więc, wynik postępowania opartego na mniej dokładnym z punktu widzenia ekonomicznego upraszczającym założeniu, lecz na bardziej ścisłym z matematycznego punktu widzenia rachunku okazał się bardziej oddalony od rzeczywistego, ekonomicznego optimum niż wynik rachunku o charakterze aproksymacyjnym mniej ścisłym pod względem matematycznym, lecz opartym na realniejszym założeniu ekonomicznym* [12].

2. Jedną z charakterystycznych cech rozwiązania programu liniowego stanowi to, że jest ono bardziej „zróżnicowane" niż rozwiązanie programu z nieliniową funkcją celu. Oba, na przykład, zalecają produkcję pewnego rodzaju włókna nylonowego na potrzeby krajowe i na eksport. Według rozwiązania uzyskanego za pomocą programu nieliniowego

[11] Porównaj paragraf 2 załącznika B.

[12] Szczegóły podane zostały w sprawozdaniu końcowym [85].

należy ten jedwab produkować za pomocą jednego procesu technologicznego, podczas gdy według rozwiązania programu liniowego należy część produkcji wytwarzać za pomocą procesu technologicznego „A" – część zaś za pomocą procesu technologicznego „B". Według rozwiązania programu nieliniowego należy całą dawną zdolność produkcyjną w zakresie wiskozy wykorzystać dla produkcji celofonanu, a rozwiązanie programu liniowego każe podzielić zdolność produkcyjną tego półproduktu pomiędzy produkcją celofanu i jedwabiu wiskozowego. Te dwa przykłady świadczą wyraźnie o tym, że wklęsła funkcja kosztów o wiele silniej mobilizuje do specjalizacji produkcji. Problemem tym zajmiemy się bliżej w następnym paragrafie.

4.5. SPECJALIZACJA PRODUKCJI A MIĘDZYNARODOWY PODZIAŁ PRACY

Porównaliśmy ze sobą następujące plany rozwoju przemysłu włókien sztucznych

1. „Pełna samowystarczalność". Wszystkie produkty, na które zgodnie z warunkami modelu występuje zapotrzebowanie krajowe, wytwarzamy sami, rezygnując z handlu zagranicznego.
2. Urzędowy plan przygotowany za pomocą metod niematematycznych.
3. Optymalne rozwiązanie programu, obliczone za pomocą maszyny elektronicznej.
4. Skrajnie „eksportowy" plan, który uzyskaliśmy znosząc występujące pierwotnie w modelu ograniczenia eksportowe dla jednego z produktów. (Ten plan nie byłby więc dopuszczalnym rozwiązaniem pierwotnego programu).

Spośród wymienionych planów tylko trzeci uzyskaliśmy za pomocą programowania przy pomocy maszyny elektronicznej, drugi był dany, a pierwszy i czwarty skonstruowaliśmy sami w celu scharakteryzowania pewnych „skrajnych" wariantów polityki gospodarczej. Wyniki obliczeń przedstawiono w tablicy 4.1.

Tablica 4.1

Warianty specjalizacji produkcji

Charakterystyka planu	Samowystarczalny	„Urzędowy"	„Optymalny"	„Skrajnie eksportowy"
	1	2	3	4
Ilość produktów objętych planem	13	10	8	2
Eksport w tys. ton	0	38,3	59,3	663,5
Wartość funkcji celu (w miln forintów rocznie)	7740	7272	6472	5255

Dane zawarte w tablicy wyraźnie podkreślają znaczenie specjalizacji. Im mniejsza jest ilość rodzajów wyrobów, na produkcji których skoncentrujemy swoje siły, tym silniej ujawnią się korzyści płynące z produkcji na wielką skalę. Dążenie do samowystarczalności bardzo podraża produkcję. Należy wobec tego usilnie dążyć do wykorzystania korzyści płynących z międzynarodowego podziału pracy.

4.6. HIPERBOLICZNA FUNKCJA KOSZTÓW

Uważam, że w literaturze dotyczącej programowania zaniedbywano dotąd badanie zagadnienia minimalizacji funkcji wklęsłej. Jest to duże niedociągnięcie nauki, ponieważ uwzględnienie korzyści wielkiej skali — zwłaszcza w perspektywicznym planowaniu — jest wprost nieodzowne. Nasze wyniki uzyskane w programowaniu przemysłu włókien sztucznych możemy uważać jedynie jako pierwsze, ostrożne posunięcia; potrzebne są jednak dalsze badania w tym zakresie.

Konieczne jest między innymi zbadanie, czy nie byłoby celowe stosowanie innego typu funkcji, odmiennego od typu (4.4). Dla jaśniejszego przedstawienia problemu wydzielamy z funkcji (4.4) koszty inwestycyjne i zapisujemy je w prostszej postaci:

$$B_j(x_j)=P_j\cdot\left(\frac{x_j}{X_{0j}}\right)^{\pi_j}=p_j\cdot x_j^{\pi_j}. \tag{4.5}$$

Za funkcje kosztów jednostkowych i kosztów krańcowych przyjmiemy odpowiednio

$$b_j(x_j)=\frac{B_j(x_j)}{x_j}=\frac{p_j x_j^{\pi_j}}{x_j}=p_j\frac{1}{x^{1-\pi_j}}, \tag{4.6}$$

$$B'_j(x_j)=\pi_j\cdot p_j\frac{1}{x_j^{1-\pi_j}}. \tag{4.7}$$

Wszystkie te trzy funkcje przedstawione zostały na wykresie 4.5.

Przy zwiększaniu wielkości zakładu zarówno jednostkowe koszty inwestycyjne, jak i krańcowe koszty inwestycyjne dążą do zera, przy tym koszty krańcowe będą zawsze niższe od kosztów jednostkowych. Podobnie przedstawia się sytuacja z jednostkowymi i krańcowymi kosztami osobowymi, które też dążą do zera. Jedynie koszty materiałowe „nie znikają" wraz ze wzrostem wielkości zakładu.

Takie funkcje nie dawałyby jednak dostatecznie realnej charakterystyki rzeczywistego przebiegu kosztów. W rzeczywistości, powyżej pewnej wielkości zakładu względne oszczędności, zarówno na kosztach inwestycyjnych, jak i na płacach zaczynają zanikać. W związku z tym, byłoby bardziej celowe stosowanie zarówno dla kosztów inwestycyjnych, jak i dla kosztów osobowych, następującego typu funkcji kosztów:

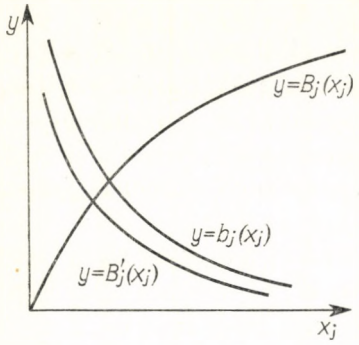
$$B_j(x_j)=\mu_j+\kappa_j x_j-\frac{\mu_j\xi_j}{x_j+\xi_j}. \tag{4.8}$$

Dla tej hiperbolicznej funkcji kosztów — funkcje kosztów jednostkowych i kosztów krańcowych są następujące:

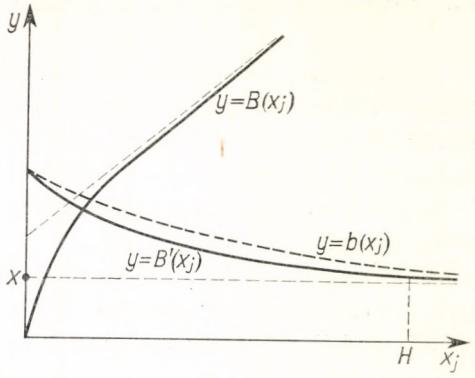
$$b_j(x_j)=\frac{B_j(x_j)}{x_j}=\frac{\mu_j}{x_j}+\kappa_j-\frac{\mu_j\xi_j}{x_j^2+\xi_j x_j}, \tag{4.9}$$

$$B_j(x_j)=\kappa_j+\frac{\mu_j\xi_j}{(x_j+\xi_j)^2}. \tag{4.10}$$

Ze wzorów (4.9) i (4.10) wynika, że przy zwiększaniu x_j zarówno koszty jednostkowe, jak i krańcowe zbliżają się asymptotycznie do κ_j. (Por. wykres 4.6). Jeżeli stałe we wzorach



Rys. 4.5



Rys. 4.6

zostały odpowiednio dobrane, to powyżej pewnej określonej wielkości zakładu (w praktyce powyżej normalnej „maksymalnej" wielkości zakładu) zarówno koszty jednostkowe, jak i krańcowe mogą być bardzo bliskie κ_j. (Ta wielkość zakładu oznaczona została na wykresie przez H).

Ten typ funkcji dobrze charakteryzuje rzeczywiste kształtowanie się oszczędności osiąganych przy produkcji na wielką skalę; w praktyce powyżej pewnej granicy oszczędności zanikają; funkcja kosztów coraz bardziej zbliża się do liniowej. Jak zauważyć można na wykresie 4.6, funkcja $B_j(x_j)$ powyżej H coraz bardziej zbliża się do przerywanej prostej, czyli do asymptoty hiperboli.

Dla liczbowego wyznaczenia funkcji potrzebna jest znajomość co najmniej 3 punktów i to możliwie w przedziale $(0, H)$. W praktyce można też często oszacować bezpośrednio górny limit dla κ_j, tj. taki koszt jednostkowy, który w praktyce już nie zmaleje, gdy rozmiary zakładu wzrosną powyżej H. To oczywiście nie jest teoretycznie dokładny szacunek κ_j, ponieważ koszt jednostkowy jedynie dąży do κ_j i osiąga ten poziom dopiero w nieskończoności. Jednakże błąd jest tak mały, że można go pominąć; wielkość κ_j w praktyce projektowania i tak nie może być dokładnie określona.

4.7. USTALENIE PARAMETRÓW FUNKCJI KOSZTÓW

Drugim pożądanym kierunkiem badań związanych ze stosowaniem wklęsłych funkcji kosztów jest szukanie lepszych metod liczbowego określania parametrów.

Jak już wspomniałem w badaniach nad przemysłem włókien sztucznych wykładniki degresji we wzorze (4.4): π_j i ψ_j wzięliśmy z zagranicznej literatury fachowej. Zaletą tego typu funkcji jest to, że — znając wymienione wykładniki — dla znalezienia funkcji kosztu należy szacować jedną tylko wielkość: X_{0j}.

Źródła, z których korzystaliśmy, zawierały wyniki oparte częściowo na danych statystycznych, a częściowo na obliczeniach techniczno-ekonomicznych.

Pierwsza napotkana trudność wystąpiła w związku z tym, że tylko dla części produktów występujących w modelu znaleźliśmy bezpośrednio odpowiednie parametry w litera-

turze fachowej. Dla innych produktów zmuszeni byliśmy sami dokonać szacunków[13] na podstawie analogii z dostępnymi informacjami o podobnych produktach.

Ale mechaniczne przyjęcie zagranicznych parametrów nie jest rozwiązaniem zadowalającym. Proporcje cen, płac i kosztów w krajach, w których zebrano informacje, z których korzystaliśmy, są inne niż na Węgrzech. Dlatego też prawdopodobnie ustalone tam wykładniki degresji nie odpowiadają dokładnie naszym warunkom[14].

Jeżeli jednak zamiast funkcji typu (4.4) w przyszłości zamierzamy rzeczywiście stosować funkcję typu (4.8), wtedy posłużenie się parametrami przejętymi z cytowanych źródeł literatury fachowej nie będzie możliwe, ponieważ znaleźć tam można wyłącznie wykładniki do funkcji typu (4.4).

Jaką więc metodą trzeba się posłużyć przy ustalaniu parametrów? Pozostańmy przy przykładzie przemysłu chemicznego. W Stanach Zjednoczonych istnieją takie przedsiębiorstwa, które w ciągu lat zbudowały setki zakładów wytwarzających takie same produkty. W takich warunkach możliwe jest określenie funkcji kosztów na podstawie rzeczywistych danych statystycznych. W przeciwieństwie do tego węgierski przemysł chemiczny jest zbyt mały, aby istniała odpowiednio bogata informacja statystyczna, pozwalająca na obliczanie parametrów funkcji kosztów. W związku z tym należy zlecić projektantom opracowanie projektów budowy zakładów o różnej wielkości i z otrzymanych w ten sposób danych odnoszących się do zakładów o różnej zdolności produkcyjnej, wyznaczyć parametry funkcji kosztów za pomocą zwykle stosowanych metod statystycznych. Takie rozwiązanie nie powinno zresztą być uważane tylko za konieczność, wynikającą z braku odpowiedniej liczby danych faktycznych. Postępowanie to ma też dużo zalet: za pomocą technicznych szacunków dokonywanych przez inżynierów można bardziej konsekwentnie realizować zasadę *ceteris paribus*. Inżynierowie mogą rzeczywiście dostarczyć takich informacji o kosztach, jakie byłyby ponoszone w zakładach identycznych pod względem technologii, struktury produkcji i kwalifikacji personelu, a różniących się między sobą tylko pod względem wielkości zakładu.

Poczyniliśmy już pierwsze kroki w tym kierunku. Obliczenia tego rodzaju dla różnych działalności inwestycyjnych przeprowadzone już zostały np. w ramach badań nad przemysłem boksytowo-aluminiowym. Ostatnio inna grupa badaczy opracowała analogiczne dane dla tkalni bawełny[15].

Niektóre wyniki tych badań zestawione są w tablicy 4.2.

Opierając się na danych zawartych w tablicy wyznaczyliśmy zarówno funkcję typu (4.4), jak i funkcję typu (4.8). Oto te funkcje.

$$P(x)=7122x^{0,948}, \tag{4.11}$$

$$B(x)=24\,365\cdot 10^4+3\,158x-\frac{53\,665\cdot 10^9}{x+220\,251}. \tag{4.12}$$

---

[13] Patrz paragraf 2 załącznika B.

[14] Ostatnio udostępniono też informacje o funkcjach kosztów oszacowanych przez radzieckich projektantów przemysłu chemicznego. Por. np. artykuł B. S. Korotkiewicza [86]. Radziecka struktura cen bliższa jest węgierskiej, lecz mimo tego szacunki radzieckie nie mogą zastąpić szacunków opartych na podstawie znajomości konkretnych warunków krajowych.

[15] Patrz S. Fülöp, Gy. Gerö, T. Vidos [40].

Tablica 4.2

Planowe koszty inwestycji przędzalni bawełny

Wielkość zakładu (w tys. wrzecion)	Koszty inwestycji (w tys. f.)	Jednostkowe koszty inwestycji (f/wrzeciono)
41,5	169,964	4089
83	328814	3964
124,5	481179	3868

Kończąc uwagi o pożądanych kierunkach badań trzeba jeszcze raz wspomnieć o najważniejszym problemie stojącym przed matematykami: opracowanie algorytmu, który nadawałby się do rozwiązania zadania minimalizacji funkcji wklęsłej i był wygodny z punktu widzenia techniki obliczeniowej. Jest to jedno z najbardziej palących zadań wysuwanych wobec matematyków przez ekonomistów stosujących metody matematyczne.

5

PIERWSZE PORÓWNANIE Z TRADYCYJNYMI METODAMI

W pierwszych rozdziałach zaznajomiliśmy czytelnika ze strukturą modeli dwóch gałęzi przemysłu. Pozostało jeszcze wiele otwartych zagadnień, o których mowa będzie później, lecz celowe będzie dokonanie już teraz pierwszego porównania pomiędzy tradycyjnymi i matematycznymi metodami planowania.

Funkcje celu, które opisane zostały w rozdziałach 2 i 3, pozostają w ścisłym związku z najważniejszym wskaźnikiem efektywności inwestycji – ze wskaźnikiem g_n. Na razie założymy, że pod względem *kryterium optymalności* nie ma różnic pomiędzy programowaniem i tradycyjnymi obliczeniami efektywności. Zachodzą jednakże inne różnice, na które trzeba zwrócić uwagę.

5.1. SZERSZA I SYSTEMATYCZNIEJSZA METODA WYBORU

Pierwszą zasadniczą różnicą jest to, że matematyczne programowanie zapewnia organowi podejmującemu decyzję szerszą i systematyczniejszą metodę wyboru.

W obecnej praktyce przy przedkładaniu projektu zezwolenia inwestycyjnego nie opracowuje się alternatywnych projektów. Wybór w zasadzie ogranicza się do zagadnienia: tak lub nie, zatwierdzić lub odrzucić przedłożony dokument [1].

Zjawiska tego nie warto nawet ilustrować przykładami, ponieważ jest ono powszechne [2]. Już same obowiązujące schematy i formularze, na podstawie których przygotowane są zezwolenia, nie posiadają nawet miejsca na umieszczenie w nich kilku wariantów. Jest to przyjęty, normalny system planowania i zatwierdzania inwestycji.

Należy jednak stwierdzić, że we wcześniejszym stadium przygotowywania projektów inwestycyjnych, jeszcze długo przed przedłożeniem wniosku o uzyskanie zezwolenia na podjęcie inwestycji, mówi się ogólnie o alternatywnych rozwiązaniach, a nawet celem niektórych wstępnych studiów jest właśnie zestawienie różnych wariantów. Jednakże te warianty na ogół umierają śmiercią naturalną zanim dojdzie do miarodajnych konferencji

[1] Nie mają też większego znaczenia dyskusje dotyczące szczegółowych problemów, omawianych na konferencjach programowych.

[2] Porównaj pracę L. Lukácsa [103].

zatwierdzających projekty inwestycyjne. W krytycznym momencie przedłożony projekt nie ma konkurentów.

Taka wstępna selekcja może być nawet racjonalna, o ile z przekonywających obliczeń wynika, że odrzucone warianty są *na pewno gorsze* od proponowanego do zatwierdzenia. Istotnie, szkoda obciążać organ podejmujący decyzję studiowaniem takich alternatyw, których na pewno nie warto realizować.

W przeważającej jednak liczbie przypadków, rzecz się ma inaczej. Organowi podejmującemu decyzję przedkłada się tylko jeden wariant, mimo że wstępne studia wykazały, że dla rozwiązania tego samego zadania mogą być poważnie brane w rachubę również i inne warianty.

Tak np. w przemyśle bawełnianym zatwierdzono budowę nowej tkalni. Na porządku obrad konferencji nie znalazł się nawet taki alternatywny projekt, który pozwoliłby stwierdzić, czy wzrostu wolumenu produkcji, osiągalnego dzięki nowej tkalni, nie można by uzyskać poprzez rekonstrukcję starej tkalni. A jak w końcu przekonaliśmy się, właśnie ten wariant okazał się najbardziej korzystny.

Stopniowe przesiewanie wariantów, selekcja *następująca jedna po drugiej* nie zastąpią *równoczesnego* porównania wariantów.

Należy bezstronnie stwierdzić, że samo dążenie do równoczesnego porównania kilku wariantów nie wymaga jeszcze matematycznego programowania. Takie porównania można przeprowadzać bez programowania. *Znaczenie programowania matematycznego polega natomiast na tym, że dostarcza ono systematycznej metody (schematu) oraz stanowi bodziec do równoczesnego porównywania i badania wielkiej liczby wariantów.* W samej istocie programowania leży wybór spośród wielu wariantów; bez tego traci ono swój sens.

Oczywiście — jak to już zauważono — również w przypadku programowania matematycznego potrzebna jest wstępna selekcja już choćby dlatego, że liczba możliwości jest zawsze olbrzymia, a rozmiary modelu są ograniczone choćby ze względu na technikę obliczeniową. Jednakże nawet po przeprowadzeniu wstępnej selekcji w modelu matematycznym można zestawić wiele wariantów równocześnie obok siebie, zanim decyzja zostanie powzięta.

Dotychczas problem wyboru omawialiśmy w aspekcie jakościowym: „Czy mamy zrobić to czy tamto?". Budować, czy przeprowadzić rekonstrukcję starego zakładu? Sprowadzić automat z wymiennymi czółenkami czy z wymiennymi cewkami? Produkować włókno poliamidowe czy poliestrowe? itd.

W rzeczywistości powstają tu również problemy ilościowe. Jak wielką mamy zbudować nową fabrykę i o jakiej zdolności produkcyjnej? Ile mamy sprowadzić nowych maszyn?

Przeważnie problem nie sprowadza się po prostu do tego, że można jedną działalność zastąpić drugą; zazwyczaj podejmujemy różne działalności, które mogą być łączone w różnych proporcjach. Na przykład, problem nie polega na ustaleniu *czy* przeprowadzić wymianę maszyn, czy budowę, ale w jakiej proporcji połączyć *równocześnie* wymianę maszyn i budowę. Nie szukamy odpowiedzi na pytanie, czy przeprowadzić wymianę krosien lub maszyn przygotowawczych, lecz — na pytanie, w jakiej proporcji przeprowadzić wymianę obydwóch rodzajów maszyn.

Poszczególne działalności mogą być więc z sobą w różny sposób kombinowane. Nie trzeba znać się na regułach kombinatoryki, aby przekonać się o tym, że liczba kombinacji

Tablica 5.1

Warianty inwestycyjne przemysłu bawełnianego

Nr kolejny	Nazwa przedsiębiorstwa	Typ maszyn	Zadanie budowlane	Wskaźnik efektywności
1.	Tkalnia w Békecsaba (projektowany nowy zakład)	Automaty z wymiennymi czółenkami	Nowy budynek	9
2.	Zakłady Tekstylne Goldberger	Jedna część parku maczynowego — automaty z wymiennymi czółenkami druga część — przyspieszone krosna mechaniczne	Stary budynek	5
3.	Zakłady Tekstylne Goldberger	Jedna część parku maszynowego — automaty z wymiennymi czółenkami druga część — z przystawkami automatycznymi	Stary budynek	10
4.	Zakłady Tekstylne Goldberger	Jedna część parku maszynowego — automaty z wymiennymi cewkami druga część — przyspieszone krosna mechaniczne	Stary budynek	8
5.	Zakłady Tekstylne Goldberger	Jedna część parku maszynowego — automaty z wymiennymi cewkami druga część — automaty z przystawkami automatycznymi	Stary budynek	11
6.	Przędzalnia i tkalnia Węgierskiego Przemysłu Bawełnianego	Automaty z wymiennymi czółenkami	Stary budynek	1
7.	Przędzalnia i tkalnia Węgierskiego Przemysłu Bawełnianego	Automaty z wymiennymi cewkami	Stary budynek	3
8.	Przemysł Bawełniany w Sopron	Automaty z wymiennymi czółenkami	Stary budynek	7
9.	Przemysł Bawełniany w Sopron	Przystawki automatyczne	Stary budynek	6
10.	Przemysł Bawełniany w Sopron	Zdemontowane w innych fabrykach, używane krosna automatyczne	Rozszerzenie starego budynku	2
11.	Przemysł Bawełniany w Szombathely	Automaty z wymiennymi czółenkami	Rozszerzenie starego budynku	4

możliwych działalności inwestycyjnych w jednej gałęzi przemysłowej jest niesłychanie wielka.

W tych rzadkich przypadkach, gdy przy tradycyjnym badaniu efektywności w ogóle porównuje się ze sobą więcej wariantów – dąży się do uwzględnienia tylko *kilku* kombinacji. Tak na przykład pewna komisja w przemyśle bawełnianym opracowała – w związku z badanymi również przez nas problemami inwestycyjnymi – kilka wariantów i przeprowadziła obliczenia efektywności. Wyniki pracy tej komisji przedstawiono w tablicy 5.1.

Zestawienie wariantów wymagało dużego nakładu pracy, a mimo to zawiera ono tylko małą cząstkę możliwych kombinacji inwestycyjnych. Dlaczego na przykład nie można byłoby wymienić całego parku maszynowego w fabryce Goldberger na automaty z wymiennymi cewkami? Dlaczego nie można byłoby w węgierskim przemyśle bawełnianym stosować również przystawek automatycznych? Dlaczego nie można byłoby również w Sopronie przeprowadzić tylko częściową wymianę parku maszynowego, jak to przewiduje się w wariantach podanych dla fabryki Goldberger?

Doszliśmy tu do faktycznej granicy wydajności tradycyjnych obliczeń. Gdy stajemy wobec takich problemów decyzji, które polegają na wyborze spośród wielkiej ilości wariantów, *wybranie najlepszej spośród wszystkich możliwych kombinacji bez odpowiedniej metody matematycznej jest zadaniem nierozwiązalnym.* Natomiast matematyczne programowanie może z powodzeniem takie zadanie rozwiązać.

Wymienię tu jeszcze jedną praktyczną zaletę programowania matematycznego: w sposób zupełnie naturalny pozwala ono urzeczywistnić zasadę „równych szans", czyli dążenie do porównania z sobą wielu wariantów *przy takich samych założeniach.* Na przykład, w toku naszych obliczeń wskaźniki techniczne i wskaźniki kosztów dla wszystkich działalności ustalono przy takich samych stawkach płac, takich samych cenach za energię elektryczną itd. Jest to oczywiście zasada, której urzeczywistnienie nie wymaga matematycznego programowania. Można ją realizować również w ramych tradycyjnych obliczeń. W praktyce jednakże alternatywne projekty przygotowuje się zazwyczaj (jeżeli w ogóle się je przygotowuje) niezależnie od siebie, na podstawie różnych założeń i różnych danych wyjściowych. W przeciwieństwie do tego, przy ujęciu różnych wariantów w ramy jedynego modelu jest się po prostu zmuszonym do zachowania porównywalności i dokonywania obliczeń według jednolitych zasad. Jest na przykład rzeczą charakterystyczną, że jakkolwiek przez wiele lat przeprowadzano liczne studia dotyczące rozwoju węgierskiego przemysłu włókien sztucznych, to jednak w czasie przeprowadzania naszych badań nie rozporządzaliśmy porównywalnymi danymi o kosztach i danymi technicznymi, zebranymi w oparciu o jednakowe zasady dla wszystkich 20 działalności produkcyjnych. Dane te nasza grupa robocza zmuszona była zbierać z różnych źródeł.

5.2. HIERARCHIA

Powróćmy do podanego w tablicy 5.1 przykładu wariantów inwestycyjnych opracowanych w przemyśle bawełnianym. Dla tych wariantów ustalono pewną hierarchię na podstawie wskaźnika efektywności. Nie jest to przypadek wyjątkowy. Przy równoczesnym przeprowadzeniu obliczenia efektywności dla wielu wariantów nasuwa się myśl, aby warianty te uszeregować i przy podejmowaniu decyzji wybrać warianty stojące na

początku. Jednakże dokonywanie takiego wyboru ograniczone jest przez następujące czynniki:

1) Rozpatrywane warianty lub przynajmniej niektóre z nich nie są w rzeczywistości niezależne od siebie. W niektórych przypadkach pewien korzystny wariant może być tylko wtedy realizowany, jeżeli wraz z nim realizowane będą również i mniej korzystne warianty. 2) Istnieją zewnętrzne warunki, które ograniczają dowolność realizacji wariantów będących na pierwszych miejscach ustalonej hierarchii.

Zagadnienie to możemy przedstawić również w sposób bardziej ogólny. Załóżmy, że dany jest model programowania liniowego (np. dla przemysłu bawełnianego), w którym zarówno układ warunków ograniczających, jak też funkcja celu są liniowe. Powstaje następujące pytanie: jakie jest kryterium dla stwierdzenia, że pewnej działalności rzeczywiście nie warto włączyć jako zmiennej do modelu; kiedy można ją odrzucić jeszcze przed przystąpieniem do programowania?

W związku z tym zapisujemy wszystkie warunki ograniczające w takiej formie, aby współczynniki oznaczające wyniki miały znak dodatni, zaś współczynniki oznaczające nakłady otrzymały znak ujemny.

Jako funkcję celu naszego modelu przyjmujemy wielkość kosztów, które mają być zminimalizowane. W takich warunkach działalność j dominuje *nad działalnością* h, jeżeli spełnione jest jedno z następujących dwóch *kryteriów dominacji*:

Pierwsze kryterium dominacji

$$c_j = c_h \tag{5.1}$$

$$a_{ij} \geqslant a_{ih} \quad (i = 1, 2, \ldots, m), \tag{5.2}$$

i przynajmniej dla jednego i

$$a_{ij} > a_{ih} \tag{5.3}$$

Drugie kryterium dominacji

$$a_{ij} \geqslant a_{ih} \quad (i = 1, 2, \ldots, m), \tag{5.4}$$

$$c_j < c_h \tag{5.5}$$

Te dwa kryteria mają następujący sens ekonomiczny[3]:

Pierwsze kryterium: działalności j i h z punktu widzenia funkcji celu są jednakowo korzystne. Natomiast z punktu widzenia przynajmniej jednego warunku ograniczającego działalność j jest wyraźnie korzystniejsza (większy wynik lub mniejszy nakład), a z punktu widzenia pozostałych warunków ograniczających nie jest mniej korzystna. (A więc np. wymaga mniejszej powierzchni budynku, a poza tym nie jest gorsza od porównywanej z nią działalności)[4].

Drugie kryterium: działalność j z punktu widzenia warunków ograniczających nie jest gorsza od h, podczas gdy z punktu widzenia funkcji celu jest wyraźnie korzystniejsza.

---

[3] Nie zamierzam omawiać w tym miejscu wszystkich przypadków dominacji. Kryteria podane we wzorach (5.1) — (5.5) są jedynie przykładami dla naświetlenia omawianych tu zależności.

[4] Jak już wspomniałem, może się zdarzyć (co raczej ma miejsce w wyjątkowych przypadkach), że problem ma kilka rozwiązań optymalnych. W takim przypadku zastosowanie pierwszego kryterium dominacji może ewentualnie wyłączyć taką działalność, która mogłaby być włączona, jeśli nawet nie do wszystkich, to przynajmniej do niektórych rozwiązań optymalnych.

Jeżeli przed rozwiązaniem programu widzimy, że działalność j dominuje nad działalnością h, wtedy tę ostatnią możemy wyłączyć z modelu; nie ma ono żadnej szansy znalezienia się w optymalnym rozwiązaniu programu. ponieważ będzie ono z pewnością zastąpione przez działalność j.

Jak widać, kryteria dominacji są dosyć ścisłe [5]. Przy porównywaniu dwóch działalności należy rozpatrzyć łącznie funkcję celu i wszystkie warunki ograniczające. Trzeba stwierdzić, że jest to zjawisko bardzo rzadkie, aby którekolwiek z tych kryteriów było spełnione w praktyce. Częściej zdarza się, że jedna działalność wykazuje w porównaniu z drugą zarówno zalety, jak i wady (np. spośród dwóch maszyn o podobnym przeznaczeniu jedna jest tańsza od drugiej, wymaga natomiast większych nakładów eksploatacyjnych).

Jak widać, hierarchizacja działalności bierze jak gdyby pod uwagę wyłącznie relację (5.5). Wysuwamy na czoło ten wariant, przy którym wskaźnik efektywności jest bardziej korzystny. Ale wcale nie jest pewne, czy ta działalność dominuje nad pozostałymi, ponieważ warunki ograniczające występują realnie nie tylko w modelu programowania, ale również i w życiu.

W naszym życiu gospodarczym często słyszymy, że taki to a taki wariant charakteryzuje się bardzo wysokim wskaźnikiem efektywności, lecz niestety brak dla niego środków inwestycyjnych. Albo: sprowadzenie danej maszyny z importu byłoby ekonomiczne, lecz niestety brak na ten cel dewiz. Albo też: rozszerzenie zdolności produkcyjnej na pewnym odcinku byłoby ekonomiczne, lecz niestety zapotrzebowanie materiałowe zakładów przetwórczych wymaga rozszerzenia innej, mniej ekonomicznej zdolności produkcyjnej.

W tych uzasadnieniach kryje się niewłaściwe zrozumienie pojęcia „efektywność". Żadna działalność ekonomiczna nie jest efektywna sama w sobie, *niezależnie* od zewnętrznych okoliczności i innych działalności podejmowanych równocześnie w gospodarce narodowej. *Efektywne jest to, co w określonych okolicznościach jest względnie najkorzystniejsze.* W uprzednio cytowanych przykładowo narzekaniach wyraz „niestety" często wskazuje na realne przesłanki, o których nie wolno zapominać poszukującemu względnego optimum.

Czy wynika z tego wszystkiego, że odrzucanie wniosków opartych na wskaźnikach efektywności w *każdym przypadku* jest nieuzasadnione, że w każdym przypadku realne przesłanki w sposób jednoznaczny zmuszają do innego wyboru, aniżeli ten, który wynikałby z samej tylko hierarchizacji?

5.3. METODA BILANSOWA A OPTYMALIZACJA

Aby wyjaśnić to zagadnienie, powróćmy do koordynacji; do uzgadniania bilansów i wskaźników planów, o czym wspomniałem w rozdziale 1. Po przejrzeniu modeli programowania nasuwa się pytanie: do jakiego stopnia można uważać koordynację planu za takie postępowanie iteracyjne, które ma na celu rozwiązanie jakiegoś zadania programowania metodą „prób i błędów".

W pewnym stopniu tak rzeczywiście jest. W tym „modelu" bilanse odgrywają rolę

[5] Przy konstruowaniu modelu dla przemysłu włókien sztucznych usunęliśmy wstępnie niektóre działalności, stosując podane kryteria dominacji.

warunków ograniczających, zaś wskaźnik ekonomiczny g_n – rolę funkcji celu. W toku koordynacji poszukuje się takiego dopuszczalnego rozwiązania spełniającego postawione warunki, które jednocześnie okazałoby się korzystne z punktu widzenia wskaźnika g_n.

Należy jednakże stwierdzić i to, że taka charakterystyka jest niedokładna i niepełna. „Funkcja celu" i kryterium optymalizacji wyrażane we wskaźniku efektywności przestają odgrywać większą rolę. Pod tym względem dużo prawdy kryje się w cytowanych wyżej narzekaniach, w których mówi się o konieczności odrzucenia wniosków wypływających z obliczeń efektywności (zresztą, jak już przekonaliśmy się, wnioski te są tylko w połowie uzasadnione). Sama taka koordynacja planu, która prowadziłaby w przybliżeniu do jedynie możliwego, dopuszczalnego planu ujętego w postaci systemu bilansów i spełniającego milcząco przyjęty układ warunków, wymaga takiego wysiłku, że już nie starcza sił na wybór optymalnego rozwiązania spośród naprawdę dużej ilości rozwiązań dopuszczalnych.

Rozważmy to na przykładzie. Ministerstwo Przemysłu Lekkiego w czasie opracowywania pierwszych projektów planu perspektywicznego przygotowało plan inwestycyjny, w którym proponowano realizację 131 obiektów. Wyliczono wskaźnik g_n dla wszystkich obiektów i według niego ustalono hierarchię projektów. Przy rewizji planu skreślono 29 projektów, reszta znalazła się w ostatecznie zatwierdzonym planie. Wśród odrzuconych było wiele takich projektów, przy których wskaźnik g_n był wyższy od 1 i przedstawiał się korzystnie. Przyczyną skreślenia pewnych projektów w większości przypadków było stwierdzenie, że do realizacji brak jest potrzebnych funduszów inwestycyjnych. Z drugiej strony do planu dostało się też wiele takich projektów, przy których wskaźnik efektywności miał wartość niższą od 1. Uzasadniano to na ogół tym, że istnieje potrzeba również i na te obiekty, w celu zapewnienia gospodarce narodowej zrównoważonego bilansu określonych produktów. Odpowiednie liczby zawiera tablica 5.2.

Tablica 5.2

Selekcja projektów inwestycyjnych

Wskaźnik g_n	Występujące w pierwotnym projekcie	Skreślono przy zatwierdzaniu planu	Stosunek skreślonych projektów do wszystkich pierwotnych projektów (w %)
Powyżej 1,5	18	4	22,2
1,5 – 1,2	28	6	21,4
1,2 – 1,0	31	6	19,4
1,0 – 0,8	34	8	23,5
poniżej 0,8	20	5	25,0
Razem	131	29	22,1

Brak jest korelacji pomiędzy wskazaniami wskaźnika g_n i umieszczeniem projektu w planie względnie jego skreśleniem. W odniesieniu do podanych w tablicy 5.2 liczb, współczynnik korelacji pomiędzy umieszczeniem projektu w planie i wskaźnikiem g_n wynosi 0,022.

Nie możemy również zgodzić się na to, że rezygnacja z wskaźnika g_n, a więc jak gdyby „funkcji celu", stanowi cenę, którą musimy zapłacić za to, żeby „układ warunków ograniczających" (system bilansów) został w pełni zachowany. W praktyce niemożliwe jest rozwiązanie tak olbrzymiego układu równań metodą prób i błędów. Z tego powodu tradycyjne planowanie zadawala się zazwyczaj jakimś przybliżeniem zastępującym ścisłe rozwiązanie: równowagą najważniejszych bilansów, uporządkowaniem najważniejszych zależności pomiędzy bilansami, w przekonaniu, zresztą uzasadnionym, że czynniki te odgrywają zasadniczą rolę w rozwoju gospodarki narodowej. Przy tym milcząco przyjmuje się do wiadomości, że zachodzą również pewne nieznane zależności i napięcia.

Właśnie na tym odcinku programowanie matematyczne stwarza duże możliwości. Dostarcza ono technicznych narzędzi do zrealizowania celów przyświecających tradycyjnym metodom planowania, tzn. równoczesnemu zapewnieniu równowagi i optymalizacji planu[6].

Istota progamowania matematycznego polega na tym, *że nie drogą okrężną, metodą prób i błędów, lecz idąc prosto do celu stwarza się podstawę do najwłaściwszego kompromisu pomiędzy „realnymi warunkami" i „efektywnością"*. W sposób organiczny łączy ono system bilansów (poprzez układ warunków ograniczających) i postulat efektywności (poprzez funkcję celu), które dotychczas były rozpatrywane oddzielnie, żyjąc oddzielnym życiem. Poza tym, programowanie matematyczne „daje równe szanse" dążeniu do optymalizacji, które dotychczas siłą rzeczy schodziło na drugi plan wobec wielkich wysiłków zmierzających do zrównoważenia planu. Postulat efektywności staje się rzeczywiście głównym kryterium wyboru dopiero w modelu programowania.

5.4. OGRANICZONE MOŻLIWOŚCI TECHNIKI OBLICZENIOWEJ

Należy bezstronnie wskazać również i na drugą stronę medalu. Charakterystyka tradycyjnego planowania, jako pewnego rodzaju „modelu programowania" poprzez połączenie systemu bilansów z rachunkiem efektywności jest — jak to widzieliśmy — z jednej strony zbyt dla niego korzystna, a z drugiej strony niedość korzystna. W rzeczywistości tradycyjne planowanie ma większe zalety. Bierze ono pod uwagę o wiele więcej warunków ograniczających niż te, które uwzględnia się w planowych *systemach bilansów*. Kiedy handel zagraniczny protestuje przeciwko takim lub innym wytycznym importowym, lub walczy o inny plan eksportu, wtedy w tradycyjnym planowaniu bierze się pod uwagę ograniczenia ze strony eksportu nie uwzględnione bezpośrednio w systemie bilansów gospodarki narodowej, lub bierze się pod uwagę bilanse eksportowo-importowe dotyczące poszczególnych rynków. Kiedy przemysł uważa poszczególne wytyczne za „zawyżone" oznacza to, że w tradycyjnym planowaniu myśli się również o ograniczeniu określonych zdolności produkcyjnych. Przy koordynacji planu, w której bezpośrednio lub pośrednio biorą udział setki i tysiące fachowców dobrze orientujących się w swoim terenie, szuka się takiego rozwiązania, które spełnia olbrzymi układ warunków, o wiele większy od sy-

[6] W artykule J. M. Montiasa [123] znajdują się godne uwagi spostrzeżenia o wzajemnym stosunku pomiędzy postulatami równowagi i optymalizacji i o zastosowaniu w związku z tym metod matematycznych w socjalistycznej gospodarce planowej.

stemu bilansów gospodarki narodowej. Pod tym względem tradycyjne metody mają dużą wyższość nad matematycznymi metodami, przynajmniej dopóty dopóki układ warunków w modelu matematycznym musi być o wiele mniejszy z powodu ograniczeń techniki obliczeniowej.

W tym miejscu zajmę się pokrótce możliwościami techniki obliczeniowej. Na obecnie działających na Węgrzech maszynach elektronowych możemy rozwiązywać takie zadania programowania liniowego, przy których iloczyn liczby warunków i zmiennych nie przekracza 6500.

Za granicą działają już o wiele pojemniejsze maszyny[7]. Na pewno i węgierski park maszyn elektronowych zaopatrzy się w maszyny o większej pojemności. Oczywiście zawsze będą istniały pewne granice techniki obliczeniowej, które będą określać rozmiary naszych modeli.

Przy konstruowaniu modelu zawsze nasuwa się myśl, aby jeszcze bardziej rozszerzyć zakres badań i dać odpowiedź na więcej problemów. W ślad za tym, na papierze mogą powstać dowolne opracowania. Jednakże ten, kto rzeczywiście zamierza dokonać obliczeń, powinien dążyć do *rozsądnego kompromisu pomiędzy potrzebą kompletnego, szczegółowego i dokładnego opracowania a realnymi możliwościami w zakresie techniki obliczeniowej i zbierania danych.*

Z rozmiarów naszego modelu, wynikającego z istniejących granic techniki obliczeniowej, wysunąć można dwa ważne wnioski. Po pierwsze, należy połączyć ogólniejsze i szersze programy układane na wyższym szczeblu z bardziej szczegółowymi, dotyczącymi węższego zakresu, lecz konkretniejszymi programami. W naszym przypadku należy powiązać obliczenie przeprowadzone na szczeblu gałęzi przemysłu z obliczeniami przeprowadzonymi *w zakładach.* W przemyśle bawełnianym, na przykład, w celach doświadczalnych zajmowaliśmy się programowaniem zakładowym w jednej z największych na Węgrzech fabryk tekstylnych, w zakładach Goldberger[8]. Możliwości łączenia programów sporządzanych na wyższym i niższym szczeblu będą jeszcze szczegółowo omawiane dalej.

Drugim wnioskiem jest to, że nie należy ulegać mistyfikacji i przeceniać praktycznych propozycji opartych na matematycznym programowaniu. Szczegółowych liczb z końcowych wyników programowania nie wolno traktować jako jednoznacznych zaleceń i stosować ich mechanicznie.

Programowanie przy pomocy metod matematycznych nie oznacza więc zakończenia pracy planistycznej, lecz wprowadzenie jej na nowy szczebel. Nie zastąpi ono pracy kierownictwa przemysłu, lecz stanowić będzie jego pomocnicze narzędzie. Programowanie stwarza tylko ramy które należy wypełnić; ustalając szczegółowo sposób realizacji planu, trzeba *równocześnie bezwzględnie korygować wyniki programowania z uwzględnieniem tych zależności, warunków w przedsiębiorstwach oraz względów techniczno-ekonomicznych, które celem łatwiejszego posługiwania się modelem matematycznym nie mogły być uwzględnione w programie.* Oczywiście nie może to być pretekstem do tego, by z powodu subiektywnych uprzedzeń i dowolnych rozważań odbiegać od optymalnego rozwiązania ustalonego przy pomocy metod matematycznych. Celowe jest korygowanie rozwiązania tylko w takim

---

[7] Istnieje np. taka maszyna, która zdolna jest rozwiązać zadanie programowania liniowego o 255 warunkach i praktycznie nieograniczonej liczbie zmiennych (Por. S. Gass [42], s. 132).

[8] Porównaj paragraf 8 załącznika A.

stopniu, w jakim zmuszają do tego obiektywne okoliczności i warunki nie uwzględnione w modelu.

Na podstawie wszystkich tych rozważań praktyczny projekt opracowany w oparciu o programowanie matematyczne sugeruje tylko pewien „plan strategiczny" inwestycji i postępu technicznego i nie nadaje się do ustalenia operatywnych szczegółów „planu taktycznego". Te ostatnie (o ile nie sporządza się uzupełniających cząstkowych programów) należy opracować metodami tradycyjnego planowania.

CZĘŚĆ II

Nakłady i koszty

W części I zakładaliśmy, że w funkcji celu w naszych modelach gałęziowych stosujemy – w celu obliczenia nakładów – *urzędowe* sposoby kalkulacji. Obecnie zrezygnujemy z tego tymczasowego założenia. Przedstawimy te zasady rozliczeniowe, które zastosowaliśmy w naszych programach i które pod wieloma względami odbiegają od urzędowych.

Na wstępie pragnąłbym podkreślić, iż naszych zasad rozliczeniowych nie uważam za idealne. Można by ewentualnie nakreślić na papierze taki „idealny", dynamiczny model programowania gospodarki narodowej, o możliwie największym stopniu dezagregacji, że wynikający z niego system *ocen rozrachunkowych* byłby systemem idealnie nadającym się do obliczeń w planowaniu perspektywicznym. Na razie jednakże nie dojrzały warunki do praktycznej realizacji takiego „idealnego" modelu; pod względem ekonomicznym i matematycznym pozostaje jeszcze wiele niewyjaśnionych problemów teoretycznych, niedostateczna jest jeszcze wydajność techniki obliczeniowej, nie rozporządza się potrzebnymi danymi itp.

Z tego właśnie powodu cel tej części książki jest o wiele skromniejszy. Opisujemy tu wyłącznie takie elementy rachunku ekonomicznego (stopę procentową, stawki płac, ceny, kursy dewizowe itp.), które *w obecnych warunkach* mogą być określone i które w wielu przypadkach wyznaczone już zostały przez nasze grupy badawcze i zastosowane w obliczeniach praktycznych. Nie żądamy, aby były one „idealne", lecz aby – w granicach istniejących możliwości – były jak najlepsze. Zadowolimy się nimi, jeżeli zbliżą nas one do makroekonomicznego optimum bardziej niż obowiązujący system cen i urzędowe sposoby kalkulacji.

Opisane tu zasady rozliczeniowe służą wyłącznie do tego celu, aby mogły znaleźć zastosowanie w obliczeniach prespektywicznych. Nie proponujemy więc stosowania ich do *obowiązującego obecnie* systemu cen; do tego celu, jak również dla uzasadnienia bieżących decyzji są one na ogół wyraźnie nieprzydatne.

Główne założenia II części książki:

1. Wszystkie dane są dokładnie znane.

2. Jeśli jakaś działalność wymaga szeregu nakładów i nakłady te zwiększamy w tym samym stosunku, to w takim samym stosunku wzrasta również wynik działalności. Przyj-

mujemy więc założenie „proporcjonalnych przychodów". (Do uzasadnienia takiego założenia jeszcze nieraz powrócimy).

3. W rozdziałach 6–12 zakładamy, że nie ma handlu zagranicznego; w tym rozumieniu gospodarka kraju jest zamknięta. Założenie to zostanie odrzucone w rozdziale 13 omawiającym handel zagraniczny.

W książce będą w dalszym ciągu wyłożone pewne twierdzenia i zasady rozliczeniowe związane z niektórymi tylko zagadnieniami. *Twierdzeniami* nazywamy te wnioski o treści ekonomicznej, które mogą być udowodnione, tzn. dedukcyjnie wyprowadzone z przyjętych w książce założeń, sformułowanych w języku matematycznym. Tam, gdzie wyprowadzenie takie nie jest oczywiste, podajemy również dowód. *Zasadami rozliczeniowymi* nazywamy zasady ustalające sposób obliczania pewnych wielkości, zastosowane rzeczywiście w naszych obliczeniach. Słuszność niektórych z tych zasad staje się oczywista na podstawie odpowiednich twierdzeń; inne uzasadniamy tylko werbalnie, powołując zię ewentualnie na uzupełniające założenia. Ogólnie można powiedzieć, że słuszność tych zasad nie może być uznana za udowodnioną w sposób ścisły na podstawie rozważań sawartych w książce. Na ogół trzeba się było zadowolić stwierdzeniem, że stosowanie ich w wielu okolicznościach jest praktycznie celowe.

6

ROZRACHUNKOWA STOPA PROCENTOWA I STAWKI PŁAC — ANALIZA TEORETYCZNA

Współautor: PÉTER WALLISCH

6.1. WSTĘPNE UWAGI METODOLOGICZNE

Podstawą niniejszej analizy jest makroekonomiczny model wzrostu. Stopień prostoty lub złożoności jakiegoś modelu i jego struktura zależy na ogół od tego, do jakiego celu ma być on zastosowany. To jest pierwsza sprawa, którą musimy tu omówić.

Nasz model wzrostu *nie ma* stanowić punktu oparcia dla opisu procesu wzrostu gospodarki narodowej. Zasadniczą myślą tej książki jest to, że dla stworzenia naukowych podstaw planowania nie są wystarczające modele opisowe, które w połączeniu z ekstrapolacją dotychczasowych procesów wzrostu usiłują przewidzieć przyszłość gospodarki narodowej. Przede wszystkim potrzebne są modele podejmowania *decyzji*, które są pomocne przy wyborze spośród różnych możliwych dróg wzrostu [1].

Wyłącznym zadaniem naszego modelu wzrostu jest ustalenie tych zależności, jakie zachodzą w perspektywicznych rachunkach gospodarczych pomiędzy stopą procentową stosowaną w modelach programowania i stawkami płac a procesami wzrostu gospodarki narodowej z drugiej strony. W związku z tym trzeba uwzględnić wszystkie najważniejsze czynniki związane z procesem wzrostu. Takimi czynnikami są dochód narodowy, majątek produkcyjny, liczba ludności zdolnej do pracy, stopa akumulacji w dochodzie narodowym, zatrudnienie, postęp techniczny, możliwość substytucji pomiędzy pracą żywą i materialnymi środkami produkcji itp. Model powinien obejmować zachodzące między tymi czynnikami zależności, lecz tylko najważniejsze z nich, gdyż w przeciwnym przypadku stałby się nie dość przejrzysty właśnie z punktu widzenia analizy teoretycznej. Toteż przyjmować będziemy szereg założeń upraszczających.

Model nasz *nie nadaje się* do tego, by bezpośrednio wywnioskować z niego uzasadnioną i liczbowo określoną wysokość rozrachunkowej stopy procentowej i stawek płac. Ogólnie biorąc, analiza przeprowadzona przy pomocy naszego modelu utwierdziła nas w przekonaniu, że z makroekonomicznych i zagregowanych danych nie można wysnuć *ex post*

[1] W sprawie różnicy pomiędzy tymi dwoma ujęciami zagadnienia — por. np. R. Frisch [38].

na drodze statystycznej pewnych i jednoznacznych wniosków określających uzasadnione wielkości rozrachunkowej stopy procentowej i stawek płac.

Do wysnucia takich wniosków najbardziej dogodne wydają się — w świetle dotychczasowych naszych badań — obliczenia *ex ante* połączone ze stosunkowo szczegółową dezagregacją makroekonomicznego programu. (O takich obliczeniach będzie mowa w IV części książki).

Analiza nasza nie okazała się jednak bezużyteczna z rachunkowego punktu widzenia. Wyjaśniała ona bowiem, jakie *dodatkowe hipotezy* należy przyjąć, aby dojść do jakiejś — choćby tymczasowej — rozrachunkowej stopy procentowej i stawek płac.

Model nasz umożliwia więc krytyczną ocenę stanowisk innych autorów i wyjaśnia, czy uzasadnione są znane z literatury różne poglądy na liczbową wysokość stopy procentowej.

W naszym modelu oparliśmy się przede wszystkim na pracach R. M. Solowa i H. Uzawy, z których wiele skorzystaliśmy [2].

W modelu tym, podobnie jak i u cytowanych autorów, dążymy do organicznego powiązania dwóch typów modeli, które w historii nauk ekonomicznych przez dłuższy czas wyraźnie rozgraniczano:

1) Jeden z nich, to tzw. modele *wzrostu*. Historia tych modeli sięga Quesnaya i Marksa [3]. Charakterystyczną cechą tych modeli jest dynamiczny pogląd na procesy makroekonomiczne, ale wyrażony w sposób opisowy w izolacji od problemu wyboru pomiędzy dopuszczalnymi wariantami rozwoju.

2) Drugi typ, to modele *podejmowania decyzji*. Takie modele wysuwają na pierwsze miejsce racjonalną decyzję. W naszym przypadku chodzi o wybór pomiędzy wariantem technologicznym stosunkowo bardziej pracochłonnym, lecz wymagającym mniej nakładów inwestycyjnych i mniej pracochłonnym, lecz wymagającym więcej nakładów inwestycyjnych. Wybór dokonywany jest w określonym momencie czasu, w warunkach statycznych, w oderwaniu od dynamiki rozwoju.

Ostatnio coraz więcej autorów — wśród nich również wyżej wspomniani — dąży do organicznego powiązania tych dwóch t pów modeli w celu opracowania dynamicznych, makroekonomicznych modeli wyboru. Z punktu widzenia naszych zainteresowań każdy ze wspomnianych dwóch typów oddzielnie byłby jednostronny, dążyliśmy więc do ich połączenia.

Nasz model pod kilkoma ważnymi względami różni się od modelu Solowa i Uzawy. Różnica ta częściowo wiąże się z tym, że nas interesuje inny aspekt problemu niż ten, który interesował wspomnianych autorów, ponieważ zamierzamy stosować model do innych celów, częściowo zaś z tym, że przed oczyma mamy wyłącznie problemy socjalistycznej gospodarki planowej, gdy tymczasem oni zajmują się głównie wzrostem gospodarki kapitalistycznej [4]. Na przykład autorzy ci wychodzą na ogół z założenia, że już z góry dana jest jakaś rzeczywiście istniejąca stopa procentowa i stawki płac, my zaś

---

[2] Zob. artykuły: R. M. Solowa [157] i [158] oraz H. Uzawy [170]. Głównymi źródłami dla tych autorów są prace: P. H. Douglas [36], J. Robinson [145], J. R. Hicks [53], E. D. Domar [34] i R. F. Harrod [50].

[3] Zob. przede wszystkim K. Marks, *Kapitał*, t. II [115].

[4] Zob. np. artykuł R. M. Solowa [158] o rozwoju gospodarczym USA.

właśnie poszukujemy uzasadnionej wysokości rozrachunkowej stopy procentowej i stawek płac.

Pojęcia stosowane w modelu staraliśmy się możliwie zbliżyć do pojęć stosowanych na Węgrzech w życiu gospodarczym i w statystyce. Na ogół staramy się podać ścisłą ekonomiczną interpretację naszych założeń i twierdzeń, a tam, gdzie jest to praktycznie możliwe, dążymy do ich statystycznej weryfikacji. Kolejność naszych rozważań jest następująca:

Rozdział 6 obejmuje opis modelu teoretycznego.

Rozdział 7 opisuje statystyczne badanie makroekonomicznego procesu wzrostu na Węgrzech, oparte na modelu teoretycznym.

Rozdział 8 zawiera przegląd i krytyczną ocenę dyskusji o stopie procentowej.

W rozdziale 9 zebrano praktyczne wnioski i zasady obliczeniowe dotyczące rozrachunkowej stopy procentowej i stawek płac; oraz podano wzory na oprocentowanie, stosowane w funkcjach celu naszych modeli.

W rozdziale 11 podano metody liczbowego wyznaczania pełnych nakładów majątku produkcyjnego, w rozdziale 12 zaś – pełnych nakładów pracy.

6.2. MAKROEKONOMICZNY MODEL WZROSTU

Nasz model zajmuje się wzrostem dochodu narodowego [5]. Dochód narodowy w czasie t oznaczamy przez $Y(t)$. Czas t jest zmienną ciągłą.

Wzrost dochodu narodowego ograniczony jest z jednej strony przez *układ warunków ograniczających*, składający się z 4 warunków. Z drugiej strony, na kształtowanie się dochodu narodowego wpływa *polityka kierownictwa gospodarczego*, której cele możemy również wyrazić w postaci matematycznej.

Rozpatrzmy najpierw układ warunków ograniczających.

Pierwszy warunek: funkcja produkcji

$$Y(t)=A_0\, e^{\mu t} K(t)^{\beta} L(t)^{1-\beta}, \tag{6.1}$$

gdzie

A_0 – współczynnik techniczno-organizacyjny [6],

μ – wykładnik charakteryzujący postęp organizacyjno-techniczny,

$K(t)$ – majątek produkcyjny (środki trwałe + obrotowe) wykorzystany w momencie czasu t [7],

---

[5] Wielkość dochodu narodowego oraz majątku produkcyjnego obliczamy w cenach niezmiennych.

[6] Do dokładniejszej definicji poszczególnych pojęć powrócimy jeszcze w toku dalszych rozważań, w miejscach gdzie ich sens, dzięki znajomości pewnych zależności, może być łatwiej wyjaśniony.

[7] W odniesieniu do symboli zwracamy uwagę czytelnika, że: 1) K i L oznaczają *faktycznie wykorzystany* majątek produkcyjny i *faktyczne zatrudnienie* w przeciwieństwie do stosowanych dalej symboli K i L, które oznaczają *cały stojący do dyspozycji majątek produkcyjny* i *cały dostępny zasób siły roboczej*. Na analogiczne różnice wskazuje również kreska pozioma przy innych symbolach. 2) W dalszych rozważaniach nie wszędzie dodajemy argument t, lecz tylko tam, gdzie specjalnie zamierzamy podkreślić zależność danej wielkości od t.

$L(t)$ – zatrudnienie w momencie czasu t,

β – współczynnik elastyczności dochodu narodowego względem majątku produkcyjnego.

Zależność (6.1) stanowi nieco zmodyfikowaną postać dobrze znanej funkcji produkcji Cobb-Douglasa. Modyfikacja „klasycznej" funkcji Cobb-Douglasa polega na tym, że rozpatrywana funkcja jest nie statyczna, lecz *dynamiczna*[8].

Rozpatrzmy dokładniej, jakie zależności ekonomiczne implikuje nasz model wskutek przyjęcia założenia, że dochód narodowy jest funkcją majątku produkcyjnego i zatrudnienia, o postaci (6.1). Jakie właściwości ma ta funkcja? Ograniczymy się tutaj jedynie do rozważań teoretycznych. O weryfikacji statystycznej będzie mowa w rozdziale 7.

a) Jednym z podstawowych założeń upraszczających, które przyjmujemy operując naszą funkcją, jest to, że zarówno majątek produkcyjny, jak i zatrudnienie uważamy za jednorodne, czyli abstrahujemy od faktu, że obydwa są bardzo zróżnicowane i składają się z elementów o różnorodnych właściwościach. (Majątek produkcyjny obejmuje zarówno środki trwałe, jak i obrotowe, urządzenia o różnym wieku i różnym poziomie technicznym itp. Zatrudnienie obejmuje pracowników o różnych kwalifikacjach zawodowych itp.). W związku z tym chcielibyśmy silnie podkreślić wysoce abstrakcyjny charakter pojęcia „majątku produkcyjnego"[9]. Jest to pojęcie oznaczające agregat złożony z różnorodnych elementów. Operując tym pojęciem, nie uwzględniamy konkretnych składników materialnych majątku produkcyjnego; obojętne czy chodzi tu o maszyny, budynki, sadzonki drzew owocowych, zapasy surowców lub niewykończone produkty. Gdy wejdziemy głębiej w analizę przepływów międzygałęziowych w gospodarce narodowej, takie „agregatowe" pojęcie zbiorowe stanie się zbędne. W IV części książki opisany jest taki model, który skonstruowany został bez tego pojęcia. W kompleksowym modelu gospodarki narodowej lub też w modelach cząstkowych wyodrębnionych z całości gospodarki narodowej i w programowaniu gałęzi przemysłu nie możemy jednak obyć się bez tego „agregatowego" pojęcia. W praktyce planowania za pomocą tradycyjnych metod też wykorzystuje się to pojęcie, gdy zbiorczo planuje się akumulację, inwestycje itp. Dlatego uważamy stosowanie tego rodzaju pojęcia za uzasadnione również w niniejszym modelu.

---

[8] „Klasyczna" funkcja Cobb-Douglasa (w naszej symbolice) przyjmuje postać

$$Y = A_0 K^{\beta} L^{1-\beta}$$

Jest to szczególny przypadek funkcji (6.1) dla $\mu = 0$.

[9] „Majątek produkcyjny" jest oczywiście pojęciem pokrewnym pojęciu „kapitału", używanemu w teoriach wzrostu. Termin „majątek produkcyjny" stosujemy zgodnie z powszechnym użyciem tego terminu w literaturze ekonomicznej krajów socjalistycznych. Użycie tego terminu, zamiast terminu „kapitał" ma na celu podkreślenie zasadniczych zmian powstałych w odniesieniu do własności środków produkcji i zmienionej w związku z tym ich społecznej roli.

Poza tym, w literaturze dotyczącej badanego przez nas zagadnienia tyle jest prowadzonych dyskusji (i panuje takie pomieszanie pojęć) wokół definicji terminu „kapitał", że niebezpieczeństwo nieporozumień będzie najmniejsze wtedy, gdy pozostaniemy przy własnej terminologii, definiując stosowane pojęcia w odpowiednich miejscach. (Dokładne określenie zakresu pojęcia „majątek produkcyjny" podane jest przy omawianiu danych statystycznych w paragrafie 7.2.).

Należy jeszcze dodać, że zakres pojęcia „majątek produkcyjny" stosowany w niniejszej książce jest szerszy od zakresu powszechnie przyjmowanego w literaturze krajów socjalistycznych. Nasze pojęcie „majątku produkcyjnego" obejmuje wszystko to, co w literaturze nazwane jest funduszem stałym i obrotowym sektorów produkcyjnych.

b) Zgodnie z naszą funkcją, wielkość dochodu narodowego określona jest przez 3 czynniki: majątek produkcyjny, zatrudnienie i „czynnik organizacyjno-techniczny". Jest to bardzo duże uproszczenie. Po pierwsze, nie uwzględnia się wpływu czynników naturalnych. Jest to niestety poważny brak modelu również z punktu widzenia bezpośredniego przedmiotu naszych obecnych badań, mających na celu ustalenie podstawowych elementów rachunku ekonomicznego. Wskutek tego braku modelu nie możemy uwzględnić rent należnych czynnikom naturalnym występującym w ograniczonej ilości, mimo że teoretycznie rzecz biorąc uważamy, że należałoby je obliczyć. Jesteśmy jednakże do tego zmuszeni, ponieważ gdybyśmy funkcją naszą chcieli objąć również czynniki naturalne, to przy obecnych możliwościach, nasze założenia nie mogłyby być statystycznie zweryfikowane. Po drugie, nie uwzględniamy wpływu handlu zagranicznego. Czynimy to dla uproszczenia analizy. W dalszych rozdziałach problemy handlu zagranicznego będą wzięte pod uwagę.

c) Funkcja (6.1) w ustalonym momencie czasu t jest jednorodną funkcją pierwszego rzędu majątku produkcyjnego i zatrudnienia.

Zapiszmy ją w postaci ogólnej:

$$Y = F(K, L). \tag{6.2}$$

Jeżeli zarówno K, jak i L pomnożymy przez tą samą stałą m, Y wzrośnie również proporcjonalnie do m:

$$F(mK, mL) = mF(K, L). \tag{6.3}$$

Ta własność funkcji wynika z tego, że suma wykładników przy K i L jest równa 1.

Ekonomicznie wiąże się to z ogólnym założeniem upraszczającym wspomnianym we wstępie do II części. Zakładamy „proporcjonalne przychody" („*constant returns to scale*"). Jakkolwiek założenie to nie jest w każdym przypadku dokładnie prawdziwe, może być uważane za założenie dość realistyczne. W paragrafie 6.6.powrócimy jeszcze do zagadnienia, czy ewentualnie opuszczenie tego założenia doprowadziłoby do modyfikacji ogólnych wniosków.

d) Wprowadźmy następujące oznaczenia:

$$y = \frac{Y}{L}, \qquad k = \frac{K}{L}, \tag{6.4}$$

gdzie:

y – wydajność pracy,

k – techniczne wyposażenie pracy.

Dochód narodowy przypadający na jednego produkującego, wyczerpująco odzwierciedla ogólnospołeczną wydajność pracy. Z (6.1) wynika, że

$$y(t) = A_0 e^{\mu t} k(t)^{\beta}. \tag{6.5}$$

Rozpatrzmy najpierw jakiś określony moment czasu t. W tym momencie wydajność pracy będzie tym wyższa, im lepsze będzie wyposażenie techniczne. Ponieważ bardziej rozwinięta technika w określonym momencie czasu wymaga przeważnie – w skali gospodarki narodowej – większego majątku produkcyjnego, uzasadnione jest więc stwierdzenie, że wydajność pracy jest rosnącą funkcją wyposażenia technicznego.

Zbadajmy teraz drugą stronę zagadnienia. Potraktujmy k jako stałą i wyobraźmy sobie na chwilę, że czas płynie dalej. Gdyby nawet techniczne wyposażenie pracy nie zmieniało się, wydajność pracy i tak rosłaby, ponieważ wzrastałby poziom kwalifikacji, doświadczenie, kultura techniczna, dyscyplina pracy robotników, poprawiłaby się organizacja produkcji, drobne usprawnienia zaś (nawet przy niezmiennym k) zwiększałyby wydajność maszyn, skracały przestoje itp. Jednocześnie, w wyniku postępu technicznego i ciągłej odnowy majątku produkcyjnego poprawiłaby się jakość i wydajność maszyn i urządzeń technicznych. Dzisiejsza maszyna „więcej umie" od maszyny o podobnym przeznaczeniu i podobnych kosztach zakupu sprzed trzydziestu laty. Wszystkie te zmiany odzwierciedla łącznie wykładnik postępu organizacyjno-technicznego. Ta strona rozwoju gospodarczego wyrażona jest przez czynnik $A_0 e^{\mu t}$, który jest rosnącą funkcją czasu.

Określenie „wykładnik organizacyjno-techniczny" nie jest dokładne, stosujemy je jedynie z braku lepszego. W rzeczywistości chodzi tu o dwie strony tego samego procesu – postępu technicznego i rozwoju cywilizacji gospodarczej. Wzrost wyposażenia technicznego k wyraża *ilościową* stronę postępu technicznego (zmiany proporcji pomiędzy pracą a majątkiem produkcyjnym), zaś czynnik $A_0 e^{\mu t}$ reprezentuje stronę *jakościową* postępu technicznego (wzrost jakości i poziomu wyposażenia technicznego i jego obsługi). Rzecz jasna, że te dwie strony postępu w rzeczywistości nie występują odddzielnie, we wzajemnej izolacji[10]. Czas nie zatrzymuje się w miejscu i k też nie jest wielkością stałą. Rozdzielenie obu stron postępu jest pewnego rodzaju abstrakcją przyjętą w naszym modelu po to, żeby można było wyraźnie wyodrębnić tę stronę postępu technicznego, która jest jednym z centralnych przedmiotów *decyzji* w programowaniu. Chodzi o możliwość *substytucji pomiędzy pracą i majątkiem produkcyjnym.*

e) Krańcowa efektywność majątku produkcyjnego jest zawsze dodatnia i przy określonym stanie zatrudnienia jest malejącą funkcją majątku produkcyjnego

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = \beta A_0 e^{\mu t} \left(\frac{L}{K}\right)^{1-\beta} > 0 \tag{6.6}$$

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial K^2} = -\beta(1-\beta) A_0 e^{\mu t} K^{\beta-2} L^{1-\beta} < 0 \tag{6.7}$$

Krańcowa wydajność pracy jest również zawsze dodatnia i przy danym stanie majątku produkcyjnego jest malejącą funkcją zatrudnienia

$$\frac{\partial Y}{\partial L} = (1-\beta) A_0 e^{\mu t} \left(\frac{K}{L}\right)^{\beta} > 0 \tag{6.8}$$

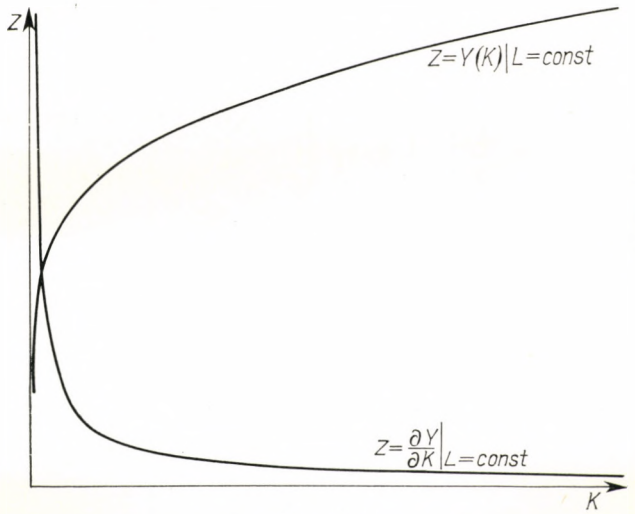
$$\frac{\partial^2 Y}{\partial L^2} = -\beta(1-\beta) A_0 e^{\mu t} K^{\beta} L^{-(1+\beta)} < 0 \tag{6.9}$$

Funkcja (6.6) przy stałym stanie zatrudnienia jest przedstawiona na wykresie 6.1. Oczywiście, podobny byłby również wykres funkcji (6.8).

---

[10] Według naszego poglądu nie jest szczęśliwym rozwiązaniem utożsamianie wzrostu czynnika $A_0 e^{\mu t}$ z samym postępem technicznym, jak to uczyniono w kilku publikacjach, ponieważ czynnik ten uwzględnia tylko jedną stronę postępu technicznego.

Dodatni znak funkcji pochodnych świadczy o tym, że zawsze można stojącą do naszej dyspozycji nadwyżkę siły roboczej, względnie nadwyżkę majątku produkcyjnego, wykorzystać w sposób produktywny. Jest to założenie w pełni realne, w odniesieniu do całości gospodarki narodowej. (Jakkolwiek mogą istnieć określone terenowe lub zawodowe grupy



Rys. 6.1

siły roboczej, względnie określone urządzenia produkcyjne, dla których chwilowo nie można znaleźć produktywnego zatrudnienia. Biorąc pod uwagę wysoki stopień agregacji, który charakteryzuje nasz model, możemy tego nie uwzględniać).

Na podstawie podanych wyżej wzorów można ustalić funkcje krańcowej stopy substytucji majątku produkcyjnego względem zatrudnienia:

$$\frac{\frac{\partial Y}{\partial K}}{\frac{\partial Y}{\partial L}} = \frac{\beta}{1-\beta} \cdot \frac{L}{K}. \tag{6.10}$$

Jak widać, krańcowa stopa substytucji jest malejącą funkcją K. W celu uwidocznienia powiązania między majątkiem produkcyjnym i zatrudnieniem potraktujemy t i dochód narodowy Y jako dane. Przy takim założeniu funkcję (6.1) możemy zapisać w następującej formie:

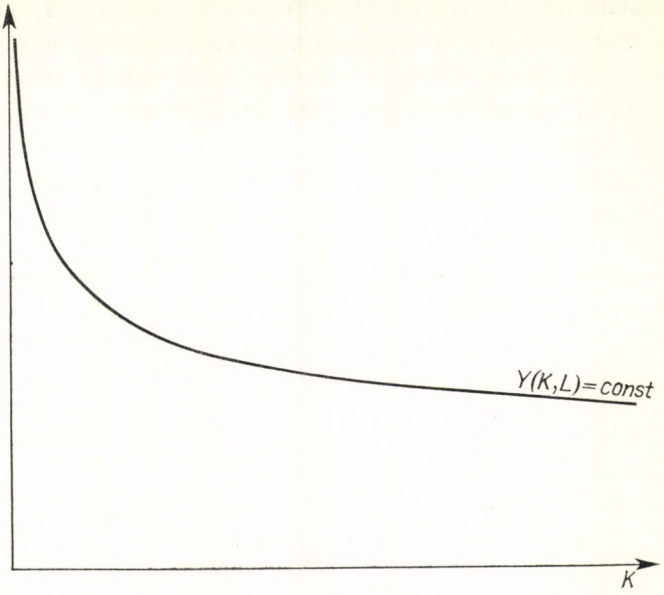
$$Y = A_0 K^{\beta} L^{1-\beta} = \text{const}. \tag{6.11}$$

Stąd

$$L = \left(\frac{Y}{A}\right)^{\frac{1}{1-\beta}} K^{\frac{-\beta}{1-\beta}}. \tag{6.12}$$

Funkcję (6.12) przedstawiono na wykresie 6.2.

Dochód narodowy Y można otrzymać przy pomocy różnych kombinacji majątku produkcyjnego i zatrudnienia; przedstawia to na rysunku krzywa zwana *izokwantą* dochodu.



Rys. 6.2

Jeżeli zmniejszamy majątek produkcyjny K, wtedy w coraz większym stopniu należy zwiększać zatrudnienia L, żeby dojść do tego samego dochodu narodowego i odwrotnie.

Drugi warunek: akumulacja

$$\frac{d\bar{K}(t)}{dt} = \dot{\bar{K}}(t) = \alpha Y(t), \tag{6.13}$$

gdzie:

$\bar{K}(t)$ – majątek produkcyjny stojący *do dyspozycji* w momencie czasu t.

$\dot{\bar{K}}(t)$ – pierwsza pochodna stojącego do dyspozycji majątku produkcyjnego względem czasu, czyli akumulacja przypadająca na jednostkę czasu[11],

α – udział akumulacji w wytworzonym dochodzie narodowym $Y(t)$. Zakładamy, że stopa akumulacji jest stała w czasie. Jak później zobaczymy α będziemy uważać za zmienną decyzyjną, ustaloną decyzją władzy gospodarczej. Władza gospodarcza bezsprzecznie ma możliwość – jeżeli tego zechce – ustabilizować α.

Trzeci warunek: wzrost siły roboczej

$$\bar{L}(t) = \bar{L}_0 e^{\lambda t}, \tag{6.14}$$

gdzie:

$\bar{L}(t)$ – dostępny *zasób siły roboczej* w momencie czasu t,

$\bar{L}_0 = \bar{L}(O)$ – zasób siły roboczej w momencie czasu O (stała, dana z zewnątrz)

λ – stała stopa wzrostu siły roboczej.

Ostatni warunek mówi przede wszystkim o tym, że dostępną siłę roboczą uważamy za wielkość daną z zewnątrz (egzogeniczną). Określają ją zasadniczo czynniki demograficzne.

---

[11] W dalszym ciągu kropka umieszczona nad symbolem będzie zawsze oznaczała pochodną względem czasu.

Oczywiście wpływają na nią również czynniki ekonomiczne, np. zawodowa struktura społeczeństwa, poziom życiowy itp. (o niektórych z tych czynników będzie jeszcze mowa później). W każdym razie możemy stwierdzić, że — jak to udowadniają liczne dane zagraniczne — tempo wzrostu zasobu siły roboczej nie jest ściśle i jednoznacznie związane z tempem wzrostu dochodu narodowego[12].

Według naszego założenia siła robocza wzrasta wykładniczo. Założenie to nie jest prawdziwe, stanowi jednak dość dobre przybliżenie do prawdy (por. dane statystyczne w rozdziale 7).

Czwarty warunek: możliwości wykorzystania majątku produkcyjnego i siły roboczej

$$K(t) \leqslant \bar{K}(t), \tag{6.15}$$

$$L(t) \leqslant \bar{L}(t). \tag{6.16}$$

Wykorzystany majątek produkcyjny i zatrudnienie nie mogą przekraczać stojącego do dyspozycji majątku i zasobu siły roboczej. Na pierwszy rzut oka wydaje się to oczywiste; do związanych z tym warunkiem problemów jeszcze powrócimy.

Wzrostu gospodarczego nie uważamy za proces żywiołowy; jest on kontrolowany przez politykę władzy gospodarczej.

Postulaty polityki gospodarczej ujmujemy w dwóch równaniach:

Postulat pierwszy: dochód narodowy powienien być maksymalny, bez przekroczenia w każdym momencie czasu t stojącego do dyspozycji majątku produkcyjnego $\bar{K}(t)$ i zasobu siły roboczej $\bar{L}(t)$[13]:

$$Y(K^*, L^*) = \max\{Y(K, L)\} = \bar{Y} \tag{6.17}$$

pod warunkiem, że $K^* \leqslant \bar{K}$, $L^* \leqslant \bar{L}$, gdzie K^*, L^* oznaczają majątek produkcyjny względnie zatrudnienie wykorzystane dla uzyskania maksymalnego dochodu narodowego $\bar{Y}$.

Postulat drugi: tempo wzrostu dochodu narodowego określonego wzorem (6.17) ma być stałe:

$$\frac{\dot{\bar{Y}}(t)}{\bar{Y}(t)} = \text{const}, \tag{6.18}$$

gdzie $\dot{\bar{Y}}(t)$ — pierwsza pochodna dochodu narodowego względem czasu.

Tempo wzrostu dochodu narodowego oznaczać będziemy dalej przez ρ. (Zgodnie z naszym założeniem jego wielkość nie jest wyznaczona bezpośrednio przez postulaty polityki gospodarczej; wymagane jest jedynie stałe tempo wzrostu).

Oba postulaty polityki gospodarczej wydają się realne. Pierwszy z nich wydaje się nie-

---

[12] Właśnie dlatego nasze założenie, że wzrost siły roboczej ma charakter zależny od czynników zewnętrznych (egzogenicznych), jest o wiele realniejsze od przeciwnego założenia, które również można znaleźć w literaturze, a które mówi, że dostępną siłę roboczą można uważać za zmienną zależną od czynników wewnętrznych (endogeniczną). Innymi słowy, wzrost gospodarki narodowej przedstawia się tam jako *zamknięty* model, w którym siła robocza jest tylko jednym z wielu sektorów gospodarki; siła robocza wzrasta — w stopniu wymaganym przez technikę — wraz z pozostałymi sektorami gospodarki narodowej. Jest to — naszym zadaniem — jedna z głównych trudności realnej ekonomicznej interpretacji modeli wzrostu typu J. Neumanna [127].

[13] Ze względu na to, że mówimy tu o określonym, stojącym do dyspozycji majątku $\bar{K}(t)$, jest oczywiste, że α zostało już uprzednio ustalone. Wzrost dochodu narodowego nie odbywa się tu więc poprzez wzrost stopy akumulacji α.

omal oczywisty. Drugi prawdopodobnie nie w każdej sytuacji polityczno-gospodarczej jest celowy; może istnieć taka sytuacja, że uzasadnione będzie przyspieszenie lub zwolnienie tempa wzrostu. Jednakże w analizie teoretycznej stałość tempa wzrostu możemy przyjąć za punkt wyjściowy jako „stan normalny".

W naszym modelu parametry działania α i μ są *zmiennymi decyzyjnymi* władzy gospodarczej. Polityka gospodarcza znajduje swe odbicie w różny sposób i w różnej postaci. Z jednej strony w postulatach polityki gospodarczej (6.17) i (6.18), z drugiej strony — w wyznaczeniu liczbowych wartości α i μ. Tylko wszystkie te czynniki *łącznie* wyrażają cele polityki gospodarczej[14].

Poniżej reasumujemy nasz matematyczny model:

Warunki:

1. $Y = A_0 e^{\mu t} K(t)^{\beta} L(t)^{1-\beta}$
2. $L(t) \leqslant \bar{L}(t) = \bar{L}_0 e^{\lambda t}$
3. $K(t) \leqslant \bar{K}(t)$
4. $\frac{d}{dt} \bar{K}(t) = \alpha Y$

Postulaty polityki gospodarczej:

1. W każdym ustalonym momencie czasu t

$$Y = \max = \bar{Y}$$

2. $\frac{\dot{\bar{Y}}}{\bar{Y}} = \text{const.}$

6.3. TWIERDZENIA WYJŚCIOWE

Z modelu opisanego w paragrafie 6.2. wynika kilka wniosków, które należy od razu wyciągnąć, żebyśmy później — przechodząc do szczegółowej analizy problemu stopy procentowej i stawek płac — mogli je wykorzystać.

Twierdzenie 6.1. Maksymalny dochód narodowy możemy osiągnąć tylko wtedy, gdy wykorzystamy całkowicie stojący do dyspozycji majątek produkcyjny i dostępną siłę roboczą.

Dowód: z postulatu (6.17), z uwagi na (6.6) i (6.15) oraz (6.8) i (6.16) wynika, że:

$$K^* = \bar{K}, \tag{6.19}$$

$$L^* = \bar{L}, \tag{6.20}$$

czyli

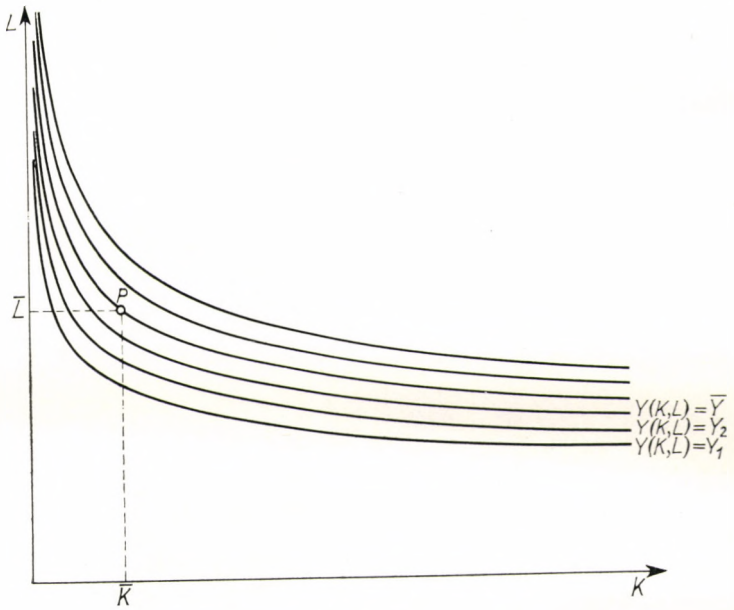
$$\bar{Y} = A_0 e^{\mu t} \bar{K}^{\beta} \bar{L}^{1-\beta} \tag{6.21}$$

Wykorzystanie całego stojącego do dyspozycji majątku produkcyjnego i całej dostępnej siły roboczej jest celowe, ponieważ każda dodatkowa jednostka majątku produkcyj-

[14] Problematyczne jest, czy μ można uważać za parametr działania, ponieważ jego wielkości władza gospodarcza nie może *bezpośrednio* regulować. Jesteśmy jednak zdania, że parametr ten można uznać za zmienną decyzyjną, ponieważ na jego wielkość wpływać można wieloma środkami *pośrednimi*: np. przez regulowanie postępu technicznego wprowadzanego w toku zastępowania i ciągłego odnawiania majątku produkcyjnego, przez regulowanie kierunków szkolenia zawodowego itp.

nego lub pracy zdolna jest do zwiększenia dochodu narodowego. Zależności (6.19) – (6.21) przedstawiamy na wykresie 6.3, który jest właściwie uzupełnieniem wykresu 6.2. Maksymalny dochód narodowy (przy danym $\bar{K}$ i $\bar{L}$) osiągamy tam, gdzie izokwanta dochodu styka się z wierzchołkiem prostokąta określającego stojący do dyspozycji majątek produkcyjny i dostępną siłę roboczą (na wykresie punkt P).

Tak więc będziemy przyjmować, że dla realizacji postulatów polityki gospodarczej utrzymuje się zarówno pełne wykorzystanie majątku produkcyjnego, jak też pełne zatrudnienie. Jak widzieliśmy, w modelu naszym nie jest celem pełne zatrudnienie, lecz maksymalny dochód narodowy (przy danej stopie akumulacji). Pełne zatrudnienie jest środkiem



Rys. 6.3

do osiągnięcia tego celu. Tak długo, dopóki rozpatrujemy jednorodną „siłę roboczą", oczywiste jest, że maksymalny dochód narodowy możemy osiągnąć tylko przy pełnym zatrudnieniu. Gdybyśmy siłę roboczą analizowali bardziej szczegółowo (według podziału zawodowego, terenowego itp.), mogłoby się okazać, że osiągając maksymalny dochód narodowy nie wykorzystamy każdego zdolnego do pracy mieszkańca, ponieważ siła robocza nie może być przesuwana bez ograniczeń, i jeżeli w poszczególnych kategoriach siły roboczej występują braki, wtedy stanowią one „wąskie gardło" i hamują pełne zatrudnienie w innych kategoriach. Im bardziej długofalowy plan, tym łatwiej będą mogły być likwidowane w przyszłości takie dysproporcje, wobec czego można będzie ich nie uwzględniać, i tym lepiej będzie uzasadnione – również praktycznie – twierdzenie, że tylko pełne zatrudnienie prowadzi do maksymalnego dochodu narodowego.

Jeżeli chodzi o wykorzystanie majątku produkcyjnego zależność (6.19) nie oznacza technicznie optymalnego wykorzystania majątku produkcyjnego, lecz normalne wykorzystanie w danych warunkach technicznych i organizacyjnych, i przy normalnej organizacji pracy (zwykła ilość zmian). W rozdziale 7 powrócimy do zagadnienia, co uważamy za nor-

malne wykorzystanie w danych warunkach. Gdyby stopień normalnego wykorzystania majątku w skali społecznej zmieniał się systematycznie (np. wzrastałby systematycznie), fakt ten znalazłby w naszym modelu odbicie w zmianie wyrażenia $A_0 e^{\mu t}$ (w przypadku wzrostu — w większym μ). Jak później zobaczymy *na podstawie danych liczbowych*, stopień normalnego wykorzystania w naszych warunkach jest dość stały w czasie.

Na podstawie zależności (6.19) — (6.21) można w dalszym ciągu w wielu wzorach pisać od razu $\bar{Y}$, $\bar{K}$, i $\bar{L}$ zamiast Y, K i L.

Twierdzenie 6.2. Warunki naszego modelu w przypadku spełnienia pierwszego postulatu polityki gospodarczej jednoznacznie określają drogę wzrostu dochodu narodowego i majątku produkcyjnego w czasie.

Dowód: Z (6.14) i (6.21) wynika, że

$$\bar{Y}(t) = A_0 \bar{L}_0^{1-\beta} e^{[\mu+\lambda(1-\beta)]t} \bar{K}(t)^{\beta}. \tag{6.22}$$

Wprowadźmy tymczasowo następujące oznaczenie:

$$\nu = \mu + \lambda(1-\beta). \tag{6.23}$$

Wobec tego (6.22) możemy zapisać w krótszej postaci:

$$\bar{Y}(t) = A_0 \bar{L}_0^{1-\beta} e^{\nu t} \bar{K}(t)^{\beta}. \tag{6.24}$$

Stąd, dla t równego 0, otrzymujemy:

$$\bar{Y}_0 = A_0 \bar{L}_0^{1-\beta} \bar{K}_0^{\beta}, \tag{6.25}$$

gdzie

$$\bar{Y}_0 = \bar{Y}(0) \text{ i } \bar{K}_0 = \bar{K}(0)$$

są stałymi, oznaczającymi dochód narodowy i majątek produkcyjny w momencie czasu 0.

Celem uproszczenia dalszych rozważań wprowadźmy jeszcze oznaczenie:

$$\frac{\bar{Y}_0}{\bar{K}_0} = A_0 \left(\frac{\bar{L}_0}{\bar{K}_0}\right)^{1-\beta} = \chi; \tag{6.26}$$

jest to efektywność majątku produkcyjnego w momencie czasu 0. Stosując to oznaczenie wnioskujemy z (6.25), że

$$A_0 \bar{L}_0^{1-\beta} = \chi \bar{K}_0^{1-\beta}. \tag{6.27}$$

Podstawiając prawą stronę (6.27) do podanego wyżej wzoru na $\bar{Y}$ (6.24), otrzymujemy

$$\bar{Y}(t) = \chi \bar{K}_0^{1-\beta} e^{\nu t} \bar{K}(t)^{\beta}. \tag{6.28}$$

Podstawiając prawą stronę wzoru (6.28) do wzoru (6.13) otrzymujemy dla funkcji $\bar{K}(t)$ równanie różniczkowe pierwszego stopnia, które można rozwiązać metodą rozdzielonych zmiennych,

$$\dot{\bar{K}}(t) = \alpha \bar{Y}(t) = \alpha\chi \bar{K}_0^{1-\beta} e^{\nu t} \bar{K}(t)^{\beta}. \tag{6.29}$$

Rozwiązaniem tego równania różniczkowego przy danym warunku początkowym $\bar{K}(0) = \bar{K}_0$ jest:

$$\bar{K}(t) = \bar{K}_0 \left[\frac{(1-\beta)\alpha\chi}{\nu}(e^{\nu t} - 1) + 1\right]^{\frac{1}{1-\beta}}.$$

Podstawiając otrzymane rozwiązanie dla $\bar{K}(t)$ do (6.28) otrzymujemy również funkcję $\bar{Y}(t)$:

$$\bar{Y}(t)=Y_0 e^{vt}\left[\frac{(1-\beta)\alpha\chi}{v}(e^{vt}-1)+1\right]^{\frac{1}{1-\beta}}. \tag{6.31}$$

Twierdzenie 6.3. Spośród dwóch parametrów działania α i μ tylko jeden z nich może być dobierany swobodnie. Realizacja postulatu polityki gospodarczej (6.18) wymaga spełnienia następującej zależności:

$$\alpha=\frac{1}{\chi}\left(\lambda+\frac{\mu}{1-\beta}\right). \tag{6.32}$$

Dowód: Warunkiem koniecznym i dostatecznym spełnienia (6.18) jest to, by część stała w wyrażeniu w nawiasie kwadratowym po prawej stronie równania (6.31) była równa 0, czyli by zachodziła równość:

$$v=(1-\beta)\alpha\chi\,. \tag{6.33}$$

Jeżeli do (6.33) podstawimy w miejsce v jego wartość z (6.23) i rozwiążemy otrzymane równanie względem α, to otrzymamy zależność (6.32).

Trzecie twierdzenie jest bardzo istotne pod względem ekonomicznym. Stopa akumulacji nie może być dowolnie dobierana. Wysoka stopa akumulacji może być utrzymana (w ramach naszego modelu) wtedy tylko, gdy równocześnie zapewnimy też, zgodną z wzorem (6.32), odpowiednio dużą wielkość drugiego parametru działania μ, czyli odpowiednio wysokie tempo rozwoju organizacyjno-technicznego. W praktyce w przypadku wysokiej stopy akumulacji należy podwyższyć kwalifikacje zawodowe i dyscyplinę pracy pracowników, jakość organizacji ich pracy itp.

Wzrost gospodarki narodowej można zapewnić również naruszając tę zasadę, dobierając np. wysoką stopę akumulacji α, bez zapewnienia potrzebnego w tym celu odpowiedniego rozwoju technicznego i organizacyjnego. Miałoby to jednak daleko idące konsekwencje. Jeżeli mianowicie chcemy osiągnąć stały i szybki wzrost dzięki wysokiej stopie akumulacji, to pozostawanie w tyle wielkości μ należy równoważyć coraz większym α (w naszym modelu zakładaliśmy, że α jest stałe w czasie). Jeżeli natomiast α pozostanie stała w czasie, to w wyniku „pozostawania w tyle" μ, będzie stopniowo malało tempo wzrostu dochodu narodowego i efektywność majątku produkcyjnego, tj. dochód narodowy przypadający na jednostkę majątku. (Przypomnijmy, że w naszym modelu wysunęliśmy jako postulat polityki gospodarczej jednostajne tempo wzrostu[15] dochodu narodowego).

Jak widać przestrzeganie relacji (6.32) nie jest absolutnie konieczne. Jest ono nieodzowne jedynie przy założeniach i postulatach gospodarczo-politycznych naszego modelu. Wydaje się jednak, że odbieganie od nich, jakkolwiek może być w pewnych okolicznościach gospodarczo-politycznych uzasadnione, nie może być charakterystyczne dla „normalnych" procesów rozwoju gospodarki.

Poza tym istnieją nie tylko zależności uwzględnione w naszym modelu, lecz również i inne, od których model abstrahuje, ale które pod tym względem są również istotne. Na przykład, zapewnienie wysokiego μ wymaga m in. odpowiednich bodźców material-

[15] Nie będziemy tu dowodzić tych wniosków. Na podstawie przytoczonych wyżej zależności czytelnik może sam się przekonać o ich słuszności.

nych (nakłaniania do uzyskania wyższych kwalifikacji, do intensywniejszej pracy, do nowatorstwa itp.) Jednocześnie zaś w przypadku wyższego α stopa spożycia dochodu narodowego jest niższa, co utrudnia rozszerzenie zakresu działania bodźców materialnych.

Stosunkowo niższa stopa spożycia oddziaływuje też — poprzez poziom płac — na podaż siły roboczej, ponieważ stojąca do dyspozycji siła robocza, jak już o tym wspomniano, nie może być uważana za wielkość całkowicie daną z zewnątrz. Wybór bardzo wysokiego α może hamować wzrost podaży siły roboczej w niezbędnych rozmiarach.

Omówione ostatnio zależności, przejawiające się w działaniu bodźców materialnych i poziomu płac i wiążące ze sobą wielkości α, μ, λ, tj. stopę akumulacji, postęp organizacyjno-techniczny i podaż siły roboczej, nie zostały w sposób wyraźny uwzględnione w naszym modelu. Zrobić to niezmiernie trudno, ponieważ są to zależności trudne do ilościowego ujęcia. W sposób skomplikowany wpływają na nie różne czynniki polityczne, socjologiczne, kulturalne itp., ujawniające się w różnorodnych formach. W każdym razie i to świadczy również o tym, że α — podstawowy parametr działania modelu — nie może być ustalony arbitralnie. Wybór dokonywany tu przez władze gospodarcze ograniczony jest szeregiem wielostronnych zależności.

Twierdzenie 6.4. Dochód narodowy i majątek produkcyjny rośnie wykładniczo w czasie i to w takim samym tempie.

$$\bar{Y}(t) = \bar{Y} e^{\left[\lambda + \frac{\mu}{1-\beta}\right] t} = \bar{Y}_0 e^{\alpha\chi t}, \tag{6.34}$$

$$\bar{K}(t) = \bar{K}_0 e^{\left[\lambda + \frac{\mu}{1+\beta}\right] t} = \bar{K}_0 e^{\alpha\chi t}. \tag{6.35}$$

Dowód: Powyższe dwa równania wynikają z równań otrzymanych dla $\bar{Y}$ i $\bar{K}$ (6.30) i (6.31), jeżeli zamiast v podstawimy jego wartość z (6.33).

Z (6.34) i (6.35) wynika, że:

$$\rho = \frac{\dot{\bar{Y}}(t)}{\bar{Y}(t)} = \alpha \frac{\bar{Y}_0}{\bar{K}_0} = \alpha\chi$$

i

$$\frac{\dot{\bar{K}}(t)}{\bar{K}(t)} = \alpha \frac{\bar{Y}_0}{\bar{K}_0} = \alpha\chi. \tag{6.36}$$

Zarówno dochód narodowy, jak i majątek produkcyjny rosną w tempie $\rho = \alpha\chi$.

Twierdzenie 6.5. (Przeciętna) efektywność majątku produkcyjnego jest stała w czasie[16]

$$\frac{\bar{Y}(t)}{\bar{K}(t)} = \frac{\bar{Y}_0}{\bar{K}_0} = \chi. \tag{6.37}$$

---

[16] Marksiści, przede wszystkim w związku z problemami renty gruntowej, od dawna krytykowali edn ostronne rozumienie i przecenianie zjawiska malejących przychodów. Lenin, na przykład, w pracy [94], polemizując z rosyjskim ekonomistą Bułgarowem wskazał na to, że w rolnictwie spotykamy malejące przychody tylko przy niezmienionym poziomie techniki, podczas gdy podstawową tendencją jest rozwój techniki i sił produkcyjnych. Dynamiczna funkcja typu (6.1) uwydatnia właśnie ten fakt, że jeśli malejące przychody mają rzeczywiście miejsce przy danym t, to jednak pod wpływem postępu organizacyjno-technicznego krańcowa efektywność majątku produkcyjnego nie obniża się w czasie.

Twierdzenie to bezpośrednio wynika z (6.34) i (6.35).

Przy założeniach naszego modelu stały w czasie stosunek dochodu narodowego do majątku produkcyjnego jest zgodny z postępem technicznym, ze wzrostem technicznego wyposażenia pracy i z ciągłą zmianą stosunku zatrudnienia do majątku produkcyjnego; o tym wszystkim będzie mowa w następnych twierdzeniach.

Twierdzenie 6.6. Wydajność pracy wzrasta wykładniczo w czasie. Jej tempo wzrostu jest równe $\rho-\lambda$, *czyli różnicy pomiędzy tempem wzrostu dochodu narodowego (względnie majątku produkcyjnego) i tempem wzrostu siły roboczej.*

$$\frac{\bar{Y}(t)}{\bar{L}(t)} = y(t) = \frac{\bar{Y}_0}{\bar{L}_0} e^{(\rho-\lambda)t}. \tag{6.38}$$

Wynika to bezpośrednio z (6.14) łącznie z (6.34). Jasne jest, że wolniejsze tempo wzrostu zatrudnienia w porównaniu ze wzrostem majątku produkcyjnego trzeba zrównoważyć zwiększeniem wydajności pracy.

Twierdzenie 6.7. Krańcowa efektywność majątku produkcyjnego jest stała w czasie[17]

$$\frac{\partial \bar{Y}}{\partial \bar{K}} = \beta \frac{\bar{Y}_0}{\bar{K}_0} = \beta\chi. \tag{6.39}$$

Twierdzenie to, wraz z twierdzeniem 6.5 wskazuje na szczególnego rodzaju *neutralność* postępu technicznego[18]. W danym momencie czasu t, rozszerzenie majątku produkcyjnego przypadającego na jednego zatrudnionego związane byłoby z obniżeniem krańcowej efektywności majątku produkcyjnego. Jakkolwiek majątek produkcyjny przypadający na jednego zatrudnionego rzeczywiście wzrasta w czasie, to jednak obniżeniu efektywności przeciwdziała ta sama strona postępu technicznego, którą wyraża czynnik $A_0 e^{\mu t}$.

Twierdzenie 6.8. Krańcowa wydajność pracy rośnie w czasie wykładniczo. Tempo wzrostu wynosi $\rho-\lambda$, *czyli jest identyczne z tempem wzrostu (przeciętnej) wydajności pracy*

$$\frac{\partial \bar{Y}}{\partial \bar{L}} = (1-\beta) A_0 \left(\frac{\bar{K}_0}{\bar{L}_0}\right)^{\beta} e^{(\rho-\lambda)t} = (1-\beta) \frac{\bar{Y}_0}{\bar{L}_0} e^{(\rho-\lambda)t}. \tag{6.40}$$

O słuszności twierdzeń 6.7 i 6.8 możemy przekonać się, jeżeli do wzorów (6.6) względnie (6.8) podstawimy (6.14) i (6.35) oraz weźmiemy pod uwagę równania (6.27) i (6.32).

---

[17] Poniżej stosujemy skrócone oznaczenia $\frac{\partial \bar{Y}}{\partial \bar{K}}$ względnie $\frac{\partial \bar{Y}}{\partial \bar{L}}$ dla krańcowej efektywności majątku produkcyjnego względnie krańcowej wydajności pracy w punkcie $(\bar{K}, \bar{L})$ przy ustalonym t. Dokładniej mówiąc:

$$\frac{\partial \bar{Y}}{\partial \bar{K}} = \frac{\partial Y}{\partial K}, \text{ przy } K = \bar{K},$$

oraz

$$\frac{\partial \bar{Y}}{\partial \bar{L}} = \frac{\partial Y}{\partial L}, \text{ przy } L = \bar{L}.$$

[18] Tego rodzaju neutralności postępu technicznego bywa nazywana „neutralnością typu Harroda". W literaturze dotyczącej tego problemu rozróżnia się dwa rodzaje neutralności postępu technicznego: „neutralność typu Harroda" i „typu Hicksa". Przy założeniu funkcji produkcji (6.1) postęp techniczny jest naturalny w jednym i drugim sensie. Patrz artykuł H. Uzawa [170].

6.4. WYZNACZANIE ROZRACHUNKOWEJ STOPY PROCENTOWEJ I STAWEK PŁAC

Model wzrostu opisany w paragrafach 6.2 – 6.3 potrzebny jest nam w zasadzie tylko po to, aby przez pewnego rodzaju „odwrócenie" opisanego tam modelu dojść do wyznaczenia pewnych wielkości rozrachunkowych.

Wprowadźmy następujące oznaczenia:

$\gamma(t)$ – rozrachunkowa stopa procentowa w momencie czasu t. Jest to rozrachunkowa ocena wykorzystania jednostki majątku produkcyjnego.

$\omega(t)$ – rozrachunkowa stawka płac w momencie czasu t. Jest to rozrachunkowa ocena wykorzystania jednostki siły roboczej (jednego zatrudnionego).

Rozrachunkowa stopa procentowa i rozrachunkowa stawka płac potrzebne są nam ostatecznie do zbudowania systemu ocen rozrachunkowych, aby odcinkowe decyzje minimalizując koszty obliczane wg tych ocen, były organicznie dopasowane do planowych zasadniczych proporcji gospodarki narodowej.

Na razie jednak nie będziemy zagłębiać się w szczegóły tego zagadnienia i w dalszym ciągu zajmiemy się wyłącznie makroekonomicznymi wielkościami (majątkiem produkcyjnym, zatrudnieniem itp. – w gospodarce narodowej).

Jedynie dla większej jasności wyobraźmy sobie, że: Krajowy Urząd Planowania opracowuje plan na ustalony okres. Zajmujący się tym departament ma dwa wydziały. Jeden z nich to wydział A, który planuje wielkość dochodu narodowego wiedząc dokładnie, jakim majątkiem produkcyjnym i siłą roboczą dysponuje w każdym momencie czasu i stąd wylicza maksymalny dochód narodowy, który przy tym zasobie majątku produkcyjnego i siły roboczej może być wytworzony. Tę wielkość dochodu – oznaczmy ją przez $\bar{Y}$ – kierownik wydziału przedstawia dyrektorowi departamentu.

Dyrektor departamentu przekazuje tę wielkość wydziałowi B, który zajmuje się postępem technicznym i gospodaruje majątkiem produkcyjnym oraz siłą roboczą, lecz *nie* informuje tego wydziału, jakim majątkiem produkcyjnym i siłą roboczą może on dysponować. Zamiast tego dyrektor podaje rozrachunkową ocenę majątku produkcyjnego – γ i rozrachunkową ocenę siły roboczej – ω i zleca wydziałowi B, by w planowaniu tak wybierał warianty technologiczne produkcji i kierunek postępu technicznego, żeby zapewnić uzyskanie założonego dochodu narodowego $\bar{Y}$, przy minimalnych rozrachunkowych kosztach wytworzenia tego dochodu (stopa procentowa od wykorzystanego majątku produkcyjnego plus rozrachunkowa płaca za wykorzystaną siłę roboczą). Tę funkcję kosztów rozrachunkowych oznaczamy przez $C(K, L)$.

Jeżeli wielkości γ i ω są odpowiednio dobrane, wtedy *zapotrzebowanie* na siłę roboczą i majątek produkcyjny, wynikające z planu sporządzonego przez wydział B, będzie wynosiło dokładnie tyle, ile – według informacji wydziału A – w rzeczywistości *jest do dyspozycji*.

Sytuację możemy więc scharakteryzować następująco: wydział A pracuje przy pomocy opisanego w paragrafach 6.2 – 6.3 *pierwotnego modelu*, podczas gdy wydział B za pomocą opisanego niżej „odwróconego" *modelu dualnego*. Zadaniem wydziału A jest maksymalizacja dochodu narodowego, zadaniem wydziału B jest minimalizacja rozrachunkowych kosztów. W wydziale A istniejący majątek produkcyjny i siłę roboczą traktuje się jako ograniczenie, w wydziale B jako warunek ograniczający traktuje się uzyskanie (maksymalnego) dochodu narodowego.

Od ilustracyjnego przykładu przejdźmy do matematycznego sformułowania.

Należy wyznaczyć zapotrzebowanie na majątek produkcyjny K^* i siłę roboczą L^*, dla których przy zachowaniu warunku:

$$Y = AK^{\beta}L^{1-\beta} = \bar{Y}^{\beta} = A\bar{K}\bar{L}^{1-\beta}, \tag{6.41}$$

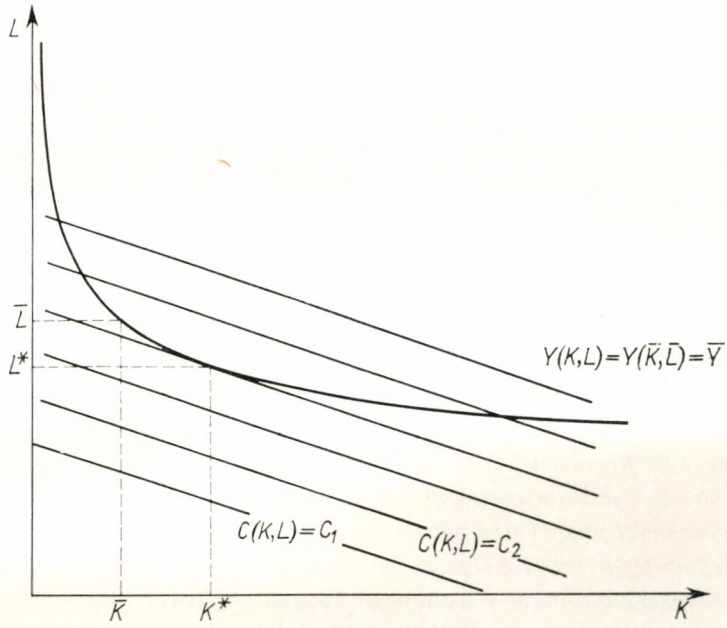
zrealizowany zostanie postulat:

$$C(K^*, L^*) = \gamma K^* + \omega L^* = \min\{\gamma K + \omega L\}. \tag{6.42}$$

To zadanie znalezienia wartości ekstremalnej przedstawione zostało na wykresie 6.4, który znowu jest modyfikacją rysunku 6.2.

Równoległe proste widoczne na wykresie są izokwantami funkcji kosztu $C(K, L) = \text{const}$. Z wykresu widać, że funkcja kosztu osiąga warunkowe minimum tam, gdzie pewna izokwanta styka się z krzywą odpowiadającą założonemu poziomowi dochodu.

Dotychczas pozostawiliśmy otwarte pytanie: kiedy można uważać rozrachunkową stopę procentową i stawkę płac za racjonalne?



Rys. 6.4

Kryterium racjonalności: Rozrachunkową stopę procentową i stawkę płac wtedy uznamy za racjonalne, gdy wielkości K^* i L^* otrzymane jako rozwiązanie programu optymalizacji, określonego warunkami (6.41) – (6.42), tj. optymalne wielkości wykorzystanego majątku produkcyjnego i zatrudnienia, pokryją się ze stojącymi do dyspozycji majątkiem produkcyjnym i dostępną siłą roboczą.

$$\begin{aligned} K^* &= \bar{K}, \\ L^* &= \bar{L}. \end{aligned} \tag{6.43}$$

Innymi słowy: nie chcemy ustanowić jako warunku ograniczającego ani tego, że wykorzystany majątek produkcyjny i zatrudnienie nie mogą przekroczyć majątku i siły roboczej stojących do dyspozycji, ani tego, że powinny je wyczerpać. Zamiast tego szukamy takiej rozrachunkowej stopy procentowej i stawki płac, przy których dążąc do minimalizacji wyliczonych w oparciu o nie kosztów, dochodzimy *do takiego samego wyniku*, jak gdybyśmy równanie (6.43) wyraźnie potraktowali jako warunek ograniczający. Racjonalnymi, rozrachunkowymi ocenami zastępujemy bezpośredni nakaz. Innymi słowy, taką rozrachunkową stopę procentową i stawkę płac nazywamy racjonalnymi, które zapewniają jedyny możliwy sposób uzyskania maksymalnego (przy danym $\bar{K}$ i $\bar{L}$) dochodu narodowego $\bar{Y}$, tj. wybór jedynej kombinacji majątku produkcyjnego i zatrudnienia, przy pomocy której $\bar{Y}$ może być w ogóle osiągnięte. Prowadzi to do zapewnienia równowagi pomiędzy stojącymi do dyspozycji i wykorzystanymi majątkiem produkcyjnym i siłą roboczą.

Nasze kryterium racjonalności zostało więc ustalone w ten sposób, żeby sprzyjało osiągnięciu *optymalnej równowagi.*

Z powyższych rozważań wynika, że nie wyznaczamy stopie procentowej żadnej roli w określeniu stopy akumulacji α w gospodarce narodowej. Jak to już podkreśliliśmy przy omawianiu modelu, jest to gospodarczo-polityczny parametr zadania, który — przy uwzględnieniu różnych zależności ekonomicznych i nieekonomicznych — zostaje określony przez władzę gospodarczą. Wielkość ta w warunkach gospodarki socjalistycznej jest całkowicie niezależna od rozrachunkowej stopy procentowej, która oczywiście jest „sztucznie" ustalona. Zagadnieniem, żywo dyskutowanym, jest siła wpływu stopy procentowej na oszczędności i inwestycje, czyli w ostateczności na stopę akumulacji w warunkach kapitalistycznych. Fakt, że w socjalistycznej gospodarce planowej taki wpływ na stopę akumulacji w ogóle nie istnieje, stanowi — naszym zdaniem — korzystną właściwość gospodarki planowej.

Rola rozrachunkowej stopy procentowej i rozrachunkowych stawek płac jest inna przy danym z góry α i przy danym stanie siły roboczej i majątku produkcyjnego. Stopa procentowa powinna przyczynić się do wyboru ich optymalnej kombinacji z punktu widzenia uzyskania maksymalnego dochodu narodowego. Jej rola polega więc *nie na wyborze stopy akumulacji*, lecz *na wyborze technologii*[19].

Twierdzenie 6.9. Rozrachunkowa stopa procentowa i stawka płac są racjonalne, jeżeli ich wzajemny stosunek jest równy stosunkowi krańcowej efektywności majątku produkcyjnego i krańcowej wydajności pracy (przy pełnym wykorzystaniu stojącego do dyspozycji majątku produkcyjnego i dostępnej siły roboczej).

Dowód: Rozwiązanie zadania określonego warunkami (6.41) — (6.42) możemy znaleźć zwykłym sposobem, metodą mnożników Lagrange'a. Równaniami określającymi rozwiązanie są:

$$\frac{\partial}{\partial K}(\gamma K+\omega L-\lambda Y)=0,$$

[19] Ściśle mówiąc, powinna ona w związku z tym mieć również pewne orientacyjne znaczenie przy rozstrzyganiu problemów wyboru w czasie. Będzie o tym mowa jeszcze w rozdziale 9. Obecnie badamy tylko wąski zakres problemów związanych ze stopą procentową. Książka ta w ogóle nie bada preferencji spożywców. Zgodnie z tym nie badamy również i czasowych preferencji spożycia, jakkolwiek wiąże się to z zagadnieniem stopy procentowej. Zakładamy, że dyrektywy planu odnoszące się do spożycia nieprodukcyjnego wyrażają dobrze te preferencje.

$$\frac{\partial}{\partial L}(\gamma K+\omega L-\lambda Y)=0,$$

$$Y=\bar{Y},$$

stąd:

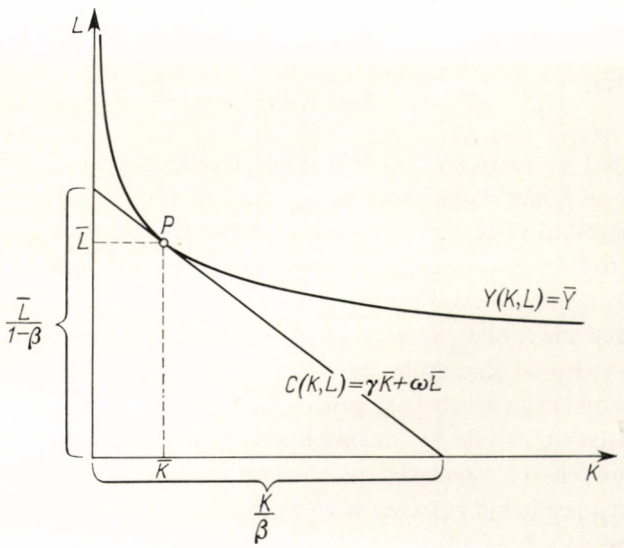
$$\lambda\frac{\partial Y^*}{\partial K}=\gamma,$$

$$\lambda\frac{\partial Y^*}{\partial L}=\omega,$$

czyli ostatecznie

$$\frac{\gamma}{\omega}=\frac{\dfrac{\partial Y^*}{\partial K}}{\dfrac{\partial Y^*}{\partial L}}. \tag{6.44}$$

Tak więc według (6.44) rozwiązanie optymalne pokrywa się z tym punktem K^*, L^* na krzywej $Y=F(K, L)=\bar{Y}$, w którym stosunek krańcowej efektywności majątku produk-



Rys. 6.5

cyjnego do krańcowej wydajności pracy jest równy stosunkowi stopy procentowej i stawki płac. Z drugiej strony, kryterium racjonalności (6.43) jest spełnione tylko wtedy, gdy:

$$\frac{\gamma}{\omega}=\frac{\dfrac{\partial \bar{Y}}{\partial K}}{\dfrac{\partial \bar{Y}}{\partial L}} \tag{6.45}$$

Twierdzenie (6.9) przedstawiono na wykresie 6.5.

Wykres ten również jest podobny do wykresu 6.2, względnie do jego odpowiednio uzupełnionej modyfikacji — do wykresu 6.3. Rozrachunkowa stopa procentowa i stawka płac są tylko wtedy racjonalne, gdy izokwanta kosztów styka się z izokwantą dochodu właśnie w punkcie P. Zachodzi to tylko wtedy, gdy kąt nachylenia izokwanty kosztów jest równy $\frac{-\beta}{1-\beta}\frac{\bar{L}}{\bar{K}}$, czyli gdy spełnione jest następujące równanie, zapisane przy uwzględnieniu równań (6.39)–(6.40):

$$\frac{\gamma}{\omega}=\frac{\beta}{1-\beta}\frac{\bar{L}_0}{\bar{K}_0}e^{-(\rho-\lambda)t}=\frac{\beta}{1-\beta}\frac{\bar{L}}{\bar{K}}. \tag{6.46}$$

Zgodnie z tym stosunek racjonalnej stopy procentowej i stawki płac obniża się wykładniczo w czasie z szybkością $\rho-\lambda$.

Dotychczasowe rozważania dostarczały jedynie informacji *o stosunku* racjonalnej stopy procentowej i stawki płac oraz *o zmianie ich stosunku w czasie*; jak dotąd nic nie możemy powiedzieć o ich *bezwzględnej* wielkości.

Wprowadźmy następujące założenie:

Zasada imputacji: *Cały dochód narodowy przypisujemy* (*imputujemy*) *majątkowi produkcyjnemu i zatrudnieniu, tak by suma rozrachunkowych procentów od całego majątku produkcyjnego i rozrachunkowych płac wypłaconych wszystkim zatrudnionym była równa dochodowi narodowemu.*

$$\bar{Y}=\gamma\bar{K}+\omega\bar{L}. \tag{6.47}$$

Bardzo ważne jest właściwe zrozumienie ekonomicznego sensu tej zasady. Tutaj chodzi wyłącznie o to, że w ramach opisanego warunkami (6.41)–(6.42) zadania minimalizacji funkcję kosztów określiliśmy tak, że na szczeblu gospodarki narodowej wystąpiły tylko dwa rodzaje kosztów: rozrachunkowe oprocentowanie $\gamma\bar{K}$ i rozrachunkowe koszty płac $\omega\bar{L}$. Nie uwzględniono innych rodzajów kosztów.

Zasady imputacji nie wolno mylić z następującymi zagadnieniami:

a) Jak w rzeczywistości kształtują się *proporcje* podziału dochodu narodowego (jaką część dochodu narodowego spożywają pracownicy produkcyjni itp).

b) Jaka jest *aktualna* metoda rozliczania kosztów (jaką część kosztów stanowią koszty osobowe w księgowych rozliczeniach kosztów własnych produkcji).

Zasada imputacji jest jedną z podstawowych zasad rozliczeniowych w naszym systemie ocen rozrachunkowych. Z zasady tej wynikają następujące twierdzenia:

Twierdzenie 6.10. *Racjonalna rozrachunkowa stopa procentowa przy założeniu zasady imputacji jest stała w czasie i równa krańcowej efektywności majątku produkcyjnego.*

Twierdzenie 6.11. *Przy założeniu zasady imputacji racjonalna stawka płac jest równa krańcowej wydajności pracy. Rośnie ona wykładniczo w czasie: jej tempo wzrostu jest równe tempu wzrostu* $(\rho-\lambda)$ *przeciętnej i krańcowej wydajności pracy.*

Dowód: Ponieważ Y jest funkcją jednorodną rzędu pierwszego zmiennych K i L (por. paragraf 6.2 pkt. c), tzw. równanie różniczkowe Eulera przyjmuje postać:

$$Y=K\frac{\partial Y}{\partial K}+L\frac{\partial Y}{\partial L}. \tag{6.48}$$

Uwzględniając zasadę imputacji (6.47) i korzystając z równania (6.45) łatwo zauważyć, że:

$$\gamma = \frac{\partial \bar{Y}}{\partial \bar{K}} = \beta\chi = \beta \frac{\bar{Y}}{\bar{K}} \tag{6.49}$$

$$\omega = \frac{\partial \bar{Y}}{\partial \bar{L}} = (1-\beta) \frac{\bar{Y}_0}{\bar{L}_0} e^{(\rho-\lambda)t} = (1-\beta) \frac{\bar{Y}}{\bar{L}} . \tag{6.50}$$

Twierdzenie 6.12. Przy założeniu zasady imputacji dochód narodowy rozkłada się na część przypisaną majątkowi produkcyjnemu i część przypisaną zatrudnieniu w stosunku $\beta:(1-\beta)$

$$\gamma \bar{K} = \beta \bar{Y}, \tag{6.51}$$

$$\omega \bar{L} = (1-\beta) \bar{Y}. \tag{6.52}$$

Zależność (6.51) bezpośrednio wynika z (6.49), podobnie jak (6.52) z (6.50).

Według twierdzenia 6.12 z zasady imputacji wynika, że funkcja produkcji, czyli w istocie rzeczy *produkcyjno-techniczne zależności lub jeszcze inaczej — możliwości wzajemnej substytucji pomiędzy majątkiem produkcyjnym i siłą roboczą* decydują o stosunku, w jakim należy rozliczać koszty wytwarzania dochodu narodowego między majątek produkcyjny i siłę roboczą.

6.5. STOPA PROCENTOWA I TEMPO WZROSTU

Do dalszych rozważań wprowadzimy następującą definicję:

Standardowy podział dochodu narodowego to taki podział, przy którym

$$\alpha = \beta . \tag{6.53}$$

Jakie są konsekwencje standardowego podziału dochodu narodowego? W myśl zasady imputacji (6.47) i twierdzenia 6.12:

$$\alpha \bar{Y} = \beta \bar{Y} = \gamma \bar{K}, \tag{6.54}$$

a więc

$$\alpha \bar{Y} = \frac{\partial \bar{Y}}{\partial \bar{K}} \bar{K}, \tag{6.55}$$

czyli część dochodu narodowego traktowana jako rozrachunkowe oprocentowanie równa się rzeczywistej akumulacji. Z dochodu narodowego akumulujemy tyle, ile przypisaliśmy w formie rozrachunkowego oprocentowania majątkowi produkcyjnemu, zgodnie z jego krańcową efektywnością. Z drugiej strony

$$(1-\alpha) \bar{Y} = (1-\beta) \bar{Y} = \omega \bar{L}, \tag{6.56}$$

czyli

$$(1-\alpha) \bar{Y} = \frac{\partial \bar{Y}}{\partial \bar{L}} \bar{L}, \tag{6.57}$$

co znaczy, że część dochodu narodowego traktowana jako rozrachunkowe płace równa się nienagromadzonemu, czyli spożytemu dochodowi narodowemu (rozumiejąc tu wyraz

„spożycie" w szerszym znaczeniu)[20]. Z dochodu narodowego spożywamy tyle, ile przypisaliśmy w formie płac rozrachunkowych zatrudnieniu, zgodnie z krańcową wydajnością pracy.

Zgodnie z wzorami (6.54)–(6.57) podział standardowy oznacza, że dochód narodowy dzieli się na akumulację i spożycie w stosunku[21] $\alpha : (1-\alpha)$.

Powyżej zdefiniowany standardowy podział pokrywa się w warunkach kapitalistycznych z podziałem dochodu według krańcowej wydajności, jeżeli założymy, że właściciele kapitału akumulują cały swój dochód, a robotnicy cały swój dochód konsumują (względnie, że spożycie właścicieli równe jest oszczędnościom robotników).

Pierwsze pytanie, które w związku z tym należy wyjaśnić dotyczy tego, czy istnieją takie wewnętrzne siły, które w warunkach socjalistycznej gospodarki wymuszają taki podział dochodu narodowego.

Zanim odpowiemy na to pytanie należy wyjaśnić dwa pojęcia. Tę część dochodu narodowego, która pozostaje po odjęciu faktycznie wypłaconych płac pracownikom zatrudnionym w produkcji w dalszym ciągu nazwiemy czystym dochodem. Tę część czystego dochodu, która przechodzi przez centralny państwowy budżet, czyli o podziale której bezpośrednio decyduje centralna władza gospodarcza, nazywamy scentralizowanym czystym dochodem[22].

W obecnych warunkach węgierskiej socjalistycznej gospodarki planowej duża (i najważniejsza) część scentralizowanego czystego dochodu przeznaczona jest na akumulację. Jednakże, oprócz tego, z czystego dochodu pokrywa się też znaczny procent społecznego spożycia (dane przytoczone zostały w rozdziale 7). Tę część spożycia przyjęło się z braku lepszego terminu nazywać „pośrednim" lub „zbiorowym". Do niego zalicza się np. większość wydatków związanych z oświatą, służbą zdrowia, urządzeniami socjalnymi i kulturalnymi, opieką społeczną, ubezpieczeniami społecznymi, aparatem państwowym itp., które pokrywane są ze scentralizowanego czystego dochodu.

---

[20] Do problemów związanych ze spożywaną częścią dochodu narodowego jeszcze powrócimy.

[21] Według teorii podziału dochodu Clarka, którą uznał i starał się dalej rozwijać P. H. Douglas — jeden z twórców funkcji Cobb–Douglasa (por. [36]) — realny obraz podziału dochodu w społeczeństwie kapitalistycznym przedstawia się następująco: właściciele kapitału biorą udział w dochodzie narodowym według krańcowej efektywności kapitału, a robotnicy według krańcowej wydajności pracy.

Powyżej zdefiniowany standardowy podział pokrywa się w warunkach kapitalistycznych z podziałem dochodu według krańcowej wydajności, jeżeli założymy, że właściciele kapitału akumulują cały swój dochód, a robotnicy cały swój dochód konsumują (względnie, że spożycie właścicieli równe jest oszczędnościom robotników).

Ani teoretycznie, ani na drodze empiryczno-statystycznej nie można udowodnić, że w kapitalizmie płaca odpowiadałaby krańcowej wydajności pracy, procent zaś — krańcowej efektywności kapitału. Dzisiaj już nie tylko marksiści wyrzekają się tej teorii podziału dochodu. Dla zilustrowania przytaczamy np. pogląd J. R. Hicksa: „... how do we know that the factors do get their marginal products? Are we to take it that the whole theory of monopolistic competition is only valid in the short run?" (por. [55]).

Hicks wypowiada się tak właśnie w związku z artykułem R. M. Solowa [158]. W artykule tym Solow uważa standardowy podział za prawie samo przez się zrozumiały i opierając się na tym, wyciąga daleko idące wnioski z danych statystycznych oraz liczbowych oszacowań parametrów funkcji produkcji.

[22] W związku z tymi definicjami trwa obecnie dyskusja w węgierskiej literaturze ekonomicznej. W tej książce używam zdefiniowanych wyżej terminów zawsze w określonym przez definicję znaczeniu.

Władze gospodarcze bezpośrednio planują i regulują podział scentralizowanego czystego dochodu na akumulację i spożycie zbiorowe i w pewnych granicach – ustalają ten stosunek dowolnie. Oczywiście na decyzję tę wpływają z mniejszą lub większą siłą liczne czynniki gospodarcze i pozagospodarcze, głównie polityczne. Jest jednakże pewne, że na tę decyzję nie ma żadnego bezpośredniego wpływu to, jaka jest w danych warunkach krańcowa efektywność majątku produkcyjnego, czyli ile wynosiłoby racjonalnie wyliczone rozrachunkowe oprocentowanie tego majątku.

Ogólnie biorąc, w związku z zależnością (6.53), możemy stwierdzić, co następuje: Stopa akumulacji α jest *polityczno-gospodarczym parametrem działania*, gdy tymczasem β jest wielkością *o charakterze technicznym*, która ostatecznie związana jest z rolą majątku produkcyjnego w procesie produkcji i stopą substytucji majątku produkcyjnego i siły roboczej. Zrównanie tych dwóch wielkości nie jest konieczne i nie stanowi reguły.

Innym zagadnieniem jest, czy zrównanie to, mimo że nie jest konieczne, nie jest jednak *celowe*? Nie widzimy tutaj dostatecznych argumentów przemawiających za taką tezą (do sprawy tej zresztą powrócimy jeszcze w paragrafie 8.5 z okazji polemiki z odmiennym poglądem).

Tak więc, *standardowego podziału dochodu narodowego nie uważamy ani za konieczną regułę postępowania, ani za normę, którą należy przestrzegać.* Jest to tylko jeden z możliwych wariantów stosunku akumulacji do spożycia, łatwy do zdefiniowania i dlatego pożyteczny jako standard, z którym można porównywać inne, również możliwe podziały dochodu narodowego (podobnie jak z temperaturą zamarzania wody porównuje się temperatury zamarzania innych substancji).

Wskazuje również na to wprowadzone przez nas określenie „standardowy".

Po zdefiniowaniu i ekonomicznej interpretacji standardowego podziału dochodu narodowego możemy wysunąć następujące twierdzenie:

Twierdzenie 6.13. Racjonalna rozrachunkowa stopa procentowa (przy założeniu zasady imputacji) jest równa tempu wzrostu dochodu narodowego i majątku produkcyjnego, jeżeli realizuje się standardowy podział dochodu narodowego. Racjonalna rozrachunkowa stopa procentowa jest mniejsza, jeżeli stopa akumulacji jest wyższa od stopy wynikającej ze standardowego podziału (i odwrotnie)[23].

$$\begin{aligned} &\gamma<\rho, \quad \text{jeżeli} \quad \alpha>\beta, \\ &\gamma=\rho, \quad \text{jeżeli} \quad \alpha=\beta, \\ &\gamma>\rho, \quad \text{jeżeli} \quad \alpha<\beta. \end{aligned} \tag{6.58}$$

Słuszność tego twierdzenia może być sprawdzona na podstawie wzorów (6.36) i (6.49).

Tak więc, nie jest konieczne, aby racjonalna rozrachunkowa stopa procentowa pokrywała się z tempem wzrostu dochodu narodowego i majątku produkcyjnego. Można taką stopę zastosować jedynie *hipotetycznie* wiedząc, że tylko wtedy będzie ona racjonalna, gdyby okazało się prawdą, że $\alpha=\beta$, czyli że w rzeczywistości standardowy podział dochodu narodowego realizuje się.

---

[23] Do podobnych twierdzeń dochodzi w swym artykule E. Malinvaud [109] (s. 226–227), stosując inną terminologię i model wzrostu typu Neumanna.

6.6. USUNIĘCIE JEDNEGO WARUNKU OGRANICZAJĄCEGO

Załóżmy, że zamiast (6.1) mamy do czynienia z następującą, ogólniejszą funkcją produkcji:

$$Y(t)=A_0 e^{\mu t}K(t)^{\beta}L(t)^{\eta}. \tag{6.59}$$

Jeśli $\beta+\eta=1$, to nowa funkcja sprowadza się do funkcji dotychczas rozpatrywanej. Jednakże jaka jest sytuacja, gdy suma wykładników nie równa się 1? Zbadajmy to zagadnienie z ekonomicznego punktu widzenia.

Funkcję (6.59) zapiszemy w następującej prostszej postaci: $Y=F(K, L)$ dla danego momentu czasu t. Jeżeli teraz zwiększymy w tym samym stopniu m zarówno K, jak i L, zwiększony dochód narodowy wyrazi się wzorem:

$$F(mK, mL)=m^{\beta+\eta}F(K, L). \tag{6.60}$$

Jeżeli suma wykładników jest większa od 1, dochód narodowy rośnie w większym stopniu, niż rosną majątek produkcyjny i zatrudnienie; jeżeli suma wykładników jest mniejsza od 1, rośnie on w mniejszym stopniu. W pierwszym przypadku mamy do czynienia ze zjawiskiem „rosnących przychodów" (increasing returns to scale), w drugim przypadku ze zjawiskiem „malejących przychodów" (diminishing returns to scale).

W rozdziale 4 szczegółowo omówiono, jak kształtują się te zjawiska w odniesieniu do jednej działalności, głównie w odniesieniu do jednego zakładu. Tu jednak nie chodzi o jeden zakład, lecz o całą gospodarkę narodową. Oczywiście, również w skali gospodarki narodowej możemy mówić o zwiększonej koncentracji produkcji i tym samym o pojawieniu się korzyści produkcji na wielką skalę na szczeblu makroekonomicznym. Jednakże to zostało już uchwycone (przynajmniej częściowo) poprzez wzrost w czasie czynnika organizacyjno-technicznego $A_0e^{\mu t}$. Częściowo też owe korzyści mogą być hamowane przez inne czynniki, np. przez ograniczenia ze strony czynników naturalnych nie wzrastających równolegle z $\bar{K}$ i $\bar{L}$.

Nasze ogólne rozważania nie mogą przeważyć szali ani na korzyść wzrastających, ani na korzyść malejących przychodów. Na statystycznych obserwacjach w ramach jednego kraju praktycznie nie można się opierać, ponieważ czas nie zatrzymuje się i t nigdy nie jest stałe.

Podobnie nie przybliżymy się do odpowiedzi na postawione pytanie porównując różne kraje, ponieważ różnią się one nie tylko pod względem wielkości $\bar{K}$ i $\bar{L}$ (nie mówiąc już nawet o trudnościach związanych z międzynarodowym porównywaniem wielkości majątku produkcyjnego), lecz również pod względem społecznym, geograficznym, bogactw naturalnych, przemian historycznych itp.

Na skutek trudności w poznaniu rzeczywistej sytuacji nie można przytoczyć dostatecznego uzasadnienia dla założenia rosnących lub malejących przychodów w skali gospodarki narodowej. Jako realną hipotezę roboczą — jako „złoty środek" — można uważać założenie stałych przychodów.

W każdym razie warto w skrócie rozpatrzyć, jakim modyfikacjom uległyby niektóre nasze twierdzenia, gdyby suma wykładników $\beta+\eta$ nie była równa jedności. Założymy w tym celu, że $\beta+\eta>1$ (w odwrotnym przypadku wnioski oczywiście odpowiednio się zmieniają).

Twierdzenie 6.3 mówiło o tym, że spośród parametrów działania α i μ (stopa akumulacji i wykładnik postępu organizacyjno-technicznego) tylko jeden może być dobrany w sposób

dowolny. Jest to nadal słuszne, ale zależność pomiędzy tymi dwoma wielkościami (por. 6.32) wyraziłaby się następującym wzorem:

$$\alpha=\frac{\bar{K}_0}{\bar{Y}_0}\frac{\eta\lambda+\mu}{1-\beta}=\frac{\eta\lambda+\mu}{\chi(1-\beta)}. \tag{6.61}$$

W myśl tego wzoru można pogodzić wybór wyższego stopnia akumulacji α z mniejszym μ – o ile $\beta+\eta>1$, czyli o ile mają miejsce wzrastające przychody.

Twierdzenia (6.10) i (6.11) określały wielkości racjonalnej stopy procentowej i stawek płac, przy założeniu zasady imputacji. Obecnie zamiast związanych z tym wzorów (6.49) i (6.50) otrzymaliśmy wzory następujące:

$$\gamma=\frac{\beta\chi}{\beta+\eta}, \tag{6.62}$$

$$\omega(t)=\frac{\eta}{\beta+\eta}\frac{\bar{Y}_0}{\bar{L}_0}e^{(\rho-\lambda)t}. \tag{6.63}$$

Tak więc racjonalna stopa procentowa byłaby znowu stała w czasie, lecz mniejsza od $\beta\chi$. Rozrachunkowa stawka płac nadal wzrastałaby w czasie w tempie $\rho-\lambda$.

Wynika z tego w sposób oczywisty, że zmieniłoby się też twierdzenie (6.12): przy założeniu zasady imputacji dochód narodowy nie byłby przypisywany majątkowi produkcyjnemu i zatrudnieniu w stosunku $\beta(1-\beta)$, lecz w stosunku β/η.

Powyższe wywody nie zmieniają w sposób zasadniczy tych *praktycznych* wniosków, które można wysnuć z teoretycznych rozważań w celu stworzenia rozrachunkowych ocen w perspektywicznym programowaniu i które zostaną podsumowane w rozdziale 8. Z tych to powodów nie wydaje się potrzebne rezygnowanie z pierwotnego założenia (niezwykle ułatwiającego obliczenia), że funkcja produkcji jest jednorodną funkcją pierwszego rzędu.

7

STATYSTYCZNE BADANIA MAKROEKONOMICZNYCH PROCESÓW WZROSTU

Współautor: PÉTER WELLISCH

7.1. CEL BADAŃ

Cel naszych badań statystycznych jest podwójny. Spróbujemy po pierwsze zweryfikować poszczególne założenia teoretycznego modelu opisanego w rozdziale 6 (te założenia, które w ogóle mogą być zweryfikowane i nie stanowią tylko hipotez potrzebnych do teoretycznych rozważań). Weryfikować będziemy albo same założenia, albo twierdzenia podane w rozdziale 6. Jeśli bowiem niektóre twierdzenia zostaną potwierdzone statystycznie, to tym samym słuszne prawdopodobnie okażą się też wyjściowe założenia, przyjęte w dowodach tych twierdzeń.

Drugim celem badań była próba liczbowego wyznaczenia parametrów funkcji produkcji opisanej w rozdziale 6. Zobaczymy, że próba ta nie doprowadziła do jednoznacznych pozytywnych wyników; jednakże ujemne wyniki również są przydatne do wysnucia pewnych wniosków.

Badaliśmy wyłącznie dane pochodzące z okresu po 1949 r. Byłoby niemożliwe porównanie danych z przed roku 1949 z danymi pochodzącymi z okresu po roku 1949, ponieważ w tym czasie zaszły bardzo głębokie zmiany w strukturze społeczno-gospodarczej, którym towarzyszyły również głębokie zmiany w systemie cen [1]. Ponadto okres lat 1945–1949 nie jest dogodny do badania procesów „normalnego" wzrostu gospodarczego, z powodu niezwykłej sytuacji powstałej w wyniku wielkiej inflacji, jak też w związku z usuwaniem szkód wojennych.

Analizując dane za okres lat 1949–1962 pominęliśmy w obliczeniach dane za rok 1956 (przy wyznaczaniu średnich i równań regresji), ze względu na nienormalny spadek produkcji w tym roku.

Większość naszych danych została oparta na informacjach Centralnego Urzędu Statystycznego, zaś w mniejszej części na informacjach Krajowego Urzędu Planowania [2].

[1] K. Kádas [65] próbował wyznaczyć parametry liczbowe funkcji produkcji typu Cobb–Douglasa na podstawie danych o węgierskim przemyśle z okresu sprzed roku 1945.

[2] W tym miejscu chciałbym wyrazić podziękowanie A. Nyilasowi i M. Somogyiemu (Centralny Urząd Statystyczny) oraz dr J. Ráczowi (Krajowy Urząd Planowania) za ich cenną pomoc.

7.2. WZROST DOCHODU NARODOWEGO, MAJĄTKU PRODUKCYJNEGO I ZATRUDNIENIA

Badamy następujące dane:

Dochód narodowy całej gospodarki $Y^{(E)}$. Zgodnie z praktyką statystyczną krajów socjalistycznych obejmuje on działalność gałęzi produkcji materialnej (przemysł, budownictwo, rolnictwo) oraz niektórych gałęzi usługowych (komunikacja, handel wewnętrzny i zagraniczny). W odróżnieniu od praktyki statystycznej większości krajów kapitalistycznych nie obejmuje on usług nieprodukcyjnych (np. większości usług służby zdrowia i instytucji kulturalnych, działalności aparatu państwowego itp.)[3]

Udział przemysłu w dochodzie narodowym $Y^{(I)}$. Określony on został analogicznie jak dochód narodowy całej gospodarki.

Majątek produkcyjny netto gospodarki narodowej, $K_n^{(E)}$.

Obejmuje on:

1) produkcyjne środki trwałe gospodarki narodowej: wartość maszyn, urządzeń i budynków uczestniczących w tworzeniu wyżej zdefiniowanego dochodu narodowego. Bierzemy pod uwagę tutaj wartość netto, a więc od pierwotnej wartości środków trwałych odliczamy amortyzację, lecz doliczamy wartość dokonanych kapitalnych remontów, czyli tzw. „odnowę".

Wartość środków trwałych nie obejmuje wartości gruntów i zasobów naturalnych. Uwzględnia się więc tylko te rodzaje środków trwałych, które mogą być reprodukowane,

2) produkcyjne środki obrotowe gospodarki narodowej. Do nich należą:

2.1. zapasy surowców, półproduktów i produktów,

2.2. produkcja w toku,

2.3. inwestycje niezakończone.

Majątek produkcyjny netto przemysłu $K_n^{(I)}$. Określono go analogicznie, jak majątek produkcyjny netto gospodarki narodowej.

Majątek produkcyjny brutto przemysłu, $K_b^{(I)}$. Różni się on od majątku produkcyjnego netto tym, że środki trwałe wycenia się według wartości brutto, czyli według ich pierwotnej wartości, *nie* obniżanej o wielkość amortyzacji.

Dla całości gospodarki narodowej tej ostatniej wielkości nie dało się obliczyć.

Zatrudnienie produkcyjne w gospodarce narodowej, $L^{(E)}$. Obejmuje ono wszystkich zatrudnionych we wszystkich gałęziach biorących udział w tworzeniu dochodu narodowego $Y^{(E)}$.

Zatrudnienie w przemyśle, $L^{(I)}$. Obejmuje ono całe zatrudnienie w przemyśle.

Dane mające charakter pieniężny, a więc dane dotyczące dochodu narodowego i majątku produkcyjnego wyliczono w cenach porównywalnych (w praktyce wg cen na dzień 1 stycznia 1959 r.). Dane za wcześniejsze okresy stały się porównywalne dzięki zastosowaniu odpowiednich wskaźników cen. Takie postępowanie, jak wiadomo, nigdy nie jest bezwzględnie dokładne, jednakże uważamy, że nie wywiera to istotnego wpływu na podstawowe wyniki.

Dane dotyczące dochodu narodowego obejmują dochód narodowy całego roku.

---

[3] Górny wskaźnik (E) oznaczać będzie dalej dane dotyczące gospodarki narodowej, a górny wskaźnik (I) — dane dotyczące przemysłu.

Tablica 7.1

Szeregi czasowe dochodu narodowego, majątku produkcyjnego i zatrudnienia

Wielkość	Symbol	Jednostka miary	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
Dochód narodowy całej gospodarki	$Y^{(E)}$	mld f.	74,7	87,4	85,7	97,0	93,0	101,3	90,4	111,4	118,4	126,5	139,3	147,4	155,2
Majątek produkcyjny netto gospodarki narodowej	$K_n^{(E)}$	,,	.	178,1	197,0	215,6	237,1	253,4	272,5	276,4	298,6	336,0	353,7	376,9	402,5
Zatrudnienie w gospodarce narodowej	$L^{(E)}$	osób	.	3506,5	3633,9	3621,9	3712,0	3777,3	3852,6	3862,6	3940,0	3984,1	3994,2	3920,5	3878,0
Udział przemysłu w dochodzie narodowym	$Y^{(I)}$	mld f.	33,0	38,8	45,9	51,1	49,7	55,4	47,0	57,0	64,1	69,3	80,2	88,5	95,6
Majątek produkcyjny netto przemysłu	$K_n^{(I)}$	,,	47,4	51,9	58,8	69,0	79,8	87,0	95,1	98,1	106,7	118,8	126,4	136,8	147,6
Majątek produkcyjny brutto przemysłu	$K_b^{(I)}$	,,	72,3	79,1	89,7	99,3	110,4	119,6	129,3	139,6	147,0	158,4	170,2	185,3	201,1
Zatrudnienie	$L^{(I)}$	tys. osób	789,3	808,3	896,3	939,1	1069,9	1111,1	1124,4	1099,6	1184,0	1224,0	1291,5	1330,0	1360,4
Stosunek majątku produkcyjnego netto do majątku produkcyjnego brutto w przemyśle	$K_n^{(I)}/K_b^{(I)}$	%	65,6	65,6	65,6	69,5	72,3	72,7	73,5	70,3	72,6	75,0	74,3	73,8	73,4

Źródła:

$Y^{(E)}$, $Y^{(I)}$ 1950–1961 [187]
1962 bezpośrednia informacja Krajowego Urzędu Statystycznego

$K_n^{(E)}$, $K_n^{(I)}$ Dane dotyczące środków trwałych:
1950 szacunek na podstawie danych dotyczących majątku brutto
1951–1957 [183]
1958 bezpośrednia informacja Krajowego Urzędu Statystycznego
1959–1962 [189]
Dane dotyczące środków obrotowych: bezpośrednia informacja Krajowego Urzędu Statystycznego
Dla uzyskania porównywalności wcześniejsze dane mnożyliśmy przez wskaźniki cen; wskaźniki udostępnił Krajowy Urząd Statystyczny

$K_{(b)}^{(I)}$ Dane dotyczące środków trwałych:
1950–1958 dane z pracy J. Rácza [142]
1959–1962 [189]

$L^{(E)}$, $L^{(I)}$ Dane dotyczące środków obrotowych zgodne są z danymi zastosowanymi przy obliczeniu $K_n^{(I)}$
bezpośrednia informacja Krajowego Urzędu Statystycznego

Tablica 7.2

Szeregi czasowe ważniejszych relacji charakteryzujących produkcję

Relacja	Symbol	Jednostka miary	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
Wydajność pracy w gospodarce narodowej	$y^{(E)}$	1000 f./ /osobę	.	24,9	23,6	26,8	25,1	26,8	23,5	28,8	30,1	31,8	34,9	37,6	40,0
Techniczne wyposażenie pracy w środki produkcyjne netto w gospodarce narodowej	$k_n^{(E)}$	„	.	50,8	54,2	59,5	63,9	67,1	70,7	71,6	75,8	84,3	88,6	96,1	103,8
Efektywność majątku produkcyjnego w gospodarce narodowej	$\chi(E)$	%	.	49	44	45	39	40	33	40	40	38	39	39	39
Wydajność pracy w przemyśle	$y^{(I)}$	1000 f./ /osobę	41,8	48,0	51,2	54,4	46,5	49,9	42,3	51,8	54,1	56,6	62,1	66,5	70,3
Techniczne wyposażenie pracy w środki produkcji netto w przemyśle	$k_n^{(I)}$	„	60,0	64,2	65,6	73,5	74,6	78,3	85,6	89,2	90,1	97,1	97,9	102,9	108,5
Techniczne wyposażenie pracy w środki produkcji brutto w przemyśle	$k_b^{(I)}$	„	91,6	97,8	100,1	105,7	103,2	107,6	116,4	127,0	124,2	129,4	131,8	139,3	147,8
Efektywność majątku produkcyjnego netto w przemyśle	$\chi n^{(I)}$	%	70	75	78	74	62	64	49	58	60	58	63	65	65
Efektywność majątku produkcyjnego brutto w przemyśle	$\chi b^{(I)}$	%	45	49	51	51	45	46	36	41	44	44	47	48	48

W przeciwieństwie do tego dane dotyczące majątku produkcyjnego i zatrudnienia opisują zawsze stan na początek roku, w dniu 1 stycznia.

Odpowiednie dane zestawione zostały w tablicy 7.1.

Problematyczne jest, czy z punktu widzenia naszego teoretycznego modelu należy uwzględniać w obliczeniach środki trwałe netto czy brutto. Dużo się pisze w literaturze o ujemnych aspektach zarówno jednego, jak i drugiego ujęcia. Dlatego i na jednych i na drugich danych można się oprzeć tylko z odpowiednimi zastrzeżeniami.

Ostatnio, po przewartościowaniu środków trwałych w 1954 r., oba szeregi danych okazały się dosyć zgodne. Z ostatniego wiersza tablicy 7.1. wynika, że od 9 lat stosunek majątku produkcyjnego netto do majątku produkcyjnego brutto waha się wokół 72–73%. Fakt ten pomniejsza znaczenie problemów związanych z wyborem jednego lub drugiego szeregu.

7.3. WAŻNIEJSZE RELACJE CHARAKTERYZUJĄCE PRODUKCJĘ

Dane charakteryzujące szeregi czasowe wydajności pracy, technicznego wyposażenia pracy i efektywności majątku produkcyjnego podaje tablica 7.2. Pewnego komentarza wymagają zawarte w tablicy dane dotyczące efektywności majątku produkcyjnego.

1. Obliczając tę relację zestawia się dane odnoszące się do całego *okresu* (roczny dochód narodowy) z danymi odnoszącymi się do jednego *momentu czasu* (majątek produkcyjny na początku roku). Istniejący na początku roku majątek produkcyjny zawiera takie elementy, które w rzeczywistości nie będą brały udziału w tworzeniu dochodu narodowego w czasie całego rozpoczynającego się roku; elementem takim jest np. ta część niezakończonych inwestycji, których eksploatacja rozpocznie się dopiero później, w ciągu roku, lub których uruchomienie nastąpi dopiero w roku następnym. Z drugiej strony majątek produkcyjny zostanie powiększony w ciągu roku o takie środki produkcji, które w tym roku wejdą do eksploatacji.

Tablica 7.3

Inwestycje niezakończone

Lp	Wielkość	Jednostka miary	1958	1959	1960	1964
1	Majątek produkcyjny netto gospodarki narodowej	mld f.	298,6	336,0	353,7	376,9
2	Inwestycje niezakończone w gospodarce narodowej	„	18,4	21,3	24,1	25,5
3	Stosunek inwestycji niezakończonych w gospodarce narodowej (2 : 1)	%	6,2	5,9	6,8	6,8
4	Majątek produkcyjny netto w przemyśle	mld f.	106,7	118,8	126,4	136,8
5	Inwestycje niezakończone w przemyśle	„	10,9	13,7	14,7	16,1
6	Stosunek inwestycji niezakończonych w przemyśle (5 : 4)	%	10,2	11,3	11,6	11,8

W związku z tym należy zbadać stosunek niezakończonych jeszcze inwestycji do całego majątku produkcyjnego. Odpowiednie dane zawarte są w tablicy 7.3.

Jak widać, pozycja niezakończonych inwestycji nie jest zbyt duża i jej udział w całym majątku produkcyjnym nie podlega wielkim wahaniom. Dlatego wliczenie do majątku inwestycji niezakończonych nie wywiera istotnego wpływu na nasze wnioski.

2. Na efektywność majątku produkcyjnego w czasie mogą wpływać zmiany struktury produktu narodowego. W związku z tym J. Rácz przeprowadził kontrolne obliczenia dla przemysłu. Wyznaczył on relację $\chi b^{(I)}$ dwoma sposobami: a) obliczając dane za poszczególne lata przy rzeczywistej strukturze produkcji, i b) biorąc za podstawę niezmienioną strukturę produkcji z 1960 r.[4] Szereg czasowy stosunku liczbowych wartości χ otrzymanych metodami a) i b) zawiera tablica 7.4.

Tablica 7.4

Wpływ zmian w strukturze produktu narodowego na efektywność majątku produkcyjnego

Rok	Rzeczywista efektywność majątku produkcyjnego w przemyśle w stosunku do hipotetycznej efektywności (przy niezmienionej strukturze produktu narodowego) w procentach
1950	100,4
1951	99,3
1952	97,6
1953	96,3
1954	98,1
1955	98,1
1956	99,1
1957	97,8
1958	100,0
1959	101,2
1960	100,0

Źródło: praca J. Rácza [142].

Z tablicy wynika, że oba te szeregi czasowe wykazują bardzo małe wahania w czasie. Tak więc praktycznie zmiany struktury produktu narodowego można było pominąć.

Podobnych danych odnoszących się do całości gospodarki narodowej nie ma. Tutaj prawdopodobnie silniejszy jest wpływ wywierany przez zmiany organizacyjne od zmian w strukturze produkcji.

3. W rozdziale 6, przy komentowaniu twierdzenia 6.1 zauważyliśmy, że zakładamy „normalne" wykorzystanie środków trwałych. Tu również powołujemy się na obliczenia przeprowadzone przez J. Rácza[5]. W badaniach swych wyszedł on od danych statystycznych, określających ilość stanowisk pracy, które można jednocześnie obsadzić. Mnożąc

[4] Rácz [142] wyznaczył wartości χ wg grup przemysłu, a następnie obliczył ich średnią ważoną. Jako wagi zostały zastosowane nie rzeczywiste udziały poszczególnych grup w produkcie narodowym, które zmieniały się z roku na rok, lecz ich udziały z roku 1960.

[5] Por. [142].

tę liczbę przez możliwą ilość godzin eksploatacji w ciągu roku, otrzymał „roczny fundusz czasu". Liczby te porównał z liczbą godzin rzeczywiście przepracowanych w przemyśle przez pracowników fizycznych. Iloraz tych dwóch liczb można uważać za wskaźnik stopnia wykorzystania środków trwałych (por. tablica 7.5).

Tablica 7.5

Stopień wykorzystania środków trwałych w przemyśle

Rok	%
1950	29,0
1951	32,9
1952	35,4
1953	35,4
1954	34,2
1955	33,7
1956	31,2
1957	32,2
1958	33,2
1959	34,6
1960	35,3

Źródło: praca J. Rácza [142].

Z wyjątkiem początkowego roku 1950, stopień wykorzystania jest dosyć ustabilizowany i waha się w granicach 32–35%, bez specjalnej tendencji do spadku lub wzrostu. (Osiągalne w praktyce maksimum wynosi około 50–60%). Tak więc w stosunku dochodu narodowego do majątku produkcyjnego odzwierciedla się efektywność majątku produkcyjnego przy *średnim* stopniu wykorzystania.

7.4. SZEREGI CZASOWE ODNOSZĄCE SIĘ DO PODZIAŁU DOCHODU NARODOWEGO

Podajemy następujące dane:

Stopa akumulacji w gospodarce narodowej $\alpha_n^{(E)}$.

Wielkość tę obliczyliśmy w sposób następujący:

$$\alpha_n^{(E)} = \frac{K_n^{(E)}(t+1) - K_n^{(E)}(t)}{Y^{(E)}(t)} . \tag{7.1}$$

Zakładaliśmy więc, że bieżącą akumulację (przyrost majątku produkcyjnego) wydziela się z bieżącego dochodu narodowego. Jest to uzasadnione założenie, ponieważ – jak to już widzieliśmy – nie oddane jeszcze do eksploatacji inwestycje uważamy również za część majątku produkcyjnego. W tym znaczeniu bieżący wzrost majątku produkcyjnego rzeczywiście obciąża bieżący dochód narodowy.

Stopa akumulacji w przemyśle netto $\alpha_n^{(I)}$ i brutto $\alpha_b^{(I)}$ została ustalona analogicznie jak $\alpha_n^{(E)}$. Znając stopę akumulacji w poszczególnych latach obliczyliśmy dwie przeciętne.

Oznaczmy przez T liczbę lat badanego okresu. Jedna przeciętna to średnia arytmetyczna stóp akumulacji w poszczególnych latach:

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{t=1}^{T} \alpha(t)}{T} . \tag{7.2}$$

Druga przeciętna to stosunek łącznego przyrostu majątku produkcyjnego w ciągu całego okresu do całkowitego dochodu narodowego wytworzonego w tym okresie

$$\tilde{\alpha} = \frac{K(T) - K(1)}{\sum_{t=1}^{T-1} Y(t)} . \tag{7.3}$$

Wskaźnik realnej płacy robotników i urzędników. Grupa „robotników i urzędników" pod jednym względem jest węższa, pod innym zaś szersza od kategorii $L^{(E)}$ naszego modelu teoretycznego. Szereg czasowy $L^{(E)}$ podany został w tablicy 7.1. Do robotników i urzędników *nie* zalicza się chłopów gospodarujących indywidualnie, prywatnych rzemieślników i prywatnych kupców. Z drugiej strony grupa ta obejmuje robotników i urzędników zatrudnionych poza produkcją. Jednakże są to jedyne dane statystyczne zbierane w sposób ciągły, które możemy wykorzystać przynajmniej jako przybliżenie.

Odpowiednie dane zestawione są w tablicy 7.6.

Tablica 7.6

Szeregi czasowe stopy akumulacji i wskaźnika płac realnych (w procentach)

Rok	Stopa akumulacji (przyrost majątku produkcyjnego netto) w gospodarce narodowej, $\alpha_n^{(E)}$	Stopa akumulacji (przyrost majątku produkcyjnego netto) w przemyśle $\alpha_n^{(I)}$	Stopa akumulacji (przyrost majątku produkcyjnego brutto) w przemyśle $\alpha_b^{(I)}$	Wskaźnik płac realnych (1949 = 100)
1950	.	.	.	101,3
1951	.	.	21	89,7
1952	22	18	27	82,3
1953	22	22	21	87,0
1954	22	21	22	102,3
1955	18	14	19	106,0
1956	19	15	18	118,3
1957	4	6	22	139,7
1958	20	15	13	145,4
1959	32	19	18	153,1
1960	14	11	17	156,0
1961	17	13	19	156,3
1962	17	12	18	.
Średnia (arytmetyczna) stóp akumulacji ($\bar{\alpha}$)	18,5	16,0	18,1	—
Łączna stopa akumulacji w całym okresie czasu ($\tilde{\alpha}$)	17,5	16,7	18,7	—

Źródła: dla danych w kolumnie 2 i 3 — tablica 7.1, dla danych w kolumnie 4 — Rocznik Statystyczny 1961, [187].

Dodatkowych wyjaśnień wymagają tu tylko dane odnoszące się do stopy akumulacji. Z tablicy wynika, że w okresie minionych dziesięciu-piętnastu lat gospodarczego rozwoju Węgier, wielkość α w poszczególnych latach podlegała pewnym wahaniom. Wahania te odzwierciedlają kilkakrotne radykalne zmiany, które zaszły w polityce gospodarczej w latach 1950–1960.

Fakt ten jednak nie stwarza potrzeby modyfikacji naszego *teoretycznego* modelu. Względna stabilizacja stopy akumulacji może być realnie zapewniona. Jest to nawet pożądane, ponieważ radykalna zmiana stopy akumulacji – zarówno jej obniżenie, jak i wzrost – związana jest z najróżnorodniejszymi wstrząsami i stratami.

Tablica 7.7

Stopa akumulacji w krajach kapitalistycznych

Kraj	Okres	Stopa akumulacji (%)
Australia	1921–1922, 1937–1938	8,8
Niemcy	1981–1913	18,0
Wielka Brytania	1891–1913	11,1
Węgry	1925–1926, 1936–1937	4,8
Szwecja	1913–1930	11,2
USA	1884–1924	13,3
	1919–1929	10,8
	1929–1942	6,3

Źródło: E. D. Domar [34], s. 68.

Druga uwaga odnosi się do tego, że stopa akumulacji jest dość wysoka w porównaniu np. ze stopą akumulacji w różnych krajach kapitalistycznych. W związku z tym odsyłamy Czytelnika do danych przytoczonych w książce E. D. Domara [6].

Porównanie to nasuwa przypuszczenie (którego nie można jednak udowodnić), że faktyczna stopa akumulacji na Węgrzech nie jest niższa, a nawet jest wyższa od tej, jaka byłaby w przypadku standardowego podziału dochodu narodowego [7].

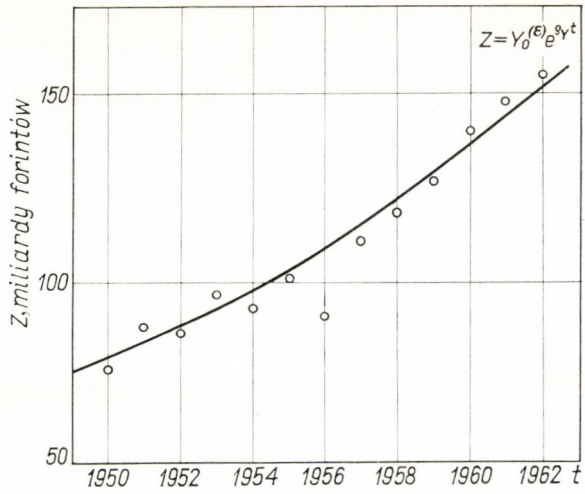
7.5. OSZACOWANIE FUNKCJI PRODUKCJI

Na podstawie danych przytoczonych w paragrafach 7.2–7.4 wyznaczyliśmy równanie regresji najważniejszych zmiennych z punktu widzenia analizy teoretycznej. Zgodnie z założeniem naszego modelu teoretycznego staraliśmy się oszacować funkcje wykładnicze o ogólnej postaci

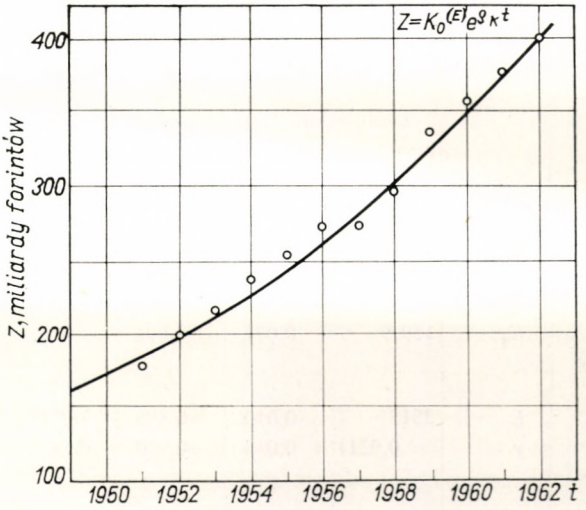
$$Z(t)=B_0 e^{At}, \tag{7.4}$$

[6] Por. E. D. Domar [34], s. 68. Domar podaje również źródła, skąd czerpał te dane.

[7] Wynika stąd, w myśl twierdzenia 6.13, że racjonalna stopa procentowa jest mniejsza od tempa wzrostu.



Rys. 7.1



Rys. 7.2

lub po zlogarytmowaniu:

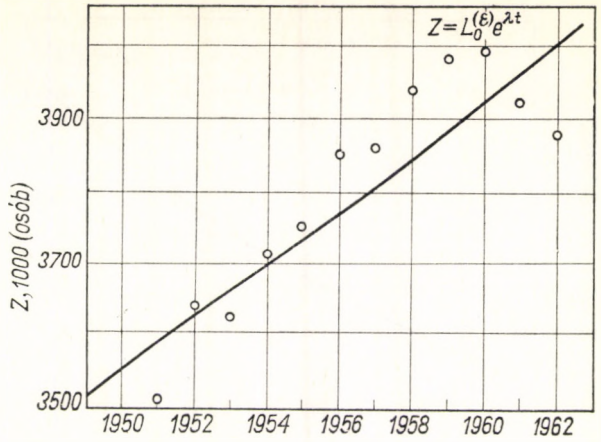
$$\log Z(t) = \log B_0 + At. \tag{7.5}$$

Przeprowadzaliśmy szacunki linii regresji (7.5), tj. linie regresji logarytmów odpowiednich zmiennych względem czasu.

Dla charakterystyki zgodności linii regresji z rzeczywistymi danymi wyznaczyliśmy współczynnik korelacji pomiędzy logarytmami poszczególnych zmiennych i czasem.

Oszacowane funkcje regresji dla dochodu narodowego, majątku produkcyjnego i zatrudnienia – oraz odpowiednie dane empiryczne – przedstawione zostały na wykresach 7.1–7.3.

Parametry funkcji regresji dochodu narodowego, majątku produkcyjnego i stanu za-



Rys. 7.3

trudnienia — zarówno dla gospodarki narodowej, jak i dla przemysłu — podane zostały w tablicy 7.8. W tablicy tej podano również parametry funkcji regresji głównych relacji (wydajności pracy, wyposażenia technicznego, efektywności majątku produkcyjnego [8]).

Tablica 7.8

Parametry funkcji regresji

Określenie zmiennych	Symbol	Równanie regresji dla gospodarki narodowej			Równanie regresji dla przemysłu		
		Współczynnik	Wykładnik	Współczynnik korelacji	Współczynnik	Wykładnik	Współczynnik korelacji
Dochód narodowy	Y	74,3	0,055	0,895	33,6	0,078	0,980
Majątek produkcyjny netto	K_n	159,9	0,071	0,996		0,093	0,991
Majątek produkcyjny brutto		·	·	·	69,7	0,083	0,996
Zatrudnienie	L	3515	0,010	0,898	785,1	0,045	0,971
Wydajność pracy	y	0,0211	0,045	0,960	0,' 428	0,033	0,891
Techniczne wyposażenie pracy w środki produkcji netto	k_n	0,0455	0,061	0,994	0,455	0,048	0,994
Techniczne wyposażenie w środki produkcji brutto	k_b	·	·	·	0,0888	0,038	0,986
Efektywność majątku produkcyjnego netto	χ_n	0,465	−0,016	−0,793	0,735	−0,015	−0,646
Efektywność majątku produkcyjnego brutto	χ_b	·	·	·	0,482	−0,005	−0,301

Tablica 7.8 w wysokim stopniu potwierdza niektóre zasadnicze założenia naszego teoretycznego modelu: wzrost wszystkich wymienionych zmiennych może być dobrze

[8] W obliczeniach za wyjściowy moment czasu przyjęto rok 1949. Zgodnie z tym, wartości współczynników w tablicy 7.8 w funkcjach regresji pokrywają się z punktami na linii regresji dla roku 1949.

scharakteryzowany przy pomocy funkcji wykładniczych. Współczynnik korelacji względem czasu jest dla wszystkich zmiennych bardzo wysoki [9].

Jednocześnie z tablicy 7.8 wynika również, że węgierskie dane statystyczne za minione lata pod pewnym bardzo istotnym względem odbiegły od naszego modelu: dochód narodowy rósł wolniej niż majątek podukcyjny. W funkcji regresji efektywności majątku produkcyjnego występuje wykładnik ujemny, czyli efektywność malała w czasie. W celu dalszego zbadania tego zagadnienia wyznaczyliśmy i podaliśmy w tablicy 7.9 średnie wartości i względną wariancję efektywności majątku produkcyjnego.

Tablica 7.9

Średnie efektywności majątku produkcyjnego i ich wariancja

	Średnia	Względna wariancja (w % średniej)
Majątek produkcyjny netto w gospodarce narodowej $\chi_n^{(E)}$	41,1	8,3
Majątek produkcyjny netto w przemyśle $\chi_n^{(I)}$	65,6	10,6
Majątek produkcyjny brutto w przemyśle $\chi_b^{(I)}$	46,6	6,4

Pomimo to, uważamy, że nie trzeba modyfikować przyjętego w naszym teoretycznym modelu założenia o stałej efektywności majątku produkcyjnego χ, a to z następujących powodów.

Systematyczny spadek efektywności majątku produkcyjnego jest zjawiskiem ujemnym, które związane jest ze znanymi błędami popełnionymi w polityce gospodarczej [10]. Nie jest ono konieczne i nie może być uważane za zjawisko trwałe.

I tak np. z danych uzyskanych w Związku Radzieckim wynika, że w okresie 1950–1960 dochód narodowy wzrósł w skali rocznej o 10,3%, zaś majątek produkcyjny tylko o 9,4%. [11] Zakładając, że uwzględnienie środków obrotowych, których wielkość nie jest nam znana, nie zmieniłoby zasadniczego obrazu, efektywność majątku produkcyjnego w Związku Radzieckim w tym dziesięcioleciu wzrosła. Nie popełnimy błędu, jeżeli założymy, że w *przyszłości* ujemne zjawisko, jakim jest systematyczny spadek efektywności majątku produkcyjnego, nie będzie miało miejsca i że uda się osiągnąć przynajmniej stałą efektywność. W modelu

[9] Najmniej dokładne jest wykładnicze przybliżenie otrzymane dla zmian w zatrudnieniu; niemniej dokładne byłoby tu przybliżenie liniowe. Dla ułatwienia sobie matematycznego opracowania modelu celowe jest jednak zastosowanie przybliżenia wykładniczego dla wszystkich zmiennych, a więc również dla zatrudnienia.

[10] Operując pojęciami wprowadzonymi do naszego teoretycznego modelu, efektywność majątku produkcyjnego spada, gdy wybieramy tak duży stopień akumulacji α, dla której nie można zapewnić dostatecznie wysokiego wykładnika postępu organizacyjno-technicznego μ, tj. wtedy, gdy μ jest mniejsze niż jest to potrzebne, czyli

$$\mu < \left(\alpha \frac{Y_0}{K_0} - \lambda\right)(1-\beta).$$

[11] Patrz [179].

naszym zresztą stała efektywność w czasie, stałe χ, nie jest *założeniem*, lecz postulatem polityki gospodarczej; ściślej mówiąc, jest ona konsekwencją postulatu dotyczącego *stałego tempa wzrostu dochodu narodowego*, przy pozostałych założeniach naszego modelu. A to już nie stanowi wygórowanego żądania; nie byłoby także absurdalne wymaganie wzrastającej efektywności.

Jak wynika z tablicy 7.8, tempo spadku jest dość małe (w granicach 0,5 – 1,5%). Korelacja względem czasu nie jest bardzo wysoka, a względna wariancja nie jest duża, zwłaszcza w przypadku majątku produkcyjnego brutto w przemyśle [12]. To również świadczy o tym, że założenie niezmiennej efektywności majątku produkcyjnego w czasie nie jest przesadnym uproszczeniem stosunku do rzeczywistości.

Funkcję regresji dla płac realnych oszacowaliśmy trzema sposobami:

1. sposób: oszacowaliśmy równanie regresji na podstawie wszystkich danych dotyczących badanego okresu.

2. sposób: pominęliśmy w obliczeniach regresji dane za te lata, w których — w wyniku błędów polityki gospodarczej, popełnionych na początku lat pięćdziesiątych — obniżyły się realne płace.

3. sposób: ustaliliśmy średnią roczną szybkość wzrostu realnych płac występującą między pierwszym i ostatnim rokiem badanego okresu.

Odpowiednie dane zawiera tablica 7.10.

Tablica 7.10

Równania regresji płac realnych

	Sposób 1	Sposób 2	Sposób 3
Współczynnik równania regresji	83,5	94,1	100,0
Wykładnik równania regresji (tempo wzrostu)	0,045	0,044	0,037
Współczynnik korelacji względem czasu	0,885	0,910	.

Według naszego teoretycznego modelu pożądane jest, by tempo wzrostu rozrachunkowych stawek płac pokrywało się z tempem wzrostu wydajności pracy. Jeśli realizowany będzie standardowy podział dochodu narodowego, stosunek funduszu spożycia społecznego do zatrudnienia, czyli tempo wzrostu funduszu spożycia przypadającego na jednego zatrudnionego pokrywać się będzie z tempem wzrostu wydajności pracy.

Ze względu na omówiony wyżej charakter danych dotyczących realnych płac, nie ma możliwości na bezpośrednie porównanie teoretycznych koncepcji z danymi statystycznymi. Jednakże słuszność naszego modelu w dużym stopniu potwierdza fakt, że tempo wzrostu realnych płac otrzymane sposobem 2 jest bliskie tempu wzrostu wydajności pracy w gospodarce narodowej: (4,4 i 4,5%).

[12] Możliwe jest, że w obliczeniach spadku efektywności majątku produkcyjnego netto odgrywają rolę również pewne błędy oszacowań — na przykład przyjęcie zbyt niskich stawek amortyzacyjnych.

7.6. WYZNACZANIE PARAMETRÓW FUNKCJI PRODUKCJI

Zbadaliśmy, czy — znając przytoczone dotychczas dane makroekonomiczne — można wyznaczyć parametry funkcji produkcji.

Powrócimy w tym celu do postaci (6.5) tej funkcji. Po zlogarytmowaniu obu stron równania funkcja ta może być zapisana w postaci:

$$\log y(t) = \log A_0 + \mu t + \beta \log k(t). \tag{7.6}$$

Na pierwszy rzut oka może się wydawać, że należy dokonać oszacowania parametrów μ i β obliczając funkcję regresji wielorakiej, odpowiadającą równaniu (7.6). Tego jednakże nie da się zrobić, ponieważ — jak to wynika z tablicy 7.7 — k jest z dobrym przybliżeniem wykładniczą funkcją czasu, czyli $\log k$ jest liniową funkcją t. Taka ścisła liniowa zależność (współliniowość) między zmiennymi $\log k$ i t, dwiema zmiennymi „niezależnymi" powoduje, że nie można znaleźć zadawalających oszacowań parametrów funkcji regresji [13].Oznacza to, że w praktyce nie możemy odróżnić wpływu wywieranego przez zmienne k i t na zmienną zależną y. Możemy o tym przekonać się naocznie bez dowodu statystyczno-matematycznego. Mianowicie, równanie (7.6) — ze względu na zmienne $\log y$, t i $\log k$ — jest równaniem płaszczyzny. Celem analizy regresji jest dopasowanie jednej płaszczyzny do punktów odpowiadających trójkom danych $\log y$, t i $\log k$. Ale współliniowość pomiędzy $\log k$ i t oznacza, że punkty odpowiadające rzeczywistym danym znajdują się w zasadzie powyżej jednej prostej na płaszczyźnie $\log k$, t. Jeżeli założymy, że zachodzi równanie (7.6), punkty te muszą leżeć w zasadzie na jednej prostej. W takiej sytuacji zadanie polegałoby

---

[13] O ile nam wiadomo, spośród ekonomistów krajów socjalistycznych pierwszy J. Pajestka zajął się statystycznym wyznaczeniem parametrów funkcji produkcji typu Cobb–Douglasa. Por. [136]. Praca jego jest pod wieloma względami godna uwagi i pobudzająca do dalszych rozważań. Uważamy jednak, że J. Pajestce tylko na pozór udało się uniknąć trudności spowodowanych współliniowością pomiędzy zmiennymi; sam zresztą też wskazał na te trudności.

Metodę zastosowaną przez Pajestkę można — stosując symbole użyte w naszym modelu — scharakteryzować następująco: najpierw zakłada się *a priori*, że $\mu = 0$, czyli wyznacza się funkcję produkcji typu $Y = K^{\beta}L^{1-\beta}$. (przez odpowiednie dobranie jednostki miary można wyeliminować stały mnożnik). Jest to klasyczna postać funkcji produkcji typu Cobb–Douglasa, bez modyfikacji Solowa–Uzawy, tj. bez uwzględnienia zależności od czasu. W ten sposób wyznacza się i ustala wartość β (oczywiście bardzo wysoką). Staje się ona jednak przez to wielkością arbitralną i pozbawioną samodzielnego znaczenia ekonomicznego.

Następnie przeprowadza oszacowanie funkcji regresji:

$$Y = A_0 e^{\vartheta t} K^{\beta} L^{1-\beta} \tag{7.7}$$

Ale ze względu na pierwszy etap badań czynnik $A_0 e^{\vartheta t}$ nie wyraża nic innego jak tylko systematyczne odchylenie dopasowanej funkcji od danych empirycznych w czasie. Jest to więc pewna miara błędu statystycznego dopasowanej funkcji bez jakiegokolwiek samodzielnego znaczenia ekonomicznego, jak na to wskazał W. Sadowski w swoim krytycznym artykule [148]. ϑ w pracy Pajestki i μ w naszej funkcji produkcji (6.1) pod względem matematycznym formalnie odgrywają tę samą rolę. Jednakże pod względem treści i znaczenia ekonomicznego są to zupełnie różne wielkości. Nasz parametr μ wyraża jedną stronę postępu technicznego (którego wielkości liczbowej nie możemy jednak wyznaczyć w sposób jednoznaczny). W przeciwieństwie do tego parametr ϑ w pracy Pajestki wyraża pewien systematyczny błąd statystyczny, przy przyjętej funkcji produkcji o parametrach ustalonych na podstawie pewnych apriorycznych rozważań (Uwaga: J. Pajestka w cytowanej pracy używał symbolu ε zamiast β. Przyp. red.).

na tym, aby znając jedną prostą na jednej płaszczyźnie, wyznaczyć równanie płaszczyzny. Jest jednak jasne, że przez jedną prostą można przeprowadzić nie jedną, lecz nieskończenie wiele płaszczyzn. Tak więc zadanie nie ma jednoznacznego rozwiązania [14].

Możemy powiedzieć, że im dane statystyczne lepiej wyryfikują założenia i twierdzenia naszego modelu (przede wszystkim w odniesieniu do wykładniczego charakteru wzrostu), tym mniej mogą stanowić podstawę do jednoznacznego wyznaczenia parametrów liczbowych modelu lub przynajmniej do oszacowania parametrów funkcji produkcji.

Zamiast jednoczesnego oszacowania parametrów β i μ zmuszeni jesteśmy zadowolić się określeniem zależności między β i μ, na podstawie danych statystycznych. Zgodnie z oszacowaniami funkcji regresji dla y i k

$$\log y = \log \hat{y}_0 + (\hat{\rho}_Y - \hat{\lambda})\, t, \tag{7.8}$$

$$\log k = \log \hat{k}_0 + (\hat{\rho}_K - \hat{\lambda})\, t, \tag{7.9}$$

gdzie:

$\hat{\rho}_Y$ – stopa wzrostu dochodu narodowego,
$\hat{\rho}_K$ – „ „ majątku produkcyjnego,
$\hat{\lambda}$ – „ „ zatrudnienia.

Wszystkie dane oznaczone daszkiem $\hat{}$ stanowią szacunek odnośnego parametru uzyskany na podstawie oszacowania funkcji regresji.

Podstawiając (7.8) i (7.9) do (7.6) otrzymujemy następującą zależność [15]:

$$\hat{\mu} = (\hat{\rho}_Y - \hat{\lambda}) - \beta(\hat{\rho}_K - \hat{\lambda}) = \begin{cases} \text{dla gospodarki narodowej: } 0{,}045 - 0{,}061\,\hat{\beta} \\ \text{dla przemysłu: } 0{,}033 - 0{,}048\,\hat{\beta} \end{cases} \tag{7.10}$$

względnie:

$$\hat{\beta} = \frac{(\hat{\rho}_Y - \hat{\lambda}) - \hat{\mu}}{\hat{\rho}_K - \hat{\lambda}} = \begin{cases} \text{dla gospodarki narodowej: } 0{,}738 - 16{,}393\,\hat{\mu} \\ \text{dla przemysłu: } 0{,}688 - 20{,}833\,\hat{\mu} \end{cases} \tag{7.11}$$

Na podstawie wzorów (7.10) i (7.11) można dla dowolnych wartości $\hat{\mu}$ wyliczyć $\hat{\beta}$ i na odwrót, co pokazano w tablicy 7.11.

Do oszacowania wyników zawartych w tablicy stosujemy hipotezę standardowego podziału dochodu narodowego. Na podstawie rzeczywistych danych z ostatnich lat, oznaczałoby to, że α przyjmie w skali gospodarki narodowej wartość około 0,16 – 0,18. Odpowiadający temu roczny wykładnik postępu techniczno-organizacyjnego wynosiłby około 3,4 – 3,5%.

Wydaje się to realne. W tym miejscu warto byłoby zająć się porównaniem z pewnymi danymi amerykańskimi, ustalonymi przez R. Solowa, na które powołaliśmy się już kilkakrotnie [16]. Solow w zasadzie stosował również hipotezę standardowego podziału [17]. Ba-

---

[14] Na te trudności związane z oszacowaniem funkcji regresji w celu wyznaczenia parametrów funkcji typu Cobb–Douglasa pierwszy wskazał H. Mendershausen [119]. (Por. też książkę J. Tinbergena [165]).

[15] Przy takim wyznaczaniu parametrów μ i β opieramy się wyłącznie na tym założeniu, że funkcja produkcji ma postać (7.6). Innych założeń teoretycznych modelu tutaj nie wykorzystujemy.

[16] Por. [158].

[17] Dokładniej, założył on, że stopa zysku jest równa krańcowej efektywności kapitału. Nie zbadał natomiast, ile wynosi stopa oszczędności z dochodów od własności i z innych pozostałych dochodów.

Tablica 7.11

Parametry funkcji produkcji

β	μ Dla gospodarki narodowej (uwzględniając majątek produkcyjny netto)	μ Dla przemysłu (uwzględniając majątek produkcyjny netto)
0,10	0,039	0,028
0,12	0,038	0,027
0,14	0,036	0,026
0,16	0,035	0,025
0,18	0,034	0,024
0,20	0,033	0,023
0,25	0,030	0,021
0,30	0,027	0,019
0,40	0,021	0,014
0,50	0,014	0,009
0,60	0,008	0,004
0,70	0,002	−0,001
0,75	0,001	

dając tę część gospodarki amerykańskiej, która nie ma charakteru farmerskiego, otrzymał następujące wyniki (symbole stosowane przez nas):

$$\beta \approx 0{,}33$$

$$\mu \approx 1{,}16\%.$$

Jak widać, wartość μ uzyskana na Węgrzech — na podstawie wyżej przedstawionej metody — jest wyższa.

Jeżeli $\mu = 0$, wtedy β dla gospodarki narodowej równa się 0,74, dla przemysłu zaś 0,69.

7.7. O MOŻLIWOŚCI LICZBOWEGO USTALENIA RACJONALNEJ ROZRACHUNKOWEJ STOPY PROCENTOWEJ I STAWEK PŁAC

Reasumując wyniki naszych badań statystycznych dochodzimy do dwóch głównych wniosków:

1. Dane potwierdzają, lub co najmniej nie zaprzeczają założeniom i twierdzeniom modelu opisanego w rozdziale 6 i nie wskazują na potrzebę zmodyfikowania modelu. Możemy więc dalej podtrzymywać nasze *teoretyczne* założenia o racjonalnej stopie procentowej i stawkach płac.

2. Na podstawie badań statystycznych nie możemy bezpośrednio określić *liczbowej wielkości* racjonalnej stopy procentowej i stawek płac. Po przeprowadzonych badaniach doszliśmy do wniosku, że przy pomocy analizy regresji dokonanej na podstawie makroekonomicznych danych *ex post*, nie można wydedukować wielkości racjonalnej stopy

procentowej i stawek płac (zakładając, że wzrost gospodarki narodowej charakteryzuje się pewną prawidłowością [18]).

Tak więc jesteśmy zmuszeni wyprowadzić wielkość stopy procentowej i stawek płac stosowanych w naszych funkcjach kosztów z pewnej, wydającej się rozsądną, hipotezy. Taką hipotezą jest hipoteza standardowego podziału dochodu narodowego, z której wynika równość rozrachunkowej stopy procentowej i tempa wzrostu dochodu narodowego. Z rozważań w paragrafie 7.6 wynika, że hipoteza ta nie jest absurdalna; nie ma żadnych oczywistych faktów lub logicznych motywów, które by jej zaprzeczały.

Jednakże może być ona tylko *tymczasową* hipotezą, którą utrzymujemy dopóty, dopóki nie znajdzie się lepszej podstawy do ustalania racjonalnej stopy procentowej i stawek płac. To — zdaniem naszym — powinno być raczej dokonane na podstawie obliczeń *ex ante*.

Można stosować ulepszane stopniowo metody tradycyjnego planowania, opracowując poszczególne plany perspektywiczne w wielu wariantach, przy różnych kombinacjach stosunku spożycia i akumulacji, zatrudnienia i majątku produkcyjnego. Doprowadziłoby to oczywiście do różnych wielkości dochodu narodowego. Przy odpowiednim doborze kombinacji można by z obliczeń tych wywnioskować, jak kształtuje się krańcowa wydajność pracy i krańcowa efektywność majątku produkcyjnego.

Takie wymaganie obarczyłoby wielkim zadaniem aparat planujący metodami tradycyjnymi. Na razie prawie cała energia zużywana jest na opracowywanie planów perspektywicznych w jednym wariancie.

Bardziej rozwiniętą od tego metodą jest perspektywiczne planowanie gospodarki narodowej przy pomocy programowania liniowego i wykorzystanie uzyskanego w ten sposób systemu ocen rozrachunkowych. W odniesieniu do tej metody L. W. Kantorowicz [19] opracował bardzo istotne propozycje. Praktyczna realizacja tego zadania trwa obecnie na Węgrzech; model i procedura obliczeniowa opisane zostaną w dalszej części tej książki.

Oczywiście i to jest tylko pewne przybliżenie: dokładniejsze ustalenie racjonalnej rozrachunkowej stopy procentowej i stawek płac wymagać będzie tym szerszego uwzględnienia w programowaniu gospodarki narodowej aspektów dynamicznych i zależności nieliniowych.

Z powyższych rozważań wynika nasze stanowisko, iż w warunkach socjalistycznej gospodarki planowej istnieje realna możliwość określenia racjonalnej rozrachunkowej stopy procentowej i stawek płac. Co więcej, właśnie *planowanie* stwarza możliwość uzyskania takich liczb. Na razie jednakże zmuszeni jesteśmy do zadowolenia się rozwiązaniami tymczasowymi.

---

[18] Gy. Simon (Instytut Nauk Ekonomicznych Węgierskiej Akademii Nauk) zakomunikował nam, że zamierza określić na podstawie rzeczywistych danych jakiegoś ubiegłego okresu, jaki byłby optymalny program produkcji i handlu zagranicznego w gospodarce narodowej oraz odpowiadający mu system ocen rozrachunkowych. Obliczenia próbne wykażą, czy taka metoda — „programowanie *ex post*" — odpowiednia jest dla wyznaczenia racjonalnej rozrachunkowej stopy procentowej i stawek płac.

[19] Por. [62].

8

PRZEGLĄD DYSKUSJI NA TEMAT STOPY PROCENTOWEJ

8.1. CHARAKTER PROWADZONYCH POLEMIK

Mało jest takich zagadnień, wokół których ekonomiści prowadzili tyle dyskusji, ile ich toczyło się w związku z problemem stopy procentowej. Od przeszło stu lat setki autorów omawiają to zagadnienie w odniesieniu do gospodarki kapitalistycznej. Również w odniesieniu do rozrachunkowej stopy procentowej stosowanej w socjalistycznej gospodarce planowej miała miejsce szeroka wymiana zdań, w ramach której wyrażano szereg różnych poglądów.

Jedną z przeszkód na drodze do naukowego poznania jest zbytnia *pewność siebie*. W polemikach na temat stopy procentowej często spotkać się można było z poglądami, których autorzy łatwo „rozwiązywali" problem, jednakże bez podania przekonywającego *dowodu*, że ich pogląd rzeczywiście rozwiązuje zagadnienie. W analizie przeprowadzonej w rozdziałach 6 i 7 dążyliśmy do tego, by wyraźnie oddzielić to co rzeczywiście wiemy, od tego, czego nie wiemy i odróżnić twierdzenia, które mogą być dostatecznie uzasadnione, od hipotez, które nie mogą być udowodnione (chociaż mogą być prowizorycznie stosowane). Analiza ta, jakkolwiek nie dała bezpośrednio klucza do określenia racjonalnej rozrachunkowej stopy procentowej, jest jednakże przydatna przynajmniej do tego, aby krytycznie ustosunkować się do tych teorii, które sprawiają wrażenie, jak gdyby dzięki nim klucz taki znaleziono.

Poniższe uwagi są raczej przeglądem aniżeli szczegółową polemiką z poszczególnymi stanowiskami. Mój pozytywny punkt widzenia, wynikający z poprzednich rozważań, zawiera w sobie *implicite* krytykę innych poglądów. Czytelnikowi pozostawiam szczegółowe porównanie moich poglądów z poglądami innych autorów, ze swej strony tylko w niektórych miejscach pokrótce zwrócę na to uwagę.

Głównym moim celem jest przegląd typowych poglądów. Poszczególnych przedstawicieli tych poglądów wymienię jedynie dla ilustracji. Przegląd mój nie ma pretensji do pełności. Omówię zresztą wyłącznie poglądy głoszone w Związku Radzieckim i na Węgrzech [1].

---

[1] Omawiając dyskusję przeprowadzoną w Związku Radzieckim wykorzystałem pracę Gy. Simon, Gy. Kondor [156].

W celu ujednolicenia pojęć w każdym przypadku stosuję własną terminologię i symbolikę stosowane stale w innych miejscach tej książki. Nie używam terminologii i symboli stosowanych przez autorów uczestniczących w dyskusji.

Wygłaszane poglądy mogą być klasyfikowane z różnego punktu widzenia. Pierwszy sposób klasyfikacji bierze za punkt wyjścia pytanie: z jakiej ekonomicznej zależności wyprowadza się teoretycznie rozrachunkową stopę procentową. Z tego punktu widzenia widoczne są dwie główne grupy poglądów:

1) takie, które rozrachunkową stopę procentową wiążą z wytwarzaniem dochodu narodowego (z kategoriami produkcji), i

2) takie, które wiążą je ze zużyciem dochodu narodowego (z kategoriami podziału).

8.2. POGLĄDY NAWIĄZUJĄCE DO WYTWARZANIA DOCHODU NARODOWEGO

1.1. Racjonalna stopa procentowa powinna być równa (średniej) efektywności majątku produkcyjnego $\gamma=\chi$.

Jednym z przedstawicieli tego poglądu był T. Chaczaturow — znany ekonomista radziecki, którego dużą zasługą jest to, że dzięki jego pracom teoretycznym w ogóle zagadnienie stopy procentowej wysunięto w nauce i praktyce krajów socjalistycznych [2].

Z rozdziału 6 wynika, że pogląd ten byłby uzasadniony tylko w takim krańcowym przypadku, gdyby $\beta=1$. Możliwe jest to tylko wtedy, gdy wzrost dochodu narodowego jest ściśle proporcjonalny do wzrostu majątku produkcyjnego, czyli gdy nie ma możliwości substytucji pomiędzy majątkiem produkcyjnym a pracą. W konsekwencji oznacza to, że wzrost dochodu narodowego zależy wyłącznie od inwestycji, niezależnie od zasobów siły roboczej.

Zgodnie z poglądem opisanym w punkcie 1.1, stopę procentową określa *średnia* efektywność majątku produkcyjnego. Istnieje szereg innych poglądów (por. punkty 1.2., 1.3., i 1.4.), w których za punkt wyjścia przyjmuje się efektywność *krańcową*.

1.2. Stopa procentowa powinna być równa efektywności tej inwestycji pokrywanej z puli inwestycyjnej gospodarki narodowej i jeszcze potrzebnej, która jest najmniej efektywna. Według przedstawicieli tego poglądu należy alternatywy inwestycyjne uszeregować według wskaźników efektywności. Trzeba następnie stwierdzić, kiedy — zgodnie z tą kolejnością — wyczerpie się pula inwestycyjna, a wskaźnik efektywności ostatniej inwestycji wyczerpującej pulę powinien być przyjęty jako rozrachunkowa stopa procentowa [3].

Jest to niedokładne i nieco naiwne przybliżenie tej słusznej zasady, według której stopa procentowa powinna być równa krańcowej efektywności majątku produkcyjnego. Pojęcie krańcowej efektywności zakłada realizację zasady *ceteris paribus*, jak to również wynikało z naszego modelu. Wyraża ono, ile wynosi $\partial Y/\partial K$, tj. zmiana dochodu narodowego w tym przypadku, gdy K mało zmienia się, a L nie ulega w ogóle zmianie. Natomiast przy wspomnianym wyżej uszeregowywaniu „ostatnia" alternatywa wymaga nie tylko dodatkowego majątku produkcyjnego, lecz również dodatkowego zatrudnienia.

---

[2] Patrz artykuł T. Chaczaturowa [47].

[3] Pogląd ten reprezentują na Węgrzech m.in. M. Mandel, Z. Szunyogh i J. Varga [111] oraz J. Varga [171].

Poza tym sama koncepcja uszeregowywania jest również nierealna. W rozdziale 5 szczegółowo wyjaśniłem, dlaczego zwykłe uszeregowanie nie wystarcza dla praktycznej realizacji zasady efektywności. W rzeczywistości, potrzeba zapewnienia równowagi powoduje włączenie do planu również alternatyw o efektywności niższej od wymaganej.

1.3. Stopę procentową (obciążającą zarówno istniejące majątek produkcyjny, jak i nowe inwestycje) powinno się określić w oparciu o system ocen rozrachunkowych wynikających z programowania liniowego, przeprowadzonego na szczeblu gospodarki narodowej. Wielkość rozrachunkowej stopy procentowej wyznaczają warunki ograniczające odnoszące się do istniejącego majątku produkcyjnego względnie dostępnego funduszu inwestycyjnego.

Jak już wspomniałem, w Związku Radzieckim pogląd ten reprezentują L. W. Kantorowicz oraz W. W. Nowożyłow[4]. Na Węgrzech podobne poglądy rozwijali Gy. Simon i Gy. Kondor[5].

Pogląd ten zbliżony jest do stanowiska zajętego w niniejszej książce. Wiadomo, że rozrachunkowa ocena danego zasobu, wynikająca z rozwiązania programu liniowego, wyraża krańcowy przychód uzyskiwany w razie wzrostu tego zasobu.

Mimo tej zbieżności istnieje niebagatelna różnica poglądów pomiędzy Kantorowiczem i autorem. Z książki Kantorowicza wynika, jak gdyby zadanie mogło być rozwiązane za pomocą rozrachunkowych ocen uzyskanych przy pomocy programowania liniowego. Ja uważam natomiast, że oceny te stanowią tylko *przybliżenie* (mimo że niezbędne) i w obecnych warunkach możliwie najlepsze przybliżenie[6].

System ocen rozrachunkowych, uzyskany z modelu programowania liniowego, z konieczności nosi na sobie znamiona tego modelu, z którego powstał: uproszczenie wynikające z założenia liniowości[7], niedokładności związanej z agregacją, zależność od wybranej funkcji celu itp. Nie wolno więc przeceniać otrzymanych w ten sposób ocen rozrachunkowych.

Druga różnica w naszych poglądach jest następująca: propozycje Kantorowicza idą w kierunku modyfikacji *aktualnego* systemu cen. Ze swej strony ograniczam się wyłącznie do badania *systemu ocen rozrachunkowych*, który można wykorzystać do celów planowania perspektywicznego. Aktualny system cen powinien spełniać szereg takich stawianych mu praktycznych wymagań, które nie stanowią przedmiotu moich badań.

1.4. Jeden z autorów węgierskich, M. Turánszky wiąże stopę procentową z wpływem majątku produkcyjnego na „wyzwalanie siły roboczej"[8]. Uważam, że jest to pogląd słuszny. W związku z tym należy jednakże ustalić stosunek pomiędzy krańcową efektywnością majątku produkcyjnego i krańcową wydajnością pracy, w tym (najkorzystniejszym) punkcie, w którym dokładnie wyczerpią się zarówno zasoby majątku produkcyjnego, jak i siły roboczej, którymi dysponujemy. (Por. zależności (6.44) i (6.45)).

Widzieliśmy już, że na podstawie znanych węgierskich makroekonomicznych danych statystycznych liczbowe określenie tej wysokości stopy procentowej jest niemożliwe. Turánszky za wszelką cenę dąży do liczbowych wyników i dlatego operuje dowolnymi

[4] Zob. prace L. W. Kantorowicza [62] i W. W. Nowożyłowa [131].

[5] Zob. prace Gy. Simon, Gy. Kondor [155] i [156].

[6] Badania moje idące w tym kierunku, przedstawię w IV części książki.

[7] Zarzucają to również poszczególni krytycy Kantorowicza. Zob. np. A. J. Bojarski [11].

[8] Zob. pracę M. Turánszkyego [169].

założeniami. (Np. wpływ majątku produkcyjnego na wyzwalanie siły roboczej ocenia na podstawie wpływu mechanizacji produkcji roślinnej na zmniejszenie nakładów pracy itp.). Toteż, mimo tego że generalna myśl jest słuszna, liczbowe wartości podane przez Turánszkyego nie są uzasadnione.

1.5. Turánszky we wspomnianej pracy wysuwa jeszcze inną ważną myśl. Zamierza on określić, jaką rolę odgrywają majątek produkcyjny i praca we wzroście dochodu narodowego. Myśl ta jest bezprzecznie pokrewna rozważaniom omówionym w rozdziale 6. Jednakże Turánszky nie może rozwiązać problemu imputacji i stosuje tu również dowolne założenia, podobne do opisanych w punkcie 1.4. Usiłuje on określić bezinwestycyjny „wzrost dochodu narodowego" na podstawie danych statystycznych o wzroście wydajności pracy, o wpływie wywieranym przez racjonalizację i wynalazczość. Jednakże na podstawie tych danych nie można wysunąć żadnych bezpośrednich wniosków w odniesieniu do imputacji. Stąd znów liczbowe wnioski, do jakich dochodzi Turánszky w oparciu o swoją metodę szacunku, są nieuzasadnione[9].

1.6. Rozrachunkowa stopa procentowa powinna być równa tempu wzrostu wydajności pracy: $\gamma=\frac{\dot{y}}{y}$. Pogląd ten w toku dyskusji prowadzonej w Związku Radzieckim reprezentował S. G. Strumilin i P. Mstisławski[10].

Jak wykazano w rozdziale 6, wielkość racjonalnej rozrachunkowej stopy procentowej nie jest niezależna od wydajności pracy. Jednakże zależność ta ma inny charakter.

Nie jest możliwe, by racjonalna stopa procentowa pokrywała się z tempem wzrostu wydajności pracy, tzn. była równa $\rho-\lambda$. Jednak w myśl twierdzenia (6.6)

$$\gamma=\rho-\lambda, \quad \text{tylko wtedy, gdy} \quad (\alpha-\beta)\gamma=\lambda. \tag{8.1}$$

Spełnienie tego warunku jest możliwe, lecz nie jest konieczne[11]. Nie możemy nawet twierdzić, aby taki stosunek był z jakiegoś względu pożądany i celowy. Proponowane określenie wysokości racjonalnej rozrachunkowej stopy procentowej jest więc dowolne.

8.3. POGLĄDY NAWIĄZUJĄCE DO PODZIAŁU DOCHODU NARODOWEGO

Na samym wstępie chcę podkreślić, że poglądy te w większości już z samego założenia są błędne. Racjonalny stosunek rozrachunkowej stopy procentowej i stawek płac należy określić od strony *produkcji*; tam pojawiają się możliwości substytucji i kształtuje się

[9] Zasługą M. Turánszkyego jest to, że był on jednym z inicjatorów rachunku efektywności inwestycji na Węgrzech i stosowania w tym zakresie rozrachunkowej stopy procentowej. Jego praca wywarła znaczny wpływ na przyjęte urzędowe sposoby kalkulacji i na urzędową metodykę obliczania efektywności inwestycji; dlatego też omawiam jego poglądy szczegółowo.

Poglądy opisane w punktach 1.4. i 1.5. zawierają słuszne sugestie. Jednakże liczbowe wnioski opierają się na dowolnych założeniach. Te — zdaniem moim — nie uzasadnione obliczenia wpłynęły również na to, że na Węgrzech przyjęto niezwykle wysoką rozrachunkową stopę procentową, wynoszącą 20%.

[10] Zob. prace S. G. Strumilina [161] i P. Mstisławskiego [124].

[11] Warto rozważyć, że w przypadku standardowego podziału dochodu narodowego, stopa procentowa może tylko wtedy pokrywać się z tempem wzrostu wydajności pracy, gdy $\lambda=0$, czyli gdy zatrudnienie nie wzrasta, co wydaje się założeniem nierealnym.

stosunek krańcowej efektywności majątku produkcyjnego i krańcowej wydajności pracy itp. Podział dochodu narodowego jest w zasadzie od tych zjawisk niezależny. W warunkach socjalistycznej gospodarki planowej zależy on w dużym stopniu od decyzji władz gospodarczych.

2.1. Racjonalna stopa procentowa powinna być równa stosunkowi czystego dochodu (net income) do majątku produkcyjnego. Ten pogląd reprezentuje w Związku Radzieckim np. J. S. Małyszew[12], a na Węgrzech F. Megyeri[13].

Teoretyczny błąd tkwiący w tym poglądzie nie wymaga nowego komentarza. Jednakże należy wspomnieć, że jego realizacja doprowadziłaby do absurdalnie wysokiej stopy procentowej, hamującej postęp techniczny.

2.2. Stopa procentowa powinna równać się stosunkowi części dochodu narodowego, przeznaczonej na akumulację, na cele obrony narodowej i administracji państwowej, do majątku produkcyjnego. Pozostałą częścią dochodu narodowego, która bezpośrednio lub pośrednio idzie na spożycie indywidualne, należy przypisać pracy.

Taki pogląd reprezentuje A. Stiepankow[14].

Pogląd ten można obrazowo przedstawić tak: z przychodu z majątku produkcyjnego należy pokrywać akumulację, utrzymanie aparatu państwowego i obrony narodowej, zaś z przychodów z pracy — pozostałą konsumpcję. Prowadziłoby to do ustalenia stopy procentowej na poziomie γ/ω, który w pewnych warunkach może przypadkowo okazać się racjonalny. Nie jest to jednak pewne. Możliwe, że uzasadnione byłoby pokrywanie z przychodów majątku produkcyjnego również wydatków na szkolnictwo, lub odwrotnie, utrzymywanie aparatu państwowego z przychodu z pracy itp. Cała niezakumulowana część czystego dochodu w jakiejś bezpośredniej lub pośredniej formie służy szeroko pojętemu spożyciu ludności[15]. Każda linia graniczna, jaką tu można przeciągnąć, będzie dowolna. Z punktu widzenia badanego przez nas problemu nie warto nawet starać się o przeciągnięcie takiej linii, ponieważ stosunek γ/ω jest określony przez inne czynniki.

2.3. Stopa procentowa powinna być równa stosunkowi części dochodu narodowego przypadającej na akumulację do majątku produkcyjnego.

Pogląd ten reprezentuje w Związku Radzieckim W. S. Niemczynow, na Węgrzech zaś T. Nagy i Zs. Esze[16].

Takie określenie stopy procentowej oznacza w praktyce, że — stwierdzając to wyraźnie lub nie — zakładamy hipotezę standardowego podziału dochodu narodowego. Przy założeniu tej hipotezy racjonalna stopa procentowa pokrywa się z tempem wzrostu majątku produkcyjnego, czyli (przy założeniu stałej stopy wzrostu) ze stosunkiem akumulacji do zasobu majątku produkcyjnego.

Z braku lepszej hipotezy w praktyce my również przyjmowaliśmy ją rozwiązując nasze programy. (Powrócę jeszcze do tego w rozdziale 9 omawiającym stosowane w praktyce

---

[12] Zob. książkę I. S. Małyszewa [110]. Poglądy Małyszewa związane są bezpośrednio nie z dyskusją o efektywności inwestycji, lecz z problemami ustalania cen.

[13] Zob. recenzje wykładu E. Megyeri [195].

[14] Zob. artykuł A. Stiepankowa [160].

[15] Rozwojem pośredniego spożycia uzupełniającego płace pieniężne na Węgrzech zajmuje się szczegółowo książka E. Jávorki i J. Berényiego [60].

[16] Zob. artykuł W. S. Niemczynowa [132] oraz T. Nagya i Zs. Esze [125].

zasady rozliczeniowe). Uważam, że można tak postępować, jeżeli pamięta się, że obliczenia tego rodzaju oparte na czymś, co jest tylko hipotezą, mają charakter prowizoryczny i powinny być jeszcze sprawdzone. Z artykułu T. Nagya i Zs. Esze wynika, że uważają oni swoje rozwiązanie za tymczasowe.

8.4. PODZIAŁ I OPTYMALIZACJA

Omówię szczegółowiej jeden nowszy pogląd, ponieważ w związku z nim można będzie wyjaśnić kilka, pomijanych dotychczas problemów teoretycznych.

Poglądy Gy. Simona i Gy. Kondora w zasadzie zbiegają się z poglądami opisanymi w punktach 1.3. i 2.3. Ich punkt wyjścia jest jednak inny[17]. Uważają oni, że standardowy podział dochodu narodowego (który ja uważam za pomocniczą i tymczasową hipotezę) jest wyraźnie pożądany i celowy. W związku z tym cytowani autorzy rozumują następująco:

Każda część dochodu narodowego w konsekwencji służy wzrostowi tego dochodu i to nie tylko część przeznaczona na akumulację, lecz i część przeznaczona na spożycie. Wzrost stopy życiowej, ochrona zdrowia ludności, oświata itp. – wszystko to przyczynia się do tego, aby ludzie pracy mogli bardziej skutecznie uczestniczyć we wzroście dochodu narodowego.

Wynika z tego, że dochód narodowy należy tak podzielić, aby jego wykorzystanie prowadziło do takiego samego wzrostu dochodu narodowego na każdym odcinku. Krańcowy przychód uzyskany dzięki wykorzystaniu dodatkowej siły roboczej powinien być równy krańcowemu przychodowi płynącemu z wykorzystania dodatkowego majątku produkcyjnego. Przy takim podziale dochodu narodowego wszystkie czynniki produkcji, zarówno „osobowe", jak i „przedmiotowe" otrzymują równowartość ich krańcowych przychodów; ludzie pracy – część dochodu narodowego przeznaczoną na spożycie, a majątek produkcyjny – zakumulowaną część dochodu narodowego. Optymalnie podzielony dochód narodowy pomnaża się w tempie ρ, a w takim razie część dochodu narodowego przeznaczona na akumulację (przyrost majątku produkcyjnego) powinna również zapewniać stopę przychodu ρ.

Uważam, że w tym ciekawym rozumowaniu ważne i słuszne stwierdzenia mieszają się z ciasnym „ekonomizmem" i utylitaryzmem.

Prawda, że część dochodu narodowego przeznaczona na spożycie w konsekwencji również oddziałuje na produkcję. Współczesna cywilizacja przemysłowa nie może funkcjonować w oparciu o biedną i niewykwalifikowaną siłę roboczą. Nie może być mowy o systematycznym i trwałym wzroście wydajności pracy i postępie technicznym bez oświaty, nauki, ochrony zdrowia i bez poprawy warunków bytowych. Zaniedbanie tego warunku wywiera szkodliwy wpływ również i na gospodarkę narodową, czego przykładem był na Węgrzech okres lat 1949–1953.

Jednakże podziału dochodu narodowego na akumulację i na spożycie nie można pojmować jako prostego zadania optymalizacji gospodarczej, a to z następujących powodów:

---

[17] Patrz [156].

Wpływ tego, co przeznaczamy na „rozwój siły roboczej" na wzrost dochodu narodowego, jest w praktyce niewymierny. Nie można dokładnie ustalić, jaki wzrost dochodu narodowego mógłby być wywołany przez większy lub mniejszy o 1–2% wzrost płac realnych.

Jest tak między innymi dlatego, że dyscyplina pracy, chęć do uczenia się, inicjatywa, rozwój kultury i nauki zależą nie tylko od wzrostu realnych płac i spożycia, nie tylko bezpośrednio od czynników gospodarczych – jakkolwiek odgrywają tu one zasadniczą rolę – lecz również od wielu innych czynników politycznych, socjologicznych, kulturalnych, moralnych itp. Z łącznego oddziaływania tych czynników niemożliwe jest w praktyce „wydzielenie" wpływu, jaki wywiera sam wzrost spożycia. W życiu narodu mogą być takie okresy (np. wojna obronna), kiedy nawet przy obniżającym się poziomie życiowym ludzie pracują z maksymalnym wysiłkiem i okresy odwrotne, kiedy mimo wzrastającej stopy życiowej ludzie stają się zniechęceni i zobojętniali.

I jeszcze jeden aspekt moralny: społeczeństwo socjalistyczne nie dlatego „rozwija siłę roboczą", aby ta mogła lepiej produkować. Nie człowiek istnieje dla produkcji, lecz odwrotnie. Ze względów moralnych część dochodu narodowego należy przeznaczyć na takie cele, które w praktyce nie wpływają na wzrost dochodu narodowego (opieka nad niewidomymi, inwalidami, upiększanie miast, ochrona zabytków itp.).

Omówionym wyżej poglądem zająłem się dokładnie, ponieważ dało mi to okazję do wyrażenia mego poglądu, że w socjalistycznej gospodarce planowej konieczne jest oddzielenie decyzji dotyczącej *podziału* dochodu narodowego od zagadnienia, jaki jest krańcowy przychód uzyskany z poszczególnych czynników produkcji. Podział dochodu narodowego (a przede wszystkim wykorzystanie go dla dwóch głównych celów: akumulacji i spożycia) jest złożonym problemem politycznym, gospodarczym, socjologicznym i moralnym, który w praktyce, przy centralnie kierowanej socjalistycznej gospodarce planowej, wymaga *decyzji politycznej.*

8.5. INNE ZAGADNIENIA DYSKUSYJNE

W paragrafach 8.2.- 8.4. klasyfikowałem omawiane poglądy według tego, z jakimi kategoriami ekonomicznymi łączą one rozrachunkową stopę procentową. Istnieją jednak również inne kryteria klasyfikacji.

A) Część autorów biorących udział w dyskusji pragnie stosować rozrachunkową stopę procentową do nowych inwestycji, w powiązaniu z aktualnym systemem cen. Z kolei inni stwierdzają, że konsekwentne rozwiązanie problemu można wyobrazić sobie tylko w ramach takiego systemu cen, który w każdej fazie produkcji uwzględnia odsetki związane ze (starym lub nowym) majątkiem produkcyjnym. Pogląd ten reprezentuje znaczna część autorów cytowanych już przy innej okazji: L.W.Kantorowicz i W.S. Niemczynow[18] w Związku Radzieckim, M. Turánszky, T. Nagy, i Zs. Esze, Gy. Simon oraz Gy. Kondor — na Węgrzech.

[18] Należy w związku z tym oddzielnie wymienić propozycje W. S. Niemczynowa, który między innymi przewiduje również pobieranie pewnych rent za deficytowe dobra naturalne (Por. [132]). Jest to taki problem, którego znaczenie doceniam, zmuszony jednakże byłem pominąć go w moich badaniach.

B) Innym dyskusyjnym zagadnieniem jest, czy należy stosować stopę procentową odmienną dla różnych gałęzi, czy jednolitą dla gospodarki narodowej? Pierwsze stanowisko zajmuje w dyskusji prowadzonej w Związku Radzieckim T. Chaczaturow, na Węgrzech Gy. Gerle[19], drugie w Związku Radzieckim J.S. Matjaszew, na Węgrzech M. Turánszky.

Pod tym względem inne są też wskazówki zalecone w Związku Radzieckim, a inne na Węgrzech, zawarte w urzędowych metodykach obowiązujących przy obliczaniu efektywności inwestycji[20]. Pierwsze z nich zalecają stosowanie różnej stopy procentowej dla poszczególnych gałęzi, drugie zaś — stosowanie jednolitej stopy procentowej.

Ze swej strony, jak to można już było zauważyć, jednolitą stopę procentową uważam za słuszną w każdym takim modelu, w którym majątek produkcyjny, względnie zwiększające go inwestycje, występują jako agregat.

Ekonomiści, którzy opowiadają się za zróżnicowaniem stopy procentowej dla poszczególnych gałęzi, motywują swoje stanowisko głównie tym, że stosowanie jednolitej stopy procentowej może wskazać, jako niekorzystny z punktu widzenia *dochodowości*, rozwój pewnych takich gałęzi przemysłu, które z kolei są niezmiernie ważne z punktu widzenia zachowania właściwych proporcji w gospodarce narodowej[21].

Jednakże obawa taka jest uzasadniona tylko w przypadku, gdy oddzielnie planuje się proporcje w gospodarce narodowej (przy pomocy systemu bilansowego), a oddzielnie oblicza się efektywność inwestycji (przy pomocy wskaźników efektywności). Jak już wskazałem — programowanie umożliwi usunięcie tej dwoistości, ponieważ model już z góry może uwzględnić potrzebne proporcje pomiędzy badaną gałęzią przemysłu a pozostałymi gałęziami gospodarki narodowej. Służą temu postulaty określające wymagane rozmiary produkcji końcowej w układzie warunków ograniczających. Fakt, że model programowania postuluje z góry pewne proporcje w postaci zadań produkcyjnych i bilansów produktów, *zawęża rolę stopy procentowej*. W takich okolicznościach stopa procentowa oddziałuje w pierwszym rzędzie na wybór różnych rodzajów nakładów — głównie na wybór odpowiedniej kombinacji nowoczesnej technologii (maszyn i urządzeń uzyskanych dzięki inwestycjom) i siły roboczej[22].

C) Uczestnicy dyskusji stosują różne sposoby dla liczbowego udokumentowania swoich propozycji. Większość z nich próbuje posługiwać się wynikami zagregowanych makroekonomicznych obliczeń statystycznych. Jednakże, jak już widzieliśmy, przy obecnej naszej wiedzy, postępowanie takie nie może prowadzić do jednoznacznego wyniku.

Niektórzy uważają, że należy podjąć próbę wysnucia odpowiednich wniosków z danych mikroekonomicznych; pragną oni ustalić racjonalną rozrachunkową stopę procentową opierając się na wskaźnikach efektywności poszczególnych odizolowanych wariantów inwestycyjnych.

Wreszcie, niektórzy autorzy proponują ustalanie liczbowej wartości rozrachunkowej stopy procentowej za pomocą matematycznego programowania. Ja również uważam, że jest to najbardziej obiecująca droga.

---

[19] Zob. książkę Gy. Gerlego [43].

[20] Por. radzieckie urzędowe wskazówki metodyczne [178], oraz węgierski Kodeks Inwestycyjny [192].

[21] Por. np. artykuł T. Chaczaturowa [46].

[22] Zagadnienia te poruszone zostaną w rozdziale 25.

9

ROZRACHUNKOWA STOPA PROCENTOWA STAWKI PŁAC. PRAKTYCZNE ZASADY ROZLICZENIOWE

9.1. „DWUKANAŁOWE" OCENY ROZRACHUNKOWE

Rozważania teoretyczne zawarte w rozdziale 6, badania statystyczne omówione w rozdziale 7 oraz przegląd polemik przedstawiony w rozdziale 8 miały na celu stworzenie podstaw dla ustalenia takich praktycznych zasad rozliczeniowych, które można zastosować przy budowaniu funkcji celu w naszych programach minimalizacji kosztów. Przedmiotem rozważań w niniejszym rozdziale jest opis tych praktycznych zasad.

Dążyć będziemy jednocześnie do wykazania, w jakim stopniu zasady te zgodne są z wynikami uzyskanymi w rozdziałach 6 i 7; czy wynikają one bezpośrednio z udowodnionych tam twierdzeń, czy też mogą być uzasadnione tylko za pomocą pomocniczych hipotez.

Pominiemy na razie kwestię praktycznej realizacji zasad rozliczeniowych i „technikę" ustalania ocen rozrachunkowych. Będzie o tym mowa w rozdziałach 10—12, przede wszystkim w związku z tablicami przepływów międzygałęziowych.

Przed podaniem zasad rozliczeniowych wyjaśnimy kilka makroekonomicznych zależności. Wprowadźmy następujące oznaczenia:

M — czysty dochód gospodarki narodowej w danym okresie, np. w określonym roku (definicję podano w paragrafie 6.5.)

V — rzeczywiste płace wypłacone zatrudnionym w produkcji (zatrudnienie — zgodnie z oznaczeniami stosowanymi w rozdziale 6 — oznaczamy przez L)[1].

Q — rozrachunkowe koszty płac, które „przypisano" zatrudnieniu produkcyjnemu,

Z — rozrachunkowe odsetki, które „przypisano" majątkowi produkcyjnemu.

$$Y = V + M = Q + Z. \tag{9.1}$$

Według wzoru (9.1) dochód narodowy dzieli się dwojako. Pierwszy podział, to podział rzeczywisty; dochód narodowy dzieli się na rzeczywiste płace i czysty dochód, $V+M$. Drugi — to podział rozrachunkowy stosowany przy obliczaniu kosztów; dochód narodowy dzieli się na rozrachunkowe płace i odsetki $Q+Z$.

---

[1] Oznaczenia V i M podobne są do marksowskich oznaczeń w *Kapitale* [115] (V=kapitał zmienny, M=wartość dodatkowa). Symbole te są powszechnie używane w krajach socjalistycznych, w literaturze omawiającej kształtowanie cen.

Oznaczmy przez Ω rozrachunkową stopę podatku od wynagrodzeń i przez V^{Ω} podatek od wynagrodzeń. Wyjaśnimy najpierw związek między rozrachunkową stopą podatku od wynagrodzeń i rozrachunkowymi stawkami płac występującymi w modelu teoretycznym, opisanym w rozdziale 6:

$$\omega=(1+\Omega)\bar{q}, \tag{9.2}$$

więc

$$\Omega=\frac{\omega-\bar{q}}{\bar{q}}, \tag{9.3}$$

gdzie:

ω – rozrachunkowa stawka płac w modelu teoretycznym,

$\bar{q}=V/L$ – rzeczywiste płace przypadające na jednego zatrudnionego w produkcji, czyli rzeczywista średnia stawka płac.

Związek między rozrachunkową stopą podatku od wynagrodzeń a wielkościami makroekonomicznymi występującymi we wzorze (9.1) określają wzory:

$$V^{(\Omega)}=\Omega V \tag{9.4}$$

$$Q=V+V^{(\Omega)}=V(1+\Omega), \tag{9.5}$$

$$M=V\Omega+Z. \tag{9.6}$$

Wzór (9.6) jest matematycznym sformułowaniem następującej zasady:

Zasada rozliczeniowa 9.1. Czysty dochód w systemie ocen rozrachunkowych występuje w jednej z dwóch postaci: w postaci rozrachunkowego podatku od wynagrodzeń i rozrachunkowych odsetek. Te dwie rozrachunkowe wielkości dają w sumie cały czysty dochód.

Załóżmy na chwilę, dla celów ilustracyjnych, że zasada 9.1 odnosi się nie do rozrachunkowego, lecz do rzeczywistego systemu podziału dochodu i tworzenia cen. Załóżmy również, że cały czysty dochód akumuluje państwo. W tym przypadku realizacja zasady rozliczeniowej 9.1. oznaczałaby, że cały czysty dochód wpływałby do centralnego budżetu państwowego dwoma „kanałami": poprzez podatek od wynagrodzeń[2] i poprzez odsetki. Dlatego też ten typ podziału dochodu i tworzenia cen nazwaliśmy „systemem dwukanałowym".

Należy tu zrobić małą dygresję. W niniejszym rozdziale, podobnie jak i w innych częściach książki, zawsze chodzi o ceny dla *producentów*; nie zajmuję się systemem cen dla konsumentów. Toteż nie zajmuję się rolą systemu cen w zapewnieniu równowagi między siłą nabywczą ludności a pulą towarową, wpływem podatku obrotowego na popyt konsumpcyjny itp. Poruszę jedynie następujące zagadnienia:

---

[2] Podatek od wynagrodzeń rzeczywiście występuje w gospodarce węgierskiej; wpłacają go przedsiębiorstwa do centralnego budżetu państwa. Wielkość podatku wynosi 15% rzeczywiście wypłaconych płac. Podatek ten wprowadzony został m.in. w tym celu, by podnieść koszty wykorzystania żywej pracy w porównaniu z kosztami wykorzystania majątku produkcyjnego.

W praktyce za podatek od wynagrodzeń można też uważać należności z tytułu ubezpieczeń społecznych, które również przedsiębiorstwo wpłaca do centralnego budżetu państwowego. Należność ta wynosi 10% faktycznie wypłaconych płac. (Koszty ubezpieczenia społecznego pokrywa przedsiębiorstwo, pracownicy bezpośrednio ich nie ponoszą).

Wydaje się prawdopodobne, że w obecnych warunkach rozrachunkowa stopa podatku od wynagrodzeń, którą można stosować w obliczeniach perspektywicznych, wynosi ponad 25%.

W zasadzie nie jest konieczne dzielenie całego dochodu narodowego na rozrachunkowe płace i odsetki. Gdy obciążamy podatkiem obrotowym wyłącznie artykuły przeznaczone na spożycie nieprodukcyjne, wtedy system podatku obrotowego jest „neutralny", czyli nie wpływa na kombinację siły roboczej i majątku produkcyjnego. Jeżeli – dalej – system podatku obrotowego jest neutralny, a ponadto *stosunek* rozrachunkowych płac do odsetek zgodny jest z twierdzeniem 6.9, to kombinacja siły roboczej i majątku produkcyjnego będzie optymalna nawet i wtedy, gdy niecały dochód narodowy przypiszemy zatrudnieniu i majątkowi produkcyjnemu, lecz tylko część dochodu narodowego.

Można więc sobie wyobrazić taki neutralny system podatku obrotowego. Ponieważ jednak w naszych modelach programowania *oceny rozrachunkowe* potrzebne są jedynie dla oddziaływania na kombinację środków produkcji, których zasoby są dane, zbyteczne byłoby komplikowanie naszego problemu przez wprowadzanie do rozważań podatku obrotowego.

Przejdźmy następnie do wielkości *mikroekonomicznych*, a mianowicie do cen poszczególnych produktów. W gospodarce narodowej istnieje n rodzajów produktów. Rozrachunkową ocenę jednostki produktu i ($i=1,\ldots,n$) wyznaczamy na podstawie następującego wzoru:

$$s_i = \sum_{j=1}^{n} s_j g_{ji} + q_i + \Omega q_i + \gamma p_i , \tag{9.7}$$

gdzie:

s_i – ocena jednostki produktu i,

g_{ji} – współczynnik nakładu materiałowego: ilość produktu j niezbędna do wytworzenia jednostki produktu i.

q_i – rzeczywiste koszty pracy, potrzebne do wytworzenia jednostki produktu i.

p_i – zapotrzebowanie na majątek produkcyjny niezbędny do wytworzenia jednostki produktu i.

Przy wyznaczaniu wzoru na ocenę rozrachunkową (9.7) zakładam, że poszczególne nakłady obejmują również nakłady związane z konserwacją środków trwałych, biorących udział w wytwarzaniu produktu, z przeprowadzeniem w odpowiednim czasie remontu bieżącego i remontu generalnego, a także z zastąpieniem zużytych środków nowymi. Do omówienia związanych z tym problemów, a m.in. do zagadnienia odpisów amortyzacyjnych powrócę jeszcze w paragrafie 9.5.

Pomiędzy mikroekonomicznym wzorem na ocenę rozrachunkową (9.7) i makroekonomicznym wzorem (9.1) występują następujące zależności:

$$\gamma \sum_{i=1}^{n} p_i x_i = Z \tag{9.8}$$

$$\sum_{i=1}^{n} q_i x_i = V . \tag{9.9}$$

$$\Omega \sum_{i=1}^{n} q_i x_i = V^{(\Omega)} . \tag{9.10}$$

Z powyższych równań, równanie (9.9) jest prawdziwe na mocy samej definicji, natomiast zgodność równań (9.7) – (9.10) z zasadą rozliczeniową 9.1 zależy od odpowiedniego doboru γ i Ω.

W powyższych wzorach x_i oznacza ilość wytworzonego produktu i w naturalnych jed-

nostkach miary, w tym okresie, w którym badaliśmy wszystkie dotychczasowe zależności (np. w danym roku). Wielkości x_i w tych wzorach uważamy za ustalone.

We wzorze na ocenę rozrachunkową (9.7) g_{ji}, q_i i p_i są stałe. Współczynniki nakładów uważamy jako technicznie określone, zaś rzeczywiste stawki płac są również wielkościami określonymi przez gospodarczo-polityczne i inne czynniki. Jeżeli teraz ustalimy dwa rozrachunkowe parametry występujące w tym wzorze, γ i Ω, system ocen rozrachunkowych s_i będzie jednoznacznie określony. Jeżeli wzór na ocenę (9.7) zastosujemy równocześnie do wszystkich n produktów, to w kosztach nakładów materiałowych ($\sum_j s_j\, g_{ji}$) wystąpią i takie oceny materiałów s_j, w których czysty dochód występuje w „dwukanałowej" postaci, w formie rozrachunkowego podatku od wynagrodzeń i rozrachunkowych odsetek. W ten więc sposób w całym naszym rozrachunkowym systemie ocen odzwierciedlone zostaną dwa pierwotne nakłady: nakłady siły roboczej i majątku produkcyjnego[3].

Na podstawie powyższych rozważań sformułować można następującą zasadę:

Zasada rozliczeniowa 9.2. Rozrachunkowa ocena produktów składa się z następujących elementów: koszty nakładów materiałowych, rzeczywiste koszty pracy, rozrachunkowy podatek od wynagrodzeń i rozrachunkowe odsetki. Koszty nakładów materiałowych należy ustalać na podstawie rzeczywistego współczynnika nakładów i zgodnie z rozrachunkową oceną zużytego materiału. Rozrachunkowy podatek od wynagrodzeń i rozrachunkowe odsetki są proporcjonalne do rzeczywistych kosztów pracy oraz kosztów majątku produkcyjnego. Współczynnikami proporcjonalności są odpowiednio Ω i γ.

Zasady rozliczeniowe 9.1 i 9.2 zgodne są z podstawowym założeniem teoretycznego modelu opisanego w rozdziale 6, który kładzie główny nacisk na właściwą kombinację dwóch czynników — siły roboczej i majątku produkcyjnego. Poza tym stanowią one konkretyzację „zasady imputacji" omówionej już w rozdziale 6.

Zasady rozliczeniowe 9.1 i 9.2 oparte są na jeszcze jednym założeniu, na które należy zwrócić specjalną uwagę.

W teoretycznym modelu opisanym w rozdziale 6 siłę roboczą uważaliśmy za jednorodną i opierając się na tym założeniu określiliśmy (przeciętne) rozrachunkowe stawki płac. W rzeczywistości, rzecz jasna, siła robocza nie jest jednorodna, lecz zróżnicowana z różnych punktów widzenia, przede wszystkim z punktu widzenia kwalifikacji zawodowych. Właściwie należałoby wyznaczyć krańcową wydajność każdej odrębnej kategorii siły roboczej i ustalić rozrachunkowe stawki płac dla poszczególnych kategorii. Nie możemy jednak tego uczynić, skoro nie udało się tego zrobić nawet dla całej siły roboczej — L. Dlatego należy zadowolić się następującym założeniem.

Stosunki rzeczywistych płac w różnych kategoriach siły roboczej odpowiadają stosunkom krańcowej wydajności pracy w tych kategoriach.

Dla uniknięcia nieporozumień podkreślam, że nie zakładamy równości pomiędzy faktycznymi płacami i krańcowym produktem pracy (już szczegółowo wyjaśniliśmy, że takie założenie nie byłoby słuszne). Zakładamy jedynie, że *stosunki* pomiędzy *płacami* odzwierciedlają stosunki krańcowej wydajności.

To założenie przynajmniej w przybliżeniu wydaje się słuszne. Władze gospodarcze

---

[3] Można to dokładniej przedstawić za pomocą modelu przepływów międzygałęziowych. Będzie o tym mowa później, w tym miejscu tylko sygnalizuję taką możliwość.

systematycznie dążą do tego, aby — obok innych bodźców – również odpowiednie kształtowanie stosunków pomiędzy płacami wpływało na celowy podział i kwalifikacje zawodowe siły roboczej oraz na równowagę pomiędzy zgłoszeniami się do pracy i zapotrzebowaniem na siłę roboczą. Innymi słowami oznacza to, że kształtowanie stosunków pomiędzy płacami nie może być oderwane od stosunków krańcowej wydajności.

9.2. STOPA PROCENTOWA I STOPA PODATKU OD WYNAGRODZEŃ W PRZEPROWADZONYCH OBLICZENIACH

Zasady 9.1. i 9.2. jeszcze nie zapewniają tego, że system ocen rozrachunkowych stworzy bodźce działające we właściwym kierunku. Trzeba jeszcze w tym celu wyznaczyć wielkość γ i Ω zgodnie z ustalonym w rozdziale 6. kryterium racjonalności. W obliczeniach naszych stosowaliśmy następujące zasady.

Zasada rozliczeniowa 9.3. Rozrachunkowa stopa procentowa γ jest w rozpatrywanym okresie czasu stała. Zasada ta zgodna jest z twierdzeniem 6.10.

Zasada rozliczeniowa 9.4. Tę samą rozrachunkową stopę procentową γ stosujemy zarówno do istniejącego już majątku produkcyjnego[4]*, jak i do nakładów inwestycyjnych związanych z tworzeniem nowego majątku produkcyjnego.*

Ta zasada zgodna jest z jedną z przewodnich myśli modelu opisanego w rozdziale 6, która wyraża się w traktowaniu majątku produkcyjnego jako czegoś, co stale odnawia się i wzrasta. Zgodnie z twierdzeniami 6.7. i 6.10. uzasadnione jest stosowanie tych samych odsetek od istniejącego już, jak i od tworzonego majątku produkcyjnego.

Należy tu jeszcze zrobić dodatkową uwagę w związku ze współczynnikami kapitałochłonności p_i. W aktualnym węgierskim systemie cen część majątku produkcyjnego – trwałe środki produkcji – wycenia się od czasu do czasu, raz na 4—5 lat. Nic takiego nie przewidziano w odniesieniu do systemu ocen rozrachunkowych, opisanego w rozdziałach 6—9. Przy obliczaniu współczynników kapitałochłonności p_i każdy element społecznego majątku produkcyjnego wprowadzamy do obliczeń po niezmienionej, pierwotnej cenie[5].

Zasada rozliczeniowa 9.5. Przewidujemy wzrost w czasie rozrachunkowych kosztów pracy. Stopa wzrostu rozrachunkowych kosztów pracy jest równa stopie wzrostu wydajności pracy.

Zasada rozliczeniowa 9.6. Wzrost rozrachunkowych kosztów pracy zgodny z zasadą 9.5 należy zapewnić przez uwzględnienie dwóch postulatów. Po pierwsze, należy zapewnić, by rzeczywiste koszty pracy wzrastały w takim samym tempie jak wydajność pracy. Po drugie,

---

[4] W dyskusjach ekonomicznych prowadzonych na Węgrzech powstała myśl, aby przedsiębiorstwa w rzeczywistości płaciły pewne odsetki za oddane im do użytku środki trwałe. W dyskusjach nazywano je „opłatą dzierżawną" (por. np. książkę B. Csikós Nagy [25]). Możemy bowiem wyobrazić sobie, że przedsiębiorstwa „wydzierżawiają" środki trwałe i płacą za nie opłatę dzierżawną.

Ostatnio również ze strony organów państwowych wysunięte zostały podobne propozycje. Wg tych propozycji wysokość opłaty dzierżawnej miałaby wynosić 7%. W kwestii tej nie ma jeszcze ostatecznej decyzji.

[5] Jakościowy postęp następujący w toku ciągłej odnowy majątku produkcyjnego wyraża się nie w nowej wycenie majątku produkcyjnego, lecz we wzroście współczynnika postępu organizacyjno-technicznego.

rozrachunkowy podatek od wynagrodzeń należy określić mnożąc wzrastające w czasie rzeczywiste koszty pracy przez niezmienną w czasie rozrachunkową stopę podatku od wynagrodzeń.

Zarówno zasada 9.5, jak i zasada 9.6. zgodne są z twierdzeniem 6.11. Na ogół wszystkie podane dotychczas zasady rozliczeniowe jasno wynikają z teoretycznej analizy omówionej w rozdziale 6. Nie można tego powiedzieć o następującej zasadzie:

Zasada rozliczeniowa 9.7. Wielkość rozrachunkowej stopy procentowej wynosi 8 — 10%.

Zasada ta wtedy jest (w przybliżeniu) zgodna z twierdzeniem 6.13, gdy zastosujemy hipotezę standardowego podziału dochodu narodowego. Hipoteza ta nie wymaga tu komentarza, była o niej już nieraz mowa w rozdziałach 6—8.

Ze względu na to, że zasadę rozliczeniową 9.7 mogliśmy stosować tylko prowizorycznie, z braku lepszej hipotezy roboczej zastosowaliśmy więc w naszych obliczeniach szereg „środków ostrożności".

Po pierwsze: z ostrożności uwzględnialiśmy już z góry stopę procentową nieco wyższą od tej, która byłaby właściwa w przypadku zastosowania hipotezy standardowego podziału. Tempo wzrostu dochodu narodowego i majątku produkcyjnego w 12-letnim okresie wynosiło 6—8% (por. tablicę 7.7.) Tak więc zastosowana stopa procentowa 8 — 10% jest nieco wyższa. Uznaliśmy tym samym, że przede wszystkim wskazana jest ostrożność i oszczędność w gospodarowaniu majątkiem produkcyjnym i funduszami inwestycyjnymi.

Drugim środkiem ostrożności były liczne badania kontrolne przeprowadzone w celu sprawdzenia, jak reagują programy na wysokość stopy procentowej. Zbadaliśmy wszechstronnie, czy zastosowanie w zakresie objętym programowaniem stopy procentowej ustalonej zgodnie z zasadą 9.7. pozwala na zharmonizowanie programów z planowanymi ogólnymi proporcjami gospodarki narodowej i zamierzonym podziałem funduszów inwestycyjnych (czy przy takiej stopie procentowej nie powstaje nadwyżka lub deficyt funduszów inwestycyjnych). Badania te opisane zostały w IV części książki.

Obecnie na podstawie danych z roku 1961 spróbujemy oszacować wielkości rozrachunkowej stopy podatku od wynagrodzeń. Wykorzystujemy w tym celu następujące dane:

dochód narodowy, $Y=147{,}4$ mld f.[6]

rzeczywiste płace, $V=73{,}8$ mld f.[7]

majątek produkcyjny, $K=376{,}9$ mld f.

rozrachunkowa stopa procentowa, $=0{,}1$ — zgodnie z zasadą rozliczeniową 9. 7.

Zgodnie z wzorami (9.1) i (9.10) rozrachunkowa stopa podatku od wynagrodzeń może być ustalona w sposób następujący:

$$\Omega=\frac{Y-\gamma K-V}{V}. \tag{9.11}$$

Podstawiając powyższe wartości do wzoru (9.11) otrzymujemy $\Omega=0{,}486$.

---

[6] Dane o dochodzie narodowym i majątku produkcyjnym wzięto z tablicy 7.1. W obliczeniach zakładamy, że system ocen rozrachunkowych składający się z ocen jednostkowych s_i kształtujemy przy niezmiennych wielkościach Y i K.

[7] Źródło: Komunikat Centralnego Urzędu Statystycznego [186]. Suma ta obejmuje poza płacami, udziałem w zyskach i podziałem dniówek obrachunkowych spółdzielni produkcyjnych również dochody chłopów, rzemieślników i kupców, płynące z działalności produkcyjnej.

Średnie roczne tempo wzrostu wydajności pracy i wskaźnika płac realnych wahało się w okresie ostatnich lat w granicach 3—5% (por. tablice 7.7 i 7.9).

Zasada rozliczeniowa 9.8. Przyjmujemy 3—5% *roczny wzrost rzeczywistych kosztów pracy i* 50% *podatek od wynagrodzeń, stały w czasie.*

Zasada ta wynika z twierdzenia 6.11, z uwagi na przyjęte zasady rozliczeniowe 9.6 i 9.7.

Zasada rozliczeniowa 9.8 może być merytorycznie zmodyfikowana, jeżeli władze gospodarcze zamierzają w przyszłości zwiększyć rzeczywiste płace w tempie mniejszym od wzrostu wydajności pracy (np. w tym celu, aby zwiększać udział spożycia zbiorowego — opieki zdrowotnej, usług kulturalnych itp — w ramach całkowitego spożycia).

9.3. OPROCENTOWANIE INWESTYCJI

W obliczeniach naszych zastosowaliśmy różne rodzaje wzorów w celu uwzględnienia w kosztach oprocentowania inwestycji.

A) Rozrachunkowe *jednoroczne* koszty danej działalności produkcyjno-inwestycyjnej o ustalonym poziomie wyznaczaliśmy w sposób następujący:

$$C = \gamma P + R, \tag{9.12}$$

gdzie:

C — roczny koszt rozrachunkowy,

P — jednorazowe koszty inwestycyjne,

R — roczne koszty eksploatacyjne.

Wzór (9.12) dalej nazywać będę wzorem na opłatę dzierżawną.

Obciążenie z tytułu oprocentowania γP gra tu bowiem rolę „opłaty dzierżawnej" (renty), płaconej za korzystanie z majątku produkcyjnego. Traktujemy sprawę tak, jak gdyby państwo nie przekazywało przedsiębiorstwu majątku produkcyjnego powstałego w wyniku inwestycji, lecz tylko wymagało za to opłaty dzierżawnej.

Ten najprostszy wzór może być łatwo stosowany wtedy, gdy nie ma istotnych rozbieżności pomiędzy rozkładem w czasie dochodów i wydatków, tj. wtedy, gdy przy wszystkich możliwych wariantach proces inwestycyjny trwa krótko (i jest mniej więcej równy), a bezpośrednio potem rozpoczyna się produkcja, która charakteryzuje się dochodami i wydatkami stałymi w czasie.

B) Jeżeli nie chodzi jedynie o wymianę maszyny, która w wielu przypadkach może być dokonana w ciągu kilku godzin, lecz o budowę nowego zakładu — na którą składa się przygotowanie projektu technicznego, proces budowy, sprowadzenie nowych maszyn, ich zainstalowanie i skoordynowanie — to inwestycje mogą trwać nawet i wiele lat.

Dla gospodarki narodowej nie jest sprawą obojętną, jak długo majątek produkcyjny jest bezproduktywnie zamrożony. Czas, który upływa od zapoczątkowania inwestycji do rozpoczęcia eksploatacji, nazwiemy okresem przygotowawczym. Aby uwzględnić długość tego okresu bierzemy pod uwagę oprocentowany koszt inwestycji stosując wzór na procent składany[8].

[8] Potrzebę posługiwania się tym wzorem podkreśla w artykule [47] radziecki ekonomista T. Chaczaturow. W artykule tym tak uzasadnia on stosowanie procentu składanego: „Jeżeli inwestycje mające na celu automatyzację i mechanizację różnią się pod względem długości okresów projektowa-

$$\tilde{P} = \sum_{t=1}^{\tau} P(t)(1+\gamma)^{\tau-t}, \tag{9.13}$$

gdzie:

$\tilde{P}$ – oprocentowany koszt inwestycji,

t – rok rozpoczęcia inwestycji, czyli pierwszy rok okresu przygotowawczego,

τ – ostatni rok okresu przygotowawczego,

$P(t)$ – koszt inwestycji poniesiony w roku t.

Jeżeli więc dwie alternatywne inwestycje zostaną oddane do eksploatacji w tym samym momencie czasu i $P(t)$ są równe, lecz τ nie są równe, to korzystniejsza okaże się ta inwestycja, dla której okres przygotowawczy jest krótszy[9].

W ten sposób otrzymamy oprocentowany koszt inwestycji $\tilde{P}$, który można podstawić we wzorze (9.12) w miejsce kosztu inwestycyjnego P.

Zaznaczyć trzeba, że urzędowa metodyka obliczania efektywności inwestycji bierze również pod uwagę oprocentowanie w okresie przygotowawczym w celu uwzględnienia długości tego okresu[10]. Podaje ona następujący wzór na oprocentowany koszt inwestycji:

$$\tilde{P} = \sum_{t=1}^{\tau} P(t)(1+\gamma^{(\tau-t)}). \tag{9.14}$$

Urzędowy wzór (9.14) oznacza *liniowe* oprocentowanie, w przeciwieństwie do oprocentowania *wykładniczego* zastosowanego we wzorze (9.13). Przy analogicznej stopie procentowej oprocentowanie wykładnicze oznacza silniejszą preferencję czasu. Ciężar wcześniej poniesionych kosztów jest stosunkowo większy od ciężaru kosztów poniesionych później (w porównaniu z oprocentowaniem liniowym).

C) Dotychczasowe wzory nie znajdują zastosowania, gdy wpływy i wydatki po rozpoczęciu eksploatacji nie są nawet w przybliżeniu stałe w czasie i gdy pomiędzy wariantami inwestycyjnymi zachodzą różnice w dynamice dochodów i wydatków eksploatacyjnych. W takim przypadku należy stosować znany wzór *na zdyskontowaną sumę kosztów*[11]

$$\tilde{C} = \sum_{t=1}^{T} C(t)(1+\gamma)^{-t}, \tag{9.15}$$

gdzie:

$\tilde{C}$ – zdyskontowana suma kosztów,

---

nia, przygotowywania i wprowadzania, wtedy przy porównywaniu ekonomicznej efektywności wariantów należy uwzględnić wpływ czynnika czasu. Wyniki gospodarcze pochodzące ze skrócenia lub przedłużenia terminów oddania inwestycji do eksploatacji, należy odzwierciedlić poprzez skorygowanie potrzebnych funduszów inwestycyjnych, przy uwzględnieniu tego całkowitego efektu, jaki można by uzyskać przy pomocy inwestycji produkcyjnej w innej gałęzi gospodarki narodowej. Oznacza to w praktyce, że jeżeli jeden wariant przewiduje przeprowadzenie inwestycji w terminie późniejszym, to wielkość tej inwestycji nie jest równoznaczna z wielkością inwestycji wykonanej w bieżącym momencie. Dla porównania z bieżącą inwestycją, inwestycję w późniejszych latach należy pomnożyć przez współczynnik $K = 1/(1+\Delta)^t$.

[9] Takie samo postępowanie w celu uwzględnienia długości okresu przygotowawczego uzasadnia J. Robinson w swej pracy [145] (s. 104). J. Robinson ten okres nazywa „gestation period".

[10] Por. Kodeks Inwestycyjny [192].

[11] Ze względu na to, że w książce zajmujemy się na ogół funkcją kosztów, podajemy tutaj tylko wzór na zdyskontowane koszty. Wzór ten, odpowiednio przekształcony, można stosować również do przychodów.

T – długość okresu rozrachunkowego,

$C(t)$ – koszty poniesione w roku t.

Długość okresu rozrachunkowego jest dowolnie ustaloną wielkością. W obliczeniach, w których stosowaliśmy ten wzór, braliśmy na ogół pod uwagę 25—30-letni okres rozrachunkowy. Parametr ten ma pewien wpływ na wyniki obliczeń. Jednakże wpływ ten nie jest znaczny, ponieważ w wyniku dyskontowania koszty występujące pod koniec okresu rozrachunkowego są dosyć małe. Np. w przypadku 10% stopy procentowej, zdyskontowana wartość 1 f. w roku 30 wynosi zaledwie 0,057 f. Na wszelki wypadek przeprowadziliśmy obliczenia kontrolne (np. przy programowaniu przemysłu bawełnianego) dla zbadania, czy długość okresu rozrachunkowego nie zmienia optymalnego rozwiązania. Obliczenia wykazały, że optymalne rozwiązanie nie reaguje na zmiany tego okresu.

Modele gałęzi przemysłowych opisane w rozdziałach 2. i 3. nie mają służyć ustaleniu optymalnego rozkładu działalności w czasie. Pomimo to, w obliczeniach, w których stosowaliśmy wzór na zdyskontowaną sumę kosztów, zmuszeni byliśmy wprowadzać pewne założenia dotyczące czasowego rozkładu działalności w tym celu, aby porównywanie wariantów inwestycyjnych było obiektywne. Dlatego założyliśmy, że moce produkcyjne powstałe w wyniku wszystkich wariantów inwestycyjnych zostaną uruchomione w ostatnim roku okresu uwzględnionego w programach. Wygląda to tak, jak gdybyśmy różnym biegaczom o różnych zdolnościach i szybkości kazali wystartować w różnym czasie tak, by dotarli do celu dokładnie w tym samym momencie. Przy takim obliczeniu zdyskontowanej sumy kosztów, te warianty inwestycyjne, które charakteryzują się dłuższym okresem przygotowawczym, okazują się mniej korzystne w porównaniu z wariantami, których okres przygotowawczy jest krótszy.

Znane są też i inne wzory na oprocentowanie[12]. W naszych obliczeniach jednakże wystarczającymi okazały się wyżej wymienione wzory.

9.4. STOPA PROCENTOWA ZASTOSOWANA WE WZORACH NA OPROCENTOWANIE INWESTYCJI

Zasada rozliczeniowa 9.9. Zarówno we wzorze na opłatę dzierżawną, jak i we wzorach na oprocentowany koszt inwestycji stosujemy identyczną stopę procentową γ.

Ta identyczność nie jest sama przez się oczywista i może być traktowana jedynie jako pewne uproszczenie. Nie wynika ona bezpośrednio z twierdzeń podanych w rozdziale 6, ponieważ opisany tam model wysuwał na pierwszy plan wybór pomiędzy siłą roboczą a majątkiem produkcyjnym *w tym samym czasie*, a więc pozwalał jedynie na wyciągnięcie pewnych wniosków w odniesieniu do stopy procentowej we wzorze na opłatę dzierżawną, podczas gdy wzory na oprocentowany koszt inwestycji związane są na ogół z problemami *wyboru w czasie*.

Zamiast dowodu musimy więc ograniczyć się do podania dwóch przykładów dla naświetlenia tego rozumowania, które prowadzi do zasady rozliczeniowej 9.9.

Przykład 2. Wybieramy pomiędzy dwoma wariantami inwestycyjnymi. W obu przypadkach produkcja rozpocznie się w tym samym terminie, przy takiej samej ilości produktów,

[12] Por. np. prace E. Schneider [151] oraz F. Lutz i V. Lutz [107].

o takiej samej jakości. W obu potrzebne są te same koszty inwestycyjne i eksploatacyjne. Wariant 1 przewiduje, że wszystkie koszty inwestycyjne pojawią się w czasie 0; wielkość tych kosztów wynosi P_1. Wariant 2 – że koszty inwestycyjne wyniosą P_2; część tych kosztów pojawi się w czasie 0, druga część w czasie późniejszym o m.

$$P_1 = P_1(0), \tag{9.16}$$

$$P_2 = P_2(0) + P_2(m), \tag{9.17}$$

$$P_2(0) = P_1(0) - \Delta K, \quad P_2(m) = \Delta K, \tag{9.18}$$

W przypadku realizacji wariantu 2 w momencie czasu 0 zaoszczędzamy ΔK funduszu inwestycyjnego, który jednak należy uzupełnić w momencie czasu m. Inaczej mówiąc, realizacja wariantu 2 umożliwi *odroczenie* o okres m wykorzystania funduszu inwestycyjnego ΔK. Jaki jest wpływ tego odroczenia z punktu widzenia gospodarki narodowej?

Dla udzielenia odpowiedzi na to pytanie ponownie przytaczany założenia modelu opisanego w rozdziale 6 wraz z hipotezą standardowego podziału dochodu narodowego. Dodatkowo zakładamy jeszcze co następuje: oszczędności uzyskane przy wykorzystaniu funduszu inwestycyjnego przeznaczamy na akumulację (a nie na konsumpcję).

Przy tych założeniach zaoszczędzony fundusz inwestycyjny ΔK wzrasta w tempie $\Delta K e^{\gamma t}$. Gdy w momencie czasu m aktualne staje się wykorzystanie zaoszczędzonego funduszu inwestycyjnego, będziemy już mieli do dyspozycji fundusz $\Delta K e^{\gamma m}$. Tak więc gospodarka narodowa w wyniku odroczenia zyskała dodatkowy fundusz inwestycyjny $\Delta K(e^{\gamma m} - 1)$.

Różnica pomiędzy wariantami 1 i 2 ujawnia się wtedy, gdy do kosztów inwestycyjnych $P_i(t)$ dodamy odsetki składane przy stopie procentowej γ. Dla obu wariantów oprocentowania koszty inwestycji wyniosą:

$$\tilde{P}_i = \int_0^m P_i(t)\, e^{\gamma t} dt \quad (i = 1, 2). \tag{9.19}$$

W zasadzie odpowiada to wzorowi na oprocentowane koszty (9.13)[13].

Wszystko to jest prawdziwe tylko wtedy (a nawet i wtedy tylko w przybliżeniu), gdy ΔK jest dość małe (na przykład wtedy, gdy chodzi jedynie o inny harmonogram kosztów inwestycyjnych indywidualnego obiektu, podczas gdy cały makroekonomiczny proces inwestycyjny jest określony). Można powiedzieć, że w naszym przykładzie chodzi o taki problem wyboru, który powstaje „na marginesie" i dlatego jest wysoce prawdopodobne, że jakiekolwiek jego rozwiązanie nie wpływa w sposób istotny na makroekonomiczne pro-

[13] Z jedną tylko różnicą. Posłużyliśmy się wzorem na procent składany przy *ciągłym* procesie kapitalizacji, zgodnie z podanym w rozdziale 6 modelem, w którym czas jest zmienną ciągłą. W przeciwieństwie do tego, wzór (9.13) jest wzorem na koszt oprocentowania przy *periodycznym* (w praktyce: rocznym) procesie kapitalizacji. W praktycznych obliczeniach, w których dane i tak występują w przekroju rocznym, stosowanie tego wzoru jest wygodniejsze.

Jeżeli chcemy posługując się wzorami (9.13) i (9.19) dojść do jednakowych oprocentowanych kosztów inwestycyjnych, to wtedy należy uwzględnić nieco inne γ. Jeżeli we wzorze odpowiadającym periodycznej kapitalizacji $\gamma = 0{,}1$, to w celu otrzymania identycznych oprocentowanych kosztów za pomocą wzoru odpowiadającego kapitalizacji ciągłej, γ musi być równe 0,0953. Widać z tego, że rozbieżność jest mała i w praktyce może być pominięta. Poza tym rozbieżność ta nie dotyczy problemu rozpatrywanego w związku z zasadą rozliczeniową 9.9., czyli identyczności stopy procentowej we wzorze na opłatę dzierżawną i we wzorach na oprocentowane koszty inwestycji.

cesy rozwoju. Jeżeli zamierzalibyśmy zanalizować ten problem nieco szerzej i badać, czy wpływa on na długość okresu przygotowawczego pomiędzy rozpoczęciem inwestycji a rozpoczęciem eksploatacji, w skali gospodarki narodowej, to oczywiście przekroczylibyśmy już ramy prostego modelu opisanego w rozdziale 6.

Zawężenie podstawowego zagadnienia świadczy również o tym, że chwilowo ograniczamy się tylko do podania takiego toku rozumowania, który wymaga jeszcze dalszego szczegółowego opracowania w ramach modelu dostosowanego specjalnie do wyjaśnienia problemu wyboru w czasie.

Przykład 2. Obliczamy koszty jakiegoś określonego wariantu inwestycyjnego, za pomocą dwóch wzorów: za pomocą wzoru na opłatę dzierżawną (9.12) i wzoru na zdyskontowaną sumę kosztów. Nasze warianty inwestycyjne charakteryzują się następującymi własnościami:

1) koszty inwestycyjne pojawiają się jednocześnie w roku 0,

2) koszty eksploatacji są stałe w czasie. (Założenia te należy przyjąć chociażby dlatego, że bez nich stosowanie wzoru na opłatę dzierżawną nie miałoby uzasadnienia).

Przy tych założeniach można wypowiedzieć następujące twierdzenie;

Twierdzenie 9.1. Wzór na opłatę dzierżawną i wzór na zdyskontowaną sumę kosztów prowadzą do takiej samej kombinacji kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych, jeżeli w obydwóch wzorach zastosujemy taką samą stopę procentową i jeżeli w drugim wzorze przyjmiemy nieskończony okres rozrachunkowy.

Dowód. Rozliczenie kosztów za pomocą wzoru na opłatę dzierżawną:

$$C = R + \gamma P, \tag{9.20}$$

gdzie:

R – koszt eksploatacji w ciągu jednego roku,

P – jednorazowy koszt inwestycji.

Rozliczenie kosztów za pomocą wzoru na zdyskontowaną sumę kosztów:

$$\tilde{C} = P + \sum_{t=1}^{T} R(1+\gamma)^{-t}. \tag{9.21}$$

Sumując koszty eksploatacyjne zgodnie z wzorem na sumę wyrazów postępu geometrycznego otrzymujemy wzór na zdyskontowaną sumę kosztów

$$\tilde{C} = P + R\frac{(1+\gamma)^T - 1}{\gamma(1+\gamma)^T}. \tag{9.22}$$

Wyrażenie występujące jako współczynnik przy R ma następujące własności:

$$\frac{(1+\gamma)^T - 1}{\gamma(1+\gamma)^T} \to \frac{1}{\gamma}, \quad \text{gdy} \quad T \to \infty. \tag{9.23}$$

Wobec tego

$$\tilde{C} = P + \frac{1}{\gamma} R, \quad \text{gdy} \quad T = \infty. \tag{9.24}$$

Oczywiście, stosunek P do $\frac{1}{\gamma} R$ we wzorze (9.24) jest identyczny ze stosunkiem γP do R we wzorze (9.20)

Twierdzenie 9.1 jest ściśle mówiąc prawdziwe tylko wtedy, gdy T jest nieskończone. Jednakże w praktyce możemy z całym spokojem brać pod uwagę skończony okres rozrachunkowy; jeżeli T jest dosyć duże, rozbieżność jest tak mała, że można jej nie uwzględniać. Jeżeli np. we wzorze na zdyskontowaną sumę kosztów uwzględniamy 30-letni okres rozrachunkowy i przyjmujemy $\gamma=0{,}1$, to na to, by oba wzory prowadziły do identycznej kombinacji kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych, należy we wzorze na opłatę dzierżawną stosować $\gamma=0{,}105$.

Omówione dwa przykłady świadczą o tym, że zasada rozliczeniowa 9.9. może być przyjęta przynajmniej jako uproszczenie. Trzeba to było specjalnie podkreślić, ponieważ zasada ta była z wielu punktów widzenia kwestionowana w dyskusjach prowadzonych na Węgrzech. Warto jeszcze zaznaczyć, że zarówno węgierska, jak i radziecka urzędowa metodyka dotycząca efektywności inwestycji w istocie stosuje zasadę 9.9[14].

9.5. ODPISY AMORTYZACYJNE

Zarówno w krajach socjalistycznych, jak i kapitalistycznych rozpowszechnionym poglądem w literaturze dotyczącej gospodarki przedsiębiorstw jest, że każdy system odpisów amortyzacyjnych jest mniej lub bardziej arbitralny[15]. Dlatego najwłaściwsze i najbardziej zgodne z poglądami wyłożonymi w rozdziałach 6—9 byłoby przestrzeganie następujących założeń:

1. Wszystkie środki trwałe — zarówno istniejące na początku okresu objętego programowaniem, jak i wprowadzane później — nadają się do „wiecznej" eksploatacji, jeżeli zapewnimy ich generalny remont i częściowe lub całkowite zastępowanie (lecz zastępowanie środkami o pierwotnej postaci) w takim momencie czasu, w którym w wyniku fizycznego zużycia stanie się to technicznie konieczne.

2. Znane są koszty generalnego remontu i przewidywanego częściowego, względnie całkowitego zastąpienia, oraz ich harmonogram.

3. Koszty generalnego remontu, względnie częściowego lub całkowitego zastąpienia sprowadzamy zgodnie z paragrafami 9.1. — 9.2. — do rozrachunkowych kosztów pracy i rozrachunkowych odsetek.

4. Zgodnie z punktami 2 i 3 znamy czasowy rozkład rozrachunkowych kosztów generalnych remontów oraz częściowego względnie całkowitego zastąpienia. Uwzględniając przewidywany moment pojawienia się tych kosztów, dodajemy je do zdyskontowanej sumy kosztów, ustalonej według wzoru (9.15).

Gdybyśmy konsekwentnie przestrzegali tych założeń, stałoby się zbędne uwzględnienie odpisów amortyzacyjnych jako kosztów, ponieważ oznaczałoby to podwójne liczenie tych samych kosztów.

Postępowanie zgodne z wymienionymi wyżej założeniami można opisać w postaci następującej zasady:

---

[14] Metodyka radziecka zaleca stosowanie zarówno wzoru (9.12), jak i (9.13), przy takiej samej stopie procentowej (por. [178]). Metodyka węgierska stosuje wzory (9.12) i (9.14), również przy identycznej stopie procentowej. (Por. Kodeks Inwestycyjny [192].

[15] Por. np. książkę F. Lutz i V. Lutz [107], s. 70.

Zasada rozliczeniowa 9.10. Nakłady potrzebne do trwałego utrzymywania środków trwałych w niezmienionym stanie rozliczamy według rozrachunkowych kosztów tych nakładów i przy uwzględnieniu momentu czasu, w którym się one pojawiają. Odpisów amortyzacyjnych nie uwzględniamy.

W praktyce, w dotychczasowych naszych obliczeniach, nie zawsze mieliśmy możliwości konsekwentnej realizacji zasady rozliczeniowej 9.10. Tak np. w modelu przemysłu bawełnianego były spełnione założenia 1, 2 i 4 powyższego postępowania, natomiast założenie 3 nie mogło być spełnione. Nie uwzględnialiśmy odpisów amortyzacyjnych. Przy ustalaniu rozrachunkowych kursów dewizowych spełnione też było założenie 3. W dalszych naszych obliczeniach zasadę 9.10. staramy się w miarę możliwości konsekwentnie realizować.

10

TABLICE NAKŁADÓW — WYNIKÓW

10.1. DEFINICJE I ZAŁOŻENIA WYJŚCIOWE

Przy planowaniu długofalowym — pożyteczne są pod wieloma względami tablice nakładów-wyników (zwane dalej w skrócie: tablice *I-O*; z angielskiego *input-output*). O zastosowaniu tych tablic mowa będzie w następnych rozdziałach; zadaniem tego rozdziału jest podać podstawowe informacje o niektórych właściwościach tablic *I-O*.

Zakładamy, że elementarne pojęcia związane z tablicami *I-O* są znane[1]. Przypominamy tu główne zależności jedynie w celu ujednolicenia terminologii i symboliki

$$g_{kl}=\frac{v_{kl}}{v_l} \quad (k=1, \ldots, N, t=1, \ldots, N) \tag{10.1}$$

gdzie:

N — liczba sektorów gospodarki narodowej,

v_l — produkcja globalna sektora l wyrażona w forintach,

v_{kl} — produkcja wytworzona przez sektor k i zużyta przez sektor l, wyrażona w forintach,

g_{kl} — techniczny współczynnik produkcji, tj. wielkość produktu sektora k potrzebna dla wytworzenia jednostki produkcji globalnej sektora l (forint/forint).

$$\boldsymbol{v}-\boldsymbol{G}\boldsymbol{v}=\boldsymbol{d}, \tag{10.2}$$

gdzie:

$\boldsymbol{v}$ — wektor N-wymiarowy, którego składowe v_k oznaczają produkcję globalną sektorów, tj. wektor produkcji globalnej,

$\boldsymbol{G}$ — kwadratowa macierz współczynników technicznych g_{kl}, stopnia N, lub inaczej „wewnętrzny kwadrat" macierzy technologicznej.

$\boldsymbol{d}$ — wektor N-wymiarowy, którego składowe d_k oznaczają produkcję końcową sektorów, tj. wektor produkcji końcowej.

$$\boldsymbol{v}=(\boldsymbol{E}-\boldsymbol{G})^{-1}\boldsymbol{d}=\breve{\boldsymbol{G}}\boldsymbol{d}, \tag{10.3}$$

---

[1] Jako wstęp do analizy nakładów-wyników mogą służyć rozdziały 9 i 10 książki R. Dorfmana, P. A. Samuelsona, R. M. Solowa [35] lub książka O. Langego [93]. Dla bardziej szczegółowych badań należy przede wszystkim korzystać z prac W. Leontiefa [95, 96].

gdzie:

E – macierz jednostkowa stopnia N

$\check{G}$ – odwrotność macierzy $(E - G)$, którą dalej w skrócie nazywać będę macierzą odwrotną, i której elementy oznaczymy przez $\check{g}_{kl}$*.

Ekonomiczne znaczenie macierzy odwrotnej, która gra centralną rolę w dalszych rozważaniach, wyjaśnimy na przykładzie. Niech sektorem l będą kopalnie węgla, sektorem k zaś przemysł chemiczny. Przy wydobywaniu węgla zużywa się różne produkty chemiczne, jak materiały wybuchowe, karbid (w lampach górniczych) itp. Produkty chemiczne zużyte w kopalniach dla uzyskania jednostki węgla stanowią element g_{kl} macierzy technologicznej. Jest to bezpośredni nakład produktów chemicznych przypadający na jednostką (1 forint) produkcji globalnej w kopalniach węgla. Istnieją jednak nakłady pośrednie[2]. Do produkcji maszyn stosowanych w kopalniach też używa się produktów chemicznych (np. części z tworzyw sztucznych). Produkty chemiczne są też potrzebne do produkcji butów gumowych dla górników itp. I dalej jeszcze: fabryka maszyn górniczych zużywa stal walcowaną, wyprodukowaną w hucie, która z kolei zużywa produkty chemiczne. Zużycie produktów chemicznych w fabryce maszyn górniczych, w fabryce obuwia gumowego, w zakładach obsługujących te fabryki (jak siłownie, huty itp.) – składa się na pośrednie zużycie produktów chemicznych przez kopalnie węgla. Jak widać, zapotrzebowanie materiałowe zatacza coraz dalsze kręgi jak fale wokół kamienia rzuconego do wody. Bezpośrednie i pośrednie nakłady tworzą łącznie całkowite lub pełne nakłady produktów chemicznych na wydobycie węgla. Te właśnie nakłady możemy obliczyć za pomocą macierzy odwrotnej. Element $\check{g}_{kl}$ macierzy odwrotnej podaje, jakie jest bezpośrednie oraz pośrednie tzn. całkowite, zużycie produkcji sektora k potrzebne dla wytworzenia jednostki (1 forinta) produkcji końcowej sektora l.

W świetle tego przykładu zrozumiemy ekonomiczny sens wzoru (10.3). Wiemy, jaka ma być produkcja końcowa węgla (np. dla gospodarstw domowych, na eksport, dla powiększenia zapasów itp.) i znamy również zapotrzebowanie na produkcję końcową przemysłu chemicznego, przemysłu maszynowego i pozostałych sektorów. Mnożąc odpowiedni wektor d przez macierz odwrotną $(\check{G}d)$ otrzymujemy produkcję globalną (v) potrzebną na to, żeby wszystkie gałęzie produkcyjne wzajemnie zaopatrzyły się w niezbędne materiały z uwzględnieniem wszystkich wtórnych efektów i żeby poza tym pozostała również potrzebna produkcja końcowa d[3].

Przy pomocy tablic *I-O* zamierzamy określić oceny rozrachunkowe. Żeby z góry uwzględnić niedokładność dokonanych w tym celu obliczeń, należy pokrótce przejrzeć te wszystkie podstawowe założenia upraszczające, na których oparty jest model nakładów-wyników. Wymienimy tu kilka wzajemnie powiązanych założeń:

---

* W dalszym ciągu symbol v odnosi się do takich wielkości, które związane są z odwrotnością macierzy $(E - G)$ (np. iloczyn jakiegoś wektora przez macierz odwrotną itp.)

[2] Pojęć *bezpośrednich* i *pośrednich* nakładów, używanych w związku z tablicami *I-O* nie należy mylić z pojęciami „bezpośrednich" i „pośrednich" (lub „ogólnych") kosztów, używanymi w księgowości. W książce używam tych pojęć wyłącznie w związku z tablicami *I-O*, rozumiejąc przez nakłady bezpośrednie te nakłady, które trzeba będzie ponieść w samym sektorze l przez pośrednie zaś – te nakłady, które potrzebne będą w *innych* sektorach pod wpływem działania sektora l.

[3] O odwrotnościach węgierskich tablic *I-O* patrz wykład V. Nyitraia [135] w książce [105] oraz artykuł A. Rácza i L. Ujlakiego [141].

1. *„Proporcjonalne przychody"* (*„constant return to scale"*). Jeżeli wszystkie nakłady zużyte w sektorze l zwiększymy w stopniu λ, to produkcja globalna sektora l wzrośnie również w stopniu λ. Oznacza to jednocześnie, że w funkcjach kosztów obliczonych na podstawie tablicy *I-O* koszt krańcowy i przeciętny pokrywają się.

2. *Nie ma możliwości substytucji.* Produkt sektora l możemy wytwarzać tylko za pomocą jednego procesu technologicznego (przeciętnego – charakterystycznego dla danego sektora) o ściśle określonej strukturze nakładów.

3. *Niezmienność w czasie.* Macierz G nie zmienia się w czasie.

Wszystkie te założenia, umożliwiające zastosowanie niezwykle prostego modelu liniowego, są dużym uproszczeniem w stosunku do stanu rzeczywistego[4]. W związku z tym zajmiemy się pokrótce niektórymi problemami.

Jeden z problemów wiąże się z tym, że nakłady produkcyjne nieraz nie zmieniają się proporcjonalnie do rozmiarów produkcji; często pojawiają się malejące lub rosnące funkcje kosztów (jednostkowych). Składa się na to wiele przyczyn szczegółowo omówionych w rozdziale 4. Mimo że zdajemy sobie z tego sprawę, zmuszeni jesteśmy w naszych rozważaniach zrezygnować na razie z uwzględnienia tych zjawisk. W przeciwnym przypadku, musielibyśmy skonstruować zawiły, nieliniowy, dynamiczny model programowania, w którym układ warunków też byłby nieliniowy, a więc coś w rodzaju wspomnianego we wstępie do II części „idealnego" modelu. Takiego zadania nie moglibyśmy się jednak teraz podjąć. Uważamy natomiast, że błędy wynikające stąd, że nie uwzględniamy nieliniowych zależności, zmniejszają się dzięki następującym okolicznościom:

– W dużych zagregowanych sektorach, na które tablica *I-O* dzieli gospodarkę narodową, czynniki działające w kierunku malejących oraz rosnących kosztów krańcowych częściowo wyrównywują się. (Np. jeden z produktów danego sektora wytwarza się przy wzrastających kosztach krańcowych w godzinach nadliczbowych, w czasie nocnych zmian, przy zastosowaniu pewnych specjalnych metod produkcyjnych itp. Natomiast zwiększeniu produkcji innego produktu, towarzyszą korzyści wielkiej skali.) W takich sytuacjach rozszerzenie produkcji w całym sektorze odbywa się często przy mniej więcej stałych kosztach krańcowych).

– W krótkich okresach krańcowe i przeciętne koszty produkcji często odbiegają od siebie. Jednakże w długim okresie występuje tendencja do wyrównywania się kosztów krańcowych i przeciętnych, o ile inwestycje są racjonalne i zmierzają do stworzenia zdolności produkcyjnych zapewniających minimalne koszty jednostkowe[5].

Wobec tych okoliczności uważamy, że – w naszych warunkach – można przyjąć prowizorycznie tablice *I-O* jako środek pomocniczy przy opracowaniu rozrachunkowych ocen w planowaniu perspektywicznym, zakładające stałe koszty krańcowe i przeciętne[6].

Znacznie poważniejsze problemy powstają w związku z agregacją. Kalkulacje przepro-

---

[4] W pracy A. Bródyego [15] szczegółowo omówiono problematykę założeń upraszczających stanowiących podstawę analizy *I-O*.

[5] Zob. w związku z tym rozdział 11 i załącznik matematyczny w pracy A. C. Pigou [138] oraz artykuł J. Vinera [173].

[6] Uważamy ten sposób postępowania za lepszy niż np. opieranie się na jakimś aktualnym rynkowym systemie cen, który dostosowuje się do *chwilowych* kosztów krańcowych i to przy zniekształcającym wpływie niedoskonałej konkurencji, wskutek czego nie odzwierciedla on trwalszych kierunków formowania się kosztów.

wadzone w oparciu o tablice *I-O* są oczywiście mniej dokładne niż obliczenia dokonane za pomocą jakiegoś (skądinąd odpowiedniego) systemu cen, który dokładniej odzwierciedlałby rzeczową strukturę nakładów. Silnie zagregowane tablice *I-O* tę strukturę nieco zacierają.

W celu złagodzenia niedokładności wynikających z agregacji stosujemy rozmaite zabiegi. Z jednej strony zostały już przygotowane, lub będą przygotowane w przyszłości, bardziej szczegółowo opracowane tablice *I-O* dla poszczególnych gałęzi przemysłu, tablice które będą mogły być wykorzystane do obliczeń długookresowych. Z drugiej strony obliczenia uwzględniające szczegółowo strukturę nakładów w poszczególnych przemysłach mogą być połączone z obliczeniami przeprowadzonymi za pomocą zagregowanej tablicy *I-O*.

10.2. OBLICZENIE PEŁNYCH NAKŁADÓW ZEWNĘTRZNYCH

W paragrafie 10.1. była mowa jedynie o tzw. „wewnętrznym kwadracie" macierzy technologicznej produkcji. Nie obejmuje on wszystkich nakładów, lecz jedynie ich część. Weźmy na przykład tablicę *I-O* zestawioną przez Centralny Urząd Statystyczny odnoszącą się do przepływów międzygałęziowych w całej węgierskiej gospodarce narodowej w roku 1959[7]. Wewnętrzny kwadrat tego bilansu podaje przepływy produktów wytworzonych w kraju. Do wewnętrznego kwadratu macierzy technologicznej u dołu dołączone są dalsze wiersze. Odzwierciedlają one pozostałe nakłady na produkcję, np. przypadające na jednostkę produkcji sektora *l* zużycie materiałów importowanych, nakłady pracy (płace)[8], odpisy amortyzacyjne itp. Te specjalne współczynniki techniczne odzwierciedlają nakłady zewnętrzne pochodzące spoza sektorów reprezentowanych w wewnętrznym kwadracie macierzy. Od specyficznych własności określonego modelu *I-O* zależy, jakie nakłady zewnętrzne bierze się pod uwagę i jak się je dzieli.

Wprowadźmy następujące oznaczenie: niech

$$U=\begin{vmatrix} u_{11} & u_{12} & \dots & u_{1N} \\ u_{21} & u_{22} & \dots & u_{2N} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ u_{K1} & u_{K2} & \dots & u_{KN} \end{vmatrix} \tag{10.4}$$

będzie macierzą współczynników nakładów zewnętrznych u_{il} o K wierszach i N kolumnach[9]. Macierz $\begin{pmatrix} G \\ U \end{pmatrix}$, utworzoną z wewnętrznego kwadratu oraz macierzy współczyn-

[7] Ściślej: tak zwany wariant „B" tego bilansu, zob. [185]

[8] Gdy nakłady pracy wyrażone są w jednostkach pieniężnych, pokrywają się one z płacami. Zachowujemy jednak termin „nakład pracy" jako ogólniejszy i pasujący lepiej do terminologii stosowanej w tym rozdziale. (Przyp. redakcji przekładu polskiego).

[9] W stosowanej na Węgrzech terminologii macierz tą nazywa się (niezbyt szczęśliwie) „dolnym skrzydłem" macierzy technologicznej; analogicznie „skrzydłem bocznym" nazywa się macierz obrazującą podział produkcji końcowej.

ników nakładów zewnętrznych, nazywamy technologiczną macierzą modelu *I-O*. Model *I-O*, który opisałem powyżej, należy do typu *otwartych statycznych modeli* Leontiefa. *Otwartymi* nazywane są dlatego, że uwzględniają one zewnętrzne nakłady i zewnętrzne zużycie produkcji końcowej, czyli przepływy skierowane do wewnątrz i na zewnątrz sektorów produkcyjnych. Mnożąc *i*-ty wektor wierszowy macierzy współczynników nakładów zewnętrznych przez macierz odwrotną otrzymujemy wektor wierszowy

$$\overset{\blacktriangledown}{u}'_i = \overset{\vee}{u}'_i \overset{\vee}{G} \quad (i=1, \ldots, K) \tag{10.5}$$

nazywany *i*-tym wektorem współczynników pełnych nakładów zewnętrznych, związanych z tablicą *I-O*. Co wyrażają składowe tego wektora?

Niech u'_1 będzie np. wierszowym wektorem współczynników bezpośrednich nakładów pracy,[10] zaś 4 kolumna niech określa współczynniki nakładów w przemyśle chemicznym. W tym przypadku u_{14} wyraża, ile pracy kryje się w jednostce produktu przemysłu chemicznego, jeżeli uwzględnia się wyłącznie wynagrodzenie wypłacane w samym przemyśle chemicznym przy wytwarzaniu jego produktów. Natomiast $\overset{\vee}{u}_{14}$ wyrażać będzie obok bezpośrednich również i pośrednie nakłady na pracę, a więc również to, co wypłacono z tytułu płac w sektorze produkującym energię elektryczną za tę ilość energii, którą zużywa się na wytworzenie jednostki produkcji przemysłu chemicznego oraz w kopalni węgla przy wydobyciu tej ilości węgla, którą zużywa się na wytworzenie jednostki produkcji przemysłu chemicznego, jak również na wytworzenie wspomnianej wyżej ilości energii elektrycznej, itd. Wszystko to razem stanowi pełny nakład pracy na jednostkę produkcji przemysłu chemicznego. W analogicznym sensie będziemy mówili o współczynniku pełnego nakładu produkcji importowej, o pełnym współczynniku amortyzacyjnym itp.

Przypuśćmy, że dla danej produkcji końcowej d_l obliczyliśmy iloczyn:

$$\overset{\vee}{u}_{il} d_l = \overset{\vee}{k}_{il} \quad (i=1, \ldots, K;\ l=1, \ldots, N) \tag{10.6}$$

$\overset{\vee}{k}_{il}$ określa pełny nakład zewnętrznego czynnika rodzaju i, potrzebny na to, by otrzymać produkcję końcową sektora l w wysokości d_l. Wymiarem wielkości $\overset{\vee}{k}_{il}$ może być forint, lecz może też być dolar, osoba, tona itp., w zależności od tego, w jakiej jednostce określiliśmy nakłady zewnętrzne przy ustaleniu wektora wierszowego u'_i.

10.3. TWIERDZENIE DOTYCZĄCE SYSTEMU OCEN ROZRACHUNKOWYCH

W oparciu o ustalone zależności można wyprowadzić kilka twierdzeń, które mogą być wykorzystane w celu skonstruowania systemu ocen rozrachunkowych.

Pierwsze twierdzenie dotyczy pewnych neutralnych własności systemu takich ocen.

Załóżmy, że dana jest kwadratowa macierz G_{nat} stopnia N(wewnętrzny kwadrat macierzy technologicznej) i że produkcja mierzona jest nie w jednostkach pieniężnych, lecz w jednostkach naturalnych względnie technicznych (np. ruda żelaza – w tonach, energia elektryczna

[10] W ujęciu wartościowym będą to współczynniki określające procentowy udział płac w cenie produktu. (Przyp. redakcji przekładu polskiego).

– w kWh.). W takiej sytuacji element znajdujący się na przecięciu kolumny odpowiadającej rudzie żelaznej i wiersza odpowiadającego energii elektrycznej ma wymiar kWh/tona.

Dołączymy do tej macierzy macierz nakładów zewnętrznych $\boldsymbol{U}_{\text{nat}}$ o K wierszach i N kolumnach. Jest ona analogiczna do uprzednio omawianej macierzy $\boldsymbol{U}$ z tą różnicą, że przy ustalaniu wielkości współczynników $u_{\text{nat},il}$ mianownik ułamka mierzony jest w jednostkach naturalnych (np. w wierszu: import z krajów kapitalistycznych współczynniki mają wymiar dolar/tona, dolar/kWh itp. W wierszu: płace – wymiar f/tona, f/kWh itp.)

Przyjmujemy następujące *założenie jednolitych cen produkcji:*

Każdy produkt ma jednolitą cenę, niezależną od przeznaczenia produkcji.

Tak więc w myśl tego założenia np. cena jednej kWh jest taka sama, niezależnie czy przekazywana jest rolnictwu, czy też przemysłowi maszynowemu. Przy tym założeniu system cen może być charakteryzowany diagonalną macierzą, którą nazwiemy macierzą wyjściowego systemu cen:

$$\boldsymbol{S}=\begin{bmatrix} S_1 & & & \\ & S_2 & & \\ & & \cdot & \\ & & & S_N \end{bmatrix} \tag{10.7}$$

Pomiędzy macierzą technologiczną względnie wektorem produkcji końcowej, mierzonymi w jednostkach naturalnych i w forintach, zachodzą następujące zależności:

$$\boldsymbol{G}=\boldsymbol{S}\boldsymbol{G}_{\text{nat}}\boldsymbol{S}^{-1}, \tag{10.8}$$

$$\boldsymbol{d}=\boldsymbol{S}\boldsymbol{d}_{\text{nat}}. \tag{10.9}$$

Twierdzenie 10.1.[11] *Danej produkcji końcowej* $d_{\text{nat},l}$ *mierzonej w jednostkach naturalnych, odpowiadają określone jednoznacznie pełne nakłady* $\check{k}_{il}$. *Te same* $\check{k}_{il}$ *mogą być ustalone za pomocą tablicy I-O mierzonej w forintach i to niezależnie od wyjściowego systemu cen* $\boldsymbol{S}$ *przyjętego w tej tablicy (przy założeniu jednolitych cen produkcji).*

Dowód. Oznaczmy wektor współczynników pełnych nakładów zewnętrznych rodzaju $\check{\boldsymbol{u}}$, związanych z tablicą $I-O$ wyrażoną w jednostkach naturalnych przez $\check{\boldsymbol{u}}_{\text{nat},i}$

$$\begin{aligned} \check{\boldsymbol{u}}'_{\text{nat},i}&=\boldsymbol{u}'_{\text{nat},i}(\boldsymbol{E}-\boldsymbol{G}^{l}_{\text{nat}})^{-1} \\ \boldsymbol{u}'_{i}&=\boldsymbol{u}'_{\text{nat},i}\boldsymbol{S}^{-1}, \\ \boldsymbol{G}&=\boldsymbol{S}\boldsymbol{G}_{\text{nat}}\boldsymbol{S}^{-1}. \end{aligned} \tag{10.10}$$

Na podstawie definicji (10.5) oraz (10.8)–(10.10) można przekonać się, że:

$$\begin{aligned} \check{\boldsymbol{u}}'_{i}=\boldsymbol{u}'_{\text{nat},i}\boldsymbol{S}^{-1}(\boldsymbol{E}-\boldsymbol{S}\boldsymbol{G}_{\text{nat}}\boldsymbol{S}^{-1})^{-1}=\boldsymbol{u}'_{\text{nat},i}\boldsymbol{S}^{-1}\boldsymbol{S}(\boldsymbol{E}-\boldsymbol{G}_{\text{nat}})^{-1}\boldsymbol{S}^{-1}= \\ =\boldsymbol{u}'_{\text{nat},i}(\boldsymbol{E}-\boldsymbol{G}_{\text{nat}})^{-1}\boldsymbol{S}^{-1}=\check{\boldsymbol{u}}'_{\text{nat},i}\boldsymbol{S}^{-1}. \end{aligned} \tag{10.11}$$

Wynika z tego, że

$$\check{\boldsymbol{u}}_{il}\,\boldsymbol{d}_{l}=\frac{\check{\boldsymbol{u}}_{\text{nat},il}}{\boldsymbol{S}_{l}}\boldsymbol{S}_{l}\,\boldsymbol{d}_{\text{nat},l}=\check{\boldsymbol{u}}_{\text{nat},il}\,\boldsymbol{d}_{\text{nat},l}. \tag{10.12}$$

[11] Dowód tego twierdzenia podany został w pracy S. Ganczera [41] – W moim ujęciu tego twierdzenia staram się podkreślić, że jest ono prawdziwe tylko przy założeniu jednolitych cen produkcji.

Jak wyniknie z późniejszych rozważań, w naszych obliczeniach wykorzystujemy praktycznie tylko pełne nakłady zewnętrzne. Z tego powodu twierdzenie (10.1) o niezależności od wyjściowego systemu cen spełnia ważną rolę.

Należy oczywiście zaznaczyć, że w praktyce nie ma mowy o doskonałej niezależności, ponieważ założenie jednolitych cen produkcji jest tylko w przybliżeniu prawdziwe. Z jednej strony: produkcja każdego sektora jest w rzeczywistości zagregowaną grupą konkretnych produktów. Jeżeli nawet ceny poszczególnych produktów byłyby jednolite niezależnie od ich przeznaczenia, to i tak średnia cena grupy produktów może wypaść odmiennie dla poszczególnych zużywających je sektorów, ponieważ żądany przez te sektory konkretny asortyment wyrobów nie jest jednakowy (np. przemysł tekstylny żąda od przemysłu chemicznego innych produktów aniżeli przemysł farmaceutyczny). Z drugiej strony: istnieją takie produkty, w których cenie uwzględnia się odmienną stopę podatku obrotowego, zależnie od tego, jakiemu sektorowi produkt jest przekazywany[12]. Ponieważ jednak w skali gospodarki narodowej rozkład produkcji poszczególnych sektorów według ich przeznaczenia niewiele się zmienia (wzajemny stosunek składowych wektora wierszowego v_k' jest dość stały) i niewielkim zmianom ulega również asortyment produkcji w ramach poszczególnych sektorów, założenie jednolitych cen produkcji przy wysoce zagregowanej tablicy $I-O$ dla gospodarki narodowej wydaje się przybliżeniem możliwym do przyjęcia.

W związku z obliczeniami pełnych nakładów zewnętrznych można jeszcze wymienić dalsze twierdzenia.

Przy pomocy wzoru (10.4) zdefiniowaliśmy ogólnie macierz współczynników nakładów zewnętrznych. Rozpatrzmy teraz specjalny typ tej macierzy, macierz współczynników nakładów pierwotnych, którą oznaczamy przez W. Jest to macierz o M wierszach i N kolumnach, którą charakteryzuje następująca własność:

$$\sum_{k=1}^{N} g_{kl} + \sum_{i=1}^{M} w_{il} = 1 \qquad (l = 1, \ldots, N). \tag{10.13}$$

Suma technicznych współczynników produkcji występująca w kolumnie l macierzy technologicznej $\begin{pmatrix} G \\ W \end{pmatrix}$ wynosi 1. Ta własność może wystąpić tylko w macierzach o wymiarach f./f. (względnie ogólnie: wartość przez wartość). Na wartość jednostki produktu składają się częściowo nakłady pochodzące z wewnętrz układu ($\sum_k g_{kl}$) oraz nakłady pierwotne pochodzące z zewnątrz[13] układu ($\sum_i w_{il}$) ujęte w macierzy współczynników nakładów pierwotnych.

---

[12] Powiązanie pomiędzy tablicami *I-O* mierzonymi w jednostkach naturalnych i w forintach, wraz z zagadnieniem jednolitych cen produkcji, były szczegółowo badane przez zespół powołany do zbudowania tablicy *I-O* dla przemysłu odzieżowego Por. praca J. Kornai, J. Rimler, P. Wellisch i inni [76].

[13] W celu uniknięcia nieporozumień terminologicznych zwracam uwagę na następujący fakt: *Nakłady zewnętrzne* (u_{il}) są szerszym pojęciem niż specjalny rodzaj zewnętrznych nakładów, nakłady *pierwotne* (w_{il}). Te ostatnie charakteryzują się zawsze zależnością (10.13): suma współczynników występujących w danej kolumnie wewnętrznego kwadratu macierzy technologicznej powiększona o sumę współczynników pierwotnych nakładów jest równa 1. W tablicy *I-O* występować mogą wiersze nakładów zewnętrznych, które nie spełniają warunku (10.13). Takich nakładów nie możemy jednak uznać za *pierwotne*.

W niniejszej książce nie zamierzamy podać ogólnej definicji określającej ekonomiczną interpretację macierzy W. W naszych analizach interpretacja ta zależy zawsze od modelu, który jest właśnie przedmiotem badań [14].

Utwórzmy teraz macierz współczynników *pełnych nakładów pierwotnych* mnożąc macierz współczynników nakładów pierwotnych przez macierz odwrotną

$$\check{W} = W(E-G)^{-1} = \check{W}\check{G}. \tag{10.14}$$

Z własności macierzy W i G określonej wzorem (10.13) wynika, że

$$\sum_{i=1}^{M} \check{w}_{il} = 1. \tag{10.15}$$

W ten sposób całą wartość jednostki produkcji sektora sprowadziliśmy do wartości zawartych w niej pełnych, czyli pośrednich i bezpośrednich *pierwotnych nakładów* potrzebnych do jej wytworzenia.

Teraz możemy już przejść do sposobu, jak można wykorzystać tablicę $I-O$ dla skonstruowania systemu cen rozrachunkowych. Do tych obliczeń powinniśmy znać:

$\check{G}$ – macierz odwrotną (współczynniki macierzy odwrotnej f./f. obliczone według cen wyjściowych).

W – macierz współczynników nakładów pierwotnych. Zawiera ona wszystkie te (ale tylko te) zewnętrzne nakłady, które zamierzamy potem – przy tworzeniu systemu cen rozrachunkowych – uwzględnić jako pierwotne nakłady. Macierz W składa się z M wektorów wierszowych [15]. Współczynniki zawarte w tej macierzy są ułamkami, w których licznik mierzony jest w charakterystycznej jednostce nakładów pierwotnych, mianownik zaś w cenie wyjściowej.

Φ_i – rozrachunkowe oceny poszczególnych nakładów pierwotnych ($i=1, \ldots, M$) [16] (np. rozrachunkowa stawka płac w forintach na osobę).

Znając te dane, wykonujemy następujące działania matematyczne [17].

Pierwszy etap. Budujemy macierz współczynników pełnych nakładów pierwotnych

$$\check{w}_{il} = \sum_{k=1}^{N} w_{ik} \check{g}_{kl} \quad (l=1, \ldots, N,\ i=1, \ldots, N). \tag{10.16}$$

Drugi etap. Współczynniki pełnych nakładów pierwotnych mnożymy przez odpowied-

[14] Oto kilka przykładów 1) W tablicy *I-O* gospodarki narodowej, publikowanej przez Krajowy Urząd Statystyczny za „pierwotne nakłady" uważane są: import, praca, odpisy amortyzacyjne i czysty dochód. 2) W poszczególnych cząstkowych modelach gałęziowych jako nakłady pierwotne – oprócz wymienionych w punkcie 1 – traktowane są również pozagałęziowe nakłady materiałowe pochodzące z produkcji krajowej. Przy tworzeniu naszego rozrachunkowego systemu cen za pierwotne nakłady uznaliśmy pracę i majątek produkcyjny. 4) W dalszych rozdziałach książki omówimy również taki model, w którym za pierwotne (przydzielone centralnie) nakłady uważa się wyłącznie pracę.

[15] Jeżeli np. za pierwotne nakłady uważamy pracę i majątek produkcyjny, wtedy macierz W składa się z dwóch wierszy.

[16] Kontynuując przykład z poprzedniego przypisu: rozrachunkową oceną pracy jest rozrachunkowa stawka płac; rozrachunkową oceną majątku produkcyjnego jest rozrachunkowa stopa procentowa.

[17] Z polecenia Urzędu Kontroli Cen grupa badaczy opracowała eksperymentalnie za pomocą takiej samej w zasadzie metody – różnego rodzaju systemy cen. O rachunkach zmierzających do wyznaczania cen pisze S. Ganczer w pracy doktorskiej [41].

nie oceny rozrachunkowe [18]

$$\check{w}_{il}^{\text{calc}} = \Phi_i \check{w}_{il} \qquad (l=1, \ldots, N, i=1, \ldots, M) \tag{10.17}$$

Trzeci etap. Wyznaczamy rozrachunkowy wskaźnik przeliczeniowy S_l^{calc} dla produktów poszczególnych sektorów.

$$S_l^{\text{calc}} = \sum_{i=1}^{M} \check{w}_{il}^{\text{calc}} = \sum_{i=1}^{M} \Phi_i \check{w}_{il} \qquad (l=1, \ldots, N). \tag{10.18}$$

W ten sposób otrzymujemy system rozrachunkowych wskaźników przeliczeniowych, oparty na obliczeniu pełnych nakładów pierwotnych, który możemy ująć w diagonalnej macierzy S^{calc}, analogicznej do macierzy cen wyjściowych (10.7). Układ tego systemu wskaźników jest zgodny z układem tablicy $I-O$ służącej za podstawę do obliczeń. Rozrachunkowy wskaźnik S^{calc} podaje, jak należy skorygować cenę wyjściową produktu sektora l. Jeżeli np. sektorem 7 jest wydobycie węgla i $S_7^{\text{calc}} = 1{,}24$, wtedy wyjściową cenę węgla należy pomnożyć przez 1,24, aby dojść do rozrachunkowej oceny węgla.

Wykorzystując system rozrachunkowych wskaźników określony wzorem (10.18) możemy nasze obliczenia dalej precyzować. W następnym kroku nie będziemy już ustalać oceny dla (przeciętnego) produktu całego sektora tablicy $I-O$, lecz dla jakiegoś konkretnego produktu, powiedzmy produktu r, mierząc jego ilość w jednostkach naturalnych. Stosujemy tu następujący wzór:

$$s_r = \sum_{i=1}^{M} \Phi_i w_{ir} + \sum_{l=1}^{N} S_l^{\text{calc}} g_{lr} \tag{10.19}$$

gdzie:

s_r — rozrachunkowa ocena jednostkowa konkretnego produktu r,

w_{ir} — współczynnik nakładu pierwotnego rodzaju i na jednostkę produktu r,

g_{lr} — współczynnik nakładu produktu l na jednostkę konkretnego produktu r, obliczony w oparciu o wyjściową cenę produktu l. Jeżeli np. produktem r jest nawóz azotowy, zaś sektorem nr 9 w tablicy $I-O$ jest przemysł energetyczny, wtedy g_{9r} jest zużyciem energii elektrycznej przypadającym na 1 tonę nawozów azotowych, licząc energię elektryczną po cenie wyjściowej.

Zgodnie z wzorem (10.19) cena składa się z dwóch głównych składników. Pierwszym składnikiem jest *bezpośrednie* zużycie pierwotnych nakładów, liczone po rozrachunkowych ocenach Φ_i. Drugim składnikiem jest bezpośrednie zużycie materiałów liczone po ocenach rozrachunkowych uzyskanych z obliczeń pełnych nakładów pierwotnych, czyli koszty materiałowe obliczone po cenach wyjściowych $\sum_l g_{lr}$, skorygowanych przy pomocy systemu rozrachunkowych wskaźników S_l^{calc}.

Czytelnik może przekonać się, że wzór ten jest w zasadzie *ogólną* formą podanego już poprzednio wzoru na cenę (9.7). Znaczenie tego wzoru polega na tym, że uwzględnia on dwa stopnie agregacji zastosowanej w obliczeniach nakładów. *Bezpośrednie* nakłady pierwotne (pierwszy składnik) obliczamy dokładnie, uwzględniając konkretną strukturę nakładów, specyficzną dla produktu r. Natomiast nakłady występujące jako koszty materia-

[18] Kontynuując dalej poprzedni przykład: dla majątku produkcyjnego, w_{il}^{calc} — rozrachunkowa stopa procentowa pomnożona przez pełny nakład majątku produkcyjnego (na jednostkę produkcji sektora l).

łowe (drugi składnik) obliczamy przy pomocy takiego rozrachunkowego systemu wskaźników, który odpowiada agregacji zastosowanej przy konstrukcji tablicy $I-O$.

Wprowadźmy następujące oznaczenia:

$$\check{w}_{ir} = w_{ir} + \sum_{l=1}^{N} \check{w}_{il} g_{lr} , \tag{10.20}$$

gdzie:

$\check{w}_{ir}$ – pełny nakład pierwotny rodzaju i przypadający na jednostkę produktu r.

$$\check{w}_{ir}^{\text{calc}} = \Phi_i \check{w}_{ir} \tag{10.21}$$

gdzie:

$\check{w}_{ir}^{\text{calc}}$ – pełny nakład pierwotny rodzaju i, obliczony według rozrachunkowej oceny Φ_j przypadający na jednostkę produktu r.

Zdefiniowane wyżej dwa pojęcia są analogiczne do wyjaśnionych już poprzednio pojęć $\check{w}_{il}$ względnie $\check{w}_{il}^{\text{calc}}$, z tą różnicą, że wówczas mówiliśmy o całkowitym nakładzie pierwotnym przypadającym na jednostkę produktu l-go *sektora* gospodarki narodowej (w naturalnych jednostkach miary lub obliczonej według oceny rozrachunkowej), obecnie zaś mówimy o pełnym nakładzie pierwotnym, przypadającym na jednostkę *produktu r*. Te ostatnie są więc kategoriami o niższym stopniu agregacji, dlatego też, jak widzimy, znaczeniowo odbiegają od poprzednich.

Następnie – w wyniku twierdzenia 10.1. oraz definicji (10.18) i (10.21) – stwierdzić możemy, że:

$$s_r = \sum_{i=1}^{M} \Phi_i \check{w}_{ir} = \sum_{i=1}^{M} \check{w}_{ir}^{\text{calc}} . \tag{10.22}$$

Tak więc *rozrachunkowa ocena określona wzorem (10.19) odzwierciedla pełne pierwotne nakłady zawarte w jednostce produktu, obliczone według rozrachunkowych ocen* Φ_i.

Teraz możemy już podać dwie nowe zasady rozliczeniowe, które słownie ujmują to, co określają wzory na tworzenie ocen (10.18) i (10.19).

Zasada rozliczeniowa 10.1. Rozrachunkowe oceny powinny jak najwierniej odzwierciedlać całkowite nakłady pierwotne.

Zasada rozliczeniowa 10.2. Przy tworzeniu rozrachunkowej oceny konkretnego produktu bezpośrednie nakłady pierwotne liczymy według ocen rozrachunkowych, a koszty materiałowe korygujemy za pomocą rozrachunkowych wskaźników przeliczeniowych, opartych na obliczeniu pełnych nakładów pierwotnych.

10.4. WĘGIERSKIE TABLICE PRZEPŁYWÓW MIĘDZYGAŁĘZIOWYCH

Tablica 10.1. zawiera przegląd już opracowanych względnie opracowywanych obecnie tablic $I-O$ na Węgrzech.

Dotychczas w naszych obliczeniach wykorzystywaliśmy tablicę, która według numeracji tablicy 10.1 nosi numer 2. Jednakże w przyszłości do podobnych badań, zamierzamy wykorzystać również inne tablice.

W związku z tym specjalne znaczenie ma tablica numer 4. Nie zawiera ona bowiem danych faktycznych z jakiegoś minionego okresu, lecz pomyślana jest jako tablica $I-O$ obrazująca zadania planowe na przyszłość (por. paragraf 1.1). Przydatność jej jest tym

Tablica 10.1

Węgierskie tablice nakładów i wyników

Lp.	Zakres	Rok	Instytucja sporządzająca tablice	Jednostka miary	Rząd (N) macierzy techniki produkcji	Czy macierz techniki produkcji była odwrócona?	Literatura
1	Gospodarka narodowa	1957	Centralny Urząd Statystyczny	forint	95	tak	[184], [104], [141]
2	Gospodarka narodowa	1959	Centralny Urząd Statystyczny	,,	95	,,	[185], [106]
3	Gospodarka narodowa	1959	Urząd Planowania	,,	45	,,	[5]
4	Gospodarka narodowa	1965	Urząd Planowania	,,	45		[5]
5	Gospodarka narodowa	1960	Urząd Kontroli Cen	,,	268		[41]
6	Hutnictwo	1958	Instytut Badań Ekonomicznych	,,	31	tak	[154]
7	Rolnictwo	1959	Centralny Urząd Statystyczny	,,	45	,,	[24]
8	Budownictwo	1959	Urząd do Spraw Techniki i Ekonomiki Budownictwa	,,	56	,,	[66]
9	Przemysł włókienniczy, odzieżowy, skórzany i obuwniczy	1960	Instytut Badań Przemysłu Włókienniczego	,,	192	,,	[76], [144]
10	Przemysł włókienniczy, odzieżowy, skórzany i obuwniczy	1960	Instytut Badań Przemysłu Włókienniczego	naturalna	192	nie	[76], [144]

większa, że przygotowana została systemem analogicznym jak tablica numer 3 – bilans z roku 1959 – i przez to może być z nią bezpośrednio porównywana. Tablica $I-O$ sporządzona na koniec okresu planu perspektywicznego w dużym stopniu łagodzi te trudności, które występują w związku z przyjmowanym zazwyczaj w analizie $I-O$ założeniem upraszczającym – niezmiennością współczynników w czasie.

Na osobną uwagę zasługuje model sporządzony przez Urząd Kontroli Cen. Ta potężna tablica nie obejmuje całego wolumenu produkcji społecznej. Poszczególne wiersze i kolumny odpowiadają tu wyróżnionym produktom, które charakteryzują się tym, że mogą reprezentować szerszą grupę produktów. Za pomocą takiego modelu, który może być uważany za „reprezentatywną próbkę" dużej masy towarowej gospodarki narodowej, zamierza się śledzić głównie dalsze zmiany struktury cen (zarówno zmiany ceny poszczególnych produktów, jak i grup produktów). Dalsze studia potrzebne są dla zdecydowania, czy model ten może być bezpośrednio wykorzystany przy ustalaniu rozrachunkowych cen, stosowanych do obliczania efektywności inwestycji.

Tablice o numerach od 6 do 10 przedstawiają bardziej szczegółowo wybrane sektory gospodarki narodowej, pokazując ich powiązania z innymi sektorami[19]. Ich wykorzystanie przyczyni się do udoskonalenia i uszczegółowienia systemu ocen rozrachunkowych.

[19] Por. wykład Gy. Simona, Gy. Kondora [154] w zbiorze [105].

11

OKREŚLENIE PEŁNYCH NAKŁADÓW PRACY I MAJĄTKU PRODUKCYJNEGO

11.1. ZARYS ZAGADNIENIA

Chcemy tu opracować taki system ocen rozrachunkowych, który odzwierciedla dwa pierwotne nakłady: pracę (siłę roboczą) i majątek produkcyjny. Związane z tym systemem zasady rozliczeniowe wyjaśniliśmy w rozdz. 9. i 10. Teraz z kolei zbadajmy: przy pomocy jakich metod można określić *liczbowo* całkowite zapotrzebowanie na pracę i majątek produkcyjny. W szczególności interesują nas pełne nakłady majątku produkcyjnego i pracy związane z działalnościami występującymi w modelu programowania:

$$P_j^{\text{tot}}(x_j) = P_j^{\text{dir}}(x_j) + P_j^{\text{indir}}(x_j) \quad (j = 1, \ldots, n), \tag{11.1}$$

$$Q_j^{\text{tot}}(x_j) = Q_j^{\text{dir}}(x_j) + Q_j^{\text{indir}}(x_j), \tag{11.2}$$

gdzie:

P_j^{tot}, Q_j^{tot} – pełny nakład majątku produkcyjnego względnie pełny nakład pracy,

P_j^{dir}, Q_j^{dir} – bezpośredni nakład majątku produkcyjnego względnie bezpośredni nakład pracy,

P_j^{indir}, Q_j^{indir} – pośredni nakład majątku produkcyjnego względnie pośredni nakład pracy.

Określenia P_j^{dir} i Q_j^{dir} podane już zostały w rozdziale 4. i nie będziemy do nich powracali. Natomiast potrzebne są bardziej szczegółowe badania dla ustalenia P_j^{indir} i Q_j^{indir}. Przede wszystkim należy stwierdzić, że dla uproszczenia i tak już bardzo skomplikowanego problemu zakładamy liniowość nakładów pośrednich (w przeciwieństwie do nakładów bezpośrednich, które w niektórych obliczeniach przedstawiliśmy przy pomocy funkcji nieliniowych).

$$P_j^{\text{indir}}(x_j) = p_j^{\text{indir}} x_j, \tag{11.3}$$

$$Q_j^{\text{indir}}(x_j) = q_j^{\text{indir}} x_j. \tag{11.4}$$

Tak więc zadanie zawęża się do liczebnego ustalenia współczynników p_j^{indir} względnie q_j^{indir}. Do tego celu zastosujemy dwie metody, częściowo kombinując je ze sobą:

1. Zastosowanie makroekonomicznej tablicy $I-O$, tj. tablicy dla całej gospodarki narodowej.

2. Obliczanie pośrednich nakładów za pomocą tradycyjnych metod.

11.2. WYKORZYSTANIE MAKROEKONOMICZNEJ TABLICY *I–O*

Najpierw opiszemy sposób obliczania pełnych nakładów majątku produkcyjnego; obliczanie pełnych nakładów pracy jest analogiczne.

Dla obliczeń należy znać bezpośrednie nakłady majątku produkcyjnego, charakteryzujące poszczególne sektory gospodarki narodowej, według podziału wykorzystanego w tablicy $I-O$. Oznaczmy przez p_l współczynnik bezpośredniego nakładu majątku produkcyjnego, potrzebnego (bezpośrednio) do wytworzenia jednostki (1 forinta) produkcji sektora l ($l=1, \ldots, N$). Dla oszacowania tego współczynnika mamy do dyspozycji dwa źródła:

A) Służba statystyczna prowadzi ewidencję wartości majątku produkcyjnego (w odniesieniu do środków trwałych zarówno w ujęciu brutto, jak i netto) z podziałem odpowiadającym układowi tablicy $I-O$ [1]. Niestety, oszacowanie środków trwałych wykazuje wiele braków. Te braki stosunkowo mało zakłócały analizę przeprowadzoną w rozdziale 7, w którym wykorzystaliśmy tylko dane sumaryczne i właściwie zwracaliśmy uwagę jedynie na zmiany w czasie i ich dynamikę. Teraz z kolei, gdy istotne są konkretne wielkości i względny stosunek nakładów majątku produkcyjnego i pracy dla każdego sektora, niedokładności szacunku mogą wywołać więcej zakłóceń.

B) Współczynniki nakładów majątku produkcyjnego charakterystyczne dla poszczególnych sektorów ustala się również na podstawie rzeczywistych danych dotyczących inwestycji zakończonych w okresie ostatnich dwóch–trzech lat, oraz na podstawie danych planowanych, zawartych w dokumentach zezwalających na inwestycje bieżące lub rozpoczynające się w najbliższej przyszłości [2]. Nie jest to jednak pełny zbiór danych. Majątek powstały w wyniku inwestycji dokonanych w ciągu kilku ostatnich lat trudno uznać za reprezentatywną próbę przeciętnego stanu majątku. Jednakże zbadanie dość dużej liczby inwestycji problem ten nieco złagodziło. W porównaniu z metodą wymienioną w punkcie A, zaletą współczynników otrzymanych w sposób B jest to, że nie opierają się one na często nierealnych, „martwych" danych księgowych, dotyczących wartości środków trwałych, lecz na przewidywanych kosztach inwestycyjnych.

Wprowadźmy następujące oznaczenia: niech

$$\boldsymbol{p}' = (p_1, p_2, \ldots, p_N), \tag{11.4}$$

będzie N-wymiarowym wektorem wierszowym współczynników nakładów majątku produkcyjnego, odpowiadających sektorom wyróżnionym w makroekonomicznej tablicy $I-O$ gospodarki narodowej. Niech

$$\check{\boldsymbol{G}} = [\boldsymbol{E}-\boldsymbol{G}]^{-1} \tag{11.5}$$

będzie macierzą odwrotną, a $\boldsymbol{G}$ – wewnętrznym kwadratem macierzy technologicznej

[1] Centralny Urząd Statystyczny opracował równocześnie z tablicą *I-O* dla gospodarki narodowej na rok 1959, dane dotyczące nakładów majątku produkcyjnego, z podziałem takim, jak zestawiono w tej tablicy (por. [185]).

[2] Obliczenia te zaprojektował autor w celu zastosowania ich przy programowaniu gałęziowym. Badania przeprowadził J. Deák z polecenia Biura Inwestycyjnego Krajowego Urzędu Planowania, opierając się na szerokim zbiorze danych (por. [33]).

z makroekonomicznej tablicy $I-O$. Niech

$$g_j = \begin{bmatrix} g_{1j} \\ g_{2j} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ g_{Nj} \end{bmatrix} \tag{11.6}$$

będzie N-wymiarowym wektorem kolumnowym współczynników nakładów materiałowych g_{ij}, potrzebnych do wytworzenia jednostki produkcji wytwarzanej w ramach j-ej działalności produkcyjnej w modelu programowania.

Należy przeprowadzić następujące obliczenie[3]:

$$p_j^{\text{indir}} = p'\check{G}g_j \,. \tag{11.7}$$

Treść wzoru (11.7) zobrazujemy za pomocą przykładu. Niech działalnością produkcyjną j będzie wybudowanie i eksploatacja nowej kopalni. Jednostką produktu będzie węgiel o wartości 100 f. Dla węgla o wartości 100 f potrzeba energii elektrycznej za 4, 59 f, wyrobów żelaznych i stalowych za 4,92 f., wyrobów ciężkiego przemysłu chemicznego za 1,15 f. itd. (g_j).

Wytworzenie tych bezpośrednich nakładów materiałowych wymaga wtórnych nakładów. Dodając je do bezpośrednich nakładów na węgiel o wartości 100 f. okazuje się, że potrzeba energii za 6,40 f., wyrobów żelaznych i stalowych za 9,17 f., wyrobów ciężkiego przemysłu chemicznego za 1,46 f. itd. ($\check{G}, g_j$).

Z kolei, żeby można było zapewnić tyle energii elektrycznej, wyrobów przemysłu żelaznego i stalowego oraz chemicznego itp., należy te gałęzie wyposażyć w odpowiedni majątek produkcyjny. Dlatego też całkowite nakłady materiałowe pomnożone przez wektor p' określą pełny nakład majątku produkcyjnego na węgiel o wartości 100 f.

Oczywiste, że postępowanie takie zawiera pewne założenia upraszczające, poza założeniami wspomnianymi już w związku za stosowaniem tablic $I-O$.

1. Pewna niedokładność spowodowana jest tym, że $p'\check{G}$ wyraża *przeciętne nakłady* majątku produkcyjnego, w danym sektorze, mimo że nakłady materiałowe na określoną działalność występującą w modelu programowania nie są „przeciętne", lecz związane z konkretną produkcją w tym sektorze.

2. Przy wykonywaniu mnożenia $\check{G}g_j$, czyli przy obliczaniu pełnego nakładu materiałowego na działalność j, ustalamy również „pośrednie samozużycie" sektora j. To ostatnie pojęcie należy rozumieć następująco:

Niech działalnością produkcyjną j będzie np. wyrób aluminium. Dla wytworzenia

---

[3] W literaturze węgierskiej A. Bródy po raz pierwszy zaproponował ustalenie pośrednich nakładów inwestycyjnych za pomocą tablicy I-O; por. [14]. Pierwsze praktyczne obliczenia w skali gospodarki narodowej przeprowadzili Gy. Cukor i Z. Román (por. [26]). Możliwości zastosowania tych obliczeń w modelach długofalowych programowania opracował autor wraz z B. Martosem (por. [84]).

potrzebnych do produkcji aluminium chemikalii, maszyn, energii elektrycznej, przyrządów itp. potrzebne jest m. in. również aluminium. To wtórne zapotrzebowanie na aluminium, które wywołane jest przez bezpośrednie nakłady materiałowe g_j na działalność j, nazywam „pośrednim samozużyciem" działalności j.

Jeżeli współczynnik p_j^{indir} ustalimy według wzoru (11.7), to obejmie on w sobie również zapotrzebowanie na majątek produkcyjny, wywołane pośrednim samozużyciem. Zwróćmy jednak uwagę na to, że układ warunków modelu programowania określa między innymi zapotrzebowanie na aluminium w gospodarce narodowej [4]. Wielkość tę określamy zazwyczaj na podstawie planu opracowanego tradycyjną metodą, w którym ujęte zostało *całkowite* zapotrzebowanie na aluminium (łącznie z tym, które występuje z tytułu pośredniego samozużycia).

Tak więc pośrednie zapotrzebowanie na majątek produkcyjny wywołane pośrednim samozużyciem w zasadzie niepotrzebnie obciąża funkcję kosztów j-ej działalności produkcyjnej, w naszym przykładzie koszty produkcji aluminium.

Jednakże błąd ten nie jest znaczny; wielkość pośredniego samozużycia w większości sektorów jest mała.

Z powyższych rozważań wynika, że pośrednie nakłady majątku produkcyjnego obliczone za pomocą tablicy $I-O$ dla całej gospodarki narodowej nie mogą być uważane za dokładne, lecz jedynie za przybliżone.

Ustalenie pełnych nakładów pracy przebiega bardzo podobnie, tak że nie wymaga szerszych objaśnień. Różnica polega na tym, że we wzorze (11.7) występuje wektor $\boldsymbol{q}'$ zamiast wektora $\boldsymbol{p}'$. Określa on bezpośrednie nakłady pracy charakteryzujące poszczególne sektory gospodarki narodowej, według podziału zastosowanego w tablicy $I-O$. Ustalenie współczynników bezpośrednich nakładów pracy $q_l (l=1, \ldots, N)$ nie jest związane z takimi trudnościami, jakie spotykamy przy ustalaniu współczynników bezpośrednich nakładów majątku produkcyjnego. Odpowiednie dane są dokładnie ewidencjonowane, z podziałem na sektory uwzględnione w tablicy $I-O$.

Dotychczas nie wspomnieliśmy o odpisach amortyzacyjnych. W Centralnym Urzędzie Statystycznym przeprowadzono takie obliczenia, w których również wiersz odpisów amortyzacyjnych włączono do wewnętrznego kwadratu macierzy technologicznej, jako pewien specjalny sektor. W odpowiadającej temu wierszowi dodatkowej kolumnie ujęto nakłady na działalność, zmierzające do zastąpienia względnie generalnego remontu trwałych środków produkcji. W związku z tym stosowano bardzo upraszczające założenia, że struktura nakładów na generalne remonty i zastępowanie środków produkcji zgodna jest ze strukturą nakładów na inwestycje brutto [5]. Jeżeli posłużymy się rozszerzoną w ten sposób macierzą $\boldsymbol{G}$, to współczynniki p_j^{indir} i q_j^{indir} obejmą również nakłady majątku produkcyjnego oraz pracy w działaniach mających na celu uzupełnienie względnie generalny remont środków trwałych, (chociaż nakłady te są na ogół tylko z grubsza oszacowane).

Przechodząc teraz do omówienia metody używanej w tradycyjnym planowaniu, rozpatrzymy osobno obliczanie nakładów majątku produkcyjnego i osobno — nakładów pracy, ponieważ zastosowane tu metody obliczania są nieco odmienne.

---

[4] Analogicznie, warunki ograniczające 1—15 modelu przemysłu włókien sztucznych (por. paragraf 3,4) określały m, in. zapotrzebowanie na włókna sztuczne,

[5] Por. np. artykuł P. Havasa [52].

11.3. CZĘŚCIOWE OBLICZENIA „WSTECZNYCH" NAKŁADÓW

W planowaniu tradycyjnymi metodami stosuje się pewien godny uwagi sposób postępowania, który jednak nie obejmuje całego pośredniego zapotrzebowania na majątek produkcyjny, występującego *we wszystkich* sektorach gospodarki narodowej, lecz dotyczy tylko pewnej, odpowiednio zawężonej sfery. Dla przykładu rozważmy przemysł chemiczny. Odpowiednie wyniki obliczeń również wykorzystaliśmy w badaniu przemysłu włókien sztucznych [6].

Istota takiego postępowania jest następująca:

Poszczególne produkty przemysłu chemicznego sprowadza się do wyjściowych materiałów podstawowych: węgla, ropy naftowej, gazu ziemnego. Określa się przy tym, jakie procesy technologiczne zachodzą począwszy od materiału podstawowego aż do wykonania danego produktu, oraz jakie inwestycje potrzebne są do wytworzenia mocy produkcyjnych niezbędnych dla prowadzenia tych procesów [7]. Ponieważ bada się drogę powrotną od danego produktu do materiału wyjściowego, więc postępowanie takie nazywamy obliczaniem „wstecznych" nakładów.

Postępowanie to charakteryzują dwa ważne założenia (jeżeli nawet ci, którzy je stosują nie mówią o tym wyraźniej):

1. Proces technologiczny przebiega tylko w jednym kierunku od materiału wyjściowego do badanego produktu. Nie ma „sprzężenia zwrotnego"; nie może się zdarzyć, że wynik dalszego etapu przeróbki wykorzystany zostanie jako nakład na jakimś wcześniejszym etapie. W obliczeniach, w których w taki sposób postępowano, faktycznie nie było sprzężenia zwrotnego lub przynajmniej było ono nieznaczne.

2. Traktuje się odrębnie produkty wytwarzane łącznie (zjawisko bardzo charakterystyczne dla procesów w przemyśle chemicznym). Kosztami inwestycyjnymi obciąża się produkty wytwarzane łącznie, dzieli się je zgodnie z zasadami księgowymi stosowanymi w praktyce przemysłowej.

Takie proste postępowanie jest właściwie bardzo podobne do tego które stosowaliśmy przy pomocy tablicy $I-O$, w sposób opisany w paragrafie 11.2. W celu wyjaśnienia tego podobieństwa opiszemy obliczanie wstecznych nakładów również w postaci matematycznej.

Niech m oznacza ilość materiałów uwzględnionych w toku wstecznych badań, odgrywających bezpośrednią lub pośrednią rolę w procesie wytwarzania produktu j z uwzględnieniem nakładów we wcześniejszych stadiach produkcji. Uporządkujemy je według kolejności procesu technologicznego, wymieniając na początku materiały podstawowe (np. ropę naftową).

Ze współczynników nakładów materiałowych na dany produkt utworzymy macierz technologiczną $\boldsymbol{G}$ rzędu m. Macierz ta jest macierzą trójkątną; wszystkie składniki pod główną przekątną są równe 0. Wynika to z założenia 1 (z braku sprzężeń zwrotnych).

---

[6] Związane z tym dane podał P. Révész (Przedsiębiorstwo Projektowe Zakładów Chemicznych).

[7] W obliczeniach tych uwzględnia się nie pełne zapotrzebowanie na majątek produkcyjny, lecz inwestycje potrzebne do uzyskania nowego majątku produkcyjnego i tak też będziemy w dalszym ciągu te obliczenia pojmowali.

Współczynniki inwestycyjne dla wszystkich m rodzajów produktów są znane. Współczynniki te tworzą wektor wierszowy p'.

Znane są poza tym wektory kolumnowe g_j współczynników nakładów materiałowych na produkt j, w układzie analogicznym do układu w macierzy G.

Technika obliczania wstecznych nakładów składa się z następujących działań rachunkowych:

1. Wyznaczamy iloczyn $\check{G}g_j$ czyli współczynniki pełnych nakładów materiałowych na produkt j.

2. Wyznaczamy iloczyn $p'\check{G}g_j$, czyli nakłady inwestycyjne związane z tym produktem j. Widoczna jest analogia do wzoru (11.7).

Jedną z zalet tego postępowania jest to, że bardzo konkretnie, o wiele dokładniej niż w przypadku tablic $I-O$, uwzględnia się bezpośrednie potrzeby występujące w *ramach* badanego sektora (w naszym przykładzie: w ramach przemysłu chemicznego). Właśnie ta zaleta skłoniła nas do wykorzystania niektórych wyników tych obliczeń. Następna zaleta polega na tym, że obliczenia mogą być dokonane nawet przy pomocy bardzo prostych środków, głównie dzięki trójkątnemu charakterowi macierzy G.

Natomiast wadą powyższego postępowania jest to, że nie ustala się *pełnego* zapotrzebowania na majątek produkcyjny w całej *gospodarce narodowej*, lecz tylko pewną jego część, w przeciwieństwie do postępowania opartego na zastosowaniu tablic $I-O$.

11.4. TRADYCYJNE OBLICZANIE „KOSZTÓW REALNYCH"

W węgierskiej praktyce gospodarczej systematycznie oblicza się tak zwane „koszty realne netto". Odpowiada to — według używanej dotąd terminologii — sumie pełnego nakładu pracy i pełnego odpisu amortyzacyjnego. Władze przemysłowe ustalają każdego roku realne koszty wielu tysięcy produktów, przede wszystkim dla dokonania kontrolnych obliczeń efektywności eksportu. Technika tych obliczeń nie jest całkowicie jednolita we wszystkich gałęziach, jakkolwiek jej zasadnicze cechy wszędzie są jednakowe.

Dla przykładu opiszę sposób stosowany w Ministerstwie Przemysłu Ciężkiego. Obliczenia rozpoczyna się od ustalania realnych kosztów węgla. Górnictwo na Węgrzech zorganizowane jest w 12 trustów. Jeden trust reprezentuje określone zagłębie węglowe, charakteryzujące się tą samą w przybliżeniu jakością węgla. Dla każdego trustu ustala się koszty własne węgla na podstawie rzeczywistych wydatków z ubiegłego roku. Opierając się na nich ustala się bezpośrednie nakłady pracy, bezpośredni odpis amortyzacyjny, wreszcie — z rozbiciem na 29 rodzajów materiałów[8] — bezpośrednie krajowe koszty materiałowe.

Następnie dla wszystkich 29 materiałów koryguje się koszty materiałowe w ten sposób, że współczynnik nakładu materiałowego podany w jednostkach naturalnych mnoży się nie przez rzeczywistą cenę materiału, lecz przez realne koszty netto ustalone przy obliczaniu realnych kosztów ubiegłego roku.

---

[8] Poza ustaleniem realnych kosztów krajowych ustala się również realne koszty importu (według terminologii w niniejszej książce: pełne nakłady importu). Nie będę ich tu omawiał; oblicza się je w zasadzie analogicznie do realnych krajowych.

Nowe realne koszty węgla składają się więc z bezpośredniego nakładu pracy i bezpośredniego odpisu amortyzacyjnego oraz realnych kosztów netto wykorzystania 29 rodzajów materiałów krajowych.

Realne koszty netto *energii elektrycznej* oblicza się w sposób podobny, z tą różnicą, że nakłady węgla, stanowiącego główny środek produkcji, liczy się po realnych kosztach ustalonych w poprzednim roku, z uwzględnieniem jakości węgla.

W przypadku *pozostałych produktów* – np. artykułów chemicznych – postępuje się znów podobnie, korzystając już z nowych, realnych kosztów netto węgla i energii elektrycznej. Dla wszystkich pozostałych produktów dokonuje się obliczeń analogicznie, nadal wykorzystując w obliczeniach nowe realne koszty węgla i energii elektrycznej. Pozostałe współczynniki nakładów materiałowych mnoży się przez realne koszty ustalone w toku wcześniejszych obliczeń realnych kosztów.

Powyższy sposób postępowania zapiszmy w postaci matematycznej, przy następujących prowizorycznych uproszczeniach:

1. Nie bierzemy pod uwagę specjalnego ujęcia kosztów węgla i energii elektrycznej.
2. Zakładamy, że macierz technologiczna jest w badanym czasie niezmienna (zaliczając do niej również współczynniki bezpośrednich nakładów pracy i odpisów amortyzacyjnych).

Dana jest jedna tablica $I-O$ dla m sektorów, sektorami są tu produkty wytwarzane pod nadzorem Ministerstwa Przemysłu Ciężkiego. Układ tablicy sektora przemysłu ciężkiego jest bardziej szczegółowy niż w przypadku tablicy Centralnego Urzędu Statystycznego.

Obliczenia polegają na szeregu iteracji. Każde obliczenie nowych realnych kosztów (w praktyce: dla jednego roku) stanowi kolejną iterację. Górny indeks występujący przy symbolach wskazuje na numer iteracji.

W pierwszym kroku znane są następujące dane:

$\boldsymbol{G}$ – wewnętrzny kwadrat macierzy technologicznej (stopnia m),

$\check{\boldsymbol{u}}^{(0)}$ – wektor zawierający oszacowanie pełnych nakładów pracy i odpisów amortyzacyjnych (dalej w skrócie: realne koszty netto). Jest to m-wymiarowy wektor wierszowy wyjściowych współczynników realnych kosztów netto.

$\boldsymbol{u}'$ – m-wymiarowy wektor współczynników bezpośrednich, nakładów pracy i bezpośrednich odpisów amortyzacyjnych.

W pierwszym kroku ustalamy wektor realnych kosztów netto:

$$\check{\boldsymbol{u}}'^{(1)}=\check{\boldsymbol{u}}'^{(0)}\boldsymbol{G}+\boldsymbol{u}' . \tag{11.8}$$

W drugim kroku wykorzystuje się już realne koszty netto ustalone w pierwszym kroku:

$$\check{\boldsymbol{u}}'^{(2)}=\check{\boldsymbol{u}}'^{(1)}\boldsymbol{G}+\boldsymbol{u}'=\check{\boldsymbol{u}}'^{(0)}\boldsymbol{G}^2+\boldsymbol{u}'\boldsymbol{G}+\boldsymbol{u}' . \tag{11.9}$$

W kroku t:

$$\boldsymbol{u}'^{(t)}=\check{\boldsymbol{u}}'^{(t-1)}\boldsymbol{G}+\boldsymbol{u}'=\check{\boldsymbol{u}}'^{(0)}\boldsymbol{G}^t+\boldsymbol{u}'\boldsymbol{G}^{t-1}+\ldots+\boldsymbol{u}'\boldsymbol{G}+\boldsymbol{u}' . \tag{11.10}$$

Wykorzystując to, że w przypadku macierzy Leontiefa $\boldsymbol{G}\,\boldsymbol{G}^t\to 0$, jeżeli $t\to\infty$, możemy stwierdzić, że:

$$\check{\boldsymbol{u}}'^{(t)}\to\boldsymbol{u}'[\boldsymbol{E}-\boldsymbol{G}]^{-1} , \quad \text{jeżeli} \quad t\to\infty . \tag{11.11}$$

Jak widać, wynikiem takiego postępowania jest: 1. odwrócenie macierzy $(\boldsymbol{E}-\boldsymbol{G})$ przez rozwinięcie w szereg potęgowy; 2. pomnożenie wektora $\boldsymbol{u}'$ (wektora współczynników bez-

pośrednich nakładów pracy i bezpośrednich odpisów amortyzacyjnych) przez macierz odwrotną; w taki sposób otrzymuje się wektor realnych kosztów netto.

Jak wiadomo, taki sposób dochodzenia do macierzy odwrotnej jest bardzo przewlekły. Obliczanie kosztów realnych prowadzi się od 6–7 lat, tak więc dotychczas można było wykonać 6–7 iteracji.

Postępowanie opisane we wzorach (11.8)–(11.10) nie jest całkiem dokładnym opisem tego, co dzieje się przy rzeczywistym obliczaniu realnych kosztów, a to z następujących przyczyn:

1. Specjalne ujęcie kosztów węgla i energii elektrycznej przyspiesza postępowanie iteracyjne.

2. Przy rozpoczęciu obliczeń wychodzi się nie od jakiegokolwiek szacunku $\breve{u}'^{(0)}$, lecz od podania dość dokładnego oszacowania kosztów realnych. W tym celu wyodrębnia się nakłady pracy i odpisy amortyzacyjne z kosztów własnych i przeprowadza się obliczenia wstecznych nakładów poprzez kilka stadiów procesu produkcyjnego. Dobry szacunek wyjściowy również przyspiesza postępowanie iteracyjne.

3. Macierz $\boldsymbol{G}$ i wektor $\boldsymbol{u}'$, z których korzystamy w obliczeniach, w rzeczywistości nie są traktowane jako stałe, lecz jako zmieniające się w czasie. To z jednej strony polepsza dokładność obliczeń, ponieważ współczynniki technologiczne odzwierciedlają aktualny stan rzeczywisty. Z drugiej zaś strony z tego samego powodu nie można zagwarantować zbieżności postępowania.

Jeżeli porównamy z kolei obliczenia dokonane za pomocą tablicy $I-O$ dla gospodarki narodowej z tradycyjnymi obliczeniami realnych kosztów, to możemy stwierdzić, że obydwa sposoby postępowania mają charakterystyczne zalety i wady. Zaletą tradycyjnych obliczeń (chociażby w przypadku postępowania opisanego w paragrafie 11.3) jest bardziej szczegółowy podział produktów i nakładów oraz większa konkretność danych. Zwróćmy uwagę tylko na to, że makroekonomiczna tablica $I-O$ ujmuje produkcję podległą Ministerstwu Przemysłu Ciężkiego w 18 sektorach, podczas gdy macierz $\boldsymbol{G}$, z której korzysta się we wzorach (11.8)–(11.10), dzieli działalności podległe Ministerstwu Przemysłu Ciężkiego na 400–500 sektorów. Np. tylko sam sektor „węgiel" z tablicy makroekonomicznej rozbity jest tutaj na 12 sektorów.

Obok tego zaletą tradycyjnego sposobu postępowania jest to, że corocznie śledzi się zmianę współczynników technologicznych w czasie, podczas gdy duże tablice $I-O$ zestawia się zazwyczaj nie corocznie, lecz na dłuższe okresy, przez co przez szereg lat zakłada się niezmienność współczynników.

Zasadnicza wada tradycyjnej metody polega na tym, że nie jest ona konsekwentna w śledzeniu pośrednich nakładów. Wszystkie obliczenia w zasadzie obejmują jedynie sektory podległe Ministerstwu Przemysłu Ciężkiego. Produkty wytwarzane przez pozostałe sektory uwzględnia się po rzeczywistej cenie produkcji lub według danych o kosztach realnych ustalonych w toku obliczeń przeprowadzonych w terminie wcześniejszym przez inne ministerstwa. Poza tym metoda ta nie może być konsekwentna chociażby z tego względu, że w praktyce poprzestaje się tu tylko na kilku iteracjach. W przeciwieństwie do tego analiza $I-O$, dzięki odwróceniu macierzy $[\boldsymbol{E}-\boldsymbol{G}]$, konsekwentnie ujmuje wszystkie pośrednie nakłady.

Wszystko to wyjaśnia, dlaczego nie wybraliśmy jednostronnie jednej tylko metody postępowania, lecz dążyliśmy do wykorzystania wyników obu tych metod.

11.5. URZĘDOWA METODYKA OBLICZANIA EFEKTYWNOŚCI INWESTYCJI

Sposób postępowania opisany w paragrafie 11.3 stosuje się w poszczególnych biurach projektowych. Opisane w paragrafie 11.4 obliczanie realnych kosztów przeprowadzane jest przez ministerstwa przemysłowe, lecz *nie* w związku z obliczeniami efektywności inwestycji w planowaniu perspektywicznym, ale wyłącznie w celu obliczenia efektywności eksportu. W związku z tym oddzielnie należy wspomnieć o tym, w jaki sposób traktowane są te zagadnienia w urzędowej metodyce obliczania efektywności inwestycji w planowaniu tradycyjnym, w pierwszym rzędzie przy obliczaniu wspomnianego w paragrafie 1.2 wskaźnika g_n.[9]

Jedną z dodatnich cech urzędowej metodyki jest to, że obowiązkowo zaleca uwzględnienie pośredniego zapotrzebowania na majątek produkcyjny. W urzędowych zarządzeniach nazywa się to „inwestycjami pośrednimi". Koszty inwestycji pośrednich określa się w ten sposób, że krajowe koszty materiałowe mnoży się przez jednolity dla gospodarki narodowej mnożnik 2,5. Nawet, jeżeli operuje się nie poszczególnymi produktami, lecz jedynie sektorami wytwarzającymi całą grupę produktów, łatwo zauważyć, że całkowite zapotrzebowanie poszczególnych sektorów na majątek produkcyjny wykazuje ogromną dyspersję. Np. według tablicy $I-O$ opracowanej przez Centralny Urząd Statystyczny na rok 1959 pełny nakład majątku produkcyjnego przypadający na wartość produkcji równą 1 f. zmienia się od 0,6 do 22,5 f. Sposób postępowania podany w paragrafie 11.2 daje znacznie dokładniejszy, jakkolwiek tylko przybliżony szacunek pośredniego zapotrzebowania na majątek produkcyjny.

W przyszłości przewiduje się zmianę urzędowych przepisów, poprzez wykorzystanie współczynników pośrednich nakładów majątku produkcyjnego, otrzymanych za pomocą tablicy $I-O$.

Zgodnie z metodyką urzędową zaleca się oprocentowanie zarówno bezpośrednich, jak i pośrednich nakładów majątku produkcyjnego. Niezależnie od tego jednak, zaleca się obliczanie zużycia krajowych materiałów po aktualnych cenach produkcji, które kryją w sobie znaczny czysty dochód. Prowadzi to do dwukrotnego liczenia części czystego dochodu, co w sposób nieuzasadniony podraża inwestycje.

---

[9] Por. Kodeks Inwestycyjny [192].

12

CENY W HANDLU ZAGRANICZNYM I KURSY DEWIZOWE

12.1. ZAKRES STOSOWANIA CEN HANDLU ZAGRANICZNEGO

W rozdziałach 6—11 abstrahowaliśmy od roli handlu zagranicznego. Obecnie porzucimy to uproszczenie.

W funkcji celu naszego modelu programowania uwzględnimy niektóre nakłady nie po cenie krajowej, lecz po cenie handlu zagranicznego. Ceną handlu zagranicznego nazywam cenę, po której węgierskie przedsiębiorstwa handlu zagranicznego kupują na rynku zagranicznym (cena importowa), względnie po której sprzedają produkt węgierski na rynku zagranicznym (cena eksportowa). Ceny handlu zagranicznego wyrażamy w walucie zagranicznej (w przypadku handlu zagranicznego w obrębie krajów demokracji ludowej — w rublach, a w przypadku handlu zagranicznego z krajami kapitalistycznymi — w dolarach). W paragrafach 12.3—12.6 omówię, w jaki sposób przeliczamy te ceny na walutę węgierską.

Metodami wyznaczania cen handlu zagranicznego zajmę się w jednym z dalszych rozdziałów. Na razie — podobnie jak przy omawianiu innych zagadnień — założymy, że ceny te są znane.

Zajmiemy się najpierw pytaniem, w jakim zakresie uzasadnione jest stosowanie cen handlu zagranicznego w obliczeniach efektywności inwestycji i w programowaniu perspektywicznym. Przyjmiemy następującą zasadę rozliczeniową.

Zasada rozliczeniowa 12.1. W cenach importowych obliczamy koszty działalności importowych występujących w modelu programowania.

Zasada rozliczeniowa 12.2. W cenach eksportowych obliczamy przychód z działalności eksportowych występujących w modelu programowania.

Zasada rozliczeniowa 12.3. W cenach importowych obliczamy koszty dóbr inwestycyjnych i nakładów materiałowych pochodzenia importowego, występujących w modelu programowania działalności produkcyjnych.

Stosowanie cen handlu zagranicznego w tych trzech przypadkach jest samo przez się zrozumiałe. W odniesieniu do pewnych produktów pójdziemy jednak jeszcze dalej i przyjmiemy następujące zasady:

Zasada rozliczeniowa 12.4. Po cenach handlu zagranicznego obliczamy takie materiały zużywane w procesach produkcyjnych, które węgierska gospodarka narodowa częściowo sama

produkuje, a częściowo importuje, albo takie, które mimo że są wytwarzane w całości w kraju, mogłyby również być importowane, ponieważ znajdują się one w nieograniczonej ilości na rynku światowym.

Zasada rozliczeniowa 12.5. Po cenach handlu zagranicznego obliczamy takie materiały zużywane w procesach produkcyjnych, które węgierska gospodarka narodowa częściowo sama zużywa, a częściowo eksportuje, albo takie, które mimo że są całkowicie zużywane w kraju mogłyby również być eksportowane, ponieważ istnieje na nie nieograniczone zapotrzebowanie na rynku światowym.

Zasady czwarta i piąta nie są same przez się oczywiste. Stosowanie ich można by do pewnego stopnia uzasadnić „zasadą kosztów alternatywnych". Jeżeli pewien materiał produkujemy w kraju, rezygnujemy tym samym z importu i oszczędzamy równowartość ceny importowej. Cena importowa stanowi „koszt alternatywny" wytwarzania produktu w kraju. Podobnie: jeżeli zużywamy całą ilość pewnego produktu w kraju, rezygnujemy tym samym z możliwości eksportu, tracimy równowartość ceny eksportowej. Cena eksportowa stanowi „koszt alternatywny" zużycia produktu w kraju.

Pogląd ten nie byłby słuszny w zamkniętej, autarkicznej gospodarce. Jednakże w węgierskiej gospodarce narodowej handel zagraniczny ma duże znaczenie. Brak nam licznych podstawowych surowców i dlatego zmuszeni jesteśmy prowadzić handel zagraniczny, nie mówiąc już o dalszych korzyściach płynących z handlu zagranicznego i międzynarodowego podziału pracy. W 1962 r. wielkość węgierskiego wywozu stanowiła niewiele mniej niż 1/3 dochodu narodowego. W związku z tym uzasadnione jest traktowanie produktów nie importowanych i nie eksportowanych jako potencjalnych przedmiotów handlu zagranicznego.

Taki sposób postępowania zgodny jest zresztą z urzędową metodyką obliczania efektywności inwestycji, która również zaleca operowanie cenami handlu zagranicznego nie tylko w odniesieniu do materiałów rzeczywiście importowanych lub eksportowanych, lecz również w odniesieniu do takich, których import względnie eksport jest w ogóle możliwy [1].

Takie postępowanie uzasadnia jednak zasady 12.4 i 12.5 tylko do pewnego stopnia. Kiedy poprzednio mówiłem o „nieograniczonym" imporcie lub eksporcie, miałem na myśli jedynie nieograniczone możliwości zakupu lub sprzedaży na rynku *zagranicznym*, a nie możliwości produkcji *krajowej*. Nasze zdolności produkcyjne i zasoby są oczywiście ograniczone i fakt ten wyznacza granice naszego eksportu, a stąd również – importu. Teoretycznie moglibyśmy sprzedać o wiele więcej poszczególnych produktów, ale cały handel zagraniczny w gospodarce narodowej ma swoje realne granice. Dlatego właśnie *w żadnym kraju, żaden system cen (nawet ocen rozrachunkowych, dostosowanych do rachunku efektywności) nie może być mechanicznie dostosowany do cen handlu zagranicznego i oderwany od warunków krajowych.*

W „idealnym modelu programowania", o którym wspomniałem we wstępie do II części niniejszej książki, na pewno występowałyby zarówno ograniczenia rozmiarów produkcji krajowej, jak i ograniczenia zakupów i sprzedaży za granicą oraz ograniczenia ze strony bilansu płatniczego i wymiany zagranicznej dla całej gospodarki narodowej. *Łączny wpływ* tych wszystkich ograniczeń wyznaczyłby pewien system ocen rozrachun-

[1] Patrz Kodeks Inwestycyjny [192].

kowych, który niekoniecznie pokrywałby się z cenami importowymi i eksportowymi' ponieważ te ostatnie są jedynie jednym z wielu czynników współokreślających tego rodzaju rachunek.

W związku z tym zasady 12.4 i 12.5 możemy uważać jedynie za prowizoryczne. Są one potrzebne głównie dlatego, że w obecnych warunkach i w braku lepszego rozwiązania, możemy dzięki nim uniknąć pewnych niedogodności wynikających z aktualnego systemu cen.

Stosowanie tych dwóch zasad nie powinno być źródłem większych błędów i wydaje się dopuszczalne wtedy, kiedy badamy pewną węższą, ograniczoną sferę gospodarki narodowej. (Taka sytuacja występuje np. w modelu przemysłu bawełnianego i włókien sztucznych). W ramach pewnych działalności uwzględnionych w modelu przemysłu włókien sztucznych zużywa się kwas siarkowy, który produkowany jest poza zakresem objętym programowaniem, tj. poza przemysłem włókien sztucznych, ale wyłącznie w kraju. Mimo tego, koszty kwasu siarkowego obliczamy po cenie importowej. Ten sposób postępowania można uzasadnić następująco.

Gdyby produkcja kwasu siarkowego okazała się korzystniejsza od importu, korzyść ta powinna ujawnić się w przemyśle produkującym kwas siarkowy, a *nie* w przemyśle włókien sztucznych. Pogląd ten zresztą *zgodny jest z zasadą samodzielnego rachunku gospodarczego w socjalizmie, według której wszelkie koszty i przychody powinny być wykazane tam, gdzie one rzeczywiście wystąpiły.*

12.2. PEŁNE NAKŁADY IMPORTOWE NA DZIAŁALNOŚCI PRODUKCYJNE

W dalszej analizie zastosujemy odmienne od dotychczasowego rozbicie jednostkowego kosztu rozrachunkowego c_j działalności produkcyjnej j

$$c_j = c_{j,\,\mathrm{Ft}} + D_{\mathrm{Rbl}}\, c_{j,\mathrm{Rbl}} + D_{\$}\, c_{j,\$} \qquad (j = 1, \ldots, n), \tag{12.1}$$

gdzie:

$c_{j,\,\mathrm{Ft}}$ – część kosztu jednostkowego rozliczana w forintach,

$c_{j,\,\mathrm{Rbl}}\, c_{j,\,\$}$ – część kosztu jednostkowego rozliczana w rublach względnie w dolarach,

$D_{\mathrm{Rbl}}, D_{\$}$ – rozrachunkowy kurs dewizowy rubla względnie dolara (forint w stosunku do rubla względnie forint w stosunku do dolara)[2]

Określmy bliżej co oznaczamy przez $c_{j,\,\mathrm{Rbl}}$

$$c_{j,\,\mathrm{Rbl}} = \gamma P^{\mathrm{dir}}_{j,\,\mathrm{Rbl}} + r^{\mathrm{dir}}_{j,\,\mathrm{Rbl}} + \boldsymbol{u}'_{\mathrm{Rbl}}\, \check{g}_j\,, \tag{12.2}$$

gdzie:

γ – stopa procentowa

$P^{\mathrm{dir}}_{j,\,\mathrm{Rbl}}$ – część bezpośrednich kosztów inwestycyjnych rozliczana w rublach; w praktyce: maszyny i urządzenia importowane z krajów socjalistycznych,

[2] Kursem dewizowym nazywam tę wartość względną, za pomocą której wpływ względnie wydatek występujący pierwotnie w walucie zagranicznej przeliczamy na forinty. Zgodnie z tym nazywam więc tak nie tylko urzędowy kurs dewizowy Narodowego Banku, lecz wszystkie relacje wymienne walut zagranicznych w stosunku do forintów, które wykorzystuje się zarówno w rzeczywistych rozliczeniach, jak i przy ustalaniu cen oraz w rachunkach efektywności i programowaniu.

$r^{dir}_{j,Rbl}$ — bezpośrednie nakłady materiałowe rozliczane w rublach,

u'_{Rbl} — N-wymiarowy wektor wierszowy współczynników bezpośrednich nakładów materiałów importowanych z krajów demokracji ludowej, rozliczany w rublach i rozbitych zgodnie z przyjętym układem tablicy przepływów międzygałęziowych w gospodarce narodowej,

$\check{g}_j$ — N-wymiarowy wektor kolumnowy współczynników nakładów materiałowych potrzebnych dla wytworzenia jednostki produktu będącego wynikiem działalności produkcyjnej j (rozbitych zgodnie z przyjętym układem tablicy przepływów międzygałęziowych)

Dwa pierwsze człony z prawej strony wzoru (12.2) podają *bezpośrednie* nakłady rozliczane w rublach, trzeci zaś nakłady *pośrednie*.

Analogicznie można wyznaczyć $c_{j,\$}$. Pozostała część kosztu jednostkowego, nie rozliczana w rublach względnie dolarach, zawarta jest w $c_{j,Ft}$.[3] W rzeczywistości nasz podział nie jest w pełni konsekwentny. Pełne nakłady majątku produkcyjnego ujęte w ramach $c_{j,Ft}$, obejmują również pewien import, którego jednak nie potrafimy liczbowo określić.

Zarówno w modelu przemysłu włókien sztucznych, jak i w modelu przemysłu aluminiowego obliczenia przeprowadziliśmy według wzorów (12.1) i (12.2).

12.3. POTRZEBA JEDNOLITEGO KURSU DEWIZOWEGO

Zasada rozliczeniowa 12.6. Wszystkie koszty i przychody wyrażone pierwotnie w rublach względnie dolarach przeliczamy na forinty za pomocą jednolitego kursu rubla względnie dolara.

Zasada ta w sposób istotny różni stosowane w naszych badaniach metody rachunku od aktualnego systemu cen (i — częściowo — od urzędowych sposobów kalkulacji łącznie z oficjalną metodyką obliczenia efektywności inwestycji). Przede wszystkim zwróćmy na chwilę uwagę na aktualny system cen.

Tablica 12.1 podaje na ile forintów przeliczany był w kraju w roku 1962 jeden rubel, względnie jeden dolar w imporcie z krajów socjalistycznych oraz z rozwiniętych krajów kapitalistycznych, z rozbiciem na podstawowe grupy towarów.

Przy obliczaniu wartości wymienionych w tablicy 12.1 za punkt wyjściowy przyjęliśmy tablicę przepływów międzygałęziowych Centralnego Urzędu Statystycznego z 1959 r. Tablica ta określa rzeczywiste, średnie kursy dewizowe z rozbiciem na sektory. (Wartość materiałów pochodzących z importu zużytych w sektorze w forintach podzielona przez wartość tych materiałów w walucie zagranicznej). Kursy te porównaliśmy z rzeczywistym średnim kursem dewizowym w gospodarce narodowej. Obliczone odchylenia od średniego kursu pogrupowaliśmy otrzymując następujący szereg rozdzielczy.

Obie tablice wykazują duże zróżnicowanie kursów dewizowych, mimo że i tak mamy do czynienia z danymi zagregowanymi (główne sektory gospodarki narodowej). Zróżnicowanie to okazałoby się jeszcze większe, gdybyśmy zbadali kursy dewizowe dla poszczególnych produktów. Krajowa cena w forintach produktów importowanych o wartości jednego dolara waha się między 10 i 470 forintami[4].

[3] Warto zwrócić uwagę, że urzędowa metodyka obliczania efektywności inwestycji nie wydziela wartości dolarów i rubli ukrytych w forintowych kosztach materiałowych.

[4] Por. sprawozdanie Centralnego Urzędu Statystycznego [188].

Tablica 12.1

Kursy dewizowe stosowane w roku 1962 według podstawowych grup towarów

Wyszczególnienie	Krajowa cena w forintach za produkty importowane wartości	
	1 rubla (przy towarach pochodzących z krajów socjalistycznych)	1 dolara (przy towarach pochodzących z rozwiniętych krajów kapitalistycznych)
Surowce	42,50	46
Maszyny	44	54
Przemysłowe artykuły konsumpcyjne	48,30	57
Produkty rolnicze i i przemysłu spożywczego	43	62
Średnio	43,40	50

Źródło: Raport Centralnego Urzędu Statystycznego [188].

Tablica 12.2

Odchylenia od średniego kursu dewizowego w sektorach (kurs średni = 100)

Kurs w sektorach	Liczba obserwacji
Poniżej 60	3
60—70	1
70—80	0
80—90	11
90—100	19
100—110	23
110—120	12
120—130	8
130—140	5
powyżej 140	8
Razem	90

Różnorodność kursów dewizowych stosowanych w aktualnym systemie cen była uzasadniona różnymi argumentami. Jednym z nich była potrzeba zabezpieczenia nowych gałęzi przemysłu (na razie jeszcze drogo wytwarzających) przed konkurencją zagraniczną. Chodziło o to, by nabywcy nie zgłaszali jednostronnego zapotrzebowania na produkty importowane ze szkodą dla nowo powstałego przemysłu krajowego. Kiedy indziej znów chodziło o pobudzenie eksportu produktów pewnych gałęzi przemysłu, w celu szybszego ich rozwoju i obniżenia kosztów. W ten sposób przy ustalaniu obowiązujących cen wliczano w cenę z góry pewnego rodzaju „cło" lub „premię eksportową", mimo że elementy te nie były wyraźnie wyodrębnione w finansowym rozliczeniu czystego dochodu.

Nie tylko takie, daleko idące cele rozwojowe były też brane pod uwagę. Przy ustalaniu krajowej ceny produktu importowanego w forintach, władze uwzględniały możliwości

substytucji pomiędzy produktami importowanymi i pochodzenia krajowego i w związku z tym starały się zapewnić równowagę popytu i podaży.

Nasi krytycy obowiązującego systemu cen twierdzą, że różnicowanie kursów dewizowych przy ustalaniu cen, nie da się usprawiedliwić wyłącznie racjonalnymi posunięciami w zakresie polityki przemysłowej, handlowej lub dążeniem do równowagi rynkowej i że było ono – przynajmniej częściowo – następstwem błędnych metod ustalania cen. Nie jest zadaniem niniejszej książki zajmowanie stanowiska w tej sprawie i badanie, w jakim stopniu różnicowanie kursów dewizowych jest lub nie jest uzasadnione przy tworzeniu obowiązującego systemu cen. Wystarczy stwierdzić, że odchylenia, które mogą być uzasadniane na krótki okres, mogą równocześnie powodować zniekształcenia w obliczeniach długofalowych. Przy opracowywaniu perspektywicznych planów nie należy uważać obecnej struktury węgierskiej produkcji za stałą i troszczyć się o aktualną równowagę, ponieważ chodzi nam właśnie o zbadanie pożądanych kierunków zmian w tej strukturze. W długofalowym planowaniu mamy ustalić, jakie wyroby lepiej jest produkować w kraju niż importować i jakie wyroby należy produkować w takiej ilości, by po pokryciu zapotrzebowania krajowego starczyło ich też na eksport. Nie możemy rozeznać się w tych zagadnieniach, jeżeli produkcję pewnych wyrobów z góry przedstawimy w korzystnym świetle wskutek tego, że materiały importowane zużywane od produkcji tych wyrobów wycenimy za pomocą kursu dewizowego znacznie niższego od średniego, lub odwrotnie – przedstawimy w niekorzystnym świetle, przez zbyt wysoką wycenę materiałów importowych potrzebnych do produkcji. Jeżeli chcemy, żeby każda gałąź, każdy produkt miał jednakową szansę w rachunku efektywności, który zdecyduje o podziale funduszów inwestycyjnych, to każdy import i eksport musimy wycenić po identycznym kursie dewizowym.

Ten fakt właśnie stwarza potrzebę zastosowania jednolitych ocen rozrachunkowych i rozrachunkowych kursów dewizowych, z pominięciem aktualnie obowiązujących cen i kursów.

Dodać trzeba, że oficjalne obliczenia efektywności inwestycji również idą w tym kierunku, lecz niezupełnie konsekwentnie. Przy obliczaniu wspomnianego już wskaźnika efektywności inwestycji g_n zaleca się stosować w liczniku (który podaje wartość produkcji) obliczony na podstawie cen światowych jednolity rozrachunkowy kurs dewizowy specjalnie w tym celu ustalony przez Krajowy Urząd Planowania. Ten sam rozrachunkowy kurs należy stosować również w mianowniku, celem przeliczenia na forinty kosztów materiałów importowanych. Z drugiej jednak strony nakłady importowe występujące wśród kosztów inwestycyjnych (np. zakup maszyn zagranicznych) zaleca się obliczać już nie według tego samego kursu, lecz według kursów stosowanych w aktualnym systemie cen. Kursy stosowane dla przeliczenia kosztów inwestycyjnych są wskutek tego w wielu przypadkach o 20–30% wyższe lub niższe niż jednolite kursy rozrachunkowe stosowane przy przeliczaniu wartości produkcji lub kosztów importowanych materiałów.

12.4. EKONOMICZNE ZNACZENIE KURSU DEWIZOWEGO

Zasada rozliczeniowa 12.7. Wysokość rozrachunkowego kursu określa wielkość nakładów krajowych w forintach, potrzebną przeciętnie w gospodarce narodowej dla uzyskania 1 rubla względnie 1 dolara poprzez eksport. (Przez „nakłady krajowe" rozumiemy – zgodnie

z treścią rozdziałów 9—11 — nakłady obliczone wg rozrachunkowej stawki płac i rozrachunkowej stopy procentowej).

Dlaczego uwzględniamy nakłady *średnie* dla gospodarki narodowej, a nie nakłady krańcowe potrzebne dla polepszenia bilansu dewizowego?

Decydującym powodem jest to, że tych ostatnich nakładów nie znamy. Nakładów krańcowych nie możemy utożsamić z nakładami związanymi z najbardziej niekorzystną transakcją rzeczywiście przeprowadzoną w jakimś okresie (jak to niektórzy uważali w toku dyskusji na temat kursów dewizowych). W handlu zagranicznym, w którym dużo jest niepewności, nieuniknione jest występowanie również transakcji nieudanych. Musielibyśmy znać nie jakikolwiek nakład krańcowy, ale nakład krańcowy potrzebny dla polepszenia bilansu dewizowego w optymalnym programie gospodarki narodowej. Do tego celu zaś należałoby zbudować program gospodarki narodowej, podobny do tego, jaki rozważaliśmy w celu liczbowego ustalenia krańcowej efektywności majątku produkcyjnego, a stąd również racjonalnej rozrachunkowej stopy procentowej.

Nakłady krańcowe potrzebne obecnie dla polepszenia bilansu dewizowego są prawdopodobnie wyższe od obecnych nakładów średnich. Jednakże władze gospodarcze dążą do tego, by ulepszać strukturę towarową i kierunki eksportu oraz zmniejszać krajowe koszty produkcji. W związku z tym nakłady krańcowe potrzebne w przyszłości dla polepszenia bilansu dewizowego będą prawdopodobnie mniejsze i będą zbliżały się do dzisiejszej przeciętnej. Jak już zaznaczyłem przy innej okazji (por. paragraf 10.1.), tu również — w dłuższym okresie — możemy oczekiwać zmniejszania się rozpiętości między nakładami średnimi i krańcowymi. Dlatego uważam — jakkolwiek tego nie można rachunkowo udowodnić — że stosowanie zasady rozliczeniowej 12.7. nie sprowadza nas na całkiem błędną drogę i jest usprawiedliwione dopóty, dopóki programowanie gospodarki narodowej w całości nie pozwoli nam lepiej ustalić liczbowej wartości kursów dewizowych.

12.5. USTALENIE KURSU DEWIZOWEGO ZA POMOCĄ TABLICY PRZEPŁYWÓW MIĘDZYGAŁĘZIOWYCH

Naszym najbliższym zadaniem jest ustalenie (zgodnie z zasadą rozliczeniową 12.7) jednolitego rozrachunkowego kursu dewizowego w programowaniu długofalowym. Obliczanie to przeprowadzamy za pomocą tablicy przepływów międzygałęziowych w gospodarce narodowej.

Przede wszystkim ustalimy wektor $\breve{c}$, czyli N-wymiarowy wektor wierszowy współczynników pełnych nakładów krajowych w forintach, z rozbiciem na sektory uwzględnione w tablicy przepływów

$$\breve{c}' = \gamma \breve{p}' + (1+\Omega)\,\breve{q}' = [\gamma p' + (1+\Omega)\,q']\,(E-G)^{-1}\,, \tag{12.3}$$

gdzie:

γ — rozrachunkowa stopa procentowa,

Ω — rozrachunkowa stopa podatku od wynagrodzeń,

p' — wektor wierszowy współczynników bezpośrednich nakładów majątku produkcyjnego,

$\breve{p}'$ — wektor wierszowy współczynników pełnych nakładów majątku produkcyjnego,

q' — wektor wierszowy współczynników bezpośrednich nakładów pracy,

$\check{q}'$ – wektor wierszowy współczynników pełnych nakładów pracy[5],

G – wewnętrzny kwadrat macierzy technologicznej.

Wektory pełnych nakładów $\check{p}'$ i $\check{q}'$ tak ustalamy, że zawierają już one zapotrzebowanie na majątek produkcyjny i pracę, związane z zastępowaniem zużytego majątku (por. paragraf 11.2.)

Dla naszych obliczeń powinniśmy jeszcze znać:

$\check{u}'_{\text{Rbl}}$ – wektor wierszowy współczynników pełnych nakładów materiałów importowanych z krajów socjalistycznych, w rublach ($\check{u}'_{\text{Rbl}} = \check{u}'_{\text{Rbl}} G$),

$\check{u}'_{\$}$ – wektor wierszowy współczynników pełnych nakładów materiałów importowanych z krajów kapitalistycznych, w dolarach ($\check{u}_{\$} \neq u'_{\$} G$),

d^{soc} – wektor kolumnowy eksportu do krajów socjalistycznych w forintach. Jest to jedna z kolumn macierzy podziału produkcji końcowej, tzw. „bocznego skrzydła" tablicy przepływów międzygałęziowych,

d^{kap} – wektor kulumnowy eksportu do krajów kapitalistycznych w forintach. Jest to inny wektor kolumnowy macierzy podziału produkcji końcowej,

F_{Rbl} – całkowity przychód pochodzący z eksportu do krajów socjalistycznych,

$F_{\$}$ – całkowity przychód pochodzący z eksportu do krajów kapitalistycznych, w dolarach. Te dwie ostatnie dane znane są ze statystyki handlu zagranicznego.

Znając te dane, można w następujący sposób ustalić średni kurs rubla i dolara w gospodarce narodowej[6].

$$D_{\text{Rbl}} = \frac{(\check{u}'_{\$} D_{\$} + \check{c}')\, d^{\text{soc}}}{F_{\text{Rbl}} - \check{u}'_{\text{Rbl}} d^{\text{soc}}}, \tag{12.4}$$

$$D_{\$} = \frac{(\check{u}'_{\text{Rbl}} D_{\text{Rbl}} + \check{c}')\, d^{\text{kap}}}{F_{\$} - \check{u}'_{\$} d^{\text{kap}}}. \tag{12.5}$$

Wzór (12.4) należy interpretować następująco:

W mianowniku występuje przychód w rublach minus nakład w rublach, czyli czysty uzysk rubli netto.

W liczniku występują całkowite nakłady krajowe na eksport do strefy rublowej w forintach plus import ze strefy dolarowej, tkwiący w eksporcie do strefy rublowej, w przeliczeniu na forinty za pomocą kursu dolara.

Licznik wyrażony jest w forintach, mianownik – w rublach.

W sposób analogiczny można interpretować wzór (12.5). Ostatecznie mamy dwa równania z dwoma niewiadomymi: D_{Rbl} i $D_{\$}$. Rozwiązanie:

$$D_{\text{Rbl}} = \frac{\check{c}' d^{\text{soc}} (F_{\$} - \check{u}'_{\$} d^{\text{kap}}) + (\check{c}' d^{\text{kap}})(\check{u}'_{\$} d^{\text{soc}})}{(F_{\text{Rbl}} - \check{u}'_{\text{Rbl}} d^{\text{soc}})(F_{\$} - \check{u}'_{\$} d^{\text{kap}}) - (\check{u}'_{\text{Rbl}} d^{\text{kap}})(\check{u}'_{\$} d^{\text{soc}})} \tag{12.6}$$

$$D_{\$} = \frac{\check{c}' d^{\text{kap}} (F_{\text{Rbl}} - \check{u}'_{\text{Rbl}} d^{\text{soc}}) + (c' d^{\text{soc}})(u'_{\text{Rbl}} d^{\text{kap}})}{(F_{\text{Rbl}} - \check{u}'_{\text{Rbl}} d^{\text{soc}})(F_{\$} - u'_{\$} d^{\text{kap}}) - (u'_{\text{Rbl}} d^{\text{kap}})(u'_{\$} d^{\text{soc}})} \tag{12.7}$$

[5] W sprawie ustalenia $\check{p}$ i $\check{q}$ por. paragraf 11.2.

[6] Pomysł, że dla ustalenia kursu dewizowego można wykorzystać tablicę przepływów międzygałęziowych, wysunął po raz pierwszy w węgierskiej literaturze ekonomicznej P. Havas [51]. W niniejszej książce starałem się dalej rozwinąć jego pogląd w dwóch kierunkach: rozdzielając import i eksport z i do krajów socjalistycznych i kapitalistycznych (odrębne kursy rubla i dolara) oraz bardziej szczegółowo opracowując pojęcie „nakładów krajowych".

Złożoność tych wzorów bierze się stąd, że eksport kierowany do krajów socjalistycznych zawiera również nakłady dolarowe, a z kolei eksport kierowany do krajów kapitalistycznych zawiera również nakłady rublowe, wskutek czego między jednymi i drugimi nakładami zachodzą wtórne oddziaływania.

Na podstawie tablicy przepływów międzygałęziowych Centralnego Urzędu Statystycznego z roku 1959 P. Havas [7] przeprowadził obliczenia oparte w zasadzie na wzorach (12.4) – –(12.7). W ramach swoich bardzo ważnych i wielostronnych kalkulacji obliczył on różne kursy dewizowe. Spośród nich podam ten, który najbliższy jest zasadom rozliczeniowym omawianym w rozdziałach 9 – 12. Havas również uwzględnił dwa rodzaje nakładów krajowych: rozrachunkowe płace i procenty. Przyjęta przez niego stopa podatku od wynagrodzeń wynosi 0,3 (nieco mniejsza niż to wynika z zasady rozliczeniowej 9.8.), rozrachunkowa stopa procentowa zaś wynosi 7,4% (również nieco mniejsza, niż to wynika z zasady rozliczeniowej 9.7.). Wektor $\check{c}'$ w obliczeniach Havasa zawiera również nakłady majątku produkcyjnego i pracy niezbędne dla zastąpienia zużytego majątku produkcyjnego [8].

Rozrachunkowy kurs dewizowy f./dolar otrzymany w wyniku tych obliczeń wynosi: 62,80. My również w swoich programach wykorzystaliśmy ten kurs oraz odpowiadający mu kurs rubla.

---

[7] Por. artykuł P. Havasa z roku 1962 [52].

[8] Havas ten typ kursu dewizowego oznaczył przez $\bar{G}^{-\beta}$.

13

DRUGIE PORÓWNANIE Z TRADYCYJNYMI METODAMI

W II części niniejszej książki dokonaliśmy przeglądu metod rachunku, które stosowaliśmy w naszych modelach perspektywicznego programowania przemysłu. Jak widać staraliśmy się „oderwać" od aktualnego systemu cen w dwojakim sensie.

A) Zapotrzebowanie na krajowe spożycie nieprodukcyjne przyjęliśmy za dane. Wolumen produkcji przeznaczonej na ten cel uznaliśmy za obowiązujący w naszych programach. Tym samym *w zasadzie wyeliminowaliśmy bezpośredni wpływ aktualnego systemu cen konsumpcyjnych na wybór dokonywany w ramach modelu.* To oczywiście nie oznacza, że system cen konsumpcyjnych w rzeczywistości nie ma wpływu na decyzję konsumentów. Naszym założeniem było, że instytucje planujące już z góry uwzględniają wybór konsumentów, kiedy ustalają dyrektywy do planu produkcji przeznaczonej na spożycie nieprodukcyjne.

B) Przy uwzględnianiu nakładów stosowaliśmy oceny rozrachunkowe zamiast cen aktualnych. Przy opracowywaniu ocen rozrachunkowych oparliśmy się na następujących podstawach:

1) makroekonomiczne dane statystyczne dotyczące wzrostu dochodu narodowego, majątku produkcyjnego i zatrudnienia oraz ich współzależności,

2) tablica przepływów międzygałęziowych,

3) specjalne szacunki dotyczące potrzeb inwestycyjnych w różnych sektorach gospodarki narodowej,

4) tradycyjne „rachunki realnych kosztów", ustalające pełne nakłady pracy, zapotrzebowanie na inwestycje oraz import, przeprowadzone za pomocą szczegółowej analizy „wtórnych oddziaływań",

5) obliczenia oparte na krajowych danych o handlu zagranicznym (oraz na tablicach przepływów międzygałęziowych) dla ustalenia kursów dewizowych,

6) rzeczywiste ceny zakupów w imporcie i sprzedaży w eksporcie, realizowane na rynkach zagranicznych.

Wszystkie te źródła staraliśmy się ze sobą powiązać. Oczywiście powinniśmy jasno zdać sobie sprawę, że w pomijaniu aktualnego systemu cen nie byliśmy i nie mogliśmy być konsekwentni. Znaczną część makroekonomicznych danych statystycznych oblicza się na podstawie niezmiennych cen skonstruowanych na podstawie systemu cen obowiązującego w pewnym, ustalonym okresie; tablice przepływów międzygałęziowych zestawia się w forin-

tach itp. Związek pomiędzy naszymi metodami rachunku i naszym systemem ocen rozrachunkowych a wyjściowym, aktualnym systemem cen nie został więc zerwany.

Na ogół bez złudzeń powinniśmy widzieć, że *opisane w II części książki metody rachunku i oceny rozrachunkowe nie tworzą ścisłego i w pełni konsekwentnego systemu.*

Poza tym, wszystkie te sposoby postępowania rozwijały i rozwijają się w miarę ich stosowania; przy powtórnych obliczeniach poszliśmy już dalej niż przy pierwszych w oderwaniu się od aktualnego systemu cen, a przy następnych – powinniśmy pójść jeszcze dalej.

Tablica 13.1

Rozbieżności pomiędzy aktualnym systemem a ocenami rozrachunkowymi

Charakterystyka problemu	Aktualny system cen *	Urzędowe sposoby kalkulacji stosowane w obliczeniach efektywności inwestycji**	Metody rachunku stosowane w naszych programach długofalowych
Czy wlicza się odsetki (oprocentowanie) za zaangażowane środki trwałe? Jeżeli tak, to przy jakiej stopie procentowej?	Nie	Tak, 20%	Tak, 8–10%
Czy uwzględnia się pośrednie zapotrzebowanie na majątek produkcyjny? Jeżeli tak, to w jaki sposób?	Nie	Tak; poprzez jednolity mnożnik dla gospodarki narodowej.	Tak; przede wszystkim za pomocą tablicy przepływów międzygałęziowych.
Jaką stopą procentową obciąża się zaangażowane środki obrotowe?	3%	20%	8–10%
Czy bezpośrednie koszty pracy oblicza się jako rzeczywiste płace powiększone o podatek od wynagrodzeń?	Tak	Tak	Tak, lecz przy wyższej stopie podatku od wynagrodzeń.
Czy płace traktuje się jako niezmienne w czasie?	Tak	Tak	Nie
Jak oblicza się krajowe nakłady materiałowe?	W kalkulacji służącej za podstawę ustalania ceny wlicza się zużyte materiały po aktualnych cenach produkcji.	1. O ile to możliwe, nakłady materiałowe oblicza się po cenie importowej nawet i wtedy, gdy materiały te produkuje się w kraju. 2. Nakłady tych materiałów, które oblicza się w forintach, uwzględnia się po aktualnych cenach produkcyjnych.	1. O ile to możliwe, nakłady materiałowe oblicza się po cenie importowej nawet i wtedy, gdy produkuje się w kraju. 2. Nakłady tych materiałów, które oblicza się w forintach, sprowadza się do pełnych nakładów pracy i pełnych nakładów majątku produkcyjnego.

Charakterystyka problemu	Aktualny system cen *	Urzędowe sposoby kalkulacji stosowane w obliczeniach efektywności inwestycji **	Metody rachunku stosowane w naszych programach długofalowych
Czy przyjmuje się jednolity kurs dewizowy?	Nie; kursy dewizowe są różne dla poszczególnych grup produktów.	Wpływy z eksportu, koszty importu materiałów oblicza się według jednolitego rozrachunkowego kursu dewizowego. Koszty dóbr inwestycyjnych pochodzących z importu oblicza się za pomocą kursów dewizowych stosowanych w aktualnym systemie cen, różnych dla poszczególnych grup produktów.	Stosuje się jednolity kurs dewizowy

* O właściwościach węgierskiego aktualnego systemu cen szczegółową informację daje książka B. Csikós Nagy [25]
** Por. Kodeks Inwestycyjny [192]

W każdym razie uważam, że zastosowane przez nas metody bardziej zbliżają nas do optimum makroekonomicznego niż posługiwanie się w funkcji kosztów aktualnymi cenami lub urzędowymi sposobami kalkulacji. O rozbieżnościach już wspomniałem przy omawianiu poszczególnych zagadnień. Dla umożliwienia czytelnikowi systematycznego przeglądu tych rozbieżności zestawiłem tablicę 13.1.

CZĘŚĆ III

Wykorzystywanie niepewnych danych

W poprzednich częściach książki zakładaliśmy, że wszystkie dane są dokładnie znane. Uchylimy teraz to założenie i przeanalizujemy postępowanie w przypadku, gdy dane na których się opieramy, nie są pewne*.

Dane pewne charakteryzują się, ogólnie mówiąc, następującymi cechami:

a) opierają się one na dostatecznie reprezentatywnych i rzetelnie opracowanych informacjach statystycznych, odnoszących się do jakiegoś okresu wcześniejszego;

b) można założyć, że nie zmienią się one lub przynajmniej zmienią bardzo powoli w czasie.

Cechy te przysługują niektórym, od dłuższego czasu obserwowanym statystycznie wskaźnikom technicznym wyrażanym w jednostkach naturalnych (np. wskaźniki wydajności maszyn, dane dotyczące mocy produkcyjnych, współczynniki nakładów materiałowych itd.), o ile odnoszą się one do urządzeń dokładnie zbadanych w ciągu stosunkowo długiego okresu ich użytkowania.

Można również uważać za pewne ceny kupna lub sprzedaży, ustalone w kontraktach z zagranicznymi sprzedawcami lub nabywcami, o ile kontrakty te zostały obwarowane odpowiednimi sankcjami.

Przy stosowaniu surowych kryteriów tylko nieznaczną część danych wykorzystywanych w rachunkach efektywności inwestycji można uznać za pewną. Wszystkie pozostałe dane musimy uznać za niepewne.

Niepewności tkwiące w obliczeniach efektywności inwestycji można klasyfikować

---

* Czytelnika razić może termin „niepewne dane" (angielskie *uncertain data*). Słowo „dane" może bowiem sugerować, że chodzi o wielkości dokładnie znane i pewne. Należy w związku z tym zwrócić uwagę na to, że słowo „dane" oznacza tu po prostu wielkości, które w modelu — w przeciwieństwie do zmiennych decyzyjnych — ustala się przed przystąpieniem do rozwiązania. Dla oznaczenia tych wielkości używa się w literaturze również słowa „parametry". Nie można tu jednak było mówić o „niepewnych parametrach", ponieważ słowo „parametr" jest używane dalej w nieco innym sensie i występuje m. in. w kontekście „dane zależne od parametru". (Przyp. red.).

z różnych punktów widzenia. Nie mając pretensji do przedstawienia wyczerpującej i teoretycznie uzasadnionej klasyfikacji zajmę się w tej książce trzema głównymi rodzajami niepewności.

1. Niepewne są niektóre *rzeczywiste* nakłady lub wyniki pewnych działalności. A więc np. niepewna jest oczekiwana wydajność techniczna nowej maszyny, czas trwania pewnej inwestycji itp. Zwrot „rzeczywiste nakłady" ma podkreślać, że nie chodzi w tym przypadku o to, w jaki sposób przeliczyć na forinty nakłady, względnie wyniki. Chodzi nam tu głównie o niepewność informacji o charakterze *technicznym*. Zaliczyć tu można również niepewność założonych cen importowych, względnie eksportowych, skalkulowanych w walucie zagranicznej. Ceny te wpływają na rzeczywisty nakład lub wynik i niepewność co do tego, jak ceny te się ukształtują, jest czymś odrębnym od niepewności dotyczącej kursu, po jakim mamy przeliczyć na forinty cenę dolarową lub rublową.

Z podobnego rodzaju niepewnością spotykamy się ustalając niektóre ograniczenia narzucone na działalności lub kombinacje działań. Nie znamy na przykład dostatecznie ograniczeń ze strony rynków eksportowych.

W tego rodzaju przypadkach chodzi o niepewność występującą z powodu braku dokładnej informacji o istniejących obiektywnie, ale od nas niezależnych faktach. Tego rodzaju niepewność nazwiemy ogólnie niepewnością spowodowaną brakiem informacji. W trzeciej części książki będzie mowa głównie o tego typu niepewności.

2. Omawiane dotąd branżowe modele przemysłowe zajmowały się sferami wyodrębnionymi z całości gospodarki narodowej. Badaną sferę łączyły z pozostałymi dziedzinami gospodarki narodowej przede wszystkim dyrektywy planu, limity produkcji, oddane do dyspozycji zasoby itp. Jednak przy badaniu cząstkowych decyzji dyrektywy planu uważać można — do pewnego stopnia — za niepewne. Programowanie odbywa się w okresie budowania planu; jest możliwe, że właśnie w wyniku obliczeń programowych dyrektywa planu ulegnie modyfikacji. Ten rodzaj niepewności ma wyraźnie inny charakter od niepewności omówionych w punkcie 1.

Niepewne są tu takie wielkości, które (w przeciwieństwie do wydajności maszyny o danej technologii lub do ceny dolarowej artykułu importowanego) nie są dane z zewnątrz, lecz mogą być *określone wewnątrz* gospodarki. Ich niepewność trwa dopóty, dopóki nie zostaną ostatecznie ustalone przez władze gospodarcze.

Problemy ustalenia dyrektyw do planu, czekających na odgórną decyzję, omawiam w czwartej części książki.

3. W końcu problematyczne może być też to, w jaki sposób wyrazić w forintach jakąś wielkość (daną z zewnątrz lub określoną przez władze gospodarcze). Wiemy na przykład na podstawie obserwacji statystycznych, ile nowa maszyna zużywa prądu, ale problemem jest, jaka ma być cena jednej KWh prądu.

Ten rodzaj niepewności wiąże się częściowo z brakiem teoretycznych podstaw dla metod obliczeniowych, częściowo zaś z trudnościami w technice obliczeniowej.

Niepewność, związana z metodami obliczeniowymi, została szczegółowo omówiona w drugiej części książki. Wrócę do niej tylko raz, omawiając związaną z tą sprawą technikę obliczeń kontrolnych.

14

TRUDNOŚCI ZWIĄZANE Z USTALENIEM DANYCH TECHNICZNYCH I KOSZTÓW

14.1. MECHANIZM ZBIERANIA DANYCH

W pracach ekonomistów i specjalistów od badań operacyjnych w krajach kapitalistycznych możemy nieraz czytać o tym, jak wielkie trudności powoduje przy zbieraniu danych to, że przedsiębiorstwa traktują znaczną część swych danych, jako tajemnicę handlową. W naszych badaniach ta trudność nie występowała, co bardzo ułatwiało pracę. W ogóle socjalistyczna gospodarka planowa, dzięki własnemu szeroko zorganizowanemu, w dużej mierze scentralizowanemu i ujednoliconemu aparatowi zbierania danych stanowi, z tego punktu widzenia, wdzięczne pole dla stosowania metod matematycznych. Istnieją natomiast specjalne trudności, które wiążą się głównie z tym, że stosowanie metod matematycznych stanowi nowe, niezwykłe jeszcze w naszych warunkach zjawisko. Paragraf ten będzie poświęcony głównie tym trudnościom.

Dane wykorzystane w naszych modelach programowania to częściowo oszacowania dotyczące przyszłości, a częściowo charakterystyka technologii niestosowanej dotychczas na Węgrzech. Niepewność takich danych jest nieunikniona. W naszych modelach potrzebowaliśmy jednak również danych, które powinny odzwierciedlać istniejące *dzisiaj* i to na Węgrzech *fakty*. Dane tego rodzaju, którymi dysponowaliśmy, nie były jednak też całkiem pewne.

Kierownictwo węgierskiego przemysłu, jak już wspomniałem, dysponuje wprawdzie rozbudowanym mechanizmem zbierania danych, ale struktura tych danych jest jednak dostosowana do tradycyjnych metod planowania i zarządzania. Metody matematyczne natomiast często wymagają innego grupowania i systematyzacji danych. Zrozumiałe jest, że tego rodzaju wymaganiom nie można sprostać bez trudności.

1. Systematycznie zbierane dane grupuje się według jednostek organizacyjnych (np. ministerstwo, dyrekcja przemysłu, przedsiębiorstwo, zakład itp.). Nasze modele programowania obejmują natomiast takie sfery, które z konieczności nie pokrywają się z urzędowymi jednostkami organizacyjnymi (patrz paragrafy 2.2 i 3.2). I tak np. musieliśmy przeprowadzić specjalne badania dla określenia, jaki jest zakres działalności przemysłu włókienniczego, żeby włączyć odpowiednie dane do 14 warunku modelu.

2. Zbieranie danych w ramach jednostek organizacyjnych powoduje inne jeszcze trudności. W naszych modelach na pierwszy plan wysuwa się wybór pomiędzy wariantami

technologicznymi. Na przykład w modelu przemysłu włókienniczego wśród dopuszczalnych wariantów znajdują się czynne już w węgierskich fabrykach maszyny automatyczne. Niestety na podstawie danych stojących do dyspozycji nie można było bezpośrednio stwierdzić, ile w określonej fabryce wynosi zużycie materiałów pomocniczych lub energii elektrycznej przez automatyczne krosna z wymiennymi cewkami, ponieważ sprawozdania fabryk podawały tylko zużycie materiałów pomocniczych i energii elektrycznej całego zakładu. W zakładzie zaś pracują obok siebie stare, mechaniczne i nowe. automatyczne krosna. W takich przypadkach zmuszeni byliśmy zlecać przeprowadzenie osobnych, specjalnych badań dla określenia właściwych danych charakteryzujących technikę lub koszty.

3. W innych przypadkach model nasz wymagał dokładnego określenia przeciętnych wielkości dla pewnych gałęzi przemysłu. Chcieliśmy np. zająć się obliczeniami przeciętnych opłat za parę i prąd, ponieważ nasz model przemysłu bawełnianego nie zajmował się regionalizacją działalności (podziałem między przedsiębiorstwa). Obliczenia te należało osobno przeprowadzić, gdyż nie dysponowaliśmy takimi przeciętnymi dla tej gałęzi przemysłu.

Doświadczenia w innych gałęziach przemysłu są podobne. *Metody planowania i rachunku efektywności posuwają się obecnie, dzięki stosowaniu metod matematycznych, szybko naprzód. Rachunkowość i przetwarzanie danych statystycznych tak należy więc rozwijać, aby mogły zaspokoić wzrastające wymagania stawiane przez te metody.*

Jest to zresztą normalna droga postępu: z reguły potrzeby planowania i rachunku ekonomicznego wyznaczają zadania dla rachunkowości i przetwarzania danych.

Ci, którzy zajmują się dziś matematycznym programowaniem inwestycji, zmuszeni są brać pod uwagę te trudności i uzyskiwać potrzebne cyfry poprzez specjalne badania i obserwacje. Ale w miarę rozpowszechniania się matematycznego programowania, coraz pilniejsza staje się potrzeba dostarczenia danych niezbędnych dla programowania lub przynajmniej ich znacznej części, w ramach *zorganizowanego systemu zbierania danych.*

Trudności przy zbieraniu danych zmuszają jeszcze wciąż do wielu ustępstw. W wielu przypadkach zmuszeni jesteśmy zadowolić się tym systemem zbierania i klasyfikacji danych, który związany był z tradycyjnymi metodami planowania i rachunkowości, mimo że — na podstawie teoretycznych rozważań — wiemy, że celowe byłoby przeprowadzenie rachunku w oparciu o inne dane. Czynimy tak jednak dlatego, żebyśmy w ogóle byli w stanie „wypełnić" ramy modelu materiałem liczbowym.

14.2. EKSPERYMENTALNE USTALANIE DANYCH

W obecnych warunkach ekonomista zmuszony jest uważać za niepewne nawet takie dane, które mogłyby być dokładnie ustalone na podstawie odpowiednio zorganizowanych eksperymentów. Tak na przykład dla scharakteryzowania nowego typu maszyny, trzeba by eksploatować eksperymentalnie większy zespół takich maszyn przez dłuższy czas w identycznych, a przynajmniej w zbliżonych warunkach, dzięki czemu uzyskałoby się szereg porównywalnych obserwacji pozwalających na ustalenie potrzebnych danych.

Niestety świadome organizowanie takich eksperymentów nie jest dostatecznie popularne w naszym przemyśle. W przemyśle bawełnianym, na przykład, od lat dyskutuje się wiele takich zagadnień, których rozstrzygnięcie bez przeprowadzenia eksperymentów jest niemożliwe. Na przykład, od lat prowadzi się dyskusje, czy należy modernizować przemysł

wprowadzając krosna automatyczne z czółenkami, czy bez czółenek. Mieliśmy już w ręku takie opracowanie naukowe, które powstało w 1955 r. na podstawie przybliżonych obliczeń [1]. Ale nawet i potem nie zorganizowano przez szereg lat takich doświadczeń, które z odpowiednią pewnością określiłyby potrzebne do rachunku ekonomicznego parametry techniczne.

Od lat też wypływa stale zagadnienie, czy warto unowocześnić tkalnie poprzez wprowadzenie wbudowanych przystawek automatycznych. Przeprowadzono jeden eksperyment. W zakładach Kistext zainstalowano *dwie* sprowadzone z zagranicy wbudowane przystawki automatyczne. Jasne, że tego eksperymentu nie można uważać jako dostatecznie reprezentatywny.

(Nawiasem należy zaznaczyć, że w ostatnim okresie, już w czasie tłumaczenia tej książki, a więc kilka lat po opracowaniu programu dla przemysłu bawełnianego, podjęto poważne doświadczenia w związku z obydwoma problemami.)

Jak wynika z tych przykładów, mówiąc o eksperymentach nie mam na myśli doświadczeń służących badaniom technologicznym. *Tu chodzi o określenie drogą eksperymentalną wskaźników eksploatacyjnych i wpływu danej technologii na koszty, w celu uzasadnienia takiej lub innej decyzji ekonomicznej.*

Brak eksperymentów ogranicza skuteczność naszych badań. Nie jest to jednak trudność specyficzna dla programowania matematycznego. Niepewność *dających się* zebrać, ale nie zebranych odpowiednio danych stwarza niepotrzebnie trudności przy *wszelkiego* rodzaju rachunkach ekonomicznych. W naszych badaniach trudności te wystąpiły szczególnie ostro dlatego, że staraliśmy się analizować dane bardziej skrupulatnie, niż się to zazwyczaj czyni.

Niepewność danych technicznych nie stanowi zjawiska specyficznego dla przemysłu bawełnianego. Często projektuje się inwestycje bez wstępnego starannego rozeznania w technologii, która ma być stosowana. Prowadzi to potem do zaburzeń w eksploatacji i do wyników, mniej korzystnych od oczekiwanych [2].

W świetle powyższych uwag należy rozróżnić dwa źródła niepewnych danych charakteryzujących technikę i koszty.

W pierwszym przypadku niepewność danych jest nieunikniona. Tak jest na przykład wtedy, kiedy nie ma możliwości zapoznania się z jakąś technologią, ponieważ stanowi ona na razie tajemnicę handlową zagranicznej firmy.

W drugim przypadku natomiast niepewność ma charakter „dobrowolny". Można by tu uzyskać — choćby eksperymentalnie potrzebne informacje, ale autorzy wniosku inwestycyjnego dobrowolnie rezygnują z zebrania danych.

„Dobrowolna" niepewność nie zawsze spowodowana jest zaniedbaniem. Uzyskanie dokładnych danych wiąże się czasami ze znacznymi kosztami (konieczny jest np. zakup licencji, lub kosztownych urządzeń doświadczalnych itp.). Trzeba w każdym konkretnym przypadku rozważyć, co jest droższe: pokrycie kosztów uzyskania dodatkowych informacji czy zadowolenie się szacunkiem, który pociąga za sobą zwiększoną niepewność decyzji. Czasem — przy braku wszelkich informacji — trzeba w ogóle rezygnować z pierwszej możliwości.

---

[1] Patrz opracowanie Gy. Sugár, P. Szabó [159].

[2] Kontrola efektywności inwestycji dokonywana przez Bank Inwestycyjny wykazuje wiele takich przypadków. Tak się stało np. przy projektowaniu inwestycji w zakładach płyt paździerzowych w Nagyhalász i Ujszeged, w zakładach brykietowych w Hidas oraz w zakładach płyt z włókien drzewnych.

Z problemami tego rodzaju często spotykaliśmy się przy programowaniu produkcji włókien sztucznych. Jest to szybko rozwijająca się i przechodząca stałą rewolucję techniczną, gałąź przemysłu. Nic więc dziwnego, że znaczna część danych technicznych jest niepewna. Rozpatrując każdą możliwą działalność należało się zastanowić osobno, czy opłaci się uzyskanie dodatkowych informacji.

Poza tym gra tu rolę jeszcze jeden czynnik: *pilność decyzji* zmusza do tego, aby zadowolić się danymi szacunkowymi, mimo że istniałaby możliwość przeprowadzenia statystycznych obserwacji. Nie zawsze możemy czekać na wyniki gruntownych eksperymentów, które często dopiero po roku lub dwóch mogą być traktowane jako reprezentatywne.

Resumując trzeba stwierdzić, że *w rachunku efektywności inwestycji nieuniknione jest korzystanie nie tylko z danych statystycznie potwierdzonych i pewnych, lecz również ze słabo uzasadnionych oszacowań charakteryzujących technikę i koszty.*

14.3. PRZYPADKOWE I TENDENCYJNE BŁĘDY W OSZACOWANIACH

Poprzednio mówiliśmy szczegółowo o tym, że brak dokładnych informacji powoduje konieczność szacowania niektórych danych odnoszących się do techniki i do kosztów.

Jeśli oszacowanie zostało opracowane przez osobę lub kolektyw podchodzący do sprawy *rzeczowo i bez uprzedzeń*, ukryty w szacunku błąd ma charakter przypadkowy i można go wytłumaczyć wyłącznie niedoskonałością informacji.

Sytuacja jest odmienna, jeśli osoba lub kolektyw dokonujący szacunku są w jakikolwiek sposób osobiście zainteresowani w zrealizowaniu (lub zaniechaniu) inwestycji, w związku z którą oszacowują odpowiednie dane. W tym przypadku szacunek bywa często *tendencyjny*.

Analogicznie jest w balistyce: w pierwszym przypadku rozrzut pocisków wokół celu związany jest z przypadkową niedokładnością celownika. W drugim przypadku samo urządzenie celownicze jest wadliwe; działo „znosi" w pewnym określonym kierunku.

Czy w rachunku efektywności inwestycji spotykamy się z tendencyjnymi błędami szacunku?

Jak już wcześniej wspominałem, podstawą urzędowej decyzji o podjęciu inwestycji jest dokument omawiający wszystkie charakterystyczne dane produkcyjne, techniczne i finansowe projektowanego obiektu. Dokument ten nazwałem zezwoleniem inwestycyjnym. Warto zadać sobie pytanie: czy zawarte w tych dokumentach oszacowania sprawdzają się w rzeczywistości?

Niestety bardzo trudno jest zorientować się w faktach. Przez wiele lat trwały wnikliwe dyskusje nad poszczególnymi szacunkami zawartymi w zezwoleniu *przed powzięciem decyzji*, ale nikt nie kontrolował *później*, czy rzeczywistość potwierdziła przewidywania.

Od 1960 r. Węgierski Bank Inwestycyjny przeprowadza systematycznie tak zwaną końcową analizę efektywności inwestycji. Weryfikuje się tu dokładnie, według poszczególnych pozycji, oszacowanie zawarte w zezwoleniu[3]. W tablicy 14.1 zestawiłem dane uzyskane w toku kontroli efektywności inwestycji w 1960 oraz w pierwszej połowie 1961 r.

---

[3] Przy zestawianiu przedstawionych niżej danych, cennej pomocy udzieliła Janowa Deák (Bank Inwestycyjny). Patrz również artykuł [32].

Przed przystąpieniem do oceny tych danych, kilka słów o ich rzetelności.

Sprawozdań bankowych nie można uważać za absolutnie dokładne, ale ponieważ opierają się one na analizie konkretnych inwestycji, można je wykorzystać dla wykrycia pewnych tendencji. Opuściliśmy w zestawieniu te dane, które z jakiegokolwiek powodu nie wydawały się nam zadowalające. Przy kontroli naszych wniosków stwierdziliśmy ponadto, że gdyby wziąć również pod uwagę te pominięte dane, to wykryte tendencje (przekroczenie kosztów itp.) uwidoczniłyby się jeszcze ostrzej.

Tablica 14.1

Oszacowania zawarte w zezwoleniach i ich realizacja

Lp.	Wyszczególnienie	Liczba zbadanych inwestycji	Średni współczynnik realizacji oszacowania (stosunek wielkości rzeczywistej do przewidywanej)	Odchylenie standardowe	Względne odchylenie standardowe (w % średniego współczynnika realizacji)	Przedział ufności* (przy 95% poziomie ufności)
I	Pełne koszty inwestycji	90	122,2	36,2	29,6	114,6—129,8
II	Koszty budowy	58	126,7	48,9	38,6	113,9—139,5
III	Koszty inwestycji maszynowych	42	105,3	39,0	37,0	93,2—117,4
IV	Inne koszty inwestycyjne	62	163,5	121,3	74,2	132,7—194,3
V	Okres realizacji inwestycji	79	149,4	65,7	44,0	134,7—164,1
VI	Produkcja	90	103,9	18,2	17,5	100,1—107,7
VII	Specjalne koszty inwestycyjne	81	122,2	37,2	30,5	114,0—130,4

* Pojęcie przedziału ufności należy rozumieć następująco (na przykładzie liczb z pierwszego wiersza): istnieje 95% prawdopodobieństwa, że przedział 114,6—129,8% zawiera średnią wartość współczynnika realizacji pełnych kosztów inwestycji.

Przy obliczaniu okresów realizacji odejmowaliśmy okresy przejściowego unieruchomienia inwestycji na podstawie zarządzenia władz centralnych.

Ilość skontrolowanych inwestycji waha się od 42 do 90. (Nie wszystkie sprawozdania zawierały dane odnoszące się do wszystkich interesujących nas wielkości). To nie jest zbyt wiele. Ponieważ jednak wybór badanych inwestycji miał w istocie charakter losowy (w statystycznym sensie tego słowa), próba może być uznana za statystycznie reprezentatywną.

Ponieważ tego rodzaju badania przeprowadza się zaledwie od roku lub półtora, nie można było przeanalizować dynamiki badanych zjawisk[4].

Staraliśmy się zawsze, o ile to było możliwe, porównywać stan faktyczny z oszacowaniami zawartymi w zezwoleniu inwestycyjnym. W pewnych przypadkach jednak dysponowaliśmy tylko późniejszym dokumentem, tzw. „*zadaniem planowym*". Ponieważ sporządza się go dopiero w późniejszej fazie planowania, dokument ten zawiera bardziej dokładny

[4] Przeprowadzone w międzyczasie zmiany cen (regulacja cen z 1 stycznia 1959 r.) uwzględniono za pomocą odpowiednich wskaźników.

preliminarz kosztów niż wstępne zezwolenie inwestycyjne. Dlatego tablica 14.1 daje obraz rzeczywistości nieco korzystniejszy od prawdziwego[5].

Najmniej zaufania wzbudzają dane odnoszące się do przewidywanej i rzeczywistej produkcji. Z powodu braku odpowiednich liczb w projektach, często „wskaźniki planowe" określa się dopiero później. Dlatego dane w wierszu VI należy traktować z dużą ostrożnością.

A teraz przyjrzyjmy się ważniejszym wnioskom wynikającym z tablicy:

1. Rzeczywiste pełne koszty inwestycji są często wyższe od przewidywanych. Średnia arytmetyczna przekroczeń jest dość wysoka (wynosi 22,2%).

Idywidualne „współczynniki realizacji"* wykazują duże odchylenie do średniego współczynnika. Względne odchylanie standardowe wynosi 29,6%. *Ten stosunkowo wysoki rozrzut charakteryzuje losowe błędy tkwiące we wstępnych szacunkach.* Wiele przypadkowych czynników wpływa na to, w jakim stopniu koszty danej inwestycji ostatecznie przekroczą pierwotnie przewidzianą kwotę lub będą od niej niższe. Takie przypadkowe czynniki to: wysoki lub niski poziom osób odpowiedzialnych za sporządzenie projektu technicznego, dobra lub zła organizacja inwestycji, wykonywanie lub zaniedbywanie zobowiązań zakładów kooperujących, terminowe lub opóźnione dostawy materiałów pochodzących z importu itp. Wszystkie te czynniki bardzo różnie się kształtują przy poszczególnych inwestycjach.

Z drugiej strony *przeciętne przekroczenie przewidywanych kosztów o 22,2% odzwierciedla ukryte w projektach tendencyjne zniekształcenia.*

2. Próbowaliśmy badać, czy tendencja ta występuje silniej przy większych inwestycjach, czy też przy mniejszych. Nie udało się jednak stwierdzić wyraźnej współzależności między wielkością (pełnym kosztem) inwestycji a wysokością przekroczenia przewidywanych kosztów.

3. W trzech głównych grupach kosztów różnie kształtują się odchylenia od przewidywanych kosztów inwestycji. Względnie najdokładniejsze okazują się oszacowania kosztów maszyn. Ceny maszyn są przeważnie dokładnie znane, bez względu na to czy chodzi o maszyny krajowe, czy zagraniczne; dane te można łatwo skontrolować już przy zatwierdzaniu projektu inwestycyjnego. O wiele większe odchylenie wykazują oszacowania kosztów budowy (przeciętna przekroczeń wynosi 26,7%), a największe – oszacowania tzw. kosztów „pozostałych". Te ostatnie są jak powszechnie wiadomo – najmniej „uchwytne".

4. Dane odnoszące się do okresu realizacji inwestycji wykazują znaczne opóźnienia w wykonawstwie. Przewidywane okresy wykonania w większości przypadków mogłyby być dotrzymane przy prawidłowej organizacji procesu inwestycyjnego (nowoczesne metody budowy, rytmiczność dostaw maszyn itp.). Natomiast przy obecnym, *rzeczywistym* tempie realizacji inwestycji, przewidywane okresy są za krótkie.

5. Jak już wspomniałem, liczby odnoszące się do produkcji przypuszczalnie upiększają

---

[5] W materiałach Węgierskiego Banku Inwestycyjnego za rok 1960 znaleźliśmy w ośmiu przypadkach zarówno zezwolenia inwestycyjne (projekty inwestycji), jak i oszacowania zawarte w „żądaniach planowych". Przeciętne przekroczenia w stosunku do „zezwoleń" wynosiły 54,2 %, a w stosunku do „zadań" 8,9 %.

Danych do przeprowadzania porównań jest nadzwyczaj mało. W każdym razie notuje się powszechnie znany fakt, że zadanie planowe jest bardziej dojrzałym i gruntownym dokumentem niż zezwolenie. Powzięcie jednak decyzji o podjęciu inwestycji następuje na podstawie tego ostatniego dokumentu.

* Pojęcie to zostało zdefiniowane dokładnie na s. 197 (przyp. redakcji).

rzeczywistość. Wydaje się natomiast realne, że rzeczywista wydajność przeważnie nie jest mniejsza, a nawet dość często jest większa od zaplanowanej.

Resumując możemy stwierdzić, że *istnieje wyraźna tendencja do zaniżania planu kosztów, w tym szczególnie kosztów budowy i „innych" oraz okresu realizacji*[6]. Rolę odgrywa tu „szowinizm" inwestujących przedsiębiorstw lub gałęzi przemysłu. Inwestor, w celu uzyskania akceptacji projektu, stara się we wstępnych kalkulacjach wykazać możliwie najniższe koszty inwestycji[7]. Sądzi on, że skoro wniosek zostanie zaakceptowany, nie będzie nieszczęścia z powodu przekroczenia kosztów i przeciągania się okresu realizacji inwestycji. Rozpoczętej inwestycji już się nie wstrzyma, a ponadplanowe wydatki zostaną sfinansowane. System bodźców materialnych stosowanych przy wykonywaniu inwestycji nie ma hamującego wpływu na tę tendencję, ponieważ przekraczanie planowanych kosztów nie pociąga za sobą szczególnych sankcji[8].

Zjawiska tego rodzaju są powszechnie znane. Nie jest zadaniem niniejszej książki wyjaśniać szczegółowo, jakie czynniki zjawiska te wywołują. Do tego trzeba by szczegółowo przeanalizować wszystkie związane z inwestowaniem bodźce materialne i moralne, problemy planowania, wykonawstwa, organizacji kontroli itp. Nam wystarczy tu stwierdzić, że dane zawarte w zezwoleniach inwestycyjnych zawierają typowe błędy i tendencyjne zniekształcenia. Świadczy o tym tablica 14.1.

Na podstawie podanych w tablicy 14.1 liczb odnoszących się do pełnych kosztów inwestycji, przeprowadziliśmy dalszy rachunek. Nazwijmy iloraz rzeczywistych i przewidywanych kosztów inwestycji współczynnikiem realizacji i oznaczmy przez Q.

Stwierdziliśmy, że ten współczynnik jest zmienną losową[9], która może być wystarczająco scharakteryzowana przez tzw. rozkład *logarytmiczno-normalny*. Wskazuje na to tablica 14.2 i wykres 14.1.

W trzeciej kolumnie tablicy figurują empiryczne *częstości* obliczone na podstawie przeprowadzonych kontroli Banku Inwestycyjnego. (Np. w 10% przypadków skontrolowanych przez Bank, współczynnik realizacji wahał się pomiędzy 140 i 160%). W trzeciej kolumnie figurują *prawdopodobieństwa obliczone* na podstawie rozkładu logarytmiczno

[6] Por. w tej sprawie również pracę L. Lukácsa [103].

[7] W związku z rachunkiem efektywności opowiada się następującą anegdotę:

Dorosły przechodzień pyta chłopców strzelających do celu w płocie: jak to jest możliwe, że dokładnie trafiacie zawsze w środek koła? W taki sposób — odpowiadają — że najpierw strzelamy, a potem obrysowujemy koło".

Tak często dzieje się również z szacunkowymi danymi. Najpierw „strzela się", tzn. ustala taką lub inną wartość, następnie „rysuje się wokół niej koło", tzn. manipuluje szacunkowymi danymi tak, aby kalkulacja dała oczekiwany rezultat.

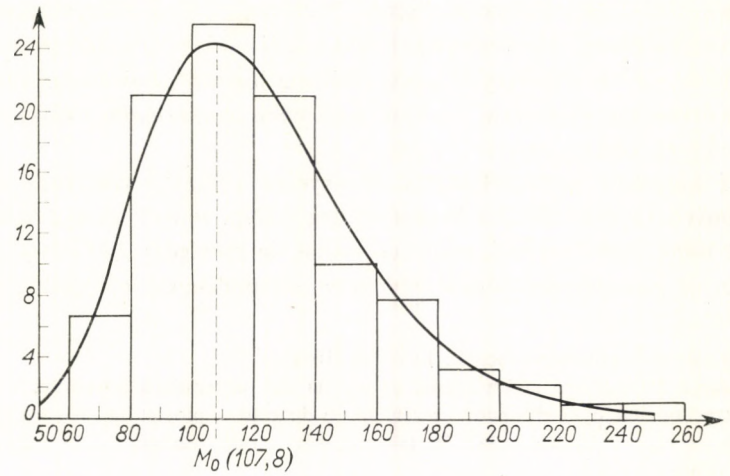
[8] Nie są zupełnie jasne motywy, dla których zdolności produkcji planuje się zbyt ostrożnie. Przypuszczalnie tłumaczy się to tym, iż planowane zdolności produkcyjne bierze się w rachubę jako materiał przy sporządzaniu bilansu produktów na przyszłość. Dlatego nieosiągnięcie planowanych zdolności produkcyjnych podlega surowej ocenie władz.

[9] Przygotowywanie wniosków inwestycyjnych nie jest zjawiskiem wyjątkowym i rzadkim. Te same organa (wydziały inwestycji, biura projektowe), te same osoby (referenci i kierownicy działów inwestycji, inżynierowie i ekonomiści biur projektowych) regularnie przygotowują takie dokumentacje. Dopóki nie zmienią się konkretne formy materialnych i moralnych bodźców i ramy organizacyjne planowania, zatwierdzania i kontroli inwestycji, dopóty *masowo* będą się powtarzać towarzyszące obecnym metodom typowe wyniki i błędy. Wydaje się więc uzasadnione uznanie współczynnika realizacji oszacowań za *zmienną losową*.

Tablica 14.2

Współczynnik realizacji pełnych kosztów inwestycji i jego funkcji rozkładu

Przedziały zmienności współczynników realizacji w %	Liczba skontrolowanych inwestycji	Częstość empiryczna w %	Teoretyczne prawdopodobieństwo wg rozkładu logarytmiczno-normalnego w (%)
— 60	0	0	1,1
60 — 80	6	6,7	8,3
80 — 100	19	21,1	20,1
100 — 120	23	25,6	23,7
120 — 140	19	21,1	20,1
140 — 160	9	10,0	12,7
160 — 180	7	7,8	7,1
180 — 200	3	3,3	3,7
200 — 220	2	2,2	1,7
220 — 240	1	1,1	0,8
240 — 260	1	1,1	0,4
260 —	0	0	0,3
Razem	90	100,0	100,0



Rys. 14.1. Funkcja gęstości współczynnika realizacji

normalnego (np. istnieje prawdopodobieństwo 20,1 %, że współczynnik realizacji znajdzie się pomiędzy 120 i 140 %). Widoczna na wykresie linia schodkowa pokazuje częstości obliczone na podstawie danych Banku, podczas gdy krzywa ciągła reprezentuje dopasowaną do powyższych danych ciągłą funkcję gęstości. Z wykresu wynika też, że wartości funkcji empirycznej są zbliżone do odpowiedniej wartości dopasowanej ciągłej funkcji [10]. (Przeprowadzony w związku z tym test potwierdził, że częstości empiryczne nie różnią się istotnie od wartości wynikających z ciągłej funkcji gęstości).

[10] W sprawie rozkładu logarytmiczno-normalnego zob. książkę A. Rényi [143] (s. 209—210), lub H. Cramer [23] (s. 220).

Funkcja gęstości rozkładu logarytmiczno-normalnego wyraża się wzorem:

Z punktu widzenia ekonomicznego na uwagę zasługuje kilka własności zbadanej zmiennej losowej.

1. *Najczęściej* występująca wartość (modalna) równa jest 107,8% (na wykresie oznaczono jako M_0). Jest ona nieco wyższa od przewidywanego kosztu. *Średnia* wartość wskaźnika realizacji jest natomiast znacznie wyższa: 122,2%.

2. Rozkład jest asymetryczny. Na prawo od modalnej (maksymalnej wartości funkcji gęstości) krzywa opada dość łagodnie, na lewo zaś o wiele bardziej stromo. Ekonomicznie fakt ten można wytłumaczyć — moim zdaniem — następująco:

Jak już zaznaczyłem, nie leży w interesie przedkładających projekt zezwolenia inwestycyjnego, planować koszty inwestycyjne zbyt wysoko. Mimo to zdarzają się błędy idące i w tym kierunku. Nie są one jednak tendencyjne. Planujący nie popełniają tego rodzaju błędów *z własnej woli* i dlatego odchylenie danych w tym kierunku jest nieznaczne. Znajduje to wyraz w tym właśnie, że krzywa uwidoczniona na wykresie 14.1 opada z lewej strony stromo.

Życzeniem przedkładających projekt zezwolenia jest, aby wniosek inwestycyjny został przyjęty. To skłania ich do zaniżenia kosztów. Poszczególne wnioski nie idą jednak w tym kierunku *w jednakowej mierze*. Z jednej strony stopień świadomej odpowiedzialności u poszczególnych projektantów nie jest jednakowy, z drugiej zaś nie warto wszystkich wniosków „upiększać". Jeżeli np. decyzja o przyjęciu wniosku zapadła już wcześniej, to nie warto zaniżać planu kosztów; nie będzie już zagrażać wnioskowi mniej korzystny wskaźnik ekonomiczny. Jeśli natomiast losy wniosku są wątpliwe, warto go „podeprzeć" nieco bardziej optymistycznymi cyframi. Na skutek wielu różnorodnych czynników rozmiary zaniżania planu kosztów wykazują silne rozproszenie. Wyraża się to w tym, że krzywa uwidoczniona na wykresie 14.1 łagodnie opada z prawej strony.

3. Prawdopodobieństwo przekroczenia przewidywanych kosztów wynosi 60,9%.

4. Oznaczmy symbolem Q_{80} wartość współczynnika realizacji, o której wiemy, że istnieje prawdopodobieństwo 80%, iż wartość Q faktycznego współczynnika realizacji jest mniejsza od Q_{80}. W rachunku prawdopodobieństwa wartość tę nazywa się 80% *kwantylem* zmiennej losowej[11].

W naszym przypadku $Q_{80}=148{,}4\%$. Innymi słowami: możemy spodziewać się z prawdopodobieństwem 80%, że przekroczenie przewidywanych kosztów nie będzie wyższe niż 48,4%, a tylko z prawdopodobieństwem 20%, że przekroczenie będzie wyższe od tej wartości.

Obserwacja większej liczby danych pozwoliłaby na dokładniejsze poznanie rozkładu prawdopodobieństwa błędów kryjących się w szacunku kosztów. W miarę rozszerzania się danych odnoszących się do tego zagadnienia, trzeba będzie pogłębiać badania, analizując między innymi *dynamikę* zaobserwowanych tendencji oraz ich ewentualne zróżnicowanie pomiędzy poszczególnymi regionami lub gałęziami przemysłu, itp.

$$g(y)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma y}\, e^{\frac{-(\ln y-m)^2}{2\sigma^2}} \qquad y>0$$

W naszym przypadku parametrami tej funkcji są:
— oczekiwana wartość logarytmu współczynnika realizacji: $m=4{,}76$;
— odchylenie standardowe logarytmu naturalnego współczynnika realizacji: $\sigma=0{,}29$.

[11] O kwantylach informuje książka A. Rényi [143] (s. 285—287) i książka H. Cramera [23] (s. 181).

14.4. ZAPOBIEGANIE TENDENCYJNOŚCI

Jak mamy bronić się przeciw wyżej opisanym tendencyjnym zniekształceniom w rachunku efektywności?

Najważniejszą rzeczą jest wyeliminowanie czynników skłaniających do zniekształceń poprzez odpowiednią zmianę bodźców materialnych i moralnych oraz metod kontroli. Możliwości takie istnieją, ale w naszej pracy nie będziemy się tą sprawą zajmować.

Ponieważ wiemy już, że przedkładający projekt zezwolenia inwestycyjnego nie są — w obecnej sytuacji — w większości bezstronni, celowe będzie, aby ich rachunki nadzorowane były przez osoby, które — *z racji zajmowanej pozycji* — są bezstronne. Nadzór powinien więc być prowadzony — w miarę możności — przez fachowców, których stanowisko i osobisty interes nie skłaniają do stronniczości.

W ramach naszych modeli programowania staraliśmy się zrealizować zasadę bezstronnej kontroli pierwotnych planów we wskazanym wyżej sensie. *Z racji zajmowanej pozycji* nie leżało w interesie ekonomistów kierujących tymi badaniami udowadnianie słuszności takiego czy innego punktu widzenia.

W naszych badaniach uczestniczyli również, przynajmniej jako informatorzy, odpowiedzialni kierownicy gałęzi przemysłu lub zakładów. Trzeba się było liczyć z ich mniejszą albo większą stronniczością. Jednak charakter modelu programowania inwestycji pomógł im do bardziej obiektywnych szacunków. Na przykład w modelu przemysłu bawełnianego szukaliśmy parku maszynowego o składzie optymalnym dla wykonania określonych zobowiązań produkcyjnych wynikających z danego planu produkcji. Ostrzegaliśmy współpracujących z nami kierowników przemysłu i przedsiębiorstw przed skutkami błędów kryjących się w błędnych szacunkach. Jeśli za nisko oszacują wydajność maszyn automatycznych i innych nowoczesnych urządzeń, to rozwiązanie nie wykaże opłacalności zakupu takich urządzeń (mimo że kierownicy chcieliby unowocześniać swoją gałąź przemysłu). Jeśli natomiast oszacują wydajność nowoczesnych maszyn zbyt wysoko, to rozwiązanie wykaże potrzebę zakupu mniejszej ilości maszyn dla realizacji *danego planu produkcji* i mniejszego funduszu inwestycyjnego, niż byłby potrzebny w rzeczywistości. Plan produkcji mógłby się okazać w takiej sytuacji zbyt napięty, co zapewne nie odpowiadałoby odpowiedzialnym kierownikom w terenie. W ten sposób współpracujący fachowcy zainteresowani byli w podawaniu możliwie dokładnych danych szacunkowych — ani za niskich, ani za wysokich.

Niezależnie już od przykładu przemysłu bawełnianego, powszechnie znane jest „Janusowe oblicze" kierowników przemysłu. Reagują oni inaczej na plany produkcji, a inaczej na plany inwestycyjne. Jeśli mowa jest o planie *inwestycyjnym* danej gałęzi przemysłu, to przeważnie starają się oni przekonać organy nadrzędne o wysokiej wydajności nowych, nowoczesnych maszyn. Zbyt optymistyczne przewidywanie technicznej wydajności takich maszyn jest częstym zjawiskiem. (Jakkolwiek można się spotkać również z przewidywaniem odwrotnym). Jeśli natomiast mowa jest o planie *produkcji*, to przeważnie szacuje się przyszłą wydajność ostrożnie i nieco pesymistycznie. Tę dwoistość ułatwia również fakt, że rachunek efektywności inwestycji z jednej, a planowanie produkcji z drugiej strony są przeprowadzane na różnych szczeblach.

Modele opisane w mojej książce ułatwiają wyeliminowanie tej dwoistości, dzięki *temu*,

że obejmują one zarówno plan produkcji, jak i plan inwestycji. Te same dane techniczne założone są zarówno w warunkach określających zadania produkcyjne, jak i w funkcji celu określającej wynik ekonomiczny. Nie można więc być jednocześnie zbytnim optymistą w jednym kierunku i zbytnim pesymistą w drugim. Charakter modelu zapewnia wewnętrzną harmonię i konsekwentność stanowisk.

Obiektywność oszacowań można zapewnić jeszcze i przez to, że będziemy się opierać, o ile to możliwe, *na ocenie kolektywnej*, a nie na indywidualnej. W toku przeprowadzonych badań w przemyśle uzyskaliśmy dzięki temu dobre rezultaty. Uczestniczący w tych badaniach inżynierowie i ekonomiści z przedsiębiorstw dokonywali szacunków na podstawie wzajemnych propozycji korygowanych zgodnie z własnymi doświadczeniami. Dane szacunkowe tej grupy badawczej przedłożyliśmy następnie szerszemu kolektywowi na naradzie rzeczoznawców. Po gruntownej dyskusji część tych danych skorygowaliśmy. To wszystko pozwoliło na uzyskanie bardziej obiektywnych i godnych zaufania danych.

Dotąd mowa była o sposobach zapewnienia obiektywności. Równocześnie trzeba jednak pamiętać, że nie zawsze jest to możliwe. Mimo że czynniki sprzyjające zniekształcaniu danych można wyeliminować, będą one *na razie* istnieć. Nie zawsze nawet istnieje możliwość powierzenia oszacowań bezstronnym rzeczoznawcom. Często władze gospodarcze zmuszone są więc podejmować decyzję na podstawie danych oszacowanych w sposób tradycyjnie stosowany przy sporządzaniu planów inwestycyjnych, mimo że trzeba się liczyć z tendencyjnością danych. Co można w takim przypadku zrobić?

Moim zdaniem *wskazane jest wykonanie dodatkowych kontrolnych obliczeń, które błędy ukryte prawdopodobnie w zezwoleniu inwestycyjnym „wkalkulują" do oczekiwanego wyniku.* Załóżmy na przykład, że współczynnik realizacji kosztów, okresu realizacji inwestycji lub planowanej wydajności będzie odpowiadać dotychczasowej *średniej*. Jeśli więc z braku lepszych danych uważać będziemy nadal 22,2% za średnią wartość przekroczenia pełnych kosztów inwestycyjnych, to pierwotnie przedłożony szacunek kosztów powinniśmy powiększyć o 22%. Podobnie należy skorygować pozostałe szacunki, a następnie obliczyć, czy w takim przypadku inwestycja będzie efektywna. Do bardziej szczegółowego omówienia podobnych obliczeń kontrolnych jeszcze powrócimy.

Oczywiście należy wyraźnie oddzielić metodykę rachunku efektywności od zagadnienia jakie dyrektywy do planu inwestycji powinny wyznaczać władze gospodarcze.

Proponowane wyżej rachunki porównawcze zmierzają do zbadania, co by się stało, gdyby przewidywane koszty zostały ewentualnie przekroczone. Czy musi to oznaczać, że dana inwestycja nie będzie z tego powodu w ogóle rentowna? Trzeźwe rozpatrzenie takiej możliwości w pierwotnych rachunkach nie jest niezgodne z żądaniem, by dyrektywy do zatwierdzonego planu inwestycyjnego były nastawione na realne, ale *nie pesymistyczne* szacunki. Nieusprawiedliwione byłoby mechaniczne narzucanie inwestorom wyższych wartości wynikających z rachunków kontrolnych. Trzeba tu stosować bardziej wnikliwe i mobilizujące dyrektywy.

Przy stosowaniu obliczeń kontrolnych trzeba jasno sobie zdawać sprawę z tego, że wyciągnięte z poprzednich badań wnioski liczbowe (np. wnioski dotyczące wartości średniej lub rozkładu prawdopodobieństwa błędów oszacowań) będą aktualne tylko dopóty, dopóki *pozostaną niezmienione zewnętrzne warunki*, w których dane te zostały zebrane. Z chwilą zmiany systemu bodźców materialnych i moralnych, organizacji inwestycji itp. – a pożądane są tu liczne modyfikacje – wnioski liczbowe stracą swoją aktualność.

15

PRZEWIDYWANIE CEN W HANDLU ZAGRANICZNYM

15.1. PRZECIĘTNA WĘGIERSKA CENA EKSPORTOWA I IMPORTOWA

W tradycyjnych obliczeniach efektywności pewne dochody i wydatki oblicza się nie po obowiązujących cenach krajowych, lecz po „światowych cenach rynkowych" (Patrz paragraf 1.2). W praktyce jednak problematyczne jest, co należy uważać za „światową cenę rynkową". Większość produktów nie posiada jednolitej ceny na rynku zagranicznym. Przeważnie mamy na myśli jednolite światowe ceny rynkowe w odniesieniu do produktów o standardowej jakości, notowanych na wielkich giełdach. Takie produkty jednak stanowią skromny ułamek międzynarodowej wymiany towarowej. Cena większości produktów zależy od tego, jaki kraj się w nie zaopatruje, ewentualnie również od ilości, w jakich kupuje się towar, za jaką walutę, na jakich warunkach kredytowych, z jakim terminem dostawy. Inna jest cena w kontraktach zawieranych przez węgierskie przedsiębiorstwa handlu zagranicznego (zależy tu ona od sprawności handlu zagranicznego, jak również od tego, czy zakup nastąpił w sytuacji przymusowej, czy w sprzyjających warunkach itp.), a inne są ceny notowane w czasopismach fachowych.

Wszystko to umożliwia pewne „lawirowanie" wokół światowych cen rynkowych w tradycyjnych obliczeniach efektywności. Projektant dokonujący obliczeń może stosować wyższe lub niższe ceny, stosownie do tego, co zamierza udowodnić i to w taki sposób, że każda cena może być „udokumentowana". Jedna np. może być rzeczywistą ceną kontraktową, druga zaś – ceną reklamową wziętą z jakiegoś czasopisma itp.

Należy więc sprecyzować jednolite zasady w odniesieniu do cen, które mają być użyte w rachunkach efektywności inwestycji.

Pomińmy na chwilę sprawę *zmian* cen w przyszłości, ponieważ będzie o tym mowa, w dalszych paragrafach tego rozdziału. Dla wszelkich przewidywań przyszłych cen punktem wyjściowym jest jakaś aktualna cena – trzeba więc jednoznacznie sprecyzować zasadę, co należy uważać za „cenę aktualną". W naszych rachunkach trzymaliśmy się następującej zasady rozliczeniowej:

Zasada rozliczeniowa 15.1. Stosowane zgodnie z zasadami rozliczeniowymi 12.1.–12.5. ceny handlu zagranicznego powinny być zbliżone do przeciętnych węgierskich cen importowych względnie eksportowych.

Ta zasada w praktyce oznacza, że

1) za punkt wyjścia trzeba przyjąć rzeczywiste przeciętne ceny kontraktowe osiągane przez przedsiębiorstwa handlu zagranicznego. Można je jednak skorygować, jeśli wystarczająco udowodni się, iż dotychczas jakaś sporadyczna przyczyna powodowała odchylanie się tych cen w takim lub innym kierunku. Jeśli brak rzeczywistej ceny kontraktowej, trzeba się posługiwać, z odpowiednim krytycyzmem, informacjami z pism fachowych. W takim przypadku należy wychodząc z tych informacji określić — drogą szacunku — jaką cenę powinien handel zagraniczny płacić przy kupnie względnie uzyskać przy sprzedaży;

2) w węgierskim handlu zagranicznym kalkulacje w zasadzie powinny się opierać na wchodzących w rachubę rzeczywistych transakcjach, wielkościach partii, kosztach transportu, warunkach dewizowych, kredytowych i terminach dostawy,

3) w każdym programie należy — o ile to możliwe — zasady wyłożone w punktach 1) i 2) stosować jednakowo do wszystkich produktów wchodzących w rachubę, w celu zapewnienia *jednakowej szansy* wszystkim porównywanym wariantom. Nie należy np. uprzywilejowywać jednej transakcji eksportowej przez powołanie się na wysoką cenę odnotowaną w pewnym piśmie fachowym, podczas gdy przy innych transakcjach kalkulacja opiera się na rzeczywistych, niższych cenach eksportowych węgierskiego handlu zagranicznego.

15.2. TENDENCJE KSZTAŁTOWANIA SIĘ CEN

Przejdźmy teraz do omówienia problemu *zmian* cen handlu zagranicznego w czasie. W naszych rachunkach staraliśmy się *brać pod uwagę niektóre charakterystyczne tendencje zmian cen*[1].

Cen na rynku kapitalistycznym nie można oczywiście przewidzieć dokładnie na długi okres naprzód. Dlatego należy przede wszystkim ograniczyć się do tych zmian, które warto i można wziąć pod uwagę.

Zmiany cen na rynku światowym są bardzo złożone. Spróbujmy sklasyfikować te zmiany Przede wszystkim możemy rozróżnić dwie główne kategorie. Z jednej strony ulega zmianie poziom cen w poszczególnych krajach kapitalistycznych, z drugiej zaś zmienia się *stosunek między cenami* produktów i grup produktów.

Ogólny poziom cen zależy od ogólnej koniunktury gospodarczej w krajach kapitalistycznych (ożywienie, depresja, kryzys) i związanej z tym ściśle sytuacji finansowej oraz polityki finansowej danego kraju (inflacja, deflacja). Zwyżkową lub zniżkową tendencję cen w poszczególnych krajach kapitalistycznych należy uwzględnić w socjalistycznej gospodarce planowej wtedy, gdy władze gospodarcze określają *swoją krótkookresową, operatywną politykę handlu zagranicznego* — decydując, gdzie i co kupić i sprzedać.

Nie można jednak brać tych tendencji pod uwagę, kiedy władza gospodarcza określa *swoją długofalową politykę inwestycyjną*, a więc trwałe włączenie się do międzynarodowego podziału pracy. Ogólna zwyżka lub ogólny spadek cen na rynkach kapitalistycznych ma

---

[1] Potrzebę tę wielokrotnie omawiano w literaturze ekonomicznej (patrz np. artykuł M. Mendela, Z. Szunyogha i J. Vargi [111], s. 269). Polska urzędowa metodyka daje możliwość wzięcia pod uwagę spodziewanych zmian cen. „Jeśli . . . na podstawie tendencji rynku światowego spodziewana jest znaczna zmiana w relacjach kosztów i cen, to można te zmiany wziąć pod uwagę . . ." (Patrz [181], s. 11).

wpływ na pewną część węgierskiego handlu zagranicznego i tym samym oddziaływa do pewnego stopnia na wiele gałęzi przemysłu. Nie możemy się jednak liczyć z tymi wpływami wtedy, kiedy analizujemy przyszłe proporcje pomiędzy poszczególnymi krajowymi gałęziami produkcji. Tak np. na pytanie, czy warto szybciej rozwijać przemysł włókien i tworzyw sztucznych niż przemysł motoryzacyjny, nie powinna mieć wpływu prognoza, że tendencja zwyżkowa cen utrzyma się przez najbliższe lata w wielu krajach kapitalistycznych.

Częściowe zwyżki lub zniżki cen i zmiany proporcji w ramach ogólnych zmian poziomu cen można znowu podzielić na dwie grupy. Część zmian następuje z powodu wahań o charakterze *przypadkowym*. (Np. jakaś duża firma stara się opanować rynek i wyeliminować konkurentów drogą dumpingu). Przedsiębiorstwa handlu zagranicznego powinny się starać zręcznie wykorzystywać takie wahania cen i zmiany sytuacji rynkowej w swoich codziennych transakcjach. Powinny one sprzedawać wtedy, kiedy cena jest względnie wysoka i kupować, kiedy cena jest względnie niska. Takie krótkookresowe zmiany cen nie mogą jednak oczywiście mieć wpływu na naszą długofalową politykę inwestycyjną.

Drugi typ częściowych zmian cen i proporcji między nimi występuje jako określona trwała *tendencja cen*. Cena pewnego produktu lub całej grupy produktów ulega zmianie w stosunku do innych i to w taki sposób, że zmiana ta wykazuje trend dający się wykryć statystycznie. Istnieją na przykład stałe zmiany relacji pomiędzy poziomami cen materiałów syntetycznych i naturalnych. Pierwszy obniża się w porównaniu z drugim. Jest to tendencja, którą warto uwzględnić przy decyzjach odnoszących się do inwestowania w produkcję tworzyw sztucznych. Taka tendencja powinna mieć istotny wpływ na odpowiedź na pytanie, czy zorganizowanie masowej produkcji tworzyw sztucznych będzie rentowne.

Ostatecznie doszliśny więc do następujących wniosków:

Zasada rozliczeniowa 15.2. W rachunkach efektywności inwestycji wskazane jest uwzględnianie wyłącznie jednego rodzaju zmian cen na rynku światowym. Chodzi o zmiany poziomu cen jakiegoś produktu lub grupy produktów w stosunku do poziomu cen innych produktów, gdy zmiany te nie mają charakteru wyjątkowego, przypadkowego i tymczasowego, lecz wykazują trwałą tendencję.

15.3. KIERUNKI KSZTAŁTOWANIA SIĘ CEN NOWYCH PRODUKTÓW[2]

W celu zilustrowania, jakie prawidłowości i charakterystyczne tendencje zmian warto i można uwzględniać w rachunkach efektywności inwestycji, omówimy przykładowo bardziej dokładnie tendencje w kształtowaniu się cen *nowych* produktów.

Problem ten wyłonił się bardzo ostro w toku badań nad produkcją włókien sztucznych. Na rynku światowym ukazują się coraz to nowsze włókna sztuczne. Węgry, które obecnie rozbudowują swój przemysł włókien sztucznych, mają możność wyboru, pomiędzy przystąpieniem do produkcji już od lat znanego lub do produkcji dopiero niedawno wynalezionego włókna sztucznego.

Badaliśmy proces kształtowania się cen wielu gatunków włókien i tworzyw sztucznych. Przede wszystkim podaję odpowiednie dane.

---

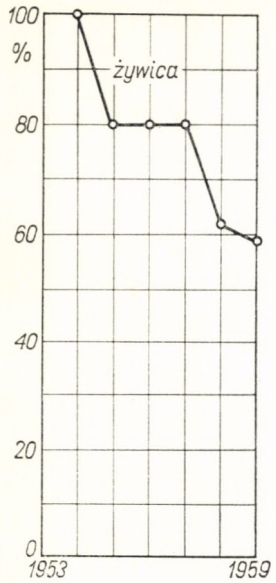
[2] Przy zestawieniu materiałów do paragrafów 15.3. i 15.4. udział wzięli M. Tardos (Izba Handlowa) i T. Vidos (Instytut Badań Przemysłu Tworzyw Sztucznych).

Tablica 15.1

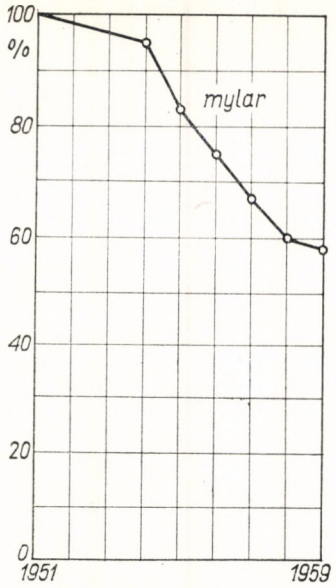
Szereg czasowy wskaźników cen tworzyw i włókien sztucznych

Nazwa produktu	Rok pojawienia się produktu na rynku	Cena początkowa S/1b	Wskaźnik cen w latach następujących po ukazaniu się produktu* (Cena w roku pojawienia się produktu (rok 1) = 100)																														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Żywica Epoxi*	1953	1,00	100	100	80	80	80	62	59																										
Mylar (folia polistyrenowa)*	1951	3,00	100			95	83	75	67	60	58																								
Włókno orlonowe**	1953	1,89	100	79	78	64	63	62	62																										
Polietylen*	1943	1,00	100		70	52	47	43		45	48	47	47	41	41	41	35	35	32																
Polistyren*	1938	0,68	100	84	76		43		40		38	37	40	37	40	48			48	43	40	37	36	32											
PVC*	1934	0,78	100	76		72			67		61	56	50	45	42		44		46	49			47	45	41	38	30								
Saran (Chlorek poliwinylu)	1939	1,25	100	72	71			60	53		47																								
Teflon	1944	15,0					60	50	36				34	33	30			24																	
Jedwab wiskozowy***	1928	1,50	100	87	77	50	43	40	40	40	40															25			26		29	32	30	29	31

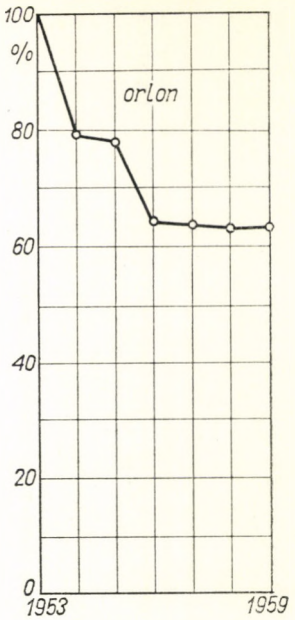
* Źródło: [196]; ** Źródło: [191]; *** Źródło: dla danych za lata 1928—1938 [190], za późniejsze lata [193].



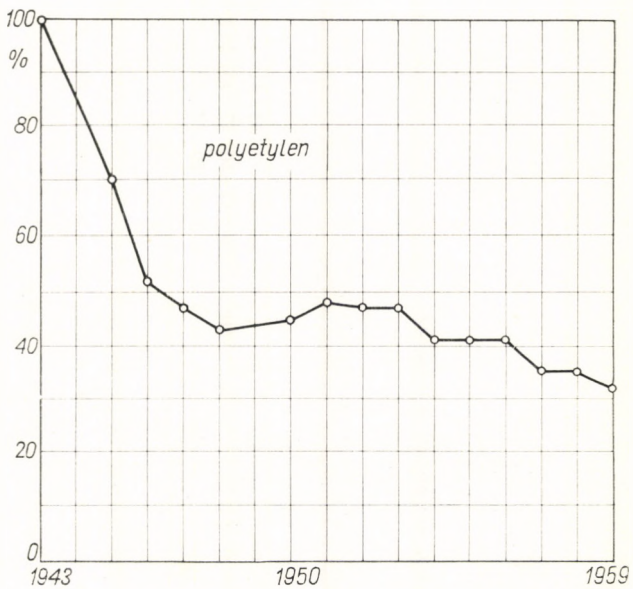
Rys. 15.1



Rys. 15.2

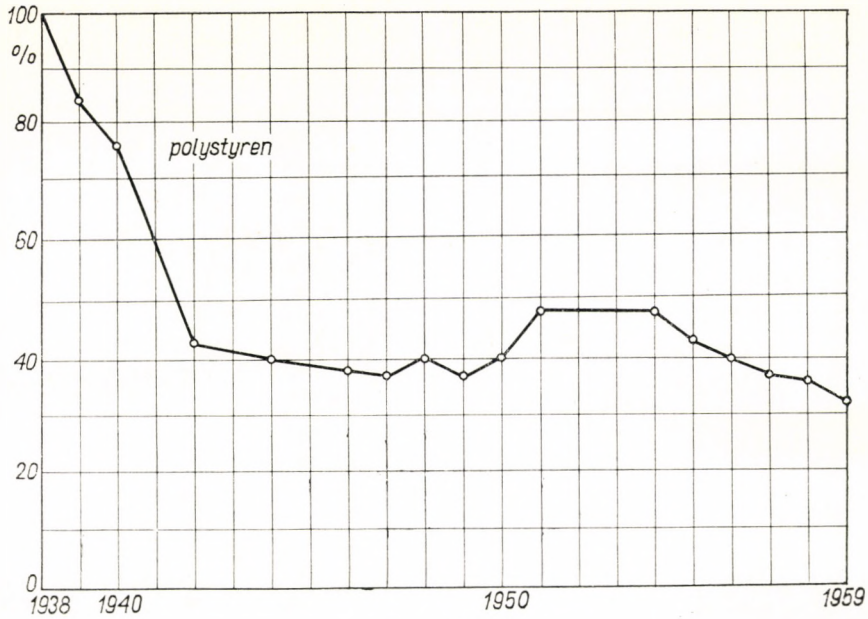


Rys. 15.3

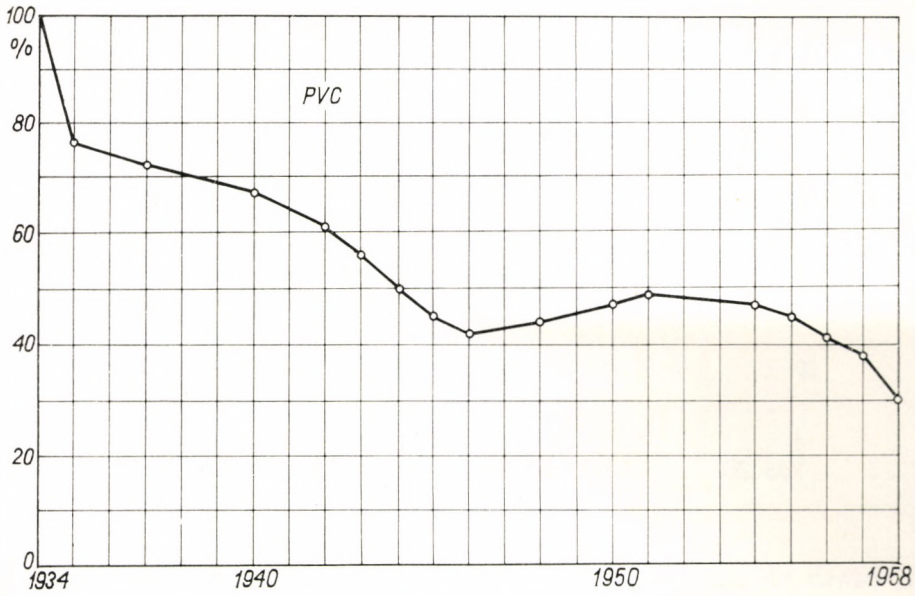


Rys. 15.4

W tablicy 15.1 nie podajemy cen absolutnych – z wyjątkiem cen aktualnych w momencie pojawienia się produktu – lecz, przyjmując cenę roku ukazania się za 100%, porównujemy z nią ceny w latach następnych. W tablicy podajemy w ten sposób uzyskane liczby względne. Dla porównania podajemy dane dla każdego produktu począwszy od pierwszego roku, w którym się on pojawił na rynku.



Rys. 15.5

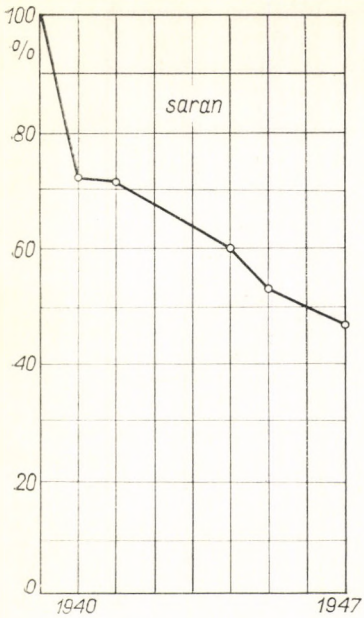


Rys. 15.6

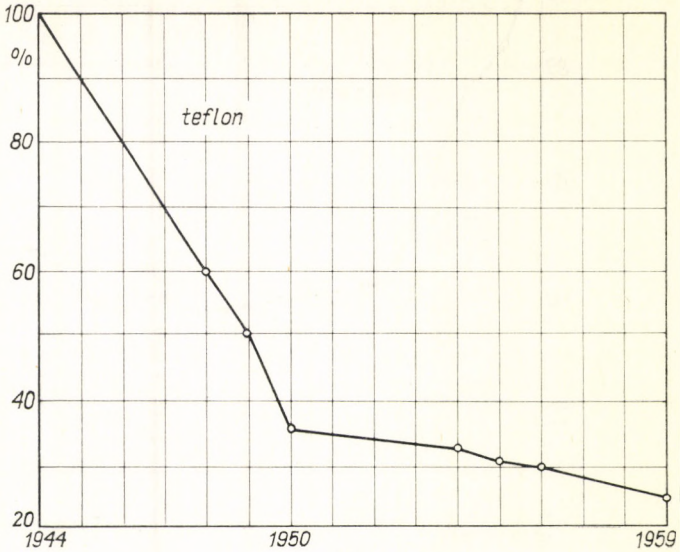
W tablicy podane zostały ceny w i rok pojawienia się produktu w Stanach Zjednoczonych.

Dla lepszego zobrazowania szeregów czasowych wskaźników cen przedstawiliśmy również odpowiednie wykresy (patrz wykresy 15.1. – 15.9).

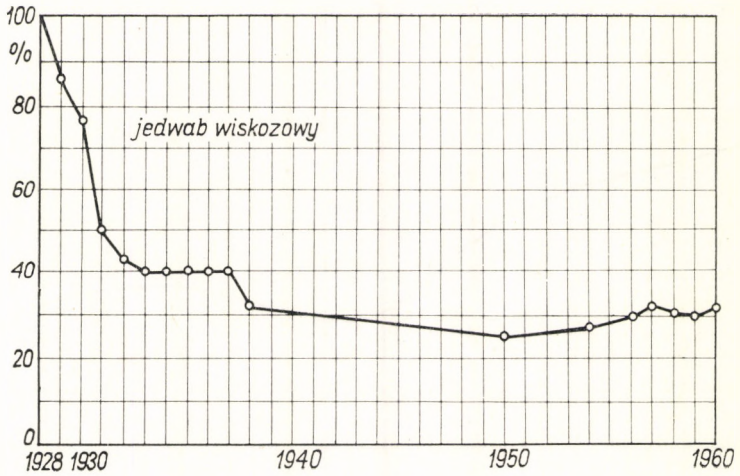
Wykresy wykazują pewne podobieństwo. *Wszystkie ceny bez wyjątku mają trend spa-*



Rys. 15.7



Rys. 15.8

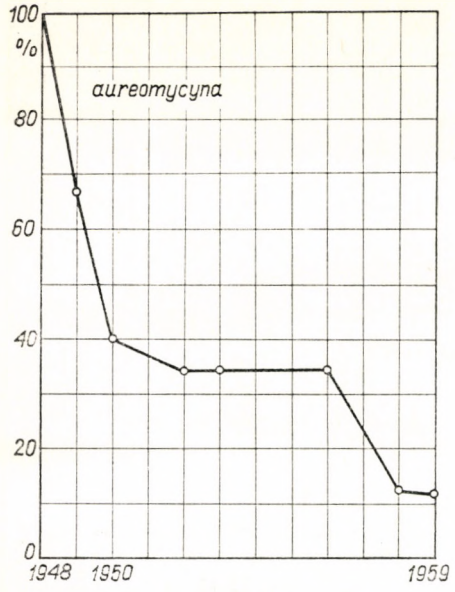


Rys. 15.9

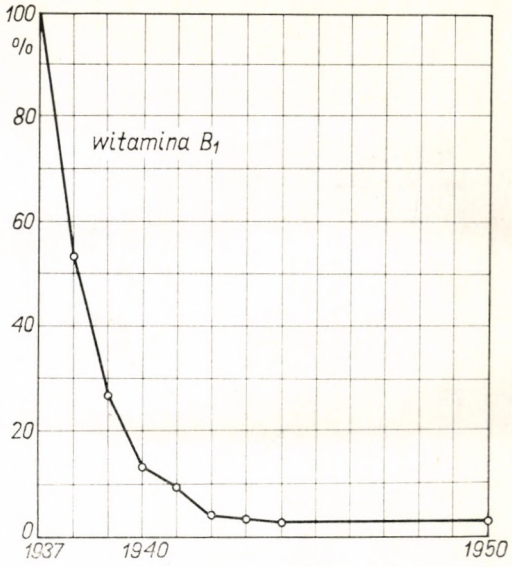
dający. Zawsze najwyższa jest cena pierwszego roku. Na początku ceny obniżają się na ogół szybciej, później przeważnie wolniej; następuje względna stabilizacja ceny. Ta prawidłowość szczególnie dobrze widoczna jest na wykresach 15.3., 15.4., 15.7., 15.8. i 15.9. Kształt krzywych bliski jest *hiperboli*.

Tendencję spadkową w kształtowaniu się cen łatwo z ekonomicznego punktu widzenia wytłumaczyć[3]. Nowy produkt ma na początku cenę nowości". Jest to radzaj ceny mo-

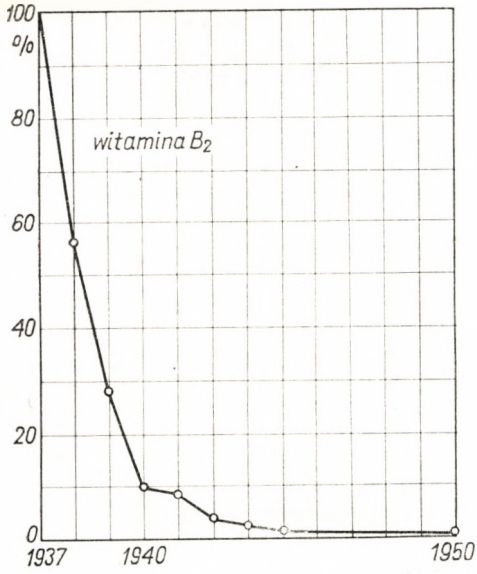
[3] Patrz opracowanie [108] H. Macskássy, T. Vidos.



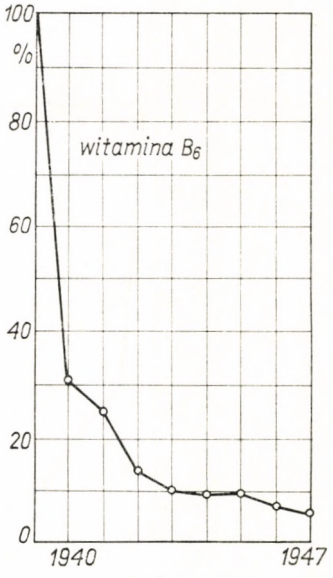
Rys. 15.10



Rys. 15.11



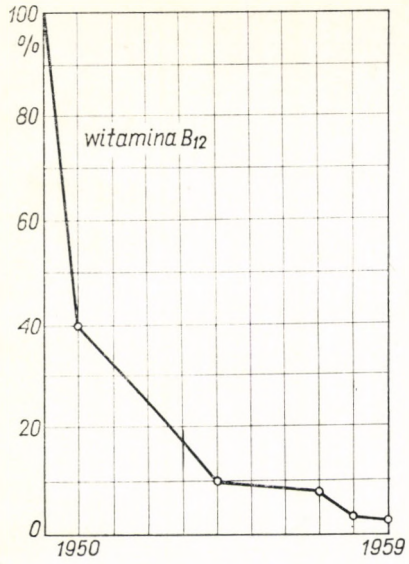
Rys. 15.12



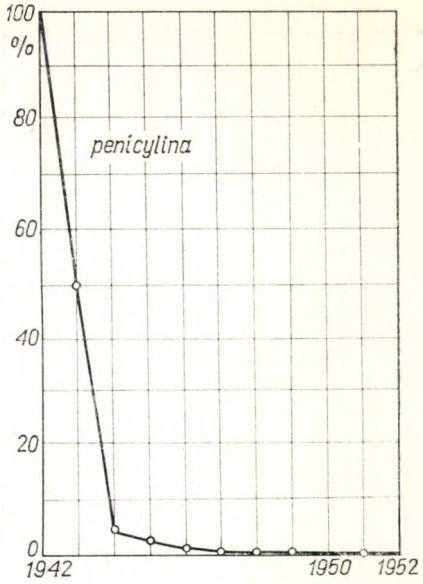
Rys. 15.13

nopolowej. Przedsiębiorstwo, które pierwsze dostarczyło nowy produkt na rynek, stara się poprzez stosowanie wysokich cen, wykorzystać atrakcyjność nowego artykułu[4]. W tej fazie cena znacznie przewyższa koszty własne. Później jednak pod wpływem wielu różnych

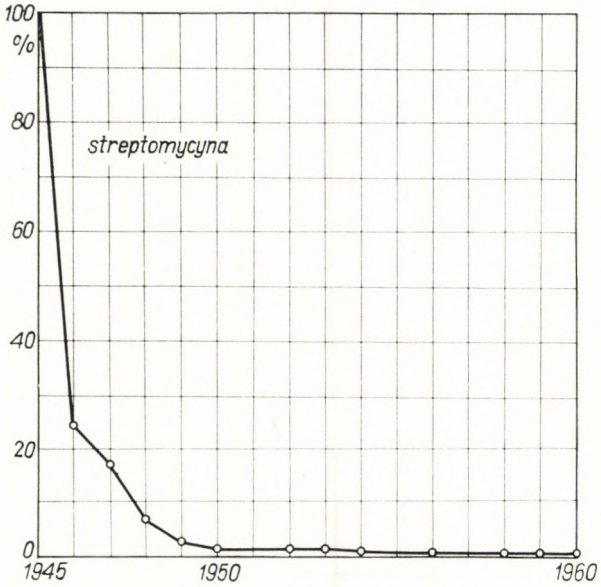
[4] Tę politykę cen nazywa się w amerykańskim języku handlowym „zbieraniem śmietanki" (skimming the cream). (Patrz książka J. Deana [30]).



Rys. 15.14



Rys. 15.15



Rys. 15.16

czynników pojawia się tendencja do obniżania ceny. Stopniowo zanika urok nowości i pojawiają się konkurenci. Podaż wzrasta znacznie szybciej niż popyt[5]. Inni producenci też starają się wykorzystać wysokie ceny osiągane dzięki nowości produktu

[5] W naszym przypadku oba te czynniki ściśle się wiążą. Mowa jest o tkaninach ubraniowych, popyt na które zależy od mody i gustu. Konfekcja nylonowa na przykład była atrakcyjniejsza w okresie, gdy stanowiła pewną osobliwość, niż później, gdy jej użycie stało się powszechne.

Tablica 15.2

Szereg czasowy wskaźników cen niektórych leków

Nazwa leku	Rok pojawienia się produktu	Cena początkowa w $	Wskaźnik cen w latach następujących po ukazaniu się produktu. (Cena w roku pojawienia się produktu (rok 1)=100)														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Aureomycyna	1948	15/kapsułka 16,25 mg	100	66.7	40.0		34.0	34.0			34.0		12.5	11.8			
Witamina B 1	1937	7,5/g	100	53.3	26.7	13.3	9.3	4.0	3.3	2.7					2.7		
Witamina B 2	1937	17,8/g	100	56.2	28.1	9.6	8.4	3.9	2.2	1.1					0.6		
Witamina B 6	1939	12/g	100	30.8	25.0	16.7	10.0	9.2	9.2	6.7	5.0	3.4					
Witamina B 12	1949	2500/g	100	40.0				9.6			8.0		2.6				
Penicylina	1942	20/100.000 jednostek	100	50.0	4.5	2.5	1.2	0.5	0.3	0.2		0.1	0.04				
Streptomycyna	1945	15/g	100	24.7	16.7	6.7	2.7	1.3		1.3	1.3	0.8		0.5		0.3	0.2

Źródło: dane sprzed roku 1957 pochodzą z książki J. Deana [30] (s. 421) i z raportu przedłożonego Kongresowi Stanów Zjednoczonych [180]; dane z okresu po roku 1957 podało Przedsiębiorstwo Handlu Zagranicznego Medimpex.

i tym właśnie przyczyniają się do spadku wysokiej ceny. W gospodarce kapitalistycznej w okresach wstrząsów (w czasie kryzysów lub głębszych depresji) ceny jeszcze bardziej się obniżają. Wytwórcy, którzy ze sprzedaży swych produktów czerpali nadzwyczaj wysokie zyski, starają się utrzymać rynek drogą obniżenia ceny i w ten sposób złamać stałych konkurentów, w naszym przypadku – producentów włókna i tkanin naturalnych. Na spadek cen mają również wpływ malejące dzięki sprawności technicznej i postępowi prac badawczych, koszty własne. Jeżeli ukryty w cenie zysk został już obniżony do poziomu charakterystycznego dla innych artykułów pod wpływem omówionych poprzednio trzech czynników, dalsza obniżka cen będzie zależała w dużej mierze od obniżki kosztów własnych, a – w przypadku włókien i tworzyw sztucznych – od ciągłej walki konkurencyjnej z włóknami i tkaninami naturalnymi. Dlatego po pewnym czasie tempo spadku cen staje się wolniejsze. Następuje pewna stabilizacja cen na poziomie, którą nazwiemy „ceną normalną" w przeciwieństwie do ceny nowości, która była znacznie wyższa.

Przebieg krzywej obrazującej zmianę ceny w czasie nie jest oczywiście jednakowy dla poszczególnych produktów. Szybkość spadku ceny, tj. stromość krzywej w początkowej fazie zależy od tego, z jakim nasileniem pojawiały się i łączyły ze sobą opisane wyżej czynniki. „Regularność" konkretnych krzywych zniekształcana jest przez różne przypadkowe wahania.

Spadek cen nowości nie występuje wyłącznie w dziedzinie przemysłu włókien i tworzyw sztucznych. Podobną prawidłowość można zaobserwować przy wszystkich produktach, na które – z chwilą uruchomienia produkcji – powstaje nadzwyczajny popyt powodowany atrakcyjnością nowego towaru. Weźmy np. inną – z punktu widzenia węgierskiego eksportu bardzo ważną – gałąź przemysłu, *przemysł farmaceutyczny*. Zbadamy dynamikę kształtowania się cen kilku leków (patrz tablica 15.2 i wykresy 15.10.–15.16.).

Kształt krzywych przypomina tu jeszcze bardziej regularne hiperbole niż w przypadku włókien i tworzyw sztucznych. Spadek cen leków jest bardziej gwałtowny niż spadek cen włókien sztucznych.

15.4. SPOSOBY I PODSTAWY SZACUNKÓW

Z omówionego wyżej materiału wynika jasno, że popełnilibyśmy duży błąd, gdybyśmy w naszych rachunkach uznawali cenę nowego produktu za cenę, jaka będzie aktualna w przyszłości. Możemy przecież przyjąć jako pewnik, że cena ta spadnie. Trzeba więc w jakiś sposób przewidzieć przyszłą cenę nowego produktu.

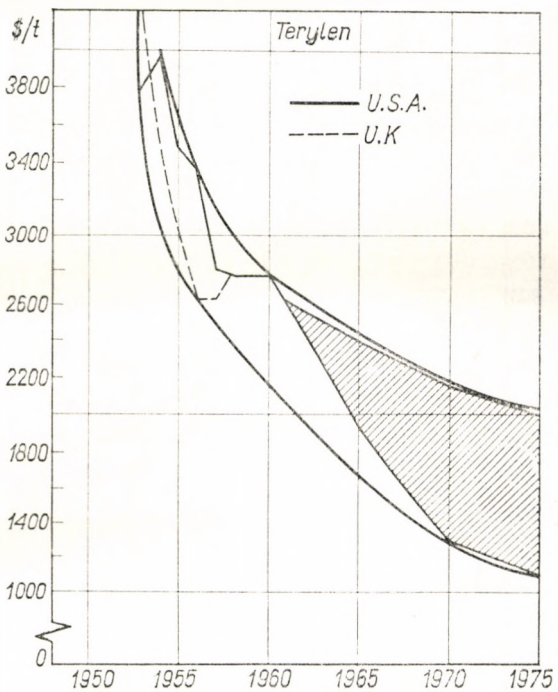
W czasie badania przemysłu włókien sztucznych przeprowadziliśmy 34 oszacowania [6]. Nie mogę tu wszystkich szczegółowo opisać i naszkicuję jedynie krótko kilka metodycznych poglądów, które warto brać pod uwagę przy podobnych szacunkach. Dla ilustracji podam jako przykład jak oszacowano przyszłe ceny terylenu i akrylonitrylu. Przeprowadzone szacunki obrazują wykresy 15.17. i 15.18. Szczegółowe dane (uzupełnione danymi dla trzeciego produktu) podaję w paragrafie 3 w Dodatku B.

---

[6] Te szacunki, jak również szacunki dokonane w ramach badania przemysłu aluminiowego, opracował M. Tardos. Rozdział ten opiera się częściowo na jego notatkach.

Nasze szacunki oparliśmy na następujących informacjach:

1. Zebraliśmy dane o warunkach produkcji, kosztach własnych, oczekiwanym postępie technicznym i nowych wynikach badań naukowych odnoszących się do badanego produktu. Na podstawie tych danych oszacowaliśmy poziom bieżących kosztów zmiennych produkcji (w pierwszym rzędzie bezpośrednich kosztów materiałowych i robocizny). Oszacowany w ten sposób poziom kosztów można uznać za dolną granicę normalnej ceny, poniżej której ceny nie mogą na ogół spadać. Przyjmowaliśmy przy tym założenie, potwierdzone przez doświadczenia techniczno-gospodarcze, że upływa zazwyczaj sporo czasu zanim wynik badań naukowych, nie dojrzałych jeszcze do zastosowania na skalę przemysłową, wskutek braku rozwiązanych pewnych szczegółowych kwestii, stają się czynnikiem wpływającym w znacznej mierze na cenę w handlu zagranicznym. Możliwe,



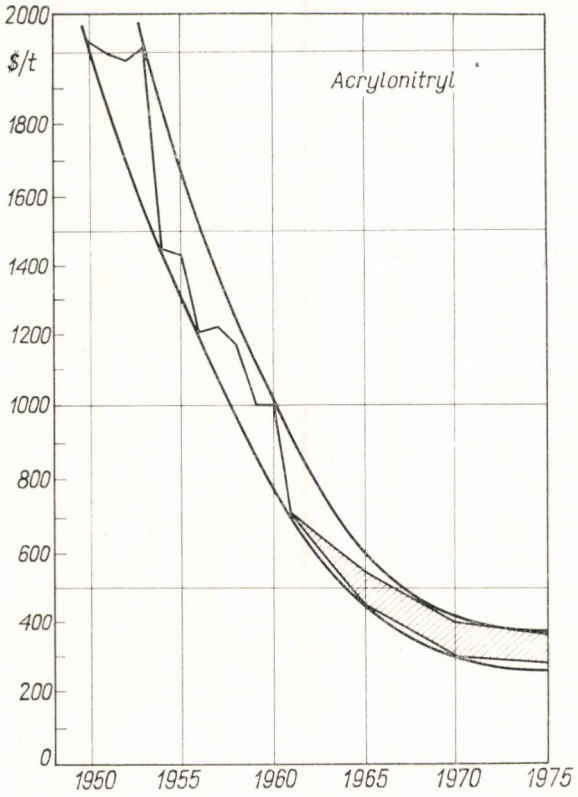
Rys. 15.17

że w międzyczasie zostaną odkryte nowe metody produkcji, ale można z góry przewidzieć, że w badanym okresie, zacznie się je dopiero wprowadzać na większą skalę, wobec czego nie staną się one jeszcze czynnikami określającymi ceny.

2. Zebraliśmy dane odnoszące się do zmian cen w minionym, możliwie najdłuższym okresie.

Jeśli chodzi o zmiany cen, dysponowaliśmy wyłącznie tylko cenami krajowymi w krajach wytwarzających badane produkty. Ceny te po przeliczeniu na wspólną walutę wykazują dość znaczne różnice, przy czym często dalekie są od poziomu importowych cen węgierskich. Należało je wobec tego sprowadzić do jednolitego poziomu. Wydawało się celowe (zgodnie z zasadą rozliczeniową 15.1.) sprowadzenie różnych krajowych poziomów cen do poziomu węgierskich cen kontraktowych. Za podstawę przyjęliśmy przeciętną węgierską

cenę kontraktową z 1960 r. Pierwszym krokiem było określenie czasowych szeregów wskaźników cen zagranicznych (w Anglii, USA itd.) przy przyjęciu poziomu cen z roku 1960 za 1. Drugim krokiem było przemnożenie ceny bazowej, tj. przeciętnej węgierskiej ceny importowej z roku 1960 przez tak otrzymane wskaźniki. W wyniku tego otrzymaliśmy pęk krzywych przecinających się w jednym punkcie – w punkcie przeciętnej węgierskiej



Rys. 15.18

ceny importowej z roku 1960. Krzywych tych było tyle, ile szeregów czasowych wskaźników cen zagranicznych, które udało się nam ustalić w odniesieniu do badanych produktów. (Por. szeregi czasowe sprzed roku 1960 na wykresach 15.17–15.18.).

Po sprowadzeniu w ten sposób danych, do jednolitego poziomu, wyłonił się jeszcze dodatkowy problem. Nierównomierny przebieg inflacji w różnych krajach mógł powodować zakłócenia w trendach. Dla wyeliminowania tego zakłócającego czynnika wydawało się nam celowe wprowadzić dalszą korektę poprzez „deflację cen", tzn. przez podzielenie każdego szeregu cen przez wskaźnik cen hurtowych, określający tempo przebiegu inflacji, a w przypadku cen eksportowych – przez wskaźnik cen rynku światowego. W istocie oznacza to, że otrzymaliśmy takie krzywe, które mierzą zmiany cen danego produktu w porównaniu ze zmianami cen wszystkich pozostałych produktów. (Jest to zgodne z zasadą rozliczeniową 15.2.).

Dla scharakteryzowania uzyskanych w ten sposób szeregów cen, wydawało się celowe

w większości przypadków dopasowanie do tych szeregów w poszczególnych krajach funkcji regresji lub znalezienie krzywych obwiednich, między którymi można by zamknąć punkty obrazujące te szeregi. Wskaźniki cen zostały potraktowane jako funkcje czasu. Tendencje wyznaczone przez funkcje regresji lub przez krzywe obwiednie, informują o spodziewanych ruchach cen.

Należy jednak podkreślić, że funkcje regresji użyte dla scharakteryzowania tendencji rozwojowych cen w przeszłości, uważaliśmy jedynie za podstawę szacunków, unikając mechanicznej ekstrapolacji na przyszłość.

3. Analizowaliśmy sytuację rynkową każdego produktu, działalność i politykę cen organizacji zajmujących się zbytem, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości powstania międzynarodowych karteli. Braliśmy też pod uwagę spodziewany ruch cen podstawowych surowców oraz technologiczne związki między surowcami a produktami końcowymi.

Do wymienionych w punktach 1–3 informacji *szczegółowych* dołączyliśmy jeszcze *ogólne* informacje dotyczące ruchów cen. Podobieństwa historii cen nowych włókien, tworzyw sztucznych, nowych leków i w ogóle nowych produktów, pozwalały nam wnioskować, jak będzie kształtowała się cena badanego przez nas produktu.

Musieliśmy wziąć pod uwagę typowe przebiegi kształtowania się cen. Równocześnie jednak należy pamiętać, że nie ma sztywnych prawidłowości. Z tego, że np. cena włókna A spadała przez 5 lat nie można wysnuwać wniosku, że proces ten przebiegać będzie w dokładnie takim samym czasie przy włóknie C. Przebieg krzywej cen może ulegać odchyleniom w zależności od gałęzi przemysłu i od produktu. Dlatego powołując się wprawdzie na analogiczne zjawiska wnioskowaliśmy bardzo ostrożnie, starając się zbierać szczegółowe informacje odnoszące się do konkretnego produktu [7].

Przy przewidywaniu cen staraliśmy się zadośćuczynić tym wymaganiom, które słusznie stawia się prognozom o charakterze naukowym [8]. Nie będąc w stanie stosować ich z całą dokładnością, staraliśmy się jednak trzymać następujących zasad:

– Należy stosować jednoznaczne definicje. Umożliwi to później weryfikację dokładności szacunku.

– Rozumowanie, na którym opiera się szacunek i założenia, z których wyprowadziliśmy określone liczby powinny być sformułowane tak, by można było je odtworzyć.

– Trzeba przestrzegać wewnętrznej zgodności między różnymi szacunkami; powinny one być opracowane wg jednakowych zasad.

Dla poszczególnych momentów czasu ustaliliśmy nie jedną szacunkową wartość, lecz *przedział*, w granicach którego przyszła cena powinna się znaleźć [9].

Nie mamy złudzeń co do dokładności naszych przewidywań. Wiemy, że ceny zakupu i sprzedaży osiągane na rynkach kapitalistycznych przez węgierski handel zagraniczny są z konieczności niepewne, gdyż na ceny te duży wpływ wywierają: aktualna sytuacja rynkowa w tych krajach, popyt i podaż przedsiębiorstw kapitalistycznych oraz wahania koniunkturalne. Wiele nie dających się przewidzieć okoliczności ma więc wpływ na kształ-

[7] W wielu przypadkach ani informacje techniczno-gospodarcze, ani tendencja ruchu cen w ciągu ostatnich lat nie sugerowały żadnego określonego kierunku zmiany ceny. W takich przypadkach szacowaliśmy przeciętną oczekiwaną ceny jako niezmienną w czasie, podkreślając niepewność przewidywanego poziomu ceny wskutek znacznych wahań wokół aktualnego poziomu.

[8] Wiele ważnych wyników znajduje się w pracy H. Theila [163].

[9] Oszacowanie tych przedziałów zostanie omówione później bardziej szczegółowo.

towanie się cen w przyszłości. Rozdziały 16–20 niniejszej książki szczegółowo zajmują się metodami, które umożliwiają uwzględnianie niepewności w tego rodzaju rachunkach. Tymczasem jednak możemy się zadowolić porównaniem z tradycyjnymi metodami obliczania efektywności.

Opracowane według urzędowych metod tradycyjne rachunki efektywności inwestycji nie opierają się na przewidywanych cenach, lecz po prostu na rzeczywistych danych z minionego okresu. To prawda, że rzeczywiste dane są „pewne", a przewidywania są „niepewne". Bezsporne jest jednak, iż o rzeczywistej efektywności inwestycji zadecyduje nie cena okresu przeszłego, lecz cena okresu przyszłego (łącznie z innymi czynnikami). Zawsze lepiej jest spróbować przewidzieć cenę na podstawie starannych badań, nawet jeśli szacunek nie sprawdzi się dokładnie, niż po prostu bez żadnej kontroli ekstrapolować na przyszłość dawne ceny w taki sposób, jak to się robi w tradycyjnych obliczeniach. Jeśli chodzi o jego rolę w rachunku ekonomicznym, taki sposób postępowania jest również pewnego rodzaju „przewidywaniem", ale przewidywaniem o bardzo wątpliwej wartości.

Charakterystycznym przykładem tego rodzaju może być projekt rozszerzenia produkcji witaminy B 12. Zapadła decyzja, aby w jednej z fabryk leków znacznie zwiększyć produkcję tej witaminy. Potrzebne w tym celu inwestycje wymagały znacznych funduszów. Kiedy w roku 1957 przygotowano odpowiednią kalkulację, cena witaminy B 12 wynosiła 200 dolarów za 1 g. Ta cena figurowała w obliczeniach efektywności, z czego wynikało, że inwestycja będzie bardzo rentowna. Jednak między rokiem 1957 a rokiem 1959, cena witaminy B 12 spadła do 65 dolarów, co oczywiście zmieniło zasadniczo rzeczywistą rentowność inwestycji.

Mówi się, że łatwo być mądrym po szkodzie. Spadek ceny witaminy B 12 można było jednak przewidzieć, jeśli nawet nie całkiem dokładnie, to przynajmniej ogólną jego tendencję. Aby się o tym przekonać wystarczy spojrzeć na wykresy 15.10–15.16.

Ten przypadek również wskazuje na to, że warto jest, zamiast rutyniarskiego, mechanicznego stosowania aktualnych cen, włożyć wysiłek w realny szacunek przyszłych tendencji w kształtowaniu się cen.

16

BADANIE „WRAŻLIWOŚCI". PROGRAMOWANIE PARAMETRYCZNE

16.1. RACHUNKI SERYJNE

Gdybyśmy byli całkowicie pewni wszystkich założeń i wszystkich danych w naszych modelach, wystarczyłoby rozwiązać jeden program, a uzyskane rozwiązanie uważać za niewątpliwie optymalne. W praktyce jednak nie ma takich długookresowych rachunków, na które moglibyśmy spoglądać z taką pewnością. Toteż zamiast jednego programu przeważnie celowe jest rozwiązanie całej *serii programów* [1].

Trzeba, mianowicie, zbadać liczbowo, jakie byłyby konsekwencje przyjęcia założeń innych niż pierwotne. Jakie będą konsekwencje, jeśli dane liczbowe nie odzwierciedlają dokładnie rzeczywistości. Jak „wrażliwe" okaże się rozwiązanie optymalne programu; czy ulegnie ono z tego powodu modyfikacji.

Rachunki, które mają udzielić odpowiedzi na te właśnie pytania, nazwiemy w dalszym ciągu badaniami wrażliwości [2]. Rachunki te odpowiadają więc na pytanie, *jak zmiany wyjściowych założeń i danych liczbowych wpływają na optymalne rozwiązanie programu.*

W wyniku przeprowadzenia serii obliczeń i zbadania wrażliwości uzyskujemy nie jedno, lecz wiele rozwiązań, „optymalnych", z których każde opiera się na własnych założeniach i danych liczbowych. Są to więc w każdym przypadku tylko względne optima. Łączne zbadanie tych rozwiązań i analiza porównawcza mają przyczynić się do podjęcia racjonalnej decyzji. (Trzeba w związku z tym podkreślić, że z ekonomicznego punktu widzenia nie należy przeceniać pojęcia „optimum" w korzystaniu z programowania).

Jeden rodzaj badań wrażliwości polega na zbadaniu, do jakich rozwiązań prowadzi zmiana struktury modelu. Przez *strukturę modelu* rozumiem tu rodzaj warunków ograniczających funkcję celu itp., inaczej mówiąc: wszystko to, co można zapisać za pomocą symboli matematycznych, ale bez liczb. Do tego rodzaju badań wrażliwości należałoby, na przykład, porównanie rozwiązań programu dla przemysłu włókien sztucznych, przy wklęsłej i przy liniowej funkcji kosztów. (Patrz paragraf 4.4.).

---

[1] Rachunki seryjne, jakie przeprowadziliśmy w ramach programowania przemysłu bawełnianego i przemysłu włókien sztucznych, opisane są w paragrafie 5 załącznika A i w paragrafie 4 załącznika B.

[2] W sprawie badań „wrażliwości" patrz artykuł E. L. Arnoffa i S.S. Sengupty [2] tom [1].

* Po angielsku „sensibility analysis".

W badaniach wrażliwości drugiego rodzaju analizujemy, jaki miałoby wpływ wstawienie w miejsce parametrów, innych wartości liczbowych przy zachowaniu tej samej struktury modelu. Przy danej strukturze modelu, zbiór wartości liczbowych determinujących rozwiązanie optymalne będziemy nazywać liczbową charakterystyką modelu (programu) [3]. W ramach programowania przemysłu bawełnianego, na przykład, zbadaliśmy, czy rozwiązanie optymalne zmieni się, jeśli przy obliczaniu zdyskontowanej sumy kosztów odgrywającej rolę funkcji celu, przyjmiemy krótszy lub dłuższy okres obrachunkowy. (Patrz paragraf 9.3.).

Najprostszą, lecz bardzo pożyteczną formą badania wrażliwości jest porównanie wyników równolegle przeprowadzanych rachunków. W zasadzie zawsze tak czynimy, kiedy badamy wpływ zmiany struktury modelu, ale możemy tak postępować również wtedy, gdy badamy wpływ zmiany liczbowej charakterystyki modelu. W takich przypadkach porównujemy wyniki przy różnych z góry ustalonych i zmieniających się skokowo wartościach odpowiednich parametrów. (Nawiązując do poprzedniego przykładu porównuję uzyskane rozwiązania biorąc pod uwagę okres obrachunkowy 25, 30 i 35 lat).

W pewnych przypadkach możliwe jest zastosowanie w badaniach wrażliwości specjalnej metody, tzw. programowania parametrycznego.

16.2. PROGRAMOWANIE PARAMETRYCZNE

Rozpatrzmy następujący przykład. Mamy rozwiązać program, którego charakterystyka liczbowa jest nam znana z wyjątkiem współczynników funkcji celu. Znamy nawet wszystkie dane potrzebne do ich obliczenia oprócz ekonomicznie uzasadnionej wysokości stopy procentowej. Współczynniki funkcji celu chcemy określić na podstawie wzoru:

$$c_j = \gamma p_j + r_j , \tag{16.1}$$

gdzie:

γ – stopa procentowa,

p_j – koszt inwestycji przypadający na jednostkę działalności j,

r_j – koszt produkcji przypadający na jednostkę działalności j.

Metoda postępowania polega na tym, że wyznaczamy sobie nie jeden, lecz cały szereg programów. W pierwszym programie stopa procentowa wynosić będzie, powiedzmy 5%, w drugim 6%, w trzecim 7% itd. Wszystkie programy są do siebie podobne. Tworzą one pewną „rodzinę". Wspólną cechą tej rodziny programów jest to, że mają one taką samą strukturę i taką samą charakterystykę liczbową, *z wyjątkiem stopy procentowej* mającej wpływ na wielkość współczynników w funkcji celu. Programy różnią się tym, że za każdym razem zastępujemy symbol γ inną wartością liczbową.

Można sobie wyobrazić, że poszczególne programy należące do tej rodziny rozwiązujemy niezależnie od siebie. Najpierw rozwiązujemy program przy zastosowaniu stopy 6%, następnie, odkładając wynik na bok, przy stopie 7%, 8% itd. Każdy program daje pewne rozwiązanie optymalne. Są jednak metody pozwalające rozwiązać cały zespół programów

[3] Np. w przypadku programu liniowego, podobnego do opisanego w rozdziale 2, charakterystykę liczbową programu stanowią elementy macierzy A oraz składowe wektorów b i c.

w ramach jednej serii rachunków. Metody takie noszą nazwę programowania parametrycznego. W naszym przykładzie parametrem jest stopa procentowa.

Programowanie parametryczne można określić najogólniej w sposób następujący: Charakterystyka liczbowa programu, a przynajmniej pewna jej część nie jest stała, lecz jest funkcją pewnego parametr. (W poprzednim przykładzie zbiór współczynników funkcji celu, wektor c' jest funkcją parametru γ). Można stąd wnioskować, że również samo *rozwiązanie optymalne*, które zdeterminowane jest przez liczbową charakterystykę programu – jest *funkcją tego parametru*[4]. Oznaczmy ogólnie zmieniający się parametr symbolem λ, a rozwiązanie optymalne symbolem x^*. Rozwiązanie optymalne x^* jest funkcją parametru λ,

$$x^* = x^*(\lambda) . \tag{16.2}$$

Parametr λ jest liczbą rzeczywistą. Zadanie może być dalej uogólnione, jeśli pozwolimy, aby parametr był wektorem. Wielkość współczynników funkcji celu może, na przykład, zależeć od λ_1 – stopy procentowej, od λ_2 – kursu rubla, od λ_3 – kursu dolara, od λ_4 – tempa wzrostu płac itp. W tym przypadku parametr będzie $\lambda = (\lambda_1, \ldots, \lambda_4)$.

Aby ekonomiczny sens programowania parametrycznego był w dalszym ciągu jasny, musimy zdawać sobie sprawę, że zmiany parametru nie oznaczają w zasadzie rzeczywistych zmian pewnych wielkości ekonomicznych w czasie. *Nie znamy* prawdziwej, realnej wartości parametru i *dlatego* pozwalamy mu przyjmować różne wartości po to, by w ten sposób stwierdzić, jak zmienia się uzależnienione od parametru optymalne rozwiązanie. *Chodzi nam o to, by wyciągnąć ekonomiczne wnioski z zależności funkcyjnej między pewnymi parametrami a optymalnym rozwiązaniem programu.*

Zagadnienie programowania parametrycznego, w opisanej wyżej najogólniejszej formie, jest bardzo skomplikowane. W praktyce musimy przeważnie stosować dość znaczne uproszczenia, żeby zagadnienie dało się rozwiązać.

Najważniejszym uproszczeniem jest założenie, że liczbowa charakterystyka modelu jest liniową funkcją parametru.

Nie jest też obojętne, które elementy liczbowej charakterystyki modelu zależą od parametru (np. czy tylko współczynniki funkcji celu, czy tylko stałe brzegowe lub tylko współczynniki występujące w ograniczeniach, lub wreszcie – wszystkie te współczynniki razem). Dotychczas opracowano niewiele dobrych, z punktu widzenia techniki obliczeniowej, metod służących do rozwiązania zagadnienia w pewnych szczególnych przypadkach. O niektórych z nich będzie mowa w paragrafie 16.3.

Ułatwieniem jest to, że w praktyce przeważnie nie interesują nas wszystkie możliwe wartości danego parametru. Nikt nie jest ciekaw tego, jaki byłby program optymalny przy stopie 1000%. Na podstawie ekonomicznych rozważań można zawsze określić dolną i górną granicę parametru, których w toku przeprowadzonych badań nie warto przekraczać. Granice te oznaczamy symbolami λ_0 i λ^0. Programowanie parametryczne sprowadza się wobec tego do określenia funkcji

$$x^* = x^*(\lambda) \quad \text{dla} \quad \lambda_0 \leqslant \lambda \leqslant \lambda^0 . \tag{16.3}$$

---

[4] Termin „parametr" używany jest w literaturze w różnych znaczeniach. W książce mojej będę w dalszym ciągu używać tego terminu w sensie wyżej określonym.

Zadanie polega wówczas jedynie na tym, by określić wszystkie te rozwiązania optymalne, które uzyskujemy wtedy, gdy stopa procentowa przyjmuje wartości z przedziału — powiedzmy — od 3% do 30%.

Innym ułatwieniem jest fakt, *że nie wszystkie zmiany parametru wywołują istotne zmiany w rozwiązaniu optymalnym.* Przypatrzmy się temu zagadnieniu nieco bliżej.

Nazwijmy układ wskaźników tych zmiennych programu, które w rozwiązaniu optymalnym przyjmują dodatnie wartości, strukturą rozwiązania. Dwa odbiegające od siebie programy mogą mieć rozwiązanie o tej samej strukturze. W rozwiązaniach programów te same zmienne mogą przyjąć dodatnie wartości, na przykład między innymi zmienna 1, mimo że w pierwszym rozwiązaniu $x_1^* = 1000$, podczas gdy w drugim $x_1^* = 2000$. *Rozwiązania o identycznej strukturze wyznaczają takie same działalności, mimo że mogą różnić się pod względem postulowanych poziomów tych działalności.*

W programowaniu parametrycznym często występuje jeden z następujących dwóch przypadków:

1. Pewnemu zbiorowi rozważanych kolejno wartości parametru, lub pewnemu przedziałowi jego zmienności, odpowiada *to samo rozwiązanie optymalne.*

2. Pewnemu zbiorowi rozważanych kolejno wartości parametru, lub pewnemu przedziałowi jego zmienności, odpowiadają *rozwiązania optymalne o identycznej strukturze*, mimo że wartości poszczególnych zmiennych w ramach tej samej struktury różnią się.

W pierwszym przypadku możemy mówić o przedziale ilościowej niezmienności, w drugim przypadku zaś o przedziale jakościowej niezmienności parametru.*

Przy analizach ekonomicznych, ważne jest znać granice przedziałów niezmienności. W związku z tym wprowadzimy odpowiednie terminy:

Granice przedziału ilościowej niezmienności nazwiemy ilościowymi wartościami charakterystycznymi parametru. Granice przedziału jakościowej niezmienności natomiast nazwiemy jakościowymi wartościami charakterystycznymi parametru

16.3. KILKA PRAKTYCZNYCH PRZYKŁADÓW

Dla zilustrowania badań wrażliwości programów podam kilka przykładów z praktyki naszych obliczeń.

1. Rozpatrzmy typowy przykład programowania parametrycznego: współczynniki funkcji celu (wszystkie lub niektóre) zależne są od parametru, który jest liczbą rzeczywistą [5].

---

* Po angielsku: quantitative identity interval i qualitative identity interval. Użyte tu terminy polskie (podobnie zresztą, jak i angielskie) łatwo mogą wprowadzić w błąd, ponieważ rozpatrywany parametr *może się zmieniać*, niezmienne natomiast przy zmianach parametru pozostają ewentualnie rozwiązania optymalne programu lub jego struktura. Ściślej więc należałoby mówić „o przedziale, w którym zmienność parametru nie wywołuje ilościowej (jakościowej) zmiany rozwiązania programu". Z uwagi na rozwlekłość tego wyrażenia pozostajemy przy krótszym, dokładnym przekładzie, przestrzegając jedynie czytelnika przed nieporozumieniami. (Przyp. red.).

[5] Z punktu widzenia techniki obliczeniowej jest to stosunkowo najprostszy przypadek. W takich przypadkach, w modelach podobnych do modeli omawianych w tej książce, wykrywa się przeważnie dosyć szeroki przedział jakościowej niezmienności.

Gdy mamy do czynienia z programem liniowym, który rozwiązujemy metodą simpleks, i gdy

Taka sytuacja ma miejsce np. wtedy, gdy występujące w funkcji celu koszty zależą od stopy procentowej lub kursu dewizowego. Wspominaliśmy już taki przypadek w celu ilustracji programowania parametrycznego w paragrafie 16.2. Teraz podam konkretny przykład wzięty z obliczeń w przemyśle włókien sztucznych. Dla kursu dolara przyjmowaliśmy wartości w granicach 40 – 65 forintów i w przedziale tym wyznaczyliśmy 4 przedziały jakościowej niezmienności. Rezultaty podane zostały w tablicy 16.1.

Tablica 16.1

Programowanie parametryczne. Zmiany kursu dolara

Kurs dolara (od – do)	poniżej 39,3	39,3 – 43,4	43,4 – 60,2	powyżej 60,2
Produkt (i technologia)				
włókno poliakrilnitrylowe	$H+E$	$H+E$	$H+E$	$H+E$
włókno terylenowe	$H+E$	$H+E$	$H+E$	$H+E$
nylon 6 (technologia A)	$H+E$	$H+E$	$H+E$	$H+E$
jedwab polipropylenowy	$H+E$	$H+E$	$H+E$	$H+E$
celofan (w nowym zakładzie)	$H+E$	$H+E$	$H+E$	$H+E$
fenol	—	—	H	H
glikol etylenowy	—	H	H	H
polipropylen	—	—	$H+E$	$H+E$

Objaśnienie: H — rozwiązanie przewiduje produkcję na potrzeby krajowe; E — rozwiązanie przewiduje produkcję na ekspor

Kilka wniosków z przeprowadzonych obliczeń:

a) Znaczna część produktów nie reaguje na zmiany kursu dolara, w rozpatrywanym przedziale. W pierwszych pięciu wierszach tablicy nie widać zmian w całym rozpatrywanym przedziale zmienności kursu dolara. Produkcja tych pięciu produktów na rynek krajowy i na eksport okazuje się korzystniejsza od importu nawet przy kursie 35 forintów za dolar.

b) Nowe obliczenia dostarczają nam pewnego rodzaju wskaźników opłacalności importu. Dla lepszego zrozumienia tych wskaźników weźmy jako przykład glikol etylenowy. Produkcja glikolu etylenowego w kraju opłaca się, gdy zaoszczędzenie 1 dolara na imporcie warte jest co najmniej 39,30 forinta. Tego wyrobu *nie* opłaca się więc produkować i należy go importować, jeśli będziemy w stanie uzyskać jeden dolar taniej niż za 39,30 forinta w innej dziedzinie gospodarki narodowej (poprzez eksport lub oszczędność na imporcie). Podobnie można tłumaczyć inne liczby zawarte w tablicy.

Ustalone w ten sposób wartości można przynajmniej w przybliżeniu porównać z tymi obliczeniami, które określały przeciętne nakłady na eksport do krajów kapitalistycznych, za pomocą tablicy przepływów międzygałęziowych w gospodarce narodowej [6]. Według tej tabeli przeciętny nakład przy eksporcie do krajów kapitalistycznych wynosi 62,80 forinta za dolar. W porównaniu z tym działalności inwestycyjne przewidziane rozwiąza-

współczynniki funkcji celu są liniową funkcją parametru, może być wykorzystana metoda opisana w książce S. Gassa [42].

Opracowana przez T. Liptaka metoda podana w pracy [83] może być stosowana również wtedy, gdy funkcja celu jest funkcją nieliniową określonego typu (np. wypukłą lub wklęsłą), a występujące w funkcji celu współczynniki są nieliniowymi funkcjami parametru.

[6] Zob. artykuł P. Havasa [52]. wyniki tych obliczeń omówiłem krótko w paragrafie 12.5.

niem programu dla przemysłu włókien sztucznych są bardzo korzystne, znacznie lepsze od przeciętnych.

c) Ważnym wskaźnikiem jaki można obliczyć jest ta krytyczna wartość kursu dolara, powyżej której cały fundusz inwestycyjny zostanie wyczerpany, a poniżej której część tego funduszu pozostałaby niewykorzystana.

Z obliczeń naszych wynika, że przy kursie poniżej 43,40 forint za dolar pozostanie niewykorzystanych 20–30% funduszu inwestycyjnego. Jeśli kurs dolara kształtuje się powyżej 43,40 forinta, opłaca się wykorzystać całą sumę przeznaczoną na inwestycje w przemyśle włókien sztucznych.

Co oznacza ten wskaźnik? Jeśli jest taka gałąź przemysłu, w której uzyskanie dolara kosztuje taniej niż 43,40 forinta (poprzez eksport lub oszczędność na imporcie,) to warto przesunąć tam co najmniej 20–30% funduszu inwestycyjnego. Jeśli natomiast takiej gałęzi nie ma, to cały fundusz inwestycyjny opłaci się pozostawić w przemyśle włókien sztucznych.

Jak wynika z naszych uwag w punkcie b), ta krytyczna wartość wskazuje na zadowalający rozwój przemysłu włókien sztucznych, bo kurs 43,40 forinta za dolar jest o wiele niższy od wskaźnika przeciętnego dla gospodarki narodowej.

d) Uzasadniona wysokość kursu dolara jest przedmiotem wielu kontrowersji wśród ekonomistów. Nie spotyka się jednak na ogół ekonomistów, którzy proponowaliby kurs niższy od 35 forintów, względnie wyższy ponad 65 forintów. Widzieliśmy już, że w granicach tego dosyć szerokiego przedziału, rozwiązanie nie ulega większym zmianom. Mamy tu przykład pokazujący, że programowanie parametryczne często wykazuje, iż dyskusja nad ustaleniem wartości niektórych przynajmniej kontrowersyjnych parametrów jest zbyteczna.

2. Innym typowym problemem programowania parametrycznego jest analiza wpływu zmiany liczbowej charakterystyki pewnej działalności na rozwiązanie optymalne.

Aby to wyjaśnić, załóżmy, że działalność (zmienna) j nie występuje w rozwiązaniu optymalnym. Działalność tę charakteryzuje występujący w funkcji celu współczynnik c_j oraz występujący w warunkach ograniczających j wektor kolumnowy $\boldsymbol{a}_j$ macierzy współczynników (na przykład w modelu przemysłu bawełnianego roczna produkcja, będąca następstwem tej działalności, nakłady inwestycyjne brutto, zapotrzebowanie na dewizy krajów kapitalistycznych, zapotrzebowanie na powierzchnię produkcyjną, nakłady materiałowe itp.).

Załóżmy, że zarówno współczynnik c_j, jak i wektor kolumnowy $\boldsymbol{a}_j$ są funkcją pewnego parametru λ. (Ewentualnie tylko niektóre składowe wektora $\boldsymbol{a}_j$ mogą zależeć od tego parametru).

W takim przypadku *w stosunkowo łatwy sposób można stwierdzić, jaka jest krytyczna wartość parametru λ, przy której zmienna j wejdzie do rozwiązania optymalnego.*

Omówię krótko tego rodzaju analizę wrażliwości na przykładzie naszych obliczeń dla przemysłu bawełnianego.

W rozwiązaniu optymalnym znalazł się najtańszy, ale i najmniej wydajny typ krosien automatycznych z wymiennymi czółenkami, eliminując stamtąd droższy, ale bardziej wydajny typ krosna z wymiennymi cewkami. Kiedy ogłoszono nasze wyniki, powstały wątpliwości, czy wzięliśmy pod uwagę realną różnicę w wydajności obu typów.

Dla skontrolowania przeprowadziliśmy następujące obliczenie:

Zachowaliśmy liczby charakteryzujące pierwotne krosna z wymiennymi czółenkami. Wydajność tych maszyn wynosi 210 obrotów na minutę przy 87% sprawności. Natomiast

niektóre cechy krosna z wymiennymi cewkami (w modelu – działalność 118) potraktowaliśmy jako zależne od parametru, za który przyjęliśmy liczbę obrotów krosna na minutę. Dla większej przejrzystości zdefiniowaliśmy parametr λ następująco:

$$\lambda = \frac{\text{liczba obrotów krosna z wymiennymi cewkami}}{\text{liczba obrotów krosna z wymiennymi czółenkami}}$$

przy sprawności 87%. Od parametru λ zależą następujące cechy krosna:

$$a_{1,118}(\lambda) = a''_{1,118}\lambda\,, \tag{16.3}$$

gdzie $a''_{1,118}$ jest roczną produkcją krosna przy 210 obrotach na minutę.

$$a_{7,118}(\lambda) = a''_{7,118}\lambda\,, \tag{16.4}$$

gdzie $a''_{7,118}$ jest rocznym nakładem osnowy przy 210 obrotach na minutę. Podobnie należy rozumieć współczynniki $a''_{i,118}$ w pozostałych warunkach ograniczających program (warunki 8–13).

Zgodnie z tym wektor kolumnowy wszystkich współczynników występujących w warunkach ograniczających przy krośnie z wymiennymi cewkami będzie miał postać:

$$\boldsymbol{a}_{118} = \boldsymbol{a}'_{118} + \boldsymbol{a}''_{118}\lambda\,, \tag{16.5}$$

gdzie $\boldsymbol{a}'_{118}$ jest wektorem kolumnowym, w skład którego wchodzą współczynniki $\boldsymbol{a}'_{118}$ niezależne od parametru λ, natomiast $\boldsymbol{a}''_{118}$ jest wektorem kolumnowym, w skład którego wchodzą współczynniki $a_{i,118}$ zależne od tego parametru.

Współczynnik funkcji celu przyjmie postać:

$$C_{118} = C'_{118} + C''_{118}\lambda, \tag{16.6}$$

gdzie C'_{118} jest częścią kosztu jednostkowego niezależną od parametru λ (wchodzi tu w grę przede wszystkim koszt inwestycyjny), podczas gdy C''_{118} jest częścią kosztu jednostkowego zależną od tego parametru (jest to w zasadzie koszt eksploatacyjny). Niektóre elementy tego ostatniego kosztu – ściśle biorąc – nie rosną wprost proporcjonalnie do liczby obrotów (koszt energii na przykład rośnie progresywnie w miarę wzrostu liczby obrotów), ale założenie liniowości nie wprowadza zbyt dużej niedokładności.

Pytanie, które postawiliśmy, brzmiało: jaką krytyczną liczbę obrotów musi osiągnąć krosno z wymiennymi cewkami, aby weliminowało ono z optymalnego rozwiązania krosno z wymiennymi czółenkami? O ile procent musi wydajność pierwszego przewyższyć wydajność drugiego, czyli jaka jest krytyczna wartość parametru λ?[7]

Wyniki obliczeń przedstawia tablica 16.2[8]. Dla porównania podajemy również w tablicy szacunki liczby obrotów opracowane przez Dyrekcję Przemysłu Bawełnianego.

3. Podobnie krytyczną wartość λ można określić również wtedy, gdy wektor kolum-

---

[7] W sprawie zastosowanej metody obliczeń, zob. [77].

[8] Oceniając nasze wyniki należy pamiętać, że nie chodzi o to, czy krosno z wymiennymi cewkami zdolne jest w ogóle osiągnąć 230 obrotów na minutę. Interesującym nas pytaniem jest tu – jak zresztą we wszelkich naszych obliczeniach dotyczących przemysłu bawełnianego – czy można liczbę tę osiągnąć jako przeciętną dla całego węgierskiego przemysłu bawełnianego.

Tablica 16.2

Krytyczna liczba obrotów krosna z wymiennymi cewkami

	Krytyczna liczba obrotów krosna z wymiennymi cewkami, na minutę (przy sprawności 87%)	Krytyczny stosunek: liczby obrotów krosna z wymiennymi cewkami do liczby obrotów krosna z wymiennymi czółenkami (sprawność 87%)
Wg optymalnego rozwiązania naszego programu	230	108,5
Zgodnie z założeniem Dyrekcji Przemysłu Bawełnianego:		
w drugim roku eksploatacji	213	106,1
w trzecim i czwartym roku eksploatacji	233	107,1

nowy a_j od tego parametru nie zależy, a zależy od niego tylko współczynnik c_j w funkcji celu. Obliczenie krytycznej wartości λ jest w tym przypadku wyjątkowo proste [9].

Tego rodzaju obliczeń przeprowadziliśmy w ramach programowania przemysłu bawełnianego więcej. Badaliśmy na przykład, jaki jest najwyższy koszt produkcji węgierskich maszyn tekstylnych (i stąd – najwyższa cena tych maszyn), przy którym ich wytwarzanie mogłyby jeszcze znaleźć się w optymalnym rozwiązaniu programu dla przemysłu bawełnianego.

Podobne analizy przeprowadzaliśmy w przemyśle włókien sztucznych. Badaliśmy na przykład, jaka jest najniższa cena eksportowa, przy której opłaca się już zainstalować moce produkcyjne przekraczające krajowe zapotrzebowanie na pewne produkty.

4. Rozwiązanie optymalne ustala się zawsze na podstawie pewnej liczbowej charakterystyki. *Dla każdego z elementów tej charakterystyki można wskazać taki przedział, wewnątrz którego może się on swobodnie zmieniać bez zmiany rozwiązania optymalnego* (zakładając, że wartości pozostałych elementów liczbowej charakterystyki modelu pozostają niezmienne) [10]. Posługując się analogią z dziedziny techniki można by powiedzieć, że są to granice tolerancji liczbowej charakterystyki modelu.

Jeżeli na przykład określiliśmy rozwiązanie optymalne przypuszczając, że roczne koszty eksploatacji związane z pewną działalnością wynoszą 20 000 forintów, można po zakończeniu programowania stwierdzić, że rozwiązanie to nie ulegnie zmianie, o ile koszty eksploatacji będą się mieściły pomiędzy 19 400 a 20 800 forintów.

Łatwo zrozumieć, że określenie granic tolerancji należy z matematycznego punktu widzenia do zakresu programowania parametrycznego. Jedynym ograniczeniem jest tu to, że badamy wpływ zmiany jednej tylko danej i trzeba określić granice jednego tylko przedziału zawierającego przyjętą wartość tej danej. Zmiany owej danej mieszczące się w tym przedziale nie wywołują zmiany rozwiązania optymalnego.

---

[9] Patrz [77]. To zadanie można traktować, jako szczególny przypadek zadania wspomnianego w punkcie 1, gdy wektor C jest funkcją parametru λ.

[10] W odniesieniu do programowania liniowego zob. artykuł M. Courtillota [22].

16.4. ROZWIĄZANIE ZBLIŻONE DO OPTYMALNEGO

5. W toku naszych obliczeń staraliśmy się określić nie tylko rozwiązanie optymalne, ale również odkryć rozwiązanie zbliżone do optymalnego, dające wartość funkcji celu tylko trochę mniejszą od tej, jaką daje rozwiązanie optymalne. Znajomość ich jest bardzo pożyteczna. Przy podejmowaniu decyzji trzeba nieraz rozważyć również takie aspekty zagadnienia, które nie były uwzględnione ani w ograniczeniach modelu, ani w funkcji celu, a których jednak nie należy pomijać. Dlatego też w toku realizacji projektu w praktyce mogą być wzięte w rachubę również takie rozwiązania, które z punktu widzenia funkcji celu będą niewiele mniej korzystne od rozwiązania optymalnego, będą natomiast korzystniejsze ze względu na ich pewne własności nie rozpatrywane w modelu.

Tak na przykład w przemyśle włókien sztucznych korzystne byłoby rozwinąć w pełni zintegrowaną pionowo produkcję propylenu i produktów pochodnych, wytwarzając zarówno sam podstawowy surowiec, polipropylen, jak i jedwab sztuczny oraz włókno propylenowe. Korzyści organizacyjne takiej produkcji są oczywiste. Nasz model matematyczny, który traktował produkcję polipropylenu, sztucznego jedwabiu i włókna propylenowego jako osobne działalności, nie mógł wykazać korzyści wynikających ze zintegrowania produkcji. Dlatego w rozwiązaniu dającym maksymalną wartość funkcji celu znalazła się tylko produkcja polipropylenu i sztucznego jedwabiu, nie znalazła się natomiast produkcja włókna propylenowego. Z drugiej strony w pobliżu optimum znajdują się takie rozwiązania, które z punktu widzenia wartości funkcji celu są niewiele gorsze, a obejmują za to produkcję wszystkich trzech produktów. W takich przypadkach władza gospodarcza może rozważyć, czy nie warto ponieść wskazanego przez różnicę w wartości funkcji celu, stosunkowo niewielkiego dodatkowego kosztu dla podjęcia zintegrowanej produkcji lub ogólniej: dla pewnej nieuwidocznionej w funkcji celu, ale realnie przewidywanej korzyści.

16.5. ZNACZENIE BADAŃ „WRAŻLIWOŚCI"

Podsumowując możemy stwierdzić, że jednym z najważniejszych wyników badań wrażliwości jest to, że pokazują one te cechy rozwiązań optymalnych, które są im *wspólne i punkty niezmienne* przy różnych punktach widzenia. Które działalności znajdą się w rozwiązaniu optymalnym (lub zbliżonym do optymalnego) przy różnych założeniach i różnych danych liczbowych? Które działalności nie wystąpią w żadnym rozwiązaniu optymalnym? Odpowiedzi na te pytania znacznie ułatwiają wybór władzom gospodarczym; można stosunkowo bezpiecznie opowiedzieć się za pierwszymi działalnościami, a wykluczyć drugie. Oczywiście nawet wtedy jeszcze zostanie otwarte zagadnienie działalności „niestałych", tj. takich, które w jednym przypadku występują w rozwiązaniu optymalnym, w innym zaś nie występują. Ale i tu badanie wrażliwości daje oparcie do dalszych wniosków, gdy dowiemy się, na zmiany jakich czynników reaguje rozwiązanie optymalne, tzn. od jakich założeń lub od jakich danych zależy pozytywna lub negatywna ocena pewnej działalności.

Słabą stroną tradycyjnych rachunków efektywności wykonywanych prymitywniejszymi metodami jest to, że są zbyt „pewne siebie". Często ukrywają one upraszczające założenia i ich niepewność. Stwarzają one złudzenie, jakby kierownictwo mogło w pełni

tym rachunkom zaufać przy podejmowaniu decyzji. „Jeśli wartość wskaźnika znajduje się powyżej 1, to dobrze, jeśli wartość wskaźnika znajduje się poniżej 1, to źle ..."; tego rodzaju kategoryczne sądy mogą łatwo zaprowadzić na manowce.

Badania wrażliwości tę pewność siebie nieco podważają. Okazuje się po prostu, że optymalna decyzja zależy od bardzo wielu czynników (a wśród nich od czynników niepewnych lub podlegających dyskusji). Pewien sceptycyzm, do którego skłaniają badania wrażliwości, jest — moim zdaniem — zdrowy, bo sprzyja głębszej i wielostronnej analizie [11].

---

[11] Omówione tu rodzaje badań wrażliwości i programowania parametrycznego wykraczają poza te rodzaje badań, które rzeczywiście przeprowadziliśmy. Zrobiłem to dlatego, że nasze własne badania stawiały sobie dwojaki cel: rozwiązać pewne praktyczne zadania zlecone przez władze gospodarcze i opracować metodykę programowania, opartą o naukowe podstawy.

17

„PESYMISTYCZNE„ I „OPTYMISTYCZNE„ SZEREGOWANIE DZIAŁALNOŚCI

17.1. ZAGADNIENIE DECYZJI O NIEPEWNYCH WYNIKACH

Omawiając w rozdziałach 14–16 różne zagadnienia związane z niepewnością danych zajmowaliśmy się przyczynami niepewności niektórych danych, uzasadnianiem szacunków, badaniem „wrażliwości" rozwiązania programu na zmianę danych itp. Wszystko to wiązało się z faktem, że dane, na których opieramy się w długookresowych rachunkach, są w dużej części bardzo niepewne. Z tego samego powodu wyłania się logicznie następne pytanie (które będzie przedmiotem rozdziałów 17–20):

jak można podjąć racjonalną decyzję, gdy następstwa decyzji są (częściowo przynajmniej) niepewne?

Zagadnienie to stanowi centralny problem teorii podejmowania decyzji. Od dwudziestu lat przykuwa ono uwagę nie tylko ekonomistów, ale szczególnie matematyków i statystyków. Najważniejszym, można powiedzieć – epokowym dziełem w tej dziedzinie jest praca węgierskiego matematyka o światowym rozgłosie J. Neumanna oraz O. Morgensterna [1].

Problemy stawiane przez teorię podejmowania decyzji i ich matematyczne ujęcie dają wiele do myślenia. Możliwości zastosowania tej teorii są jednak ograniczone przez sam charakter prac z tej dziedziny, zupełnie różnych od prac na które dotąd się powoływaliśmy. Autorzy zajmujący się teorią decyzji szukają kryteriów podejmowania racjonalnych decyzji w oparciu o dość abstrakcyjne formuły, zgodne z pewnymi ogólnymi postulatami. Na tym właśnie polega – między innymi – zaleta tych prac, ponieważ niektóre ogólne wyniki – ilustrowane na ogół przykładami wziętymi z gier w karty lub z dziedziny ubezpieczeń rzeczowych – mogą być wykorzystane również do rozwiązywania praktycznych problemów socjalistycznej gospodarki planowej. Nie wolno nam jednak oczekiwać, że prace tego rodzaju dostarczą gotowych recept do rozwiązania takich problemów.

Trzeba ponadto podkreślić, że metody i twierdzenia teorii podejmowania decyzji są ciągle jeszcze przedmiotem kontrowersji nawet wśród zwolenników tej teorii. Mamy tu

[1] Zob. [128]. Po tej pracy pojawiło się wiele innych o dużym znaczeniu. Zob. A. Wald [174], H. Chernoff [20], L. J. Savage [150], J. Milnor [122]. Obszerny przegląd rozwoju teorii podejmowania decyzji można znaleźć w pracach: K. J. Arrow [3] oraz R. D. Luce, H. Raiffa [102].

raczej do czynienia z dającym dużo do myślenia zarysem teorii niż z całkowicie rozwiniętą teorią.

Opisane dalej modele nawiązują do problemów rozważanych w teorii podejmowania decyzji. Zakres rozważań został zawężony do niektórych tylko zagadnień podejmowania decyzji, związanych z inwestowaniem w socjalistycznej gospodarce planowej. Nie mając pretensji do wysokiego stopnia naukowej ścisłości będziemy się zajmować przede wszystkim praktycznymi aspektami wchodzących w grę zagadnień. Tego co zostało niżej napisane nie należy uważać za ich ostateczne rozwiązanie, lecz jedynie za pierwszą próbę mającą pobudzić w naszym kraju dyskusję nad tego rodzaju problemami.

Dla lepszego zrozumienia problematyki zacznijmy od praktycznego przykładu, wziętego z projektu programu dla przemysłu włókien sztucznych. Zanim jednak pójdziemy dalej, trzeba będzie powiedzieć kilka słów o matematycznych metodach estymacji (szacowania)

17.2. ESTYMACJA ZA POMOCĄ PRZEDZIAŁÓW

W praktyce ekonomicznej jest rzeczą normalną charakteryzowanie niepewnych danych za pomocą nie jednej, ale dwóch ocen, tj. przez podanie dolnej i górnej granicy, pomiędzy którymi nieznana wielkość na pewno się znajdzie. Mówi się wtedy *o estymacji (szacowaniu) za pomocą przedziałów*. Zastosowanie tego sposobu szacowania okaże się również wskazane w rachunku efektywności inwestycji.

Przykłady szacowania za pomocą przedziałów zostały podane w tej książce już wcześniej przy omawianiu przewidywań cen w handlu zagranicznym (zob. wykres 15.16 oraz paragraf 3 Dodatku B): według naszych przewidywań przyszła cena będzie mieścić się w obrębie pewnego przedziału (określonego dla każdego punktu czasowego). W podobny sposób zostały oszacowane przez inżynierów-konstruktorów, uczestniczących w opracowywaniu planu dla przemysłu włókien sztucznych, odpowiednie dane dotyczące techniki produkcji i kosztów.

Niech Z oznacza jakąś wielkość, występującą w modelu programowania jako „dana" (np. cenę, współczynnik kosztu, itp.). Nie możemy ustalić dokładnej wartości tej danej, a wszystko, co wiemy to tyle, że będzie się ona znajdować pomiędzy dwiema granicami.

$$Z_0 \leqslant Z \leqslant Z^0 \tag{17.1}$$

Niech $\bar{Z}$ oznacza środkowy punkt przedziału między dwiema granicami, lub ściślej średnią arytmetyczną granic Z_0 i Z^0

$$\bar{Z} = \frac{Z_0 + Z^0}{2}. \tag{17.2}$$

Niepewność danej Z może być należycie scharakteryzowana przez stosunek różnicy między górną granicą i wartością średnią (lub różnicy między średnią a dolną granicą) do średniej. Stosunek ten oznaczymy przez U

$$U = \frac{Z^0 - \bar{Z}}{\bar{Z}} = \frac{\bar{Z} - Z_0}{\bar{Z}} \tag{17.3}$$

i będziemy go nazywać *stopniem niepewności*. Dla celów praktycznych wygodnie będzie wyrażać stopień niepewności w procentach.

Szacowanie danych za pomocą przedziałów będzie dogodne ilekroć będziemy mieć do czynienia z wyborem między działalnościami, które charakteryzują się danymi różnymi nie tylko pod względem wartości liczbowej, ale również pod względem stopnia niepewności.

W trakcie układania planu dla przemysłu włókien sztucznych stanęliśmy przed następującą alternatywą: kontynuować rozwój produkcji włókna wiskozowego w oparciu o celulozę czy uruchomić produkcję różnych rodzajów włókien syntetycznych. Alternatywne działalności charakteryzują się różnymi (przynajmniej czterema) stopniami niepewności.

1) Produkcja włókna wiskozowego w naszym kraju datuje się od kilku dziesięcioleci i posiadamy dokładną znajomość odpowiednich danych charakteryzujących technikę i koszty.

2) Włókno zwane Nylon 6 produkowano przez jakieś dwa lata w drugorzędnym zakładzie przemysłowym o zdolności wytwórczej kilkuset ton. Nasza znajomość tego procesu produkcyjnego nie jest tak dokładna jak w przypadku produkcji wiskozy, ale pewne doświadczenia już uzyskano i poczyniono nieco statystycznych obserwacji.

3) Istnieją włókna sztuczne i procesy technologiczne, w których produkcji i zastosowaniu, jak dotąd, nie mamy na Węgrzech żadnego doświadczenia, ale o których posiadamy szerokie informacje zdobyte dzięki kontaktom zagranicznym, badaniom, informacjom książkowym, ofertom dostawców itd. Źródła te, chociaż oczywiście mniej pewne niż bezpośrednie doświadczenia wymienione w punkcie 2), dostarczają jednak jakichś podstaw do kalkulacji.

4) Są wreszcie takie rodzaje włókien sztucznych, które pojawiły się dopiero niedawno za granicą (np. polipropylen). Dane dotyczące techniki i kosztów produkcji tych włókien są znane tylko w małym stopniu. Byłoby jednak błędem lekceważyć je w trakcie rachunku tylko dlatego, że dostępne informacje są skąpe; włókna te mają wiele korzystnych właściwości technicznych i ekonomicznych.

Dostrzec można, że w miarę jak przechodzimy od działalności 1) do działalności 4) wzrasta stopień niepewności.

Nie jest niewykonalne żądanie, by inżynierowie-konstruktorzy lub eksperci od przemysłu czy handlu zagranicznego podali swe szacunki w postaci pewnych przedziałów. Nieracjonalne natomiast jest żądanie, by inżynierowie podawali jednoznaczne szacunki nawet dla danych, których nie są pewni (jak to się praktykowało w tradycyjnym rachunku efektywności). Estymacja za pomocą przedziałów jest racjonalna i w praktyce naszego planowania powinna być normalnym sposobem szacowania.

Oczywiście, wskaźniki takie, jak rozpiętość przedziału i stopień niepewności nie mogą być uważane za całkiem dokładną charakterystykę interesujących nas danych. Jeżeli jednak ustalamy stopień niepewności na – powiedzmy – 20%, to nawet gdy okaże się potem, że rzeczywiście wartość różni się od wartości średniej o 23%, wprowadzamy do rachunku mniej poważny błąd niż wtedy, gdy polegamy wyłącznie na wartości średniej, co miało miejsce w tradycyjnym rachunku efektywności inwestycji. Można przyjąć, że nawet przy niezupełnie dokładnych, opisanych wyżej kryteriach charakteryzujących stopień niepewności bardziej zbliżymy się do rzeczywistości, niż gdy zlekceważymy całkowicie niepewny charakter szacunków.

17.3. SZEREGOWANIE DZIAŁALNOŚCI W PRZEMYŚLE WŁÓKIEN SZTUCZNYCH

Opiszę teraz jeden z rachunków przeprowadzonych w ramach pewnego projektu dla przemysłu włókien sztucznych. W trakcie tych rachunków nie chodziło nam o zaprogramowanie, lecz jedynie o uszeregowanie działalności produkcyjnych w zależności od kilku określonych wskaźników wydajności.

W celu uszeregowania działalności ustalono najpierw skalę każdej z nich, tj. wielkości zakładu, w którym dana działalność byłaby przewodnią. Wielkość zakładu określono zgodnie z następującymi zasadami:

– dla działalności bezpośrednio ze sobą konkurujących założono, o ile tylko było możliwe, jednakowe wielkości zakładów;

– rozmiary zakładów ustalono zgodnie z ograniczeniami technicznymi, materiałowo-zaopatrzeniowymi oraz przyjętymi w modelu ograniczeniami zdolności produkcyjnej.

O ile poprzednie zasady na to pozwalały – wielkości zakładów ustalono tak, by możliwa była produkcja eksportowa, tj. produkcja ponad potrzeby krajowe.

Wszystkie materiały pośrednie potrzebne do produkcji włókien sztucznych, które miały być wykonane w ramach działalności występujących w modelu, wyceniono po cenach importowych. Postępując tak kierowaliśmy się zasadą, że zyski płynące z produkcji materiałów pośrednich powinny przejawić się w działalności produkującej materiał, a nie w działalności, która ten materiał zużywa.

Wskaźnikiem, na którym nasze uszeregowanie zostało oparte, była specjalna *rozrachunkowa stopa zysku* Γ_j;

$$\Gamma_j = 1 - \frac{C_j(x_{0j})}{s_j^{(i)} v_j + s_j^{(e)} (x_{0j} - v_j)}, \tag{17.4}$$

gdzie:

x_{0j} – skala działalności (przy ustalonej wielkości zakładu)

$C_j(x_{0j})$ – roczny rozrachunkowy koszt w forintach, przy wielkości zakładu x_{0j}. Koszt ten został określony na podstawie doświadczeń przemysłu włókien sztucznych;

$s_j^{(i)}$ – importowa cena jednostki produktu przeliczona na forinty;

$s_j^{(e)}$ – eksportowa cena jednostki produktu przeliczona na forinty;

v_j – zapotrzebowanie krajowe na produkty wykonywane w ramach działalności (które występują z prawej strony odpowiednich ograniczeń modelowych).

Tak więc, w mianowniku we wzorze (17.4) produkcja niezbędna dla pokrycia krajowego zapotrzebowania na produkt (tj. dla zastąpienia importu) wyceniona została po cenach importowych, a nadwyżka produkcji przeznaczona na eksport – po cenach eksportowych.

Zastosowaliśmy trzy różne sposoby określenia stopy zysku.

I. Za C_j, $s_j^{(i)}$ oraz $s_j^{(e)}$ przyjęto *średnie wartości przedziałów*, w których według rachunków miały się mieścić te dane.

II. Obliczenia oparte na *„pesymistycznych"* ocenach C_j, $s_j^{(i)}$, $s_j^{(e)}$, oszacowanych za pomocą przedziałów. Znaczy to, że dla wszystkich wielkości, które wyrażają koszty, przyjęto *górną granicę*. Z drugiej strony, dla wszystkich wielkości, które wyrażają *przychody* (np. dla przychodów płynących z ubocznej produkcji, które uwzględniono w liczniku, jak również dla oszczędności na imporcie oraz przychodów z eksportu uwzględnionych w mianow-

niku) – przyjęto *granicę dolną*. Pesymistyczna stopa zysków będzie zatem wyrażać stopę zysku osiąganą w najmniej sprzyjających okolicznościach.

III. Obliczenia zostały tu oparte na „*optymistycznych*" ocenach danych oszacowanych za pomocą przedziałów (jest to logiczne przeciwieństwo sytuacji opisanej w punkcie II).

W ten sposób otrzymaliśmy trzy różne uszeregowania działalności, które zostały przedstawione w tablicach 17.1, 17.2 i 17.3

17.4. PIERWSZA SELEKCJA

Jakich informacji dostarczają trzy opisane wyżej uszeregowania? Niektóre wnioski będą zupełnie oczywiste.

Po pierwsze: niektóre działalności przyniosą straty nawet przy ocenie optymistycznej (zob. dwa ostatnie wiersze tablicy 17.3). Jest to ważki argument dla definitywnego ich zaniechania.

Po drugie: niektóre działalności nawet w przypadku oceny pesymistycznej są bardziej korzystne niż inne w przypadku oceny optymistycznej. Jak widać, działalności wymienione w pierwszych sześciu wierszach tablicy 17.2 mogą być uznane za lepsze od działalności wymienionych w czterech ostatnich wierszach tablicy 17.3. Z tego powodu pierwsze z nich *dominują* wyraźnie nad ostatnimi.

Po trzecie: szczególną uwagę warto zwrócić na to, czy istnieją takie bezpośrednio konkurujące ze sobą działalności, z których jedna wyraźnie dominuje nad drugą. Można zau-

Tablica 17.1

Uszeregowanie według wartości średniej Lp.	Rodzaj produkcji	Rozrachunkowa stopa zysku, w %
1	Jedwab polipropylenowy	44,4
2	Celofan w nowym zakładzie	31,8
3	Nylon 6, technologia B	30,6
4	Fenol	29,0
5	Włókno akrylonitrylowe kopolimer	28,6
6	Glikol etylowy	27,1
7	Jedwab wiskozowy	25,0
8	Nylon 6, technologia A	24,9
9	Polipropylen	21,9
10	Włókno orlonowe	13,3
11	Terylen	11,9
12	Kaprolaktam, oparty na benzenie	7,3
13	Tereftalen dwumetylowy	5,1
14	Włókno polipropylenowe	4,8
15	Celofan w starym zakładzie	−3,7
16	Akrylonitryl	−15,8
17	Włókno wiskozowe w nowym zakładzie	−17,2
18	Kaprolaktam, oparty na fenolu	−27,4
19	Włókno wiskozowe w starym zakładzie	−43,1

Tablica 17.2

Uszeregowanie według oceny pesymistycznej Lp.	Rodzaj produkcji	Rozrachunkowa stopa zysku, w %
1	Celofan w nowym zakładzie	23,7
2	Jedwab polipropylenowy	21,3
3	Jedwab wiskozowy	14,7
4	Nylon 6, technologia B	13,4
5	Glikol etylowy	12,7
6	Nylon 6, technologia A	12,3
7	Celofan w starym zakładzie	−9,1
8	Fenol	−9,6
9	Polipropylen	−28,6
10	Włókno akrylonitrylowe kopolimer	−29,2
11	Włókno wiskozowe w nowym zakładzie	−31,5
12	Tereftalan dwumetylu	−36,6
13	Kaprolaktam, oparty na benzenie	−39,9
14	Akrylonitryl	−42,8
15	Włókno orlonowe	−45,4
16	Terylen	−46,7
17	Włókno wiskozowe w starym zakładzie	−51,4
18	Włókno polipropylenowe	−56,6
19	Kaprolaktam, oparty na fenolu	−87,2

Tablica 17.3

Uszeregowanie według oceny optymistycznej Lp.	Rodzaj produkcji	Rozrachunkowa stopa zysku, w %
1	Jedwab polipropylenowy	64,0
2	Włókno akrylonitrylowe kopolimer	56,5
3	Fenol	53,9
4	Włókno polipropylenowe	47,1
5	Polipropylen	46,4
6	Terylen	46,4
7	Nylon 6, technologia B	45,4
8	Włókno orlonowe	42,1
9	Glikol etylowy	39,4
10	Celofan w nowym zakładzie	39,3
11	Kaprolaktam, oparty na benzenie	38,6
12	Nylon 6, technologia A	35,8
13	Tereftalan dwumetylu	35,2
14	Jedwab wiskozowy	34,6
15	Kaprolaktam, oparty na fenolu	12,3
16	Akrylonitryl	7,3
17	Celofan w starym zakładzie	1,6
18	Włókno wiskozowe w nowym zakładzie	−3,5
19	Włókno wiskozowe w starym zakładzie	−35,2

ważyć, że przy wszystkich trzech uszeregowaniach produkcja celofanu w nowym zakładzie wyprzedza wytwarzanie włókna wiskozowego w różnych wariantach, podczas gdy – zgodnie z układem ograniczeń modelowych – wszystkie te działalności muszą mieścić się w ramach tych samych ograniczeń, określających dotychczasową zdolność wytwórczą w zakresie tych półfabrykatów. Podobnie zastosowanie technologii B przy produkcji Nylonu 6 wyprzedza w każdym przypadku zastosowanie technologii A. W konsekwencji, dwie spośród sześciu działalności uznanych przed chwilą za względnie korzystne (por. poprzedni akapit) mogą być pominięte w modelach.

Jak łatwo dostrzec, „pesymistyczne" i „optymistyczne" uszeregowanie dostarczyło pewnej pożytecznej informacji. Pozwoliło nam ono pominąć niektóre działalności, które są albo wyraźnie *niekorzystne*, albo też gorsze od innych konkurencyjnych działalności. Po takiej selekcji problem wyboru zostanie, jeśli nie całkowicie wyeliminowany, to przynajmniej znacznie zawężony.

17.5. „OSTROŻNE" SZEREGOWANIE DOPUSZCZALNYCH DZIAŁALNOŚCI

Nie opowiadając się, w obecnym stadium rozważań, za jednym z przedstawionych wyżej uszeregowań dopuszczalnych działalności zbadamy problem w sposób bardziej ogólny. Zdefiniujemy stopę zysku jako funkcję pewnego parametru, który nazwiemy *poziomem ostrożności*:

Zamiast definicji (17.4) wprowadzimy ogólniejszą definicję, określającą rozrachunkową stopę zysku jako funkcję parametru ϑ, który nazywać będziemy *poziomem ostrożności*. Przyjmiemy mianowicie

$$\Gamma_j(\vartheta)=1-\frac{\bar{C}_j(x_{0j})+[C_j^0(x_{0j})-C_{0j}(x_{0j})]\,(\vartheta-0{,}5)}{\bar{s}_j^{(i)}v_j+\bar{s}_j^{(e)}(x_{0j}-v_j)-[(s_j^{0(i)}-s_{0j}^{(i)})\,v_j+(s_j^{0(e)}-s_{0j}^{(e)})\,(x_{0j}-v_j)]\,(\vartheta-0{,}5)} \qquad 0\leqslant\vartheta\leqslant 1 \tag{17.5}$$

gdzie:

$\bar{C}_j$, $\bar{s}_j^{(e)}$, $\bar{s}_j^{(i)}$ – wartości średnie,

C_j^0, $s_j^{0(e)}$, $s_j^{0(i)}$ – górne granice,

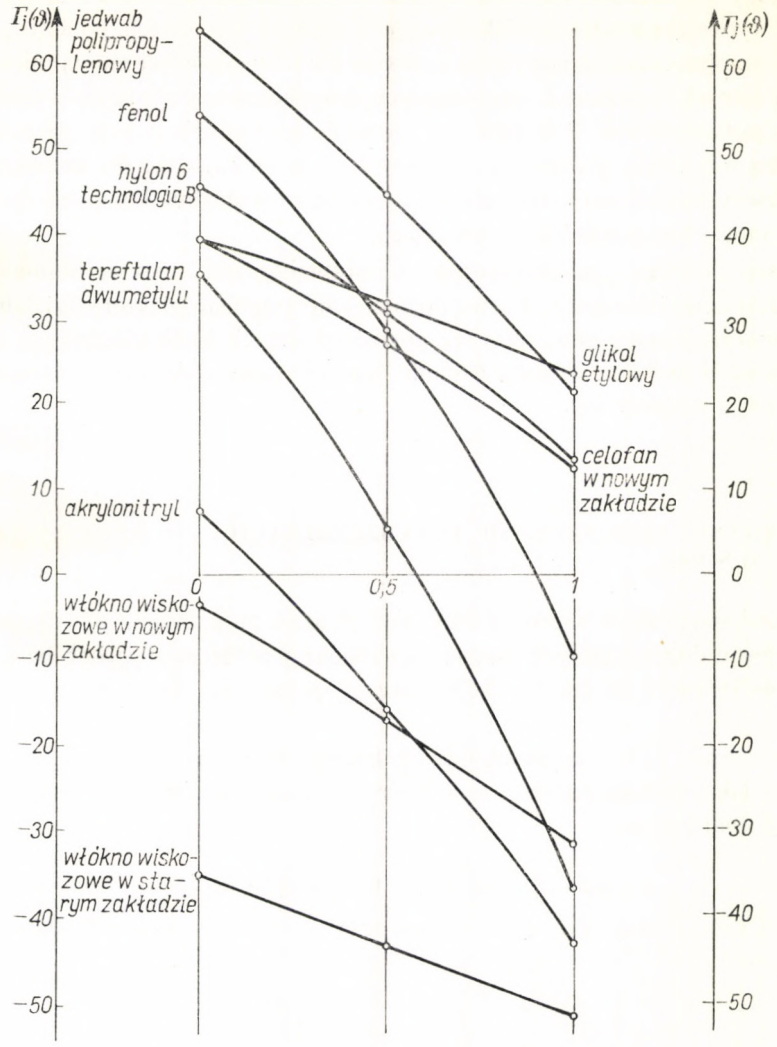
C_{0j}, $s_{0j}^{(e)}$, $s_{0j}^{(i)}$ – dolne granice kosztów, względnie cen eksportowych lub importowych.

Jeśli $\vartheta>0{,}5$, to stopa zysku według wartości średniej zmniejszy się o pewną wielkość, która gra rolę pewnego rodzaju „kary za unikanie ryzyka". Jeśli $\vartheta<0{,}5$, to stopa zysku według wartości średniej zwiększy się o tę samą wielkość, która teraz będzie spełniała rolę „premii za podjęcie ryzyka"*. W końcu, jeśli $\vartheta=0{,}5$, to stopa zysku według wartości średniej nie powinna być ani zwiększana, ani pomniejszana.

Załóżmy teraz, że poziom ostrożności przebiega wartości z przedziału od 0 do 1. W tym wypadku uszeregowanie dziewiętnastu działalności wg rozrachunkowej stopy zysku będzie

---

* W oryginale angielskim kara za unikanie ryzyka = uncertainty penaly, premia za podjęcie ryzyka = uncertainty bonus. Jak widać, przekład polski nie jest dosłowny, ale oddaje intuicyjny sens tych pojęć. (Przyp. red.).



Rys. 17.1

funkcją parametru ϑ. Procedura, którą nazywamy *ostrożnym* szeregowaniem działalności została przedstawiona na wykresie 17.1.

Na wykresie rozrachunkowe stopy zysku są mierzone na osi rzędnych, a poziom ostrożności — na osi odciętych. Stopa zysku dla każdej działalności jest reprezentowana przez oddzielną krzywą[2]. Krzywe poszczególnych działalności uszeregowane są z lewej strony — według optymistycznej, w środku — według średniej, z prawej zaś strony według pesymistycznej oceny stopy zysku.

Rozważmy, na razie , jedynie praktyczne aspekty problemu. Jakich informacji dostarcza kierownictwu przemysłu uszeregowanie przedstawione na wykresie 17.1., które z tych in-

[2] Aby uniknąć zatłoczenia na wykresie pokazane są jedynie niektóre z tych krzywych.

formacji mogą być wykorzystane niezależnie od zajęcia bardziej określonego stanowiska w sprawie wyboru odpowiedniego poziomu ostrożności?

Wykres sugeruje oczywisty wniosek, że niekorzystny byłby wybór takich działalności, które charakteryzują się krzywymi przebiegającymi stosunkowo nisko niezależnie od wyboru poziomu ostrożności. Jeśli byłoby realne wydanie całego funduszu inwestycyjnego na jedną działalność, to jedynie dwie z nich mogłyby być brane pod uwagę: produkcja jedwabiu polipropylenowego (w przypadku $0 \leqslant \vartheta < 0{,}94$) lub celofanu w nowym zakładzie (w przypadku $0{,}94 \leqslant \vartheta \leqslant 1$). W obecnych warunkach koncentrowanie całej działalności inwestycyjnej na jednej działalności byłoby z wielu względów mało realne; można więc zaliczyć do dopuszczalnych działalności również dwie lub trzy, które okazują się najkorzystniejsze przy pewnym poziomie ostrożności.

W ten sposób możemy dokonać dalszej selekcji i zawęzić problem wyboru.

Po uszeregowaniu i przeprowadzeniu selekcji w opisany wyżej sposób okazuje się, że w przypadku przemysłu włókien sztucznych korzystnie przedstawiają się cztery działalności produkcyjne. Są to: produkcja Nylonu 6 przy pomocy technologii B, jedwabiu polipropylenowego i glikolu etylowego, oraz wytwarzanie celofanu w nowym zakładzie. Znajdują się one pomiędzy pierwszymi sześcioma zarówno przy uszeregowaniu według wartości średniej, jak również według wartości pesymistycznej; optymistyczna stopa zysku w żadnym z tych wypadków nie jest niższa od 39%. W konsekwencji działalności te mogą być rekomendowane nawet wtedy, gdy uwzględnimy niepewność naszych szacunków w stopniu, w jakim powinna ona być wzięta pod uwagę.

17.6. SŁABE STRONY METODY

Wnioski opisane przykładowo w paragrafach 17.4. i 17.5. miały na celu oddzielenie działalności „dosyć dobrych" od „zupełnie złych", i ukazanie takich działalności, od których „na pewno istnieją lepsze". Jest to pożyteczne, ale nie wystarczające. Na podstawie przeprowadzonej dotąd analizy żadne wyraźnie określone propozycje nie mogą być przedłożone władzom gospodarczym, a to z następujących powodów.

Po pierwsze, to do czego doszliśmy to zaledwie *uszeregowanie* działalności, podczas gdy — jak pokazaliśmy w rozdziale 5. — każda dobrze uzasadniona decyzja powinna opierać się na *programowaniu.*

Po drugie, ogólne kryteria podejmowania decyzji o niepewnych rezultatach nie zostały, jak dotąd, należycie wyjaśnione[3].

[3] Ci, którzy są obeznani z literaturą dotyczącą teorii podejmowania decyzji zauważą, że ostrożne szeregowanie działalności było w zasadzie specjalnym przypadkiem zastosowania tzw. kryterium Hurwicza. Zob. L. Hurwicz [57]. Kryterium to przy $\vartheta = 1$ redukuje się do tzw. kryterium *maximin.* („użyteczności"). W tym szczególnym przypadku pokrywa się ono również z tzw. kryterium „minimax" („przykrości"). Należy przypomnieć, że w innych wypadkach te dwa kryteria będą prowadzić do różnych decyzji).

Przy $\vartheta = 0{,}5$ kryterium Hurwicza sprowadza się do kryterium Laplace'a, a przy $\vartheta = 0$ — do kryterium maximax („użyteczności"). Por. popularny przegląd kryteriów podejmowania decyzji w pracy W. J. Baumol [6], s. 371—375. Bardziej szczegółową analizę poszczególnych kryteriów podejmowania decyzji, jak również założeń, na których się one opierają, można znaleźć w pracach J. Milnor [122] i R.D. Luce, H.Raiffa [102].

Nie dano dotąd zadowalającej odpowiedzi na takie pytanie, jak: jaki jest ekonomiczny sens pojęć „dopłata" lub „premia" za ryzyko, „poziom ostrożności"? Jakiego poziomu ostrożności można się rozsądnie domagać?, itd. Głównym celem niniejszego rozdziału było wprowadzenie w atmosferę głębszej dyskusji nad kryteriami podejmowania decyzji w dalszych rozdziałach.

Wreszcie samo szacowanie za pomocą przedziałów pozostawia wiele do życzenia, a to głównie z następujących przyczyn:

1) Kiedy specjaliści dokonujący estymacji są zapytywani o to, czy można ze stuprocentową pewnością twierdzić, że rzeczywiste dane nie będą przekraczały granic oszacowanego przez nich przedziału, odpowiedź jest rzadko twierdząca. Powiadają oni, że chociaż szanse zajścia takiego zdarzenia są bardzo małe, to jednak nie wolno go zupełnie wykluczać.

2) Jest bardzo nieprawdopodobny taki niepomyślny zbieg okoliczności, przy którym wszystkie czynniki oddziałujące na zyski ukształtowałyby się w sposób najbardziej niesprzyjający; jest więc nieprawdopodobne, by rozrachunkowa stopa zysku ustaliła się na poziomie „pesymistycznej" oceny. Zwyżka cen niektórych materiałów, odbijająca się niekorzystnie na zyskach może być (częściowo lub całkowicie) skompensowana przez więcej niż przeciętnie sprzyjające ceny innych elementów kosztu. Koszty inwestycyjne mogą przewyższyć wartość średnią, ale zapotrzebowanie na siłę roboczą może okazać się mniejsze od przewidywanego itd. Odchylenia w obu kierunkach od wartości średniej mogą się mniej lub więcej znosić. Najbardziej prawdopodobne wydaje się więc, że stopa zysku ukształtowana pod wpływem mnogości czynników będzie bliższa wartości średniej niż pesymistycznej, czy też optymistycznej ocenie.

3) Omówione wyżej sposoby szeregowania traktowały rozmaite działalności jako niezależne jedna od drugiej. W rzeczywistości jednak są one powiązane ze sobą w wieloraki sposób, co odbija się także w powiązaniu zmian zysku w obrębie oszacowanych przedziałów. Na przykład wzrost światowej ceny kaprolaktamu powyżej wartości średniej wpłynie na osiem działalności w naszym modelu, a mianowicie na produkcję, eksport i import włókna Nylon 6, a także na produkcję, eksport i import kaprolaktamu. Byłoby więc nierealistyczne szacować stopę zysku dla produkcji włókna Nylon 6 na podstawie założenia, że cena kaprolaktamu osiągnie górną granicę, a cena włókna Nylon 6 – dolną. (Takie właśnie założenie robiliśmy szacując pesymistyczną stopę zysku).

Żeby uniknąć tego rodzaju niedostatków posłużymy się metodami rachunku prawdopodobieństwa. Zastosowaniu tych metod będzie poświęcony rozdział następny.

18

PROGRAMOWANIE „OSTROŻNE"

18.1. PLAN WYKŁADU

W trzech następnych rozdziałach wszystkie lub niektóre dane, którymi posługujemy się w rachunkach efektywności, traktowane będą jako *zmienne losowe*, a dla podejmowania decyzji stosowane będą metody rachunku prawdopodobieństwa. Porządek wykładu będzie następujący:

W paragrafie 18.2 podane będą racje, które usprawiedliwiają posługiwanie się rachunkiem prawdopodobieństwa. W paragrafie 18.3 opiszemy metody „przekształcania" niepewnych danych w zmienne losowe. Szczególny typ parametrycznego programowania, który nazwiemy programowaniem „ostrożnym", opisany będzie w paragrafie 18.4., a jego interpretacja ekonomiczna zostanie podana w paragrafie 18.5.

W rozdziale 19 będzie mowa o „strategiach" o różnym stopniu ostrożności.

Po omówieniu teoretycznych podstaw i metod rachunkowych w rozdziałach 18 i 19 przedstawimy w rozdziale 20 praktyczne zastosowania tych metod, posługując się jako ilustracją modelem programowania w przemyśle włókien sztucznych.

18.2. CZY UZASADNIONE JEST STOSOWANIE METOD RACHUNKU PRAWDOPODOBIEŃSTWA?

Historycznie biorąc, rachunek prawdopodobieństwa rozwinął się jako teoria matematyczna mająca badać i wyjaśniać losowe zjawiska masowe. Czy jest zatem usprawiedliwione używanie metod rachunku prawdopodobieństwa do obliczeń ekonomicznych, opartych na niepewnych danych? Czy rzeczywiście możemy traktować koszty nowej, węgierskiej fabryki jedwabiu polipropylenowego, jako zmienną losową, skoro nie mieliśmy poprzednio żadnej możliwości obserwacji statystycznej kosztów inwestycyjnych całego szeregu takich zakładów, ponieważ podjęliśmy tego rodzaju budowę dopiero po raz pierwszy?

---

* Współautorem tego rozdziału jest Tamás Lipták.

Słusznym może wydawać się argument, że takie postępowanie nie byłoby usprawiedliwione, ponieważ każda pojedyncza decyzja gospodarcza stanowi indywidualne, niepowtarzalne zdarzenie odmienne od wszystkich innych[1].

Naszym zdaniem jednak, zastosowanie metod rachunku prawdopodobieństwa w przypadku rachunków ekonomicznych, opartych na niepewnych danych jest uzasadnione.

Przede wszystkim należy zaznaczyć, że — jak to zresztą zobaczymy w dalszym ciągu pracy — używamy jedynie niektórych elementarnych pojęć rachunku prawdopodobieństwa, takich jak samo pojęcie prawdopodobieństwa, wartość oczekiwana, odchylenie standardowe i korelacja. Używamy pojęć, które są stosowane w teorii prawdopodobieństwa tylko do „grubego" opisu, mierzenia i obliczania przeciętnej wartości niektórych trudno obserwowalnych wielkości o charakterze stochastycznym. W przypadku podejmowania decyzji w warunkach niepewności pojęcia te odgrywać będą rolę deskryptywną. Mówiąc więc o zastosowaniu metod rachunku prawdopodobieństwa, robimy to po prostu ze względu na brak bardziej odpowiedniego wyrażenia.

Będziemy mówić, na przykład, o „wartości oczekiwanej" i „odchyleniu standardowym" takiej zmiennej losowej, jak pewien element kosztu oszacowanego za pomocą przedziału. W przypadku masowych zjawisk losowych oba te pojęcia mają *eksperymentalnie* sprawdzalną treść; w ciągu niezależnych powtórzeń danego zdarzenia losowego przeciętna zaobserwowanych wartości będzie — zgodnie z prawem wielkich liczb — dążyć do wartości oczekiwanej i to samo prawo przejawi się również w odniesieniu do odchylenia standardowego. Natomiast formalno-opisowe znaczenie tych dwóch pojęć jest następujące: wartość oczekiwana stanowi ważoną średnią arytmetyczną możliwych wartości (z prawdopodobieństwami jako wagami), a odchylenie standardowe pierwiastek z ważonej średniej kwadratów *możliwych* odchyleń od wartości oczekiwanej (również z prawdopodobieństwami jako wagami).

Sądzimy, że oba pojęcia — „wartość oczekiwana" i „odchylenia standardowe" — mogą być stosowane przy podejmowaniu decyzji w warunkach niepewności, jeśli są wzięte w tym drugim wyżej opisanym — „uśredniającym" — znaczeniu. Wartość oczekiwana w pewnym stopniu „lokalizuje" niepewną daną, podczas gdy odchylenie standardowe „mierzy" brak informacji, którego następstwem jest niepewność.

Nie zajmujemy się tutaj jednak tymi pojęciami wyłącznie w ich opisowym znaczeniu. Byłoby błędem, gdybyśmy wyolbrzymiali i absolutyzowali kontrasty między zjawiskami tego rodzaju jak te, które badamy, a klasycznymi zjawiskami masowymi o charakterze losowym. Pozostańmy przy poprzednim przykładzie — tym, który dotyczył nowej węgierskiej fabryki jedwabiu polipropylenowego. Założenie tej właśnie fabryki jest w swym całokształcie istotnie pojedynczym, niepowtarzalnym zdarzeniem. Zdarzenie to jest jednak sumą pewnej liczby elementów, zdarzeń cząstkowych, które same nie są już zdarzeniami niepowtarzalnymi, lecz elementami zbioru złożonego z podobnych zdarzeń. Na

[1] W literaturze przedmiotu pogląd ten reprezentowany jest w najbardziej krańcowej formie przez G. L. S. Shackle'a [152]. Jego poglądy były kwestionowane przez wielu autorów, np. przez G. Merka [120], R. S. Wecksteina [175] i innych. My zgadzamy się z tymi ostatnimi i posługujemy się także ich argumentami, mimo że nasze rozumowanie różni się od ich rozumowania w kilku punktach. Szersza dyskusja na ten temat wykraczałaby poza zakres postawionych sobie tutaj zadań, ponieważ wszystko, do czego zmierzamy — to wyjaśnienie naszego własnego pozytywnego punktu widzenia. Przegląd tej dyskusji daje K. J. Arrow w pracy [3].

przykład budowa naszej fabryki jedwabiu polipropylenowego składała się z czynności podobnych do tych, które miały miejsce 1) przy budowie wielu fabryk jedwabiu polipropylenowego, zakładanych za granicą, 2) przy budowie wszystkich innych fabryk zakładanych w węgierskim przemyśle włókien sztucznych, 3) przy budowie fabryk zakładanych w węgierskim przemyśle chemicznym, 4) przy wszystkich w ogóle budowach na Węgrzech itd. Można zauważyć, że zbiór zdarzeń rozszerza się w miarę jak przechodzimy od 1) do 4), a równocześnie podobieństwo między badanym pojedynczym zdarzeniem (budowa nowego zakładu jedwabiu polipropylenowego na Węgrzech) a zdarzeniami z coraz szerszego zbioru zdarzeń, staje się coraz odleglejsze. Eksperci, podając szacunki dotyczące pojedynczego zdarzenia objętego badaniem, będą więc w rzeczywistości korzystać z informacji wynikających z obserwacji wielu podobnych zdarzeń i na nich opierać swe wnioski.

Tak więc przy przewidywaniu właściwości jakiegokolwiek zjawiska gospodarczego zawsze istnieje możliwość wyciągania wniosków z obserwacji całej masy podobnych zjawisk. W warunkach socjalistycznej gospodarki planowej możliwości wykorzystania tego typu pośredniej informacji są szczególnie wielkie. Decyzje są tu podejmowane nie przez izolowanych od siebie przedsiębiorców, lecz – wobec scentralizowanego zarządzania – przez instytucje, którym regularnie i ciągle przedkładane są liczne projekty inwestycyjne. Nie tylko mamy tu na myśli Krajowy Urząd Planowania z jego decydującą rolą w zakresie wszystkich ważniejszych projektów inwestycyjnych. Na niższym szczeblu – kierownicy do spraw inwestycji w ministerstwach gospodarczych oraz w wydziałach inwestycyjnych poszczególnych zarządów przemysłu mają również możność stałego przeglądania wielkiej ilości projektów inwestycyjnych. Trudno więc byłoby uważać decyzje inwestycyjne za pojedyncze, niepowtarzalne zdarzenia, skoro ilość bezpośrednich i pośrednich informacji o każdej inwestycji jest tak duża.

W rezultacie, zjawiska tego typu jak te, które badamy, nie mogą być scharakteryzowane po prostu ani jako „zdarzenia niepowtarzalne", ani jako „zdarzenia masowe", lecz raczej jako coś pośredniego między jednymi a drugimi. Ten fakt sam przez się już uzasadnia posługiwanie się pojęciami rachunku prawdopodobieństwa, takimi jak wartość oczekiwana, wariancja itd., w opisywaniu i charakteryzowaniu zjawisk gospodarczych. Szacunki odnoszące się do określonego zdarzenia gospodarczego będą tym mniej niepewne: 1) im większa jest ilość analogicznych zdarzeń, na obserwacji których oparte są wnioski; 2) bardziej jednoznaczne są te obserwacje, oraz 3) im podobniejsze jest badane zjawisko do tamtych zdarzeń. A zatem, na przykład, szacunki dotyczące kosztów inwestycyjnych nowej fabryki jedwabiu polipropylenowego będą tym mniej niepewne, im 1) większa jest ilość fabryk jedwabiu polipropylenowego o których dane zdołaliśmy zebrać; 2) im mniejsza jest dyspersja tych danych. Jeśli chodzi o punkt 3), to nasze szacunki będą lepiej uzasadnione, jeśli oprzemy się na danych dotyczących fabryk jedwabiu polipropylenowego, niż gdybyśmy oparli się na danych dotyczących fabryk nylonu 6. (Oczywiście, w naszej praktyce wnioski, które mogą być wyciągnięte z informacji bezpośrednich, oraz te, które mogą być wyciągnięte z informacji pośrednich, są zwykle łącznie brane pod uwagę).

Odchylenie standardowe jest wskaźnikiem, który mierzy stopień braku pełnej informacji niezbędnej dla całkiem pewnej estymacji. Im bardziej stała jest empiryczna podstawa estymacji oraz im liczniejsze, jednoznaczniejsze i bardziej bezpośrednie są dostępne informacje, tym mniejsze będzie odchylenie standardowe, charakteryzujące szacowaną daną.

Zilustrujemy tę zależność przykładem. Za przykład posłużą nam cybernetyczne ekspe-

rymenty, w trakcie których elektronowe maszyny liczące „uczą się" rozgrywania pewnych gier. Dopóki maszyna licząca zna jedynie ogólne zasady, dopóty przegrywać będzie wiele partii. Gdy się ją jednak zaprogramuje tak, by „uczyła się", tj. gdy zmagazynuje się w jej pamięci nauki wyciągnięte z poprzednich partii, po to by wykorzystała je ona w analogicznych sytuacjach, wtedy maszyna grać będzie z coraz lepszym powodzeniem. Mamy tu do czynienia z bezpośrednią zależnością (którą można obserwować, mierzyć i należycie scharakteryzować przez odpowiednie wskaźniki) między ilością i jakością „doświadczeń", oraz wnioskami wyciągniętymi z analogicznych przypadków, zmagazynowanych w pamięci maszyny liczącej z jednej strony, a jej powodzeniem w grze — z drugiej strony. Podobna rzecz się ma ze specjalistami dokonującymi szacunków. Ich trafność zależeć będzie od ilości i jakości informacji „zmagazynowanych" w pamięci specjalistów (zarówno informacji odnoszących się bezpośrednio do przedmiotu estymacji, jak również informacji związanych z podobnymi zjawiskami, z których mogą być wyciągnięte jakieś wnioski). Odchylenie standardowe stanowi bardzo przydatną miarę dla wyrażania tej zależności.

Tym więc, co wyraża odchylenie standardowe nie jest stopień czyjegoś subiektywnego poczucia niepewności (takiego, jak na przykład stopień zaskoczenia odczuwany ze względu na nieoczekiwane wystąpienie jakiegoś zjawiska itp.). Odzwierciedla ono obiektywną sytuację (ilość i jakość dostępnych informacji), ale z braku należytego instrumentu pomiarowego opisuje ją jedynie w sposób przybliżony w oparciu o indywidualne lub zespołowe doświadczenia.

Zdajemy sobie dobrze sprawę z zawiłego charakteru poruszonego tu zagadnienia, a mianowicie uzasadnienia dla stosowania metod rachunku prawdopodobieństwa. Problem ten ma nie tylko aspekty matematyczne, ale również epistemologiczne, socjologiczne oraz ekonomiczne. Jest to problem, który wymaga dalszych badań[2].

Możemy tu znów zaobserwować drogę charakterystyczną dla postępu naukowego najpierw pojawiają się praktyczne potrzeby, na skutek czego nauka zaczyna szukać najwłaściwszej metody ich zaspokojenia. Częściowa niepewność przesłanek, na których oparte są decyzje ekonomiczne jest nieuniknionym zjawiskiem w obecnej sytuacji. Niezbędne więc jest szukanie najwłaściwszych choćby tymczasowych metod traktowania niepewnych danych. W obecnym momencie wydaje się, że nie istnieje żadne narzędzie lepiej nadające się do tego celu od metod rachunku prawdopodobieństwa[3].

18.3. NIEPEWNOŚĆ I PRAWDOPODOBIEŃSTWO

Jak w wielu podobnych przypadkach, tak i w przypadku programowania przemysłu włókien sztucznych szacunki ekspertów były podawane w formie przedziałów. Eksperci wychodzili z następujących założeń:

---

[2] Stosowanie metod rachunku prawdopodobieństwa byłoby całkiem niewątpliwe, gdyby teoria prawdopodobieństwa, zajmująca się zjawiskami masowymi, oraz teorie zajmujące się decyzjami w warunkach niepewności mogły się połączyć w jedną matematyczną teorię. Chociaż próby tego rodzaju były już podejmowane, to jednak jak dotąd nie osiągnięto zadowalającego rozwiązania problemu.

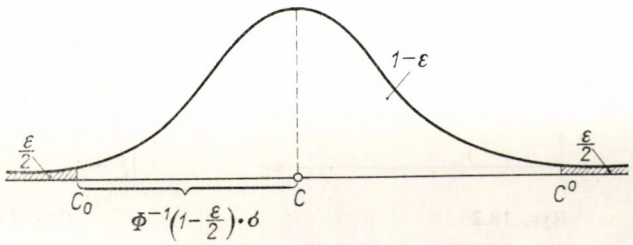
[3] Nie uważamy ponadto — z czego czytelnik powinien jasno zdać sobie sprawę — że stosowanie tych metod stanowi jedyne możliwe rozwiązanie. Inne metody postępowania zostały opisane, na przykład, w rozdziale 17 niniejszej książki.

1) Jakkolwiek osoby opracowujące szacunki nie uważały za niemożliwe, by szacowana wielkość mogła znaleźć się poza oszacowanym przedziałem, to jednak szanse takiego wydarzenia uznawano za niewielkie;

2) Osoby opracowujące szacunki uważają, że pojawienie się wartości przeciętnej lub bliskiej przeciętnej jest bardziej prawdopodobne niż wystąpienie wartości granicznych oszacowanego przedziału lub też jakichś zbliżonych do nich wartości;

3) Osoby opracowujące szacunki były bezstronne i nie zainteresowane w jakimkolwiek zniekształcaniu swych oszacowań. Można więc było przyjąć założenie, że odchylenia od przeciętnej w obu kierunkach są równie prawdopodobne.

Gdybyśmy chcieli niepewne dane tego typu traktować jako zmienne losowe, to — na podstawie trzech powyższych założeń — należałoby wybrać rozkład prawdopodobieństwa, w którym wartość oczekiwana pokrywa się z punktem środkowym oszacowanego przedziału i który symetrycznie opada wokół punktu, a ponadto przypisuje niewielkie prawdopodobieństwo ε przyjęcia przez badaną zmienną wartości spoza oszacowanego przedziału (po-



Rys. 18.1

wiedzmy, $\varepsilon=0{,}02$). Ponieważ wybór postaci rozkładu, w granicach wskazanych wyżej postulatów, nie posiada szczególnego znaczenia, można przyjąć, że rozkład ten jest normalny; wartość oczekiwana C i odchylenie standardowe σ, charakteryzujące odpowiedni rozkład normalny, winny być określone jednoznacznie przez granice C_0 i C^0 oszacowanego przedziału oraz wartość ε

$$C=\frac{C_0+C^0}{2}\ ;\quad \sigma=\frac{C^0-C_0}{2\Phi^{-1}\left(1-\frac{\varepsilon}{2}\right)} \tag{18.1}$$

gdzie Φ^{-1} jest funkcją odwrotną funkcji rozkładu normalnego określonej wzorem,

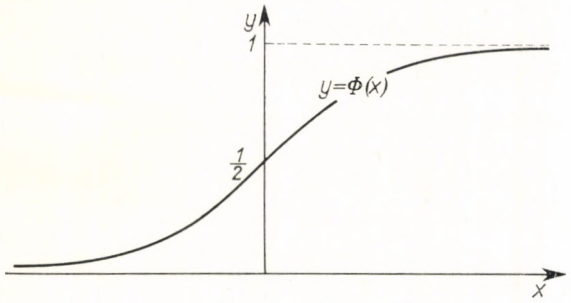
$$\Phi(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{u^2}{2}}\,du \tag{18.2}$$

(zob. wykresy 18.2 — 18.3). W ten sposób za pomocą wzorów (18.1) zinterpretowaliśmy daną oszacowaną za pomocą przedziałów przy założeniach (1 — 3) jako zmienną losową o rozkładzie normalnym.

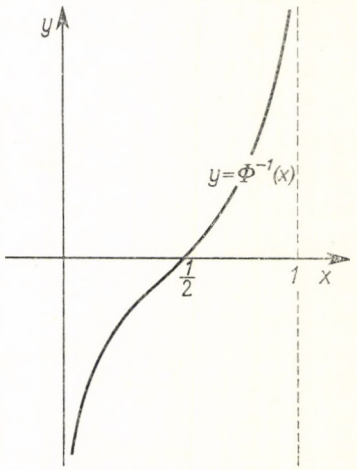
W podobny sposób można interpretować układ złożony z mniej lub bardziej skorelowanych szacunków jako zmienną o wielowymiarowym rozkładzie normalnym. Wymaga to jedynie dodatkowego założenia, że poszczególne grupy danych są niezależne od innych grup, lub że poszczególne dane są albo niezależne jedna od drugiej, albo też ich wzajemna zależność może być opisana przez określony współczynnik korelacji o dodatniej lub ujemnej

wartości. Wiadomo, że założenia te przy znajomości wartości oczekiwanych i odchyleń standardowych pozwalają określić jednoznacznie parametry odpowiedniego wielowymiarowego rozkładu normalnego[4].

Własnościami, dzięki którym rozkład normalny ma dla rozważanych przez nas zagadnień tak istotne znaczenie, jest jego „regularność" oraz fakt, że jest on jednoznacznie określony przez wartość oczekiwaną, odchylenie standardowe i współczynnik korelacji.



Rys. 18.2



Rys. 18.3

W projekcie programu dla przemysłu włókien sztucznych, gdzie metody rachunku prawdopodobieństwa zostały użyte po raz pierwszy, niepewne dane interpretowane były jako zmienne losowe o rozkładzie normalnym. Nie jest to jednak jedyne możliwe ujęcie; w innych przypadkach stosowne może być posługiwanie się innymi rozkładami.

Jednym z wyjściowych założeń usprawiedliwiających stosowanie rozkładu normalnego było założenie, że oszacowania były bezstronne. Sytuacja zmienia się jednak, jeśli nie mamy żadnego powodu, aby przypuszczać, że ci, którzy opracowywali szacunki nie są tendencyjni. W paragrafie 14.3. zajmowaliśmy się szczegółowo tendencyjnymi zniekształceniami w rachunkach efektywności, występującymi w związku z potrzebą uzyskania zezwolenia na podjęcie inwestycji, wskutek czego preliminowane szacunkowo koszty inwestycyjne były często niższe od rzeczywistych. Postępowanie takie miało na celu zapewnienie sobie aprobaty projektu. Pokazano tam, że współczynnik realizacji oszacowań może być łatwo scharakteryzowany przez asymetryczny rozkład logarytmiczno-normalny.

Taka sytuacja różni się zasadniczo od sytuacji opisanej wyżej w punkcie 3): gdyby dane użyte w naszym modelu programowania były wzięte z obliczeń przeprowadzonych w związku z zezwoleniami inwestycyjnymi, wtedy brak obiektywności i zniekształcenia szacunków sugerowałyby nam, że otrzymamy jakiś asymetryczny (np. logarytmiczno-normalny) rozkład wokół wartości oczekiwanej, zamiast symetrycznego rozkładu normalnego. Można by wtedy przyjąć, że wartość oczekiwana odpowiednich zmiennych losowych będzie odchylać się od wstępnych szacunków zawartych w zezwoleniach w takim stosunku, w jakim odchylały się przeciętnie — zgodnie z obserwacjami — wartości rze-

[4] Zob. np. H. Cramer [23] s. 310—317.

czywiste od szacunków. (Wykresy podane w paragrafie 14.3. wykazują na przykład przeciętne odchylenie w górę o 22%).

Należy podkreślić, że traktowanie danych, wziętych z zezwoleń inwestycyjnych, jako zmiennych losowych opierałoby się *na podstawach istotnie odmiennych* od tych, na których opieraliśmy się traktując jako zmienne losowe szacunki bezstronnych ekspertów, podane w formie przedziałów, w sposób opisany we wzorze (18.1). W przeciwieństwie do tej ostatniej sytuacji rozkład prawdopodobieństwa stosowny w sytuacji pierwszej opierałby się na obserwacji statystycznej zjawisk masowych (realizacja wstępnych założeń figurujących w dokumentach zezwalających), a zjawiskiem, które obserwujemy, nie byłby *przedmiot* oszacowań (np. koszty inwestycyjne kilkunastu nowych fabryk jedwabiu polipropylenowego), lecz *podmiot* — solidność ludzi, grup lub instytucji opracowujących szacunki.

Istota tego rozumowania może być zilustrowana następującym porównaniem.

Przeprowadzając serie eksperymentów ustalmy najpierw ciężar różnych przedmiotów na niedokładnej wadze, a następnie kontrolujmy te ciężary na wadze precyzyjnej. W ten sposób możliwe będzie ustalenie rozkładu odchyleń między wynikami niedokładnego i precyzyjnego ważenia. Teraz już nie będziemy akceptować wyników dostarczonych przez niedokładną wagę, lecz potraktujemy je jako zmienną losową — przy założeniu, że faktyczny ciężar odchyla się od wskazanego przez niedokładną wagę w sposób wskazany przez rozkład prawdopodobieństwa wykryty w toku poprzednich ważeń.

W naszym wypadku dane figurujące w zezwoleniach inwestycyjnych to jak gdyby wyniki osiągnięte przy pomocy niedokładnej wagi, a dane uzyskane w toku dalszych badań efektywności to jak gdyby liczby kontrolne uzyskane przy pomocy precyzyjnej wagi.

Jak dotąd żadne obliczenia tego typu nie zostały w naszej praktyce przeprowadzone. Aż do chwili obecnej obliczenia, z których korzystaliśmy w naszych projektach, były zawsze specjalnie przygotowywane dla tego właśnie celu i stosowaliśmy różne metody, aby zapewnić ich bezstronny charakter (zob. paragraf 14.4). Można jednak sobie wyobrazić, że w przyszłości w pewnych obliczeniach zmuszeni będziemy uciekać się do danych zawartych w zezwoleniach inwestycyjnych. W tym przypadku może zdarzyć się, że dane te zostaną potraktowane jako zmienne losowe w sposób, jaki został przedstawiony w opisanym wyżej rozumowaniu.

Powinno być jasne, że chociaż sposoby interpretowania niepewnych danych jako zmienne losowe wprowadzają do rachunku element arbitralności, jest to jednak arbitralność o znaczeniu drugorzędnym, taka jaka np. ma miejsce przy wyborze „wag", którymi posługujemy się przy obliczaniu średniej.

18.4. MODEL „OSTROŻNEGO" PROGRAMOWANIA

Powrócimy teraz do naszego modelu programowania. Dla prostoty będziemy ignorować fakt, że niektóre współczynniki i stałe występujące w układzie ograniczeń, mogą również być niepewne i traktować je będziemy jako pewne [5]. Natomiast niepewne dane występu-

[5] W obecnej praktyce programowania w przemyśle włókien sztucznych oznacza to, że jeśli były między nimi dane oszacowane tylko za pomocą przedziałów, to włączano je do rachunku na poziomie wartości przeciętnej. W odniesieniu do niektórych z tych danych przeprowadzona została analiza wrażliwości programu.

jące w funkcji celu potraktujemy jako zmienne losowe, zgodnie z tym, co zostało powiedziane w paragrafach 18.2. i 18.3.

Problem decyzji przybierze następującą postać:

Spośród rozwiązań x, które spełniają warunki

$$Ax = b \tag{18.3}$$

$$x \geqslant 0$$

należy znaleźć to (jedyne lub jedno z wielu) rozwiązanie, dla którego wartość pewnej losowej funkcji celu

$$\mathscr{C} = \mathscr{C}(x) \tag{18.4}$$

jest minimalne. Wobec faktu, że funkcja celu (18.4) dla wszystkich rozwiązań programu jest zmienną losową (o rozkładzie zależnym od x), *bezpośrednie* rozwiązanie takiego problemu decyzji jest do pomyślenia jedynie wtedy, gdy ustalimy określone prawdopodobieństwo, jakiemu ma odpowiadać wartość $\mathscr{C}(x)$ przy danym x.

Niech $C_P(x)$ oznacza P-ty kwantyl stochastycznej funkcji celu (18.4), tj. wartość zależną od x, przy której prawdopodobieństwo tego, że

$$\mathscr{C}(x) \leqslant C_P(x) \tag{18.5}$$

równa się P.[6]

Na specjalną uwagę zasługuje przypadek, gdy rozkład funkcji $\mathscr{C}(x)$ jest normalny dla wszystkich rozwiązań x. Jeśli $C(x)$ oznacza jego wartość oczekiwaną i $\sigma_P(x)$ jego odchylenie standardowe, to $C_P(x)$ możemy przedstawić w postaci

$$C_P(x) = C(x) + \Theta_P \sigma_c(x)\,, \tag{18.7}$$

gdzie wartość współczynnika Θ_P jest jednakowa dla wszystkich rozwiązań x i zależy jedynie od wyboru wielkości P[7].

Zbadamy obecnie parametryczne programy dla wszystkich wartości, które parametr P może przybierać, tj. dla wartości między 0 i 1; spośród wszystkich rozwiązań dopuszczal-

---

[6] Jeśli $F(\gamma; x)$ oznacza dystrybuantę funkcji $\mathscr{C}(x)$, tj. funkcję określającą prawdopodobieństwo tego, że $\mathscr{C}(x) \leqslant \gamma$ jako funkcję γ, to dla $C_P(x)$ można otrzymać z (18.5) następujący wzór:

$$C_P(x) = F_1^{-1}(P; x) \tag{18.6}$$

F_1^{-1} oznacza tu (uogólnioną) odwrotność funkcji dwóch zmiennych $F(\gamma; x)$ względem pierwszej zmiennej.

$$\Theta_p = \Phi^{-1}(P) \tag{18.8}$$

[7] Por. wzór (18.2) oraz rysunki 18.2 i 18.3.

Dla zilustrowania podajemy poniżej wartości Θ_P, które odpowiadają niektórym wielkościom P.

P%	Θ_P
50	0
70	0,52
80	0,84
90	1,28
95	1.64
99	2,33
99,99	3,71

nych, tj. zgodnych z (18.3) wybieramy (dla każdego P) takie rozwiązanie x^*, dla którego funkcja (18.6) przyjmuje wartość minimalną. Innymi słowy: dla każdej wartości P między 0 i 1 znajdziemy rozwiązanie, dla którego ten koszt, o którym możemy przyjąć z prawdopodobieństwem P, że nie będzie w rzeczywistości przekroczony — jest najmniejszy. Będziemy nazywać wartość P — *poziomem ostrożności*, Θ_P — *współczynnikiem ostrożności*, wartość funkcji celu $C_P(x)$ — *gwarantowaną wartością* (*rozwiązania* x) *przy poziomie ostrożności* P.

Rozwiązywanie zagadnień o postaci:

$$\left.\begin{array}{l} Ax = b \\ x \geqslant 0 \\ C_P(x) \to \min \end{array}\right\} 0 \leqslant P \leqslant 1 \tag{18.9}$$

nazwiemy programowaniem ostrożnym[8].

W przypadku rozkładu normalnego programowanie przy poziomie ostrożności $P=\frac{1}{2}$ redukuje się po prostu do problemu minimalizacji $C(x)$, tj. wartości oczekiwanej losowej funkcji kosztu $\mathscr{C}(x)$; ponieważ na podstawie (18.8)

$$\Theta_{\frac{1}{2}} = 0\,, \qquad C_{\frac{1}{2}}(x) = C(x)\,.^{9}$$

Ze wzrostem P wzrasta w sposób ciągły Θ_P, a stąd rola czynnika $\sigma_c(x)$ — który reprezentuje niepewność danych — staje się coraz bardziej istotna.

18.5. EKONOMICZNA INTERPRETACJA OSTROŻNEGO PROGRAMOWANIA

Dla łatwiejszego zrozumienia rozważanych problemów będziemy w naszych dalszych uwagach zakładać, że te zmienne losowe, którymi się zajmujemy, mają rozkład normalny.

Poziom ostrożności P będziemy uważać za parametr, którego wartość jest określana przez wyższe władze gospodarcze na podstawie ogólnych wytycznych polityki ekonomicznej. Przyjmijmy dla poziomu ostrożności na przykład wartość 0,8; wtedy $C_{0,8}(x)$ będzie takim kosztem całkowitym, dla którego prawdopodobieństwo tego, że nie zostanie on przekroczony przez koszt rzeczywisty $\mathscr{C}(x)$ przy rozwiązaniu x wynosi 80%. Wtedy prawdo-

---

[8] Podobną redukcję stochastycznej funkcji celu, ale dla przypadku stochastycznego układu ograniczeń, znaleźć można również w pracy S. Kataoka [64], która ukazała się w pierwszym numerze pisma „Econometrica" z roku 1963 — właśnie w czasie, gdy niniejsza praca była już w trakcie tłumaczenia, a kilka lat po pierwszym opublikowaniu w języku węgierskim naszego modelu programowania. Jednak w cytowanej pracy problem ten nie jest interpretowany jako problem programowania parametrycznego ze względu na poziom ostrożności i można w niej znaleźć tylko krótką i dosyć ogólnikową wzmiankę, jeśli idzie o ekonomiczną interpretację podanej tam metody.

Terminologia tego rozdziału jest własną terminologią autora. Przy przekładzie trzeba było stworzyć specjalne polskie terminy. Oto angielski odpowiednik polskich terminów: poziom ostrożności = safety tevel, współczynnik ostrożności = safety factor, wartość gwarantowana (przy poziomie ostrożności P) = safety value (with level P), programowanie ostrożne = safety programming. (Przyp. red.).

[9] Zachodzi to dla wszystkich rozkładów, które są symetryczne wokół swej wartości oczekiwanej, ponieważ wtedy mediana i wartość oczekiwana są identyczne.

podobieństwo, że rzeczywisty koszt przekroczy gwarantowaną wartość $C_{0,8}(x)$ równe jest 20%.

Nie jest jednak absolutnie konieczne, by nadać funkcji $C_P(x)$ bezpośrednią interpretację w ramach rachunku prawdopodobieństwa; nawet bez tego funkcja ta wyrażać będzie pewne ekonomiczne zależności.

Proponujemy nazwać strategią stanowisko organów podejmujących decyzje wobec niepewności tkwiącej w decyzjach inwestycyjnych. Poprzez wybór poziomu ostrożności P władza gospodarcza może prowadzić określoną strategię o określonej ostrożności. Wyróżnijmy z tego punktu widzenia cztery typy strategii:

1) Jeśli $P=0{,}5$, to $\Theta_P=0$. W tym przypadku opieramy funkcję celu wyłącznie na wartości oczekiwanej, pomijając całkowicie odchylenie standardowe. Taka strategia wyraża *obojętność* władzy gospodarczej w *stosunku do ryzyka*, które wynika z niepewności obliczeń. Nazwijmy takie podejście strategią obojętności na ryzyko[10].

2) Jeśli $P>0{,}5$, to $\Theta_P>0$. Nazwijmy wyrażenie $\Theta_P\sigma_C(x)$, które jest dodawane do wartości oczekiwanej, gdy Θ_P jest dodatnie — „karą" za unikanie ryzyka. Będziemy uważać ją za specjalny dodatkowy koszt nałożony na rozwiązanie x. Dopłata, „kara" ta będzie tym większa, im większa będzie wartość $\sigma_C(x)$, tj. im więcej niepewności tkwi w rozwiązaniu x, oraz im większa jest wartość Θ_P, tj. im wyższy jest współczynnik ostrożności żądany przez władzę gospodarczą. Kara za unikanie ryzyka wyraża jak gdyby dodatkowy koszt, który władza gospodarcza musi ponieść, ponieważ czuje awersję do ryzyka, które wynika z niepewności obliczeń. Zdaniem władz, niebezpieczeństwo, że rzeczywisty koszt może przekroczyć oczekiwany, nie jest zrównoważone przez szanse, że koszt rzeczywisty może okazać się mniejszy, mimo że prawdopodobieństwo tego ostatniego przypadku równe jest prawdopodobieństwu poprzedniego. Potencjalna strata wynikająca z odchylenia od wartości oczekiwanej w górę jest oceniana wyżej niż potencjalny zysk wynikający z odchylenia od tej wartości w dół. Nazwijmy takie podejście strategią ograniczonej ostrożności.

3) Jeśli P dąży do 100%, to Θ_P szybko rośnie. Rola wartości oczekiwanej przy ustalaniu wartości gwarantowanej stosunkowo maleje, natomiast rola odchylenia standardowego zwiększa się. Z założenia rozkładu normalnego wynika, że P może się równać 100% jedynie wtedy, gdy Θ_P jest „nieskończenie duże"[11]. Oczywiście, w praktyce już żądanie 99,99% dla poziomu ostrożności może być zakwalifikowane, jako strategia maksymalnej ostrożności.

---

[10] Nie korzystamy tu z rozróżnienia niepewności i ryzyka — wprowadzonego przez F. H. Knighta, (zob. [67]). W naszej interpretacji ryzyko jest konsekwencją niepewności.

[11] Z tego punktu widzenia mogłoby być bardziej realistyczne posłużenie się, dla opisu niepewności szacunków, „ściętym" rozkładem normalnym. Dla tego rozkładu jest charakterystyczne istnienie określonej dolnej i górnej granicy, która w żadnym wypadku nie będzie przekroczona przez zmienną losową, przy czym prawdopodobieństwo pojawienia się wartości zmiennej losowej w sąsiedztwie tych granic jest niewielkie i dużo mniejsze niż pojawienie się wartości bliskich wartości oczekiwanej. W rzeczywistości, jakkolwiek nie jest niemożliwe, żeby pewna dana przekroczyła przedział, w którym powinna się znaleźć na podstawie szacunków, to istnieje realistyczna dolna i górna granica, dla której istnieje stuprocentowa pewność, że nie zostanie ona przekroczona. (Np. koszt produkcji nie może być mniejszy od 0).

Jednak używanie nieściętego rozkładu normalnego jest wygodniejsze i chociaż nie jest ono wolne od zarzutów z teoretycznego punktu widzenia, to jednak okazuje się zupełnie wystarczające dla celów praktycznych.

4) Z drugiej strony – jeśli $P<0{,}5$, to $\Theta_p<0$. W tym przypadku od wartości oczekiwanej odejmujemy dodatnie wyrażenie $\Theta_P\ \sigma_C(x)$, które można teraz traktować nie jako „karę" za unikanie ryzyka, lecz jako „premię" za poniesione ryzyko. Taka strategia wyraża pewnego rodzaju *skłonność* (zamiast awersji) do ryzyka, wynikającego z niepewności obliczeń. Tym razem potencjalny zysk płynący z odchylenia od wartości oczekiwanej byłby przez władzę gospodarczą oceniany wyżej niż potencjalna strata. Takie podejście można nazwać strategią hazardową[12].

Ci, co są obznajmieni z teorią podejmowania decyzji mogą ściśle związać strategie o różnym stopniu ostrożności z odpowiednimi znanymi kryteriami podejmowania decyzji. Bez wdawania się w szczegóły tego powiązania wspomnimy jedynie, że[13]

1) Przyjęcie $P=0{,}5$ odpowiada kryterium Laplace'a.

2) Żadne kryterium podejmowania decyzji, analogiczne do przypadku $0{,}5<P<1$, tj. do strategii o ograniczonej ostrożności, nie było dotąd dyskutowane w takim stopniu w literaturze. A jednak jest to właśnie to kryterium, które rekomendowaliśmy władzom gospodarczym w praktycznych rachunkach. (Sprawę tę omawiamy dokładniej w następnym rozdziale książki).

3) Przypadek $P=1$ odpowiada kryterium maximin (użyteczności) Walda. Jeśli zajmujemy się zmiennymi losowymi, które mają rozkład normalny i z tej przyczyny P jedynie zbliża się do jedności, nasze kryterium decyzji będzie także jedynie zbliżać się do kryterium maximin.

4) Przypadek $P=0$ odpowiada temu co nazywane jest kryterium maximax. (Chociaż jest ono zwykle wymieniane w literaturze ze względu na chęć przedstawienia pełnego zbioru możliwych kryteriów, to jednak nie jest ono rekomendowane przez żadnego autora).

Parametryczna rola poziomu ostrożności w ostrożnym programowaniu podobna jest do roli, jaką gra wskaźnik „ostrożności" w kryterium Hurwicza. Różnica między nimi polega głównie na tym, że w naszym przypadku parametr ten został zastosowany w funkcji celu stochastycznego modelu programowania w sposób, który nadaje się zarówno do interpretacji ekonomicznej, jak i do interpretacji probabilistycznej.

Warto tu jeszcze zatrzymać się przez chwilę nad „ostrożnym szeregowaniem", opisanym w rozdziale 17. Analogia jest oczywista. Co tam nazywane było „optymistycznym szeregowaniem" odpowiada logicznie temu, co nazywamy tutaj „strategią hazardu"; „szeregowanie według wartości średniej" – „strategii obojętnej na ryzyko"; „szeregowanie pesymistyczne" – „strategii maksymalnej ostrożności".

Między dwiema metodami opisanymi odpowiednio w rozdziałach 17 i 18 istnieje kilka różnic. Nie ma sensu wymienianie tutaj tych różnic, które wynikają z faktu, że podczas gdy tam zmierzaliśmy do maksymalizacji stopy *zysku*, tu zmierzamy do minimalizacji *kosztów* itd. Podstawową różnicą z punktu widzenia obecnej analizy jest to, że podczas gdy *tam operowaliśmy wyłącznie granicami oszacowanych przedziałów – tutaj traktowaliśmy dane oszacowane za pomocą przedziałów jako zmienne losowe.*

---

[12] Rola „premii" za podejmowanie ryzyka lub „kary" za jego unikanie w przewidywaniach związanych z cenami była dyskutowana przez wielu autorów – zob. np. J. R. Hicks [54] i O. Lange [92]. Oto cytat z Hicksa: „Jeśli mamy uwzględnić niepewność oczekiwań ... nie wolno nam brać najbardziej prawdopodobnej ceny, jako reprezentatywnej oczekiwanej ceny, ale najbardziej prawdopodobną cenę – z uwzględnieniem niepewności przewidywania, tj. z uwzględnieniem ryzyka".

[13] Co się tyczy literatury związanej z teorią podejmowania decyzji zob. rozdział 17.

Nie wolno jednak przeceniać tej różnicy.

Załóżmy na chwilę, że niepewne dane oszacowane za pomocą przedziałów, tak jak to opisano w rozdziale 17, traktujemy jako zmienne losowe o rozkładzie jednostajnym. Prawdopodobieństwo, że wartość rzeczywista wykroczy poza granice tego przedziału, jest równe zeru, z drugiej zaś strony w obrębie przedziału prawdopodobieństwo jest jednakowe dla wszystkich wartości.

Przy tym dodatkowym założeniu metoda opisana w rozdziale 17 staje się zupełnie podobna do metody z rozdziału 18, może więc być również bezpośrednio interpretowana probabilistycznie. Główna różnica polega na odmiennym ważeniu znaczenia wartości oczekiwanej i odchylenia standardowego, reprezentującego niepewność, dla ustalenia wartości gwarantowanej będącej wskaźnikiem stanowiącym podstawę oceny danego rozwiązania.

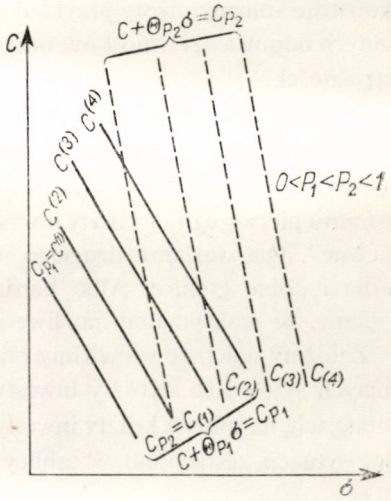
Założenie rozkładu normalnego jest poza tym bardziej realistyczne z punktu widzenia interpretacji probabilistycznej. Nie jest oczywiście prawdą, że prawdopodobieństwo przekroczenia granicy oszacowanego przedziału wynosi 0, ani że wystąpienie wartości średniej jest równie prawdopodobne jak wystąpienie wartości granicznych itd.

19

OSTROŻNOŚĆ I PODEJMOWANIE RYZYKA

19.1. GEOMETRYCZNA ILUSTRACJA STRATEGII O RÓŻNYCH STOPNIACH OSTROŻNOŚCI

Załóżmy, że zajmujemy się programowaniem ostrożnym o takiej funkcji kosztów, w której niepewne dane zostały potraktowane jako zmienne losowe o rozkładzie normalnym. Przy takim ujęciu przyjęty poziom ostrożności P wyrażać będzie pewną strategię władz gospodarczych. Gdy władze gospodarcze zajęły stanowisko, co do określonej wartości P, to tym samym zajęły stanowisko w kwestii — ile „niepewnych" forintów należy uznać za ekwiwalent jednego „pewnego" forinta [1].



Rys. 19.1

Strategie o różnych stopniach ostrożności zilustrować można za pomocą zespołów odpowiednich linii obojętności (zob. wykres 19.1).

Linia odpowiadająca jakiejś określonej „gwarantowanej" wartości $C_P(x)$ na wykresie 19.1 pokazuje, że ta sama gwarantowana wartość może wystąpić przy różnych kombinacjach wartości oczekiwanej i odchylenia standardowego. Większe odchylenie standardowe (tj. większa niepewność) musi być zrównoważone przez mniejszą, oczekiwaną wartość kosztu (lub na odwrót), żeby dwie kombinacje mogły być uznane przez władze gospodarcze za ekwiwalentne.

Pochyłość tych linii określona jest przez współczynnik ostrożności Θ_P. Im większy poziom ostrożności P, tym bardziej strome są te linie i tym większy jest przyrost wartości oczekiwanej, który równoważy mały spadek odchylenia standardowego.

---

[1] Wybór takiej lub innej strategii znajduje swój wyraz nie tylko w wyborze poziomu ostrożności P, lecz — jak to pokazano w paragrafie 18.5 przy porównaniu jednostajnego i normalnego rozkładu — także w wyborze rozkładu prawdopodobieństwa reprezentującego element niepewności. Dla uproszczenia wykładu tę drugą sprawę obecnie pomijamy. Rozkład zmiennych losowych uważany będzie za dany; zakładamy, że jest to rozkład normalny.

Rozumie się samo przez się, że nie jest to jedyna możliwa do pomyślenia forma funkcji określającej zależność wartości gwarantowanej od poziomu ostrożności. Jedna z głównych korzyści, płynących z posługiwania się tego typu funkcją, leży w jej prostocie oraz w jej ekonomicznej interpretacji; sens funkcji tego typu łatwo może być wyjaśniony władzom wykonawczym, na których spoczywa ciężar podejmowania ostatecznych decyzji w sprawach inwestycji.

Jak dotąd pozostawiliśmy otwartą kwestię wyboru poziomu ostrożności P, tj. kwestię strategii, którą należałoby wybrać w warunkach aktualnie istniejących w naszym kraju. Do zagadnienia tego podejść można dwiema różnymi drogami. Jedna – to podejście empiryczne: próbowaliśmy zapoznać się z opiniami samych władz gospodarczych. Wyniki odpowiedniej ankiety przedstawione zostaną w paragrafie 19.2. Drugie podejście opiera się na rozważaniach teoretycznych: zostanie ono omówione w paragrafie 19.3.

19.2. ANKIETOWANIE WŁADZ GOSPODARCZYCH

Aby uzyskać charakterystyczne opinie przeprowadziliśmy serię wywiadów z przedstawicielami władz gospodarczych. Bezpośrednie pytania dotyczące wyboru poziomu ostrożności nie miałyby większego sensu, ponieważ ankietowani nie mogli posiadać żadnej wiedzy o naszej teorii ostrożnego programowania. Wybraliśmy zatem pośredni rodzaj badań. Skonstruowaliśmy prosty przykład zredagowany tak, aby pozwalał na wyciągnięcie z otrzymanych odpowiedzi wniosków dotyczących przyjmowanego przez ankietowanych poziomu ostrożności.

Problem przedstawiony ankietowanym brzmiał następująco:

„Przypuśćmy, że możemy zrealizować dwa warianty inwestycyjne. Koszty produkcji i eksploatacji są dla obu wariantów jednakowe, lecz różne są koszty inwestycyjne. Dla wariantu pierwszego – koszty inwestycyjne są dokładnie znane; można je określić terminem „pewne". Dla wariantu drugiego – koszty inwestycyjne są *niepewne* i znamy tylko ich górne i dolne granice. Albo bardziej dokładnie: znamy średnią wartość tych kosztów i wiemy, że maksymalne możliwe odchylenie od tej wartości wynosi $\pm 20\%$.

Załóżmy dalej, że stanęliśmy przed problemem dokonania wyboru tego typu w pięciu różnych sytuacjach. Koszty inwestycyjne wariantu 1 są identyczne we wszystkich pięciu sytuacjach, natomiast koszty inwestycyjne wariantu 2 są w każdej z tych sytuacji odmienne. Pięć sytuacji zestawiono w tablicy 19.1.

Tablica 19.1

Problem wyboru między pewnymi i niepewnymi wariantami

Sytuacja	Koszty inwestycyjne wariantu 1	Koszty inwestycyjne wariantu 2	
		wartość średnia	granice oszacowanego przedziału kosztów
A	100	98,5	79–118
B	100	94,5	76–113
C	100	90,0	72–108
D	100	86,5	69–104
E	100	83,5	67–100

W sytuacji *E* pierwszeństwo należy bez wątpienia przyznać wariantowi 2, którego koszty w najgorszym razie wyniosą 100 mln forintów (tzn. tyle samo, ile koszty wariantu 1, lecz mogą one być mniejsze). Ale który wariant będzie korzystniejszy w przypadku *A*, *B*, *C* i *D*?

Można zauważyć, że wraz z przechodzeniem od sytuacji *A* do sytuacji *E* wartość średnia kosztu inwestycyjnego wariantu 2 stale się zmniejsza. Pytanie jest następujące: w której sytuacji mniejsza wartość średnia i niższa dolna granica kosztu w wariancie 2 kompensuje niebezpieczeństwo, że nakłady inwestycyjne mogą (ale niekoniecznie muszą) przekroczyć 100 mln forintów, czyli sumę kosztów, które na pewno poniesiemy przy wyborze wariantu 1?"

Pytanie to zostało postawione w sumie dwudziestu osobom — zarówno starszym, jak i młodszym rangą pracownikom na kierowniczych stanowiskach, od szefów wydziałów i przedstawicieli ministerstw oraz Krajowego Urzędu Planowania do dyrektorów i kierowników przedsiębiorstw — wszystkim, którzy stają ciągle przed problemem podejmowania decyzji inwestycyjnych. Zapytywani należeli do różnych resortów (Krajowy Urząd Planowania, Ministerstwo Finansów, Handlu Zagranicznego, Przemysłu Ciężkiego oraz Przemysłu Lekkiego).

Wybór ankietowanych był rozmyślnie przypadkowy. Przez dwa do trzech tygodni zbieraliśmy odpowiedzi od osób, które spotykaliśmy na posiedzeniach komitetu, w stowarzyszeniach naukowych, w trakcie naszych badań itd. Wszystkie odpowiedzi były podawane ustnie. Przedstawiliśmy sytuacje od *A* do *E* i prosiliśmy o opinię.

Tablica 19.2

Wyniki ankiet dotyczących decyzji o niepewnych rezultatach

Sytuacja, w której ankietowany przestawał opowiadać się za wariantem 1	Liczba osób odpowiadających w ten sposób:	
	osób	%
A	0	0
B	9	45
C	9	45
D	0	0
E	2	10

Otrzymane odpowiedzi były dość jednolite. Wyniki ankiety przedstawia tablica 19.2. Wskazaliśmy w niej w tabelarycznej formie, w której sytuacji osoby ankietowane odrzucały wariant 1 na rzecz wariantu 2 lub przynajmniej zaczynały się wahać, uznając tym samym, że oba te warianty są mniej więcej jednakowo korzystne. Jeżeli na przykład badana osoba przestawała opowiadać się za wariantem 1 w sytuacji *B*, to było oczywiste — z uwagi na sposób postawienia problemu — że nie wróci do niego w sytuacjach *C* lub *D*.

Jakie znaczenie posiadają te wyniki z punktu widzenia wyboru poziomu ostrożności? Odpowiedź na to pytanie znajdujemy w tablicy 19.3. Tablica pokazuje w % wysokość poziomów ostrożności odpowiadających odpowiedziom, w których uznano sytuacje *A* lub *B* itd. za takie, w których warianty 1 i 2 są jednakowo korzystne.

Przykład pokaże nam tok rozumowania, na którym wnioski dotyczące poziomu ostrożności zostały oparte.

Tablica 19.3

Wnioski dotyczące poziomu ostrożności

Uznanie wariantów 1 i 2 za jednakowo korzystne w sytuacji:	Odpowiada poziomowi ostrożności w %
A	60
B	80
C	95
D	99

Koszty inwestycyjne wariantu 2 traktowane były jako zmienna losowa o rozkładzie normalnym z względnym odchyleniem standardowym 6,7% (co odpowiadałoby w przybliżeniu – z prawdopodobieństwem rzędu 0,999 – 20-procentowemu stopniowi niepewności)*.

Weźmy dla przykładu sytuację *C*. Gdyby osoba ankietowana odpowiedziała na nasze pytanie, że woli wybrać nie wariant 2, ale wariant 1, znaczyłoby to, że osoba ta ze swej strony dodałaby do wartości średniej kosztu (o wysokości 90 mln forintów) wariantu 2 – „dopłatę za poniesienie ryzyka" wyższą niż 10 mln forintów. Wynika to z faktu, że osoba ta uważała wariant 2 za mniej korzystny od wariantu 1 z jego kosztami w wysokości 100 mln forintów.

Gdyby, z drugiej strony, osoba ankietowana uważała oba warianty 1 i 2 za jednakowo korzystne w sytuacji *C*, oznaczałoby to, że osoba ta ze swej strony dodałaby do kosztu wariantu 2 – „dopłatę za poniesienie ryzyka" w wysokości 10 mln forintów – dopłatę, która uczyniłaby 100-milionowy koszt wariantu 1 równy co do wielkości kosztowi wariantu 2 (90+10 mln forintów).

W przypadku zmiennej losowej o rozkładzie normalnym, o wartości średniej 90 i względnym odchyleniu standardowym 6,7%, wartość gwarantowana (górny kwantyl) przy poziomie ostrożności równym 95% wyniesie w przybliżeniu 100. Właśnie dlatego możemy uważać odpowiedź: „jednakowo korzystne" w sytuacji *C*, za żądanie 95-procentowego poziomu ostrożności.

Analogiczne wnioski odnoszące się do poziomu ostrożności można wyciągnąć z innych otrzymanych odpowiedzi.

Powstaje teraz pytanie: czy ci, z którymi przeprowadzano wywiady, nie pozostawali pod wpływem praktycznych doświadczeń pokazujących, że rzeczywiste koszty inwestycyjne, generalnie biorąc, mają tendencję do przewyższania kosztów szacowanych i jedynie rzadko są od nich mniejsze.

Nie można oczywiście wykluczyć możliwości, że niektóre odpowiedzi znajdowały się pod wpływem tych doświadczeń. W każdym razie silnie podkreślaliśmy w trakcie ustnych wywiadów, że zajmujemy się tu przypadkiem teoretycznym, zakładając całkiem bezstronny charakter szacunków podanych w formie przedziałów oraz jednakowe szanse odchyleń od tych szacunków w obu kierunkach. Wszystkie odpowiedzi podawane były ze świadomością tego założenia.

* Tzn. istnieniu prawdopodobieństwa rzędu 0,001, że rzeczywisty koszt odchyli się od średniego o więcej niż 20%. (Przyp. red.)

Najbardziej interesujące jest, że w przypadku *A* wszyscy ankietowani opowiadali się jednomyślnie za wariantem 1. Oznacza to, że nikt z nich nie zgodziłby się na poziom ostrożności o wysokości 60% lub niższy.

Zauważyć można, że nawet w sytuacji *A* wartość średnia kosztu wariantu 2 jest mniejsza od tej wartości dla wariantu 1. Ci, którzy wyjaśniali swój pogląd, opowiadali się jednak zdecydowanie za wariantem pewnym. Dla nich potencjalna strata w wysokości 18 mln forintów nie jest kompensowana przez potencjalny zysk w wysokości 21 mln forintów. Jeden milion forintów nie był dla tych osób ekwiwalentem 1 mln forintów, a 21 mln forintów znaczyło mniej niż 18 mln, jeśli pierwsze z tych liczb oznaczały potencjalne zyski, a drugie – potencjalne straty. Wskazuje to na pewną *obawę przed podejmowaniem ryzyka, czyli innymi słowy, na preferencję dla pewności w stosunku do niepewności.*

Wyniki badań mogą być interpretowane jako odrzucenie – ze strony ankietowanych – *strategii obojętnej na ryzyko razem z właściwym jej niedocenieniem potrzeby ostrożności.* (Jak już wspominaliśmy, opieranie rachunków na wartości średniej odpowiada poziomowi ostrożności równemu 50%, podczas gdy żaden z ankietowanych nie brał pod uwagę nawet 60-procentowego poziomu ostrożności jako wystarczającego).

Zbadajmy teraz przeciwny kraniec. Były tylko dwie osoby, które zdecydowały się na wybór wariantu 2 jedynie w sytuacji *E*, opowiadając się we wszystkich innych sytuacjach za wariantem 1. Praktycznie biorąc byli oni za strategią maksymalnej ostrożności. Twierdzili w trakcie wywiadu, że ich zdaniem nawet ryzyko w wysokości 1 mln forintów jest nie do przyjęcia tak długo, jak długo istnieją warianty pewne, w których ryzyko takie nie występuje; potencjalna strata 1 mln nie mogła wg ich opinii zostać skompensowana nawet przez potencjalny zysk w wysokości 32 mln. Zdaniem tych osób podjęcie decyzji wymaga 100-procentowej pewności.

Tym niemniej przeważająca większość ankietowanych – 90% całej liczby, nie podzielała tych ultra-ostrożnych poglądów, tj. nie wypowiadała się za strategią maksymalnej ostrożności. 90% ankietowanych odrzuciło wariant 1 już w przypadku *B*, lub najpóźniej w przypadku *C*. Prowadzi to do stwierdzenia, że większość zasadniczo akceptowała strategię ograniczonej ostrożności. Opinie były jednak podzielone, jeśli chodzi o wybór poziomu ostrożności; wahał się on od 80 do 95%.

Nie wolno oczywiście wyciągnąć z tych wywiadów zbyt daleko idących wniosków. Z jednej strony – liczba ankietowanych była dosyć ograniczona. Nie można też z góry przesądzać, że postępowaliby oni w swojej praktyce właśnie tak, jak twierdzili w toku ustnego wywiadu, który mógł ich nawet trochę zaskoczyć swym nowatorstwem. Ale szczególnie godny uwagi jest wysoki stopień jednolitości odpowiedzi, który pozwala wierzyć w ich autentyczność.

19.3. UZASADNIENIE AWERSJI DO RYZYKA

Osobiste opinie ludzi odpowiedzialnych za decyzje inwestycyjne w gospodarce planowej na pewno nie są pozbawione motywacji. Tym niemniej główną kwestią jest – czy istnieją jakieś obiektywne zależności, które określają rozsądną wielkość poziomu ostrożności, czy też jest on wyłącznie sprawą temperamentu, albo też lekkomyślnej lub ostrożnej natury działacza gospodarczego, który tę wielkość ustala.

Moim zdaniem, takie obiektywne zależności faktycznie istnieją, niestety jednak nadają się one (przynajmniej w obecnym stadium badań naukowych) raczej do jakościowego uchwycenia niż do ilościowego oszacowania.

Zacznijmy od następującej sprawy: nasze programowanie przeprowadzane jest na szczeblu makroekonomicznym. W toku programowania kierowaliśmy się wyłącznie minimalizacją wartości oczekiwanej funkcji kosztów, pomijając całkowicie niepewność wyników badanych działalności, tzn. odchylenie standardowe reprezentujące tę niepewność. (Poziom ostrożności wynosi zatem 0,5, $\Theta_P = 0$). W gospodarce narodowej wiele setek, a nawet wiele tysięcy projektów inwestycyjnych realizuje się w okresie o pewnej długości. Jeśli nasze szacunki były w każdym przypadku bezstronne, tj. jeśli można przyjąć dla nich rozkład normalny dokoła wartości oczekiwanej, to dodatnie i ujemne odchylenia od wartości oczekiwanej będą się wzajemnie kompensować, wobec istnienia dużej ilości rozpatrywanych przypadków. Zatem w długim okresie na szczeblu makroekonomicznym wartość oczekiwana pokrywać się będzie ze średnią wartością rzeczywistą.

W gospodarce kapitalistycznej słabą pociechą dla indywidualnego przedsiębiorcy byłaby świadomość, że niepowodzenie jego planu inwestycyjnego zrekompensowane zostanie przez sukces innego przedsiębiorcy. Natomiast w gospodarce socjalistycznej — przy istnieniu społecznej własności środków produkcji — liczy się oczywiście ogólny efekt dla gospodarki narodowej. W tym sensie gospodarka socjalistyczna jest jednocześnie „ubezpieczanym" i „ubezpieczającym", zapewniając niejako eliminację ryzyka.

Z punktu widzenia takiego rozumowania można by utrzymywać, że awersja do ryzyka jest w ogóle nieuzasadniona. Istnieją jednak jeszcze inne czynniki, których w tym rozumowaniu nie wzięliśmy pod uwagę.

Zajmujemy się tutaj gospodarką *planową*, w której wszystkie ważniejsze zależności — takie jak bilanse materiałowe, bilans siły roboczej, finansowy, bilans handlu zagranicznego i inne — są z góry zaplanowane (zob. rozdział 1). Każde odejście od planu prowadzi do załamania tych bilansów. Weźmy na przykład taki przypadek, plan inwestycyjny w przemyśle włókien sztucznych został zakończony później: niż przewidywał harmonogram, oraz zarówno koszty inwestycyjne, jak i eksploatacyjne przekroczyły szacunki. Równocześnie plan inwestycyjny w przemyśle bawełnianym został wykonany przed terminem, a koszty zarówno inwestycyjne, jak i eksploatacyjne okazały się niższe od oszacowanych. Załóżmy, że — uwzględniając w obliczeniach naszą rozrachunkową funkcję kosztów — zdyskontowana suma dodatkowych kosztów w pierwszym przypadku równa jest dokładnie zdyskontowanej sumie oszczędności w drugim przypadku. Czy oznacza to, że odchylenia w rzeczywistości całkowicie się kompensują?

W wyniku przedłużającego się okresu wykonania inwestycji w przemyśle włókien sztucznych zdolność wytwórcza szeregu przedsiębiorstw wyspecjalizowanych w budowie i urządzaniu zakładów chemicznych będzie zaabsorbowana dłużej niż oczekiwano. Powstaną więc opóźnienia w budowie dalszych zakładów chemicznych. Nie będzie też możliwe przesunięcie do przemysłu chemicznego zespołu robotników i specjalistów „zwolnionych" przed terminem z przedsiębiorstw zajmujących się budową i urządzeniem zakładów przemysłu bawełnianego, ponieważ rzecz jasna, nie będą oni w stanie sprostać temu zadaniu. Przesunięcie ich mimo tego do przemysłu chemicznego spowodowałoby trudności oraz dodatkowe koszty.

Jedną z konsekwencji opóźnionego oddania do eksploatacji zakładu produkującego

włókna sztuczne będzie opóźnione wejście nowych produktów na rynki zagraniczne. Doprowadzić to może do utraty niektórych rynków. Możliwa jest również inna konsekwencja: węgierski przemysł tekstylny liczył na syntetyczne włókna, które miały być produkowane w nowej fabryce. A zatem przy niemożności zaopatrzenia się w produkt węgierski konieczny stanie się jego import. To zaś może nas zmusić do zakontraktowania tych włókien na mniej korzystnych warunkach, niż w przypadku gdybyśmy mieli dostateczną ilość czasu na przygotowanie gruntu do rozmów handlowych (Powstrzymywanie się od importu włókien syntetycznych równa się rezygnacji z wykorzystania zdolności wytwórczej przemysłu tekstylnego). Fakt, że fabryka bawełny wchodzi szybciej do eksploatacji, nie skompensuje straty, ponieważ jej produkty mogą być mniej poszukiwane na innych rynkach niż te, które stracono, lub też w ogóle może nie być popytu ze strony zagranicy na te produkty.

Możliwe jest również, że zatrudnienie w pewnym regionie uzależnione jest od uruchomienia tam właśnie zakładu włókien sztucznych, a bezczynna siła robocza nie może być przesunięta do regionu, w którym inny zakład zakończony został przed terminem. Tych kilka przykładów wystarcza, aby pokazać, że jakiekolwiek odchylenie od planu doprowadza w sposób nieunikniony do takich trudności, jak przesuwanie siły roboczej, stosowanie przejściowych środków zaradczych pociągających dodatkowe koszty, bezczynne moce wytwórcze, straty. Im bardziej niepewny jest wariant, tym większe niebezpieczeństwo odchyleń od planu. Odchylenia te z kolei prowadzą do realnych strat gospodarczych, jak to powyżej zilustrowano na przykładach.

Nawet dodatnie odchylenia od planu mogą spowodować pewne przejściowe kłopoty. (Fabryka może zostać skończona przed terminem, ale inne produkcyjne moce konieczne do rozpoczęcia eksploatacji mogą nie być jeszcze gotowe). Tym niemniej jasne jest, że największe kłopoty są rezultatem ujemnych odchyleń od planu.

Na wielkość efektu odchyleń od planu, spowodowanych przez istnienie niepewności, wpływać będą trzy główne czynniki.

A) *Elastyczność metod planowania oraz zdolność do szybkiej adaptacji w nie dających się przewidzieć sytuacjach.*

Sztywność metod planowania używanych na Węgrzech była już wielokrotnie przedmiotem krytyki. I chociaż w ostatnich latach osiągnięto w tej dziedzinie pewien postęp to jednak ciągle jeszcze pozostaje dużo do zrobienia w zakresie uelastycznienia tych metod. Byłoby pożądane, by planowanie gospodarcze i zarządzanie miały w danym okresie ustaloną „przeciętną" zdolność do samoadaptacji, która mogłaby być uwzględniona w rachunku jako pewna realna przesłanka.

B) *Wrażliwość i doniosłość miejsca gospodarki narodowej, w którym występują odchylenia od planu.*

Bilanse i szacunki planu są ze sobą ściśle powiązane. Omawiane zakłócenia wywoływać będą zatem efekty wtórne, które mogą być bardzo różne, jeśli chodzi o stopień ich intensywności. Opóźniona budowa fabryki zabawek spowoduje oczywiście mniej kłopotu niż np. nie oddanie do eksploatacji elektrowni, czego wynikiem będzie brak energii elektrycznej w kilku dziedzinach gospodarki.

C) *Wielkość zapasów i rezerw w gospodarce narodowej.*

Zapasy i rezerwy są zdolne stłumić lub przynajmniej złagodzić wtórne efekty opóźnień i strat oraz *zlokalizować* te zakłócenia. Z uwagi na wielorakość efektów spowodowanych istnieniem niepewności w inwestowaniu, będą potrzebne: rezerwy towarów i materiałów,

walut zagranicznych, składników trwałego majątku produkcyjnego itp. Powszechnie znane są poważne trudności w węgierskim życiu gospodarczym, które spowodowane zostały przez brak oraz nieodpowiednią strukturę zapasów i rezerw [2]. Również pod tym względem można odnotować poprawę w ostatnich latach, ale w kilku działach gospodarki struktura zapasów i rezerw ciągle jest niezadowalająca.

Wszystko, co powiedziano powyżej, pozwala na sformułowanie następujących zasad rozliczeniowych.

Zasada rozliczeniowa 19.1. Awersja do ryzyka jest obiektywnie uzasadniona i pożądany jest poziom ostrożności wyższy niż 0,5.

Zasada rozliczeniowa 19.2. Im większa zdolność do elastycznej adaptacji planów — której można oczekiwać ze strony władz gospodarczych — i im odpowiedniejszy jest stan zapasów i rezerw, tym niższy będzie uzasadniony stopień awersji do ryzyka.

Zasada rozliczeniowa 19.3. Uzasadniony stopień awersji do ryzyka nie będzie jednakowy we wszystkich sektorach gospodarki narodowej; powinien być on wyższy tam, gdzie potencjalna strata wywoła prawdopodobnie poważniejsze efekty wtórne.

Błędem jednak byłoby gdyby, wspomniane wyżej fakty skłonić nas miały do maksymalnej ostrożności. Nawet równoczesne niepowodzenie dużej ilości projektów inwestycyjnych nie musi spowodować poważnych kłopotów, co wynika stąd, że dodatnie lub ujemne odchylenia od wartości oczekiwanej mają tendencję do znoszenia się w pewnym zakresie, o ile władze gospodarcze zdolne są przystosować się wolniej lub szybciej do nieprzewidzianych trudności i przygotowały odpowiednie zapasy i rezerwy. Przewaga centralnego kierowania gospodarką planową na tym m.in. polega, że pozwala ono władzy gospodarczej radykalnie interweniować oraz zapobiegać — przez odpowiednie modyfikacje planów — temu, aby ostro nie wystąpiły spontaniczne wtórne efekty nieprzewidzianych zakłóceń.

Właśnie z tej przyczyny nie należy przeceniać ryzyka tkwiącego w poszczególnych decyzjach inwestycyjnych. To, co potrzebne jest w socjalistycznej gospodarce planowej — to inicjatywa i przedsiębiorczość; byłoby poważnym błędem pozwolić na to, by w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych zapanowała krańcowa ostrożność oraz wzbraniać się przed jakimkolwiek nowatorskim przedsięwzięciem, które z konieczności zawiera pewien element ryzyka. Możemy więc ustalić następną zasadę rozliczeniową:

Zasada rozliczeniowa 19.4. Awersja do ryzyka nie powinna być zbyt wielka, poziom ostrożności powinien kształtować się zdecydowanie poniżej jedności [3].

Zasady rozliczeniowe 19.1 i 19.4 implikują, że należy rekomendować strategię ograniczonej ostrożności oraz definitywne zaniechanie strategii hazardowej, strategii obojętnej na ryzyko oraz strategii maksymalnej ostrożności.

Wszystko to nie prowadzi jeszcze do zajęcia jakiegoś określonego stanowiska w kwestii wyznaczania poziomu ostrożności. W oparciu o przedstawione rozumowanie rozsądna wydaje się następująca wskazówka: poziom ostrożności nie powinien być zbyt bliski ani 1/2 (połowie) ani 1 (jedności). Stosownie do tego ustalić można następującą zasadę rozliczeniową:

---

[2] Omówienie tego zjawiska oraz jego przyczyn zwiera moja praca [71].

[3] Oznacza to rezygnację ze strategii maksymalnej ostrożności oraz kryterium maximin jako kryterium wyboru decyzji. Dodajmy, że pesymistyczny charakter tego kryterium był krytykowany przez kilku autorów — zob. np. K. J. Arrow [3], R. Chernoff [20] oraz L. J. Savage [150].

Zasada rozliczeniowa 19.5. W przypadku programowania ostrożnego poziom ostrożności powinien znajdować się między 0,6 i 0,9; powinien on być niższy dla stosunkowo mniej ważnych działów gospodarki, a wyższy dla działów o decydującym znaczeniu[4].

Jak można zauważyć, nasze rozumowanie doprowadziło nas do podobnych wyników, jakie uzyskaliśmy w trakcie wywiadów z pracownikami na kierowniczych stanowiskach w przemyśle i gospodarce.

---

[4] Przemysł włókien sztucznych należy, na przykład, do mniej ważnych działów; produkcja tego przemysłu przetwarzana jest tylko przez jeden przemysł; rola włókien sztucznych w eksporcie nie ma decydującego znaczenia, a liczba zatrudnionych w tym przemyśle jest stosunkowo niewielka.

20

RACHUNKI STOCHASTYCZNE W PRAKTYCE

20.1. ZAŁOŻENIA DODATKOWE

Rachunki stochastyczne przeprowadzone w ramach badań przemysłu włókien sztucznych oparte były na modelu programowania ostrożnego opisanym w rozdziale 18 [1].

Poza omówionymi już wyżej założeniami przyjęto w trakcie tych rachunków następujące założenia dodatkowe:

1) Wszystkie dane wykorzystane dla określenia funkcji celu i oszacowane przez ekspertów w formie przedziałów traktowane były jako zmienne losowe o rozkładzie normalnym. Prawdopodobieństwo tego, że zmienna nie przekroczy granic oszacowanego przedziału, przyjęto w wysokości 98%. (Oznacza to, że za ε figurujące we wzorze (18.1) przyjęto w naszych badaniach wartość 0,02).

2) Założono istnienie dodatniej lub ujemnej korelacji pomiędzy pewnymi szeregami cen światowych, które były brane pod uwagę w obliczeniach [2].

a) Istnieje bardzo bliski związek między eksportowymi i importowymi cenami poszczególnych produktów. Dlatego za stopień korelacji między współczynnikami funkcji celu charakteryzującymi działalności eksportowe oraz importowe w odniesieniu do tego samego produktu przyjęto -1.*

b) Może istnieć także dodatnia lub ujemna korelacja między współczynnikami funkcji celu odpowiadającymi działalnościom eksportowo-importowym w odniesieniu do różnych produktów.

c) Istnieje korelacja między liniowymi składnikami (złożonymi głównie z kosztów materiałowych) funkcji kosztów niektórych działalności produkcyjnych, będąca następstwem korelacji między cenami materiałów importowanych.

d) Istnieje korelacja między współczynnikami funkcji celu, charakteryzującymi niektóre działalności importowo-eksportowe, a współczynnikami liniowych składników funkcji

[1] Numeryczna strona rachunków stochastycznych związanych z programem dla przemysłu włókien sztucznych opracowana była przez P. Wellischa, który również uczestniczył w ulepszaniu modelu programowania ostrożnego oraz zastosowaniu tego modelu do konkretnego przypadku.

[2] Oszacowane stopnie korelacji zostały podane w paragrafie 5 Dodatku B.

* Należy pamiętać, że funkcja celu wyraża *koszt*, a więc dochody z działalności eksportowych wchodzą do tej funkcji ze znakiem ujemnym. (Przyp. red.).

kosztów niektórych działalności produkcyjnych — a to w następstwie korelacji, która istnieje pomiędzy cenami eksportowymi i importowymi — z jednej strony — a cenami materiałów importowanych używanych w produkcji — z drugiej strony.

3) Zakładamy, że wszystkie zmienne losowe nie wymienione w punkcie 2 nie są ze sobą skorelowane, tj. są wzajemnie niezależne[3].

Dane, które określają wartość funkcji celu programu są częściowo liczbami stałymi, częściowo zaś zmiennymi losowymi o rozkładzie normalnym. Sama wartość funkcji celu, jako liniowa funkcja takich zmiennych jest też zmienną losową o rozkładzie normalnym.

Na podstawie ogólnych założeń podanych w rozdziale 17 — w związku z zastosowaniem metod rachunku prawdopodobieństwa — oraz na podstawie dodatkowych założeń, wymienionych powyżej, można skonstruować funkcję celu dla programowania ostrożnego, która to funkcja zastąpi pierwotną funkcję celu (4.6), sformułowaną w modelu przemysłu włókien sztucznych

$$C_P(x) = C(x) + \Theta_P \sigma_c(x) \tag{20.1}$$

Gwarantowana wartość $C_P(x)$ jest sumą dwóch składników. Jej pierwszy składnik jest *wartością oczekiwaną* $C(x)$. Jest on identyczny z niestochastyczną wklęsłą funkcją kosztów, opisaną we wzorze (4.4).

Drugim składnikiem jest iloczyn, którego jednym z czynników jest *odchylenie standardowe* $\sigma_c(x)$. Można je było ustalić na podstawie wyżej podanego założenia dodatkowego; szczegółowe opisywanie sposobu określenia tego czynnika nie będzie konieczne[4].

Drugim czynnikiem jest *współczynnik ostrożności* Θ_P, który jest parametrem programu.

20.2. ZAWĘŻENIE PROBLEMU

Nie było możliwe znalezienie *rozwiązania* programu ostrożnego jako programu parametrycznego. Jak wykazano w rozdziale 4, nawet w przypadku niestochastycznego wklęsłego programowania musieliśmy zrezygnować z dokładnego i zadowolić się przybliżonym rozwiązaniem problemu. A stochastyczna funkcja celu w postaci (20.1) jest jeszcze bardziej skomplikowanym przedmiotem rachunku niż pierwotna niestochastyczna funkcja (4.6).

Rezygnując więc z dokładnego rozwiązania naszego programu stochastycznego zawęziliśmy problem w sposób następujący:

Ustalono z góry dziesięć dopuszczalnych rozwiązań. Każde z tych rozwiązań — a szukaliśmy optymalnego rozwiązania jedynie wśród tych dziesięciu — charakteryzowało się odmienną wartością poziomu ostrożności P. Prawdą jest, że w ten sposób nie mamy pewności, że znajdziemy rozwiązanie pierwotnie postawionego poblemu z zakresu programowania ostrożnego. Ale ponieważ ustalone z góry dopuszczalne rozwiązania były oparte na określonych przesłankach ekonomicznych i skonstruowane tak, że reprezentowały pewne

[3] W wypadku zmiennych losowych o rozkładzie normalnym niezależność i brak korelacji oznaczają to samo.

[4] Wzory na wartość oczekiwaną i odchylenie standardowe, figurujące w stochastycznej funkcji celu programu dla przemysłu włókien sztucznych, podane są w paragrafie 6 Dodatku B.

charakterystyczne koncepcje w zakresie polityki gospodarczej, przeprowadzone obliczenia pozwalają na wyciągniecie ważnych wniosków.

Porównywano następujące rozwiązania (niektóre z nich były już wymieniane w paragrafie 4.5):

1) Rozwiązanie o najkorzystniejszej wartości oczekiwanej wśród rozwiązań, które zostały znalezione przy użyciu elektronicznej maszyny liczącej.

2), 3), 4), 5) Rozwiązania o „dosyć korzystnej" wartości oczekiwanej. Również i one skonstruowane zostały przy użyciu maszyny liczącej, gdy w trakcie szukania optimum metodą aproksymacji — odkryto niejako „sąsiedztwo" optimum.

6) Plan oficjalny — określony przez metody tradycyjne.

7) Rozwiązania autarkiczne. Krajowe zapotrzebowanie jest w pełni zaspokajane przez krajową produkcję; nie ma wcale eksportu.

8) Autarkia z dopuszczeniem pewnego wolumenu eksportu. Jest to nieco zmodyfikowana wersja rozwiązania 7) dopuszczająca eksport dwóch tylko typów produktów.

9) Czysty import. Jest to przeciwieństwo rozwiązania 6); całe zapotrzebowanie krajowe zaspokajane jest przez import; nie ma wcale produkcji.

10) Rozwiązanie skrajnie eksportowe. Dopuszcza ono jedynie produkcję dwóch produktów, przy czym jednego z nich w wielkich ilościach, przewidując eksport przeważającej części produkcji. Wszystkie inne produkty są importowane. W świetle układu ograniczeń modelu pierwotnego — opisanego w paragrafie 3.3. — rozwiązanie to nie jest dopuszczalne; ograniczenie dla eksportu produktu wytwarzanego w wielkich ilościach zostało tu uchylone. Otrzymane w ten sposób rozwiązanie, chociaż nie może być uznane ze realistyczne, jest godne uwagi jako podstawa dla porównań oraz myślowych eksperymentów.

W przeciwieństwie do rozwiązań od 1) do 5) — otrzymanych przy użyciu maszyn liczących — oraz do rozwiązania 6), które było dane, rozwiązania od 7 do 10 skonstruowane zostały przez nas samych.

20.3. NAJWAŻNIEJSZE WYNIKI OBLICZEŃ

Przede wszystkim określiliśmy wartości oczekiwane oraz odchylenia standardowe odpowiadające wszystkim rozwiązaniom. Następnie przeszliśmy do uszeregowania rozwiązań według wzrastającej wartości oczekiwanej. Wyniki przedstawiono w tablicy 20.1.

Już z tego pierwszego uszeregowania można wyciągnąć pewne wnioski. Wybierając między dwoma rozwiązaniami, stajemy przed dylematem: które z nich wybrać — jeżeli pierwsze jest bardziej korzystne, z punktu widzenia wartości oczekiwanej, a drugie — z punktu widzenia odchylenia standardowego. Wybór nie będzie oczywiście sprawiał trudności, jeśli rozwiązanie pierwsze jest korzystniejsze niż drugie, zarówno jeśli chodzi o wartość oczekiwaną, jak i o odchylenie standardowe. W tym przypadku mówimy, że rozwiązanie pierwsze *dominuje* nad rozwiązaniem drugim (przynajmniej na tyle, na ile to się wiąże z wartością oczekiwaną i odchyleniem standardowym). Wśród dziesięciu rozwiązań znaleźliśmy cztery, nad którymi dominują pewne inne rozwiązania. Warto zauważyć, że znajduje się między nimi rozwiązanie zakładające czysty import; jest ono bowiem najmniej korzystne jeśli chodzi o wartość oczekiwaną, a równocześnie znajduje się na przedostatniej pozycji, jeśli chodzi o odchylenie standardowe.

Tablica 20.1

Kolejność rozwiązań według wartości oczekiwanej

Numer rozwiązania	Charakterystyka	Wartość oczekiwana mln f.	Odchylenie standardowe mln f.	Czy dominuje nad nim jakieś inne rozwiązanie?
10	Skrajnie eksportowe	5940,9	495,8	nie[a]
1	Wartość średnia najkorzystniejsza (pod warunkiem, że eksport surowców nie jest nieograniczony)	6425,2	247,3	nie
2	Wartość średnia — dosyć korzystna	6428,9	251,5	tak
3	Wartość średnia — dosyć korzystna	6449,9	227,3	nie
4	Wartość średnia — dosyć korzystna	6504,3	237,0	tak
5	Wartość średnia — dosyć korzystna	6567,0	238,1	tak
6	Plan oficjalny	7272,1	179,8	nie
8	Autarkia plus pewien eksport	7386,7	91,5	nie
7	Autarkia	7770,4	84,4	nie
9	Czysty import	8438,5	283,4	tak

[a] Aby znaleźć oczekiwaną wartość funkcji celu rozwiązania 10) wzięliśmy koszty 7 zakładów o normalnych rozmiarach, zamiast kosztów jednego olbrzymiego zakładu (por. rozważania związane z pierwotną funkcją kosztów (4.4) modelu przemysłu włókien sztucznych w paragrafie 4.6).

W trakcie dalszej analizy rozwiązanie skrajnie eksportowe zostało również pominięte. Nasz stochastyczny model nie odzwierciedla dostatecznie faktu, że po przekroczeniu pewnej granicy możliwości eksportu stają się coraz bardziej niepewne. Właściwe oszacowanie ceny eksportowej powinno być przeprowadzone w ten sposób, by oszacowany przedział rozszerzał się jako funkcja wolumenu eksportu. Albo alternatywnie — limity eksportu powinny być wstawione do modelu jako zmienne losowe w celu uwzględnienia niepewności w ocenie granic możliwości eksportowych. To jednakże oznaczałoby zasadniczą zmianę w konstrukcji modelu, zmianę której realizacja nie była możliwa w okresie badań.

Następnie biorąc pod uwagę pięć rozwiązań przeprowadziliśmy dalsze kalkulacje. Przede wszystkim obliczyliśmy wartości gwarantowane rozwiązań przy różnych poziomach ostrożności. Wyniki przedstawione są w tablicy 20.2.

Uszeregowanie przedstawione w tablicy 20.2 uzupełnione było innymi kalkulacjami, a mianowicie: parametrycznym programowaniem ostrożnym. Poziom ostrożności został potraktowany jako parametr i dopuszczono, aby przebiegał on przedział od 50 do 100 — -10^{-12}%. Zaznaczyliśmy, które rozwiązania są optymalne przy różnych wartościach P. (To, czym się tu zajmujemy jest oczywiście jedynie relatywną optymalizacją; chcielibyśmy bowiem sprawdzić, które rozwiązania są optymalne, ale nie spośród wszystkich, lecz tylko spośród dziewięciu dopuszczalnych rozwiązań, które tu rozważaliśmy.)[5]

[5] Rozwiązanie 10 — skrajnie eksportowe — było z tej kalkulacji wyłączone.

Tablica 20.2

Wartości gwarantowane pięciu rozwiązań

Numer rozwiązania i jego charakterystyka	1 Najkorzystniejsza wartość oczekiwana	3 Dosyć korzystna wartość oczekiwana	6 Plan oficjalny	8 Autarkia plus pewien eksport	7 Autarkia
Poziom ostrożności: 69,1%					
Współczynnik ostrożności: 0,5					
Wartość gwarantowana mln f	6548,9	6563,6	7362,0	7423,5	7812,6
Kolejność	1	2	3	4	5
Poziom ostrożności: 84,1%					
Współczynnik ostrożności: 1					
Wartość gwarantowana mln f	6672,5	6677,2	7451,9	7478,2	7854,8
Kolejność	1	2	3	4	5
Poziom ostrożności: 97,7%					
Współczynnik ostrożności: 2					
Wartość gwarantowana mln f	6919,8	6904,5	7631,6	7569,7	7939,2
Kolejność	2	1	4	3	5
Poziom ostrożności: $1-10^{-4}$%					
Współczynnik ostrożności: 5					
Wartość gwarantowana mln f	7661,8	7586,4	8170,9	7844,3	8192,4
Kolejność	2	1	4	3	5

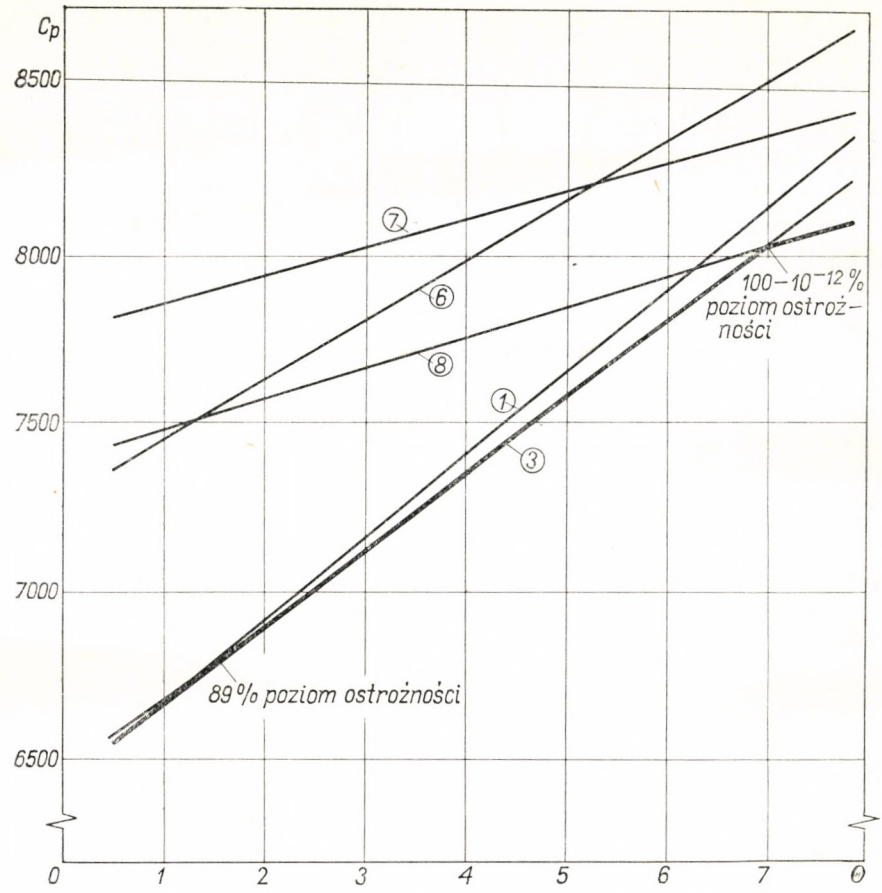
Okazało się, że są jeszcze dwa (poza czterema wskazanymi w tablicy 20.2) takie rozwiązania, nad którymi w przedziale tym dominują pewne inne rozwiązania. Pozostają zatem tylko trzy rozwiązania, które mogą być uznane za optymalne w obrębie takiego lub innego branego pod uwagę przedziału zmienności P.

Wyniki obliczeń opartych na programowaniu parametrycznym przedstawione zostały na wykresie 20.1. Na osi poziomej odłożone są wartości współczynnika ostrożności Θ_P odpowiadającego poziomowi ostrożności P. Proste o różnym nachyleniu reprezentują gwarantowane wartości funkcji celu poszczególnych rozwiązań (tj. P-kwantyle kosztów). Punkty wierzchołkowe dolnej obwiednej linii łamanej (zaznaczonej grubszą linią na wykresie) są *punktami krytycznymi poziomu ostrożności*. Taki punkt krytyczny pojawia się np. przy wartości $\Theta_P = 1{,}23$, która odpowiada poziomowi ostrożności – 89%. Poniżej tego punktu optymalne jest rozwiązanie 1, powyżej – rozwiązanie 3.

Z punktu widzenia praktycznych problemów stojących przed przemysłem włókien sztucznych, uszeregowanie przedstawione w tablicy 20.2 oraz wyniki programowania parametrycznego opisane na wykresie 20.1 pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków.

1) Rozwiązanie 1, to o najkorzystniejszej wartości średniej, obliczonej w oparciu o realistyczne założenia modelowe, stawiające określone granice eksportowi, jest również najkorzystniejsze, jeśli weźmiemy pod uwagę wartość gwarantowaną, pod warunkiem, że poziom ostrożności jest niższy od 89%.

2) Dla poziomu ostrożności w przedziale od 89% do $100-10^{-12}$% najkorzystniejsze jest rozwiązanie 3, które również było oparte na realistycznych założeniach modelowych



Rys. 20.1

dotyczących ograniczeń eksportu i które zostało skonstruowane za pomocą maszyny liczącej. Charakteryzuje się ono wartością średnią nieco wyższą niż rozwiązanie poprzednie. Ta nieco większa wartość średnia rozwiązania 3 – w porównaniu z rozwiązaniem 1 – równoważona jest we wspomnianym wyżej przedziale zmienności poziomu ostrożności przez nieco niższe odchylenie standardowe.

Oba rozwiązania obejmują następujące działalności:

produkcja włókna akrylonitrylowego koopolimeryzowanego oraz eksport;

produkcja terylenu oraz eksport;

produkcja nylonu 6 (technologia B) i eksport;

produkcja włókna polipropylenowego oraz eksport;

produkcja celofanu w nowym zakładzie i eksport;

produkcja glikolu etylenowego;

produkcja polipropylenu.

Pomiędzy tymi dwoma rozwiązaniami istnieją następujące rozbieżności:

Rozwiązanie 1 zaleca – obok wyżej wyszczególnionych działalności również wytwarzanie fenolu oraz eksport polipropylenu.

Rozwiązanie 2 zaleca – obok wyżej wyszczególnionych działalności również wytwa-

rzanie włókna polipropylenowego (a także mniejszą niż w rozwiązaniu 1 produkcję oraz eksport terylenu).

3) Gdyby był wymagany wyższy poziom ostrożności niż $100-12^{12}\%$ (co odpowiadałoby w przybliżeniu zastosowaniu strategii maksymalnej ostrożności), musielibyśmy wybrać rozwiązanie całkowicie autarkiczne, dopuszczające jedynie istnienie minimum handlu zagranicznego. Ale naszym zdaniem nie byłoby właściwe opieranie rozwoju nowego przemysłu o politykę gospodarczą nastawioną na całkowitą eliminację ryzyka. Zgodnie z tym nie zalecamy więc tego rozwiązania.

4) Przy każdym poziomie ostrożności można było znaleźć rozwiązanie korzystniejsze od oficjalnego planu.

20.4. EFEKTY KONCENTRACJI DZIAŁALNOŚCI

W naszym stochastycznym modelu programowania istnieje złożona zależność między koncentracją lub jej przeciwieństwem – dywersyfikacją działalności z jednej strony, a wartością gwarantowaną programu – z drugiej strony. Można tę zależność przedstawić w bardzo ogólnej postaci, tak jak to pokazano w schematycznym przykładzie podanym w Dodatku B [6].

Tutaj ograniczę się do opisania i skomentowania konkretnych doświadczeń uzyskanych w trakcie układania programu dla przemysłu włókien sztucznych.

1) Jednym ze składników gwarantowanej wartości programu jest oczekiwana wartość kosztów (zob. funkcję (4.6)). Oczekiwana wartość kosztów działalności produkcyjnej była reprezentowana przez wklęsłą funkcję kosztów, mającą wyrazić tzw. korzyści towarzyszące produkcji na wielką skalę oraz wzrostowi rozmiarów zakładu. *Dążenie do obniżenia oczekiwanej wartości kosztów będzie zatem sprzyjało koncentracji działalności produkcyjnych* (jak to pokazaliśmy szczegółowo w paragrafie 4.5).

2) Drugim składnikiem wartości gwarantowanej jest odchylenie standardowe (pomnożone przez współczynnik ostrożności). *Dążenie do obniżenia odchylenia standardowego będzie sprzyjało dywersyfikacji działalności.*

W takich przypadkach charakterystyczne jest wystąpienie tendencji do wyrównania ryzyka płynącego z podjęcia różnych działalności[7].

Weźmy przykład z dziedziny wyścigów konnych – ryzyko może być zredukowane przez postawienie zamiast wysokiej stawki na pojedynczego konia wielu niskich stawek na wiele koni (pod warunkiem, że szanse wszystkich koni są od siebie niezależne). Gdybyśmy na przykład zbudowali jedną fabrykę terylenu o zdolności wytwórczej przewyższającej zapotrzebowanie krajowe i gdyby ceny terylenu miały się zmniejszyć bardziej niż oczekiwano, wtedy moglibyśmy ponieść ciężkie straty. Równoczesne założenie fabryki włókna terylenowego oraz fabryki polipropylenu (których zyski są od siebie niezależne) stwarza szanse, że możliwe straty poniesione na produkcji terylenu zostaną wyrównane przez zysk z produkcji polipropylenu lub na odwrót.

---

[6] Zob. paragraf 7 Dodatku B.

[7] Wpływ koncentracji lub dywersyfikacji na ryzyko związane z niepewnymi wynikami decyzji jest omawiany (w związku z zagadnieniem lokaty kapitału) przez H. M. Markovitza [112], s. 102–115.

Zależność ta wyraźnie występuje w tablicy 20.3, gdzie mamy 9 rozwiązań uszeregowanych według rosnącego odchylenia standardowego. (Rozwiązanie 9, które nie zawiera żadnej działalności produkcyjnej, zostało tu pominięte.)

Tablica 20.3

Uszeregowanie rozwiązań według odchylenia standardowego

Numer rozwiązania	Charakterystyka	Liczba wytwarzanych produktów	Odchylenie standardowe (mln f.)
7	Autarkia	13	84,4
8	Autarkia plus pewien eksport	13	91,5
6	Plan oficjalny	10	179,8
3	„Dosyć korzystne"	9	227,3
4	„Dosyć korzystne"	6	237,0
5	„Dosyć korzystne"	7	238,1
1	Najkorzystniejsze	8	247,3
2	„Dosyć korzystne"	8	251,5
10	Skrajnie eksportowe	2	495,8

Ryzyko związane z programem[8] nie zależy wyłącznie od stopnia koncentracji. Wpływa na nie również ryzyko związane z poszczególnymi działalnościami objętymi programem oraz stopień istniejącej między nimi korelacji. W każdym razie tablica 20.3 pokazuje niekorzystny wpływ koncentracji produkcji na ryzyko.

3) Korelacja pomiędzy kosztami różnych działalności również wywiera wpływy na ryzyko oraz koncentrację.

Rozpatrzmy na przykład produkcję oraz obrót zagraniczny dwoma rodzajami włókna syntetycznego *M* i *N*. Istnieje dodatnia korelacja pomiędzy cenami światowymi tych dwóch produktów. Zgodnie z tym między dochodem z eksportu włókna typu *M* a kosztem importu włókna typu *N* korelacja jest negatywna. W takich okolicznościach może opłacać się produkcja pierwszego, a import drugiego — a to z następujących powodów: gdyby światowe ceny pierwszego wzrosły, to również wzrosłyby zyski z eksportu. Mogłoby to zrównoważyć wzrost kosztów, który prawdopodobnie wystąpi wskutek importu tego typu włókna, które nie będzie produkowane w kraju. Weźmy przypadek odwrotny: strata powstała jako rezultat spadku ceny produkowanego w kraju i eksportowanego włókna może być całkowicie lub częściowo skompensowana przez okoliczność, że prawdopodobny jest również spadek ceny włókna importowanego, co wywoła oszczędność w imporcie.

Przykład ten demonstruje efekt zmniejszającego się ryzyka, właściwy ujemnej korelacji. Następny przykład ma pokazać wpływ wzrastającego ryzyka, właściwy dodatniej korelacji.

Wskazywaliśmy wyżej w punkcie 2), że przy jednoczesnym prowadzeniu dwóch nieskorelowanych i niezależnych działalności produkcyjnych (np. założenie fabryki włókna terylenowego oraz fabryki polipropylenu) potencjalne straty i zyski mogą się równoważyć. Oczywiste jest, że żadnego takiego wyrównania nie można oczekiwać w przypadku, gdybyśmy zbudowali dwa zakłady produkujące nylon 6, gdyż ceny światowe produktów obu tych zakładów rosną i spadają równocześnie.

[8] Wyrażające się wielkością odchylenia standardowego (Przyp. red.).

Z punktu widzenia polityki gospodarczej można stąd wyciągnąć wniosek, że powinniśmy dołożyć starań, aby włączać do zakresu programowania takie dziedziny działalności, między którymi istnieje możliwie najniższy stopień dodatniej (lub możliwie wyższy — ujemnej) korelacji.

Metodologiczna nauka, która stąd płynie, jest taka, że korelacja między kosztami i przychodami z działalności powinna być starannie studiowana oraz brana pod uwagę w ekonomicznych rachunkach.

Stochastyczna funkcja celu, takiego rodzaju, jak ta którą posłużyliśmy się przy układaniu programu dla przemysłu włókien sztucznych, posiadała tę zaletę, że nadawała się do jednoczesnego odzwierciedlenia trzech opisanych wyżej zależności, to jest — zmniejszania się kosztów w wyniku koncentracji, zmniejszania się ryzyka w wyniku dywersyfikacji oraz wpływu, jaki na ryzyko wywiera stopień korelacji.

20.5. UWAGI METODOLOGICZNE

Dodajmy wreszcie do tego zarysu rachunku stochastycznego komentarz o charakterze metodologicznym. Należy dobrze uważać, aby stosować jednakowe standardy i postępować obiektywnie przy szacowaniu stopnia niepewności różnych danych. *Proporcje* między przyjętymi stopniami niepewności różnych danych powinny prawidłowo odzwierciedlać obiektywnie istniejące względne różnice w niepewności.

Nasze podstawowe założenie — że istnieje 98-procentowe prawdopodobieństwo tego, że rzeczywiste wielkości, z którymi będziemy mieli do czynienia w przyszłości pozostaną w granicach oszacowanego przedziału, jest wyraźnie niesprawdzalne. Równie dobrze można by założyć, że wynosi ono 90%. Jak dalece mogłoby to wpłynąć na końcowe wyniki kalkulacji? Aby to wyjaśnić powróćmy do wykresu przedstawiającego gwarantowane wartości funkcji celu jako funkcje współczynnika ostrożności. Wspomniana modyfikacja naszego podstawowego założenia sprawiłaby, że przedstawione tam proste stałyby się bardziej strome[9].

---

[9] Przypuśćmy, że odchylenie standardowe danej oszacowanej za pomocą przedziału wynosi σ, gdy prawdopodobieństwo, że rzeczywista wartość tej danej znajdzie się w granicach tego przedziału, jest równe 98% — a wynosi σ', gdy prawdopodobieństwo to jest równe 90%.

Z wzoru (18.1) wynika, że

$$\sigma' = v\sigma,$$

gdzie:

$$v = \frac{\Phi^{-1}(0{,}99)}{\Phi^{-1}(0{,}95)} = \frac{2{,}326}{1{,}645} = 1{,}41.$$

Przejście do prawdopodobieństwa równego 90% miało więc taki sam efekt, jak ten, gdybyśmy pomnożyli odchylenie standardowe wszystkich danych przez taki sam stały czynnik. Ale odchylenie standardowe wartości funkcji celu jest jednorodną funkcją pierwszego stopnia odchyleń standardowych współczynników tej funkcji (por. Dodatek B, wzór 4). W rezultacie między odchyleniami standardowymi wartości funkcji celu charakteryzującymi jakiekolwiek rozwiązanie zachodzić będzie ten sam stosunek $\sigma'_c = v\sigma_c$. Zgodnie z wzorem (18.7) nową wartością odpowiedniego kwantyla funkcji celu będzie: $C_P(x) = C(x) + \Theta_P\sigma'_c(x) = C(x) + \Theta_P v\sigma_c(x)$.

Zgodnie z tym punkty przecięcia przesunęłyby się i krytyczne wartości poziomów ostrożności uległyby zmniejszeniu. Np. krytyczna wartość poziomu ostrożności dla rozwiązań 1 i 3 przesunęłaby się z 89% do 81%. Nie uległby natomiast zmianie układ punktów przecięcia linii reprezentujących gwarantowane wartości rozwiązań; te same rozwiązania byłyby bardziej korzystne przy niższym poziomie ostrożności oraz te same — przy wyższym poziomie. Nie zmieniłaby się także — przy danym poziomie ostrożności — „hierarchia" gwarantowanych wartości rozwiązań. Nie uległaby więc również zmianie relacja między dominującymi oraz dominowanymi rozwiązaniami. Krótko mówiąc, porównanie problemów doprowadziłoby do takich samych rezultatów w tym zakresie, w jakim mogłyby one wpłynąć na politykę gospodarczą. Modyfikacji uległaby jedynie probabilistyczna interpretacja wyników i *liczbowe* konkluzje w odniesieniu do poziomu ostrożności, co ostatecznie nie ma większego znaczenia.

21

TRZECIE PORÓWNANIE Z METODAMI TRADYCYJNYMI

Oficjalne instrukcje dotyczące obliczania efektywności inwestycji nie zawierają żadnych postanowień na wypadek, gdy niektóre dane, którymi się posługujemy, okażą się niepewne i gdy nie ma praktycznych możliwości sprawdzenia z większą dokładnością ich wartości. Mimo tego, że takich instrukcji brak, ustaliła się jednak pewna praktyka postępowania i tę praktykę w skrócie przedstawimy.

W związku z tym musimy odróżnić same rachunki efektywności – tak, jak one wyglądają na papierze, od problemów, które są przedmiotem przemyśleń i dyskusji między ludźmi podejmującymi decyzję.

W przedstawionym na piśmie rachunku efektywności nie ma nic, co by wskazywało na niepewność jakichkolwiek przesłanek; przeciwnie, robią one wrażenie, jak gdyby zawierały jedynie idealnie dokładne liczby. W normalnych obliczeniach znajdujemy na przykład informację że cena światowa pewnego produktu wynosi 297 dolarów za tonę – nawet, jeśli cena ta oscylowała w tym czasie między 280 a 310 dolarami; nie mówiąc już o tym, że przeciętna cena może w przyszłości przesunąć się w górę lub w dół[1].

W paragrafach 14.3 i 14.4 wiarygodność danych zawartych w zezwoleniach inwestycyjnych, czyli w podstawowych dokumentach dla podjęcia decyzji, była szeroko dyskutowana. Pokazano tam, że w dość długim okresie występowała tendencja do jednostronnych wypaczeń.

Jaki jest rzeczywisty pogląd tych, którzy podejmują decyzje, na sprawę niepewności danych, na których opierają się rachunki?

Przede wszystkim niepewność danych w obliczeniach związanych z inwestycjami nie jest odkryciem ekonomistów-teoretyków. Jest ona faktem dobrze znanym wysokim urzędnikom podejmującym decyzje w różnych dziedzinach życia gospodarczego. Jest to w rzeczywistości jedna z przyczyn ich nieufności do rachunku efektywności inwestycji. Nieufność ta wzrasta w wyniku częstego występowania tendencji do zniekształceń. (Urzędnik

[1] Pewien urzędnik, zajmujący się planami inwestycyjnymi w jednym z ministerstw przemysłowych, powiedział mi, że kiedy napotyka w obliczeniu dane dostarczone w formie przedziału, zwraca je z powrotem w celu ich zrewidowania i żąda dalszych badań w tej sprawie, żeby „niedokładne" szacunki mogły być zastąpione przez dokładne liczby. W rezultacie ci, którzy przeprowadzają szacunki starają się ukryć elementy niepewności zawarte w rachunku.

odpowiedzialny za wszystkie plany inwestycyjne jednego z ministerstw przemysłu oświadczył, że gdy przedkładają mu kalkulację, to dolicza zawsze do preliminowanych kosztów 20% jeszcze przed rozpoczęciem badania efektywności inwestycji).

Osoby podejmujące decyzje często twierdzą, że rachunek i życie, to dwie różne rzeczy, że obliczeń nie należy fetyszyzować itd.

Ludzie praktyki starają się uchwycić ryzyko zawarte w inwestycjach, ponieważ są w pełni świadomi faktu, że wielkość tego ryzyka nie jest obojętna z punktu widzenia gospodarki narodowej. Tym niemniej są oni zdolni zrobić to jedynie opierając się na rozważaniach jakościowych, a nawet można powiedzieć — na własnym wyczuciu, a to z powodu braku odpowiednich metod ilościowych.

To, że aż do tej pory tradycyjny rachunek efektywności unikał i lekceważył problem niepewności danych, przyczyniło się do złej opinii tego rodzaju rachunków (a właściwie — wszystkich rodzajów rachunku ekonomicznego). Ten właśnie fakt zachęca niektórych urzędników podejmujących decyzje do lekceważenia zaleceń rachunku efektywności nawet w przypadku, gdy są one realistyczne i dostarczają dobrego rozeznania.

Wszystko to nie jest wcale dziwne. Podejmowanie decyzji w warunkach niepewności jest jednym z najtrudniejszych problemów teorii ekonomii i to takim, który nie został do dzisiaj wystarczająco rozwiązany. Ani procedura opisana w rozdziałach od 14 do 20, ani jakakolwiek podobna metoda nie mogą całkowicie rozwiązać tego problemu. Metody te na pewno nie zdziałają cudów. Musimy więc zgodzić się z tym, że właściwie niczego nie można przewidywać z pewnością, gdy podstawowe dane są niepewne. Żadna matematyka nie zmieni w sposób magiczny niepewności w pewność. Matematyka nie zwolni nas też od spełnienia najważniejszego zadania, jakim jest zmniejszanie ryzyka i niepewności przez lepsze kształtowanie przyszłych procesów gospodarczych. Niemniej jednak zastosowanie naszych metod może okazać się pożyteczne, a to z następujących punktów widzenia:

1) Stwarzają one możliwości dokonania rozsądnego *wyboru*. Znajdziemy bowiem takie rodzaje działalności, które nie wystąpią w rozwiązaniu optymalnym przy jakichkolwiek wartościach niepewnych parametrów i przy dowolnych realistycznych założeniach wstępnych. Ta negatywna informacja dostarcza więc ważnej podstawy do podjęcia decyzji; warto zatem wykryć tego rodzaju działalności.

2) Metody te pozwolą nam wybrać ze zbioru *możliwych działalności* takie, *które mogą być określone terminem „dostatecznie korzystne" lub możliwe do przyjęcia*. Za pomocą programowania parametrycznego i analizy wrażliwości ujawnimy pewną ilość działalności, które znajdują się w różnych rozwiązaniach optymalnych i zajmują pierwsze miejsce przy uszeregowaniach według różnych punktów widzenia. Będzie to ważkim argumentem za tym, aby im właśnie przyznać pierwszeństwo.

3) Podjęcie decyzji będzie ułatwione przez fakt, że nie jest konieczne zajmowanie z góry określonego stanowiska, co do wielkości pewnych krytycznych parametrów (np. w przypadku programowania ostrożnego — co do poziomu ostrożności). Istotną korzyścią programowania parametrycznego jest to, że pokazuje ono, iż dla dosyć szerokich przedziałów zmiennego parametru otrzymujemy takie same (ilościowo lub przynajmniej jakościowo) rozwiązanie.

4) Proponowane metody *przyczynią się do bardziej obiektywnego traktowania szacunków niepewnych danych*. W toku tradycyjnych obliczeń szacowane dane są często przed-

miotem wielu manipulacji; obliczenia raz opierają się na bardziej korzystnych ocenach, a raz na mniej korzystnych – zależnie od tego, czego zamierza się dowieść. Metody opisane powyżej traktują szacunkowe dane według jednolitej zasady w obrębie poszczególnych rachunków. Na przykład wszystkie dane oceniane pesymistycznie lub wszystkie są wzięte wg ich wartości średniej itp.

5) Dzięki stosowaniu proponowanych metod *konkretny problem decyzji zostaje zredukowany do bardziej ogólnego problemu.* Weźmy na przykład stochastyczny model dla przemysłu włókien sztucznych. Tutaj konkretny problem polega na zdecydowaniu, które z 50 modelowych działalności należy realizować. Bardziej ogólny problem decyzji jest następujący: jak wielkie jest ryzyko, które można dopuścić? Dla władzy gospodarczej analiza wrażliwości przeprowadzona w trakcie programowania przenosi problem wyboru na wyższy szczebel.

CZĘŚĆ IV

Zależność między programowaniem makroekonomicznym a sektorowym

W części I zajmowaliśmy się programowaniem pojedynczych sektorów (gałęzi) przemysłu. Jedyną więzią, jaka łączyła ogólnonarodowy plan gospodarczy z modelami planowania sektorowego, były obowiazujące dyrektywy planu, zadania produkcyjne nałożone na gałęzie przemysłu oraz przydziały środków.

W części II i III posunęliśmy się o krok dalej. Dyskutowaliśmy tam problem — jak określić funkcję celu modelu sektorowego, aby był on przydatny dla zbliżenia długofalowego programu danego sektora do makroekonomicznego optimum. Sektorowe funkcje celu powinny prowadzić nas ku takim decyzjom sektorowym, które tworzyłyby harmonijną całość z pożądanymi, racjonalnymi proporcjami i z ogólną równowagą gospodarki narodowej. (Powinno się na przykład stosować w obliczeniach taką rozrachunkową stopę procentową i stawki płac, które prowadziłyby do korzystnej z makroekonomicznego punktu widzenia kombinacji majątku produkcyjnego oraz siły roboczej; funkcja ta powinna operować poziomem ostrożności, który zapewniałby osiągnięcie planowanych proporcji itd.) Zgodnie z tym dążyliśmy do określenia funkcji celu w taki sposób, aby kierowała ona decyzjami sektorowymi zgodnie z interesami gospodarki narodowej jako całości.

W części IV pójdziemy jeszcze krok dalej i przystąpimy do badania organicznej zależności między planowaniem sektorowym i makroekonomicznym.

Zależność tę zbadamy zaczynając od niższego szczebla. Pokażemy jak programowanie sektorowe może dostarczyć oparcia dla decyzji wyższych władz gospodarczych, jak może ono ujawnić ewentualną sprzeczność i brak równowagi w planie makroekonomicznym i jak może przyczynić się do udoskonalenia zadań stawianych w tym ostatnim planie.

Następnie spojrzymy na tę zależność z punktu widzenia wyższego szczebla — opisując model dwupoziomowego (dwuszczeblowego) planowania, który wiąże matematyczne modele centralnych i sektorowych planów długofalowych w jeden wszechstronny system.

Jak dotąd traktowaliśmy dane wzięte z narodowego planu gospodarczego (takie, jak

zadania produkcyjne, przydziały środków itd.) jako niezmienne dyrektywy planu. W rachunkach, które obecnie przedstawimy niektóre dane wzięte z narodowego planu gospodarczego będziemy traktować jako zmienne. Takie dane wzięte z planu centralnego i traktowane nie jako stałe, lecz jako zmienne, proponuję nazwać — w przeciwieństwie do obowiązujących dyrektyw planu — wskaźnikami planu[1].

[1] Chodzi tu o wskaźniki nazywane u nas „niedyrektywne" w przeciwieństwie do wskaźników „dyrektywnych" (przyp. tłum.).

22

WSKAŹNIKI PLANU CENTRALNEGO JAKO PARAMETRY

22.1. KILKA PRAKTYCZNYCH PRZYKŁADÓW Z ZAKRESU PROGRAMÓW SEKTOROWYCH

W modelach sektorowych zadania produkcyjne badanych gałęzi przemysłu były wzięte — jako planowe dyrektywy — z planu makroekonomicznego, opracowanego metodą tradycyjną. W jednym z tych modeli (w modelu przemysłu bawełnianego) określają one globalną produkcję przemysłu wraz z eksportem (zob. wzory (2.1.) – (2.3), w drugim (w modelu przemysłu włókien sztucznych) – jedynie produkcję przeznaczoną na rynek wewnętrzny (zob. wzory (3.1) – (3.15)).

Tym niemniej nikt nigdy nie twierdził – nawet w czasie, gdy przeprowadzano obliczenia – że wielkość tych zadań planowych była jedyną możliwą do przyjęcia oraz optymalną. Przeciwnie, w czasie obliczeń kwestia, czy zadania wyznaczone tym dwom gałęziom przemysłu – jak również i innym gałęziom – na tak długie okresy, jakie rozważano (okresy pięcio i piętnastoletnie) powinny być podniesione czy nie, była ciągle przedmiotem dyskusji z przedstawicielami wyższych władz gospodarczych. Najważniejszą rzeczą było zatem zbadanie zmian, jakim ulegałoby rozwiązanie optymalne jako funkcja zadań produkcyjnych. W trakcie naszych badań gałęziowych została przeprowadzona duża ilość obliczeń tego typu.

W przemyśle bawełnianym głównym przedmiotem sporu były zadania produkcyjne dotyczące tkanin wąskich. Oznaczone one były w modelu przemysłu bawełnianego przez v_1. W związku z tym zajęliśmy się następującym problemem z zakresu programowania parametrycznego: określić optymalne rozwiązanie jako funkcję v_1: $x^*=x^*(v_1)$. Tego rodzaju problem należy do tzw. dualnego programowania parametrycznego. Wektor wyrazów wolnych występujących w warunkach ograniczających zależy od parametru[1].

W trakcie obliczeń założono, że ani całkowity fundusz inwestycyjny, ani przydział dewiz krajów kapitalistycznych nie są ustalone; ograniczona jest jedynie wielkość budownictwa. Nie było też konieczne szukanie rozwiązania optymalnego dla wszystkich możliwych wartości v_1. Założono dalej, że zadanie produkcyjne nie może być niższe w przypadku produkcji bez jakichkolwiek dalszych inwestycji w zakresie parku maszynowego aktualnie

[1] Zagadnienie to w odniesieniu do programowania liniowego omawia np. S. Gass w pracy [42].

istniejącego w programowanej gałęzi. Wynosi ono z grubsza 498 mld wątków. Wielkość tę przyjęto jako dolną granicę parametru v_1.

W wyniku programowania parametrycznego otrzymaliśmy w końcu sześć przedziałów jakościowej identyczności*, a z nimi sześć struktur rozwiązania optymalnego. Oznaczmy wektory charakteryzujące strukturę rozwiązań (wektory złożone ze wskaźników zmiennych, które przyjmują wartość dodatnią w rozwiązaniu optymalnym) przez $j^{(1)},\ldots,j^{(6)}$. Wyniki zebrano w tablicy 22.1.

Tablica 22.1

Rozwiązanie programu parametrycznego jako funkcja zadania produkcyjnego (Struktury rozwiązań optymalnych)

Symbol struktury rozwiązania	$j^{(1)}$	$j^{(2)}$	$j^{(3)}$	$j^{(4)}$	$j^{(5)}$	$j^{(6)}$
Granice zadania produkcyjnego (charakterystyczne wartości parametru w mld wątków)	498—660	660—848	848—875	875—888	888—894	894
Przeznaczenie mniej przydatnych starych krosien	zdemontowanie	zdemontowanie	zdemontowanie	zdemontowanie	zdemontowanie	zdemontowanie
Przeznaczenie bardziej przydatnych krosien	przyspieszenie	przyspieszenie	przyspieszenie	przyspieszenie	przyspieszenie	przyspieszenie
Typ krosna, które zastąpi mniej przydatne stare krosna	automatyczne z wymiennymi członkami	automatyczne z wymiennymi członkami	automatyczne, częściowo z wymiennymi członkami, częściowo bezczółenkowe	automatyczne bezczółenkowe	automatyczne bezczółenkowe	automatyczne bezczółenkowe
Typ krosna, które zastąpi bardziej przydatne stare krosna	—	—	—	—	—	automatyczne bezczółenkowe
Czy będą miały miejsce jakieś prace budowlane?	nie	tak	tak	tak	tak	tak
Typ krosna, które ma być zainstalowane w nowym budynku	—	automatyczne z wymiennymi członkami	automatyczne z wymiennymi członkami	automatyczne, częściowo z wymiennymi członkami częściowo bezczółenkowe	automatyczne, bezczółenkowe	automatyczne, bezczółenkowe

Tablica ta charakteryzuje jakościowe wyniki programowania parametrycznego. Zostały również obliczone rezultaty ilościowe. Jeden z ilościowych rezultatów może być odczytany z tablicy. Podano w niej pięć krytycznych wartości zadania produkcyjnego: 660, 848, 875, 888, 894 mld wątków. W obrębie każdego przedziału jakościowej identyczności

* Por. definicję ze s. 220.

określona jest dokładnie ilościowa struktura rozwiązania optymalnego. *Ale rozwiązanie optymalne nie jest obecnie układem stałych wartości, lecz funkcją zadania produkcyjnego.*

W obrębie poszczególnych przedziałów rozwiązanie optymalne składa się z części stałej, która jest niezależna od parametru oraz drugiej części, która jest od niego zależna liniowo. Zgodnie z tym rozwiązanie optymalne – w ogólnej formie – będzie miało następującą postać[2]:

$$x^* = \begin{cases} x^{(1)} + (\lambda - \lambda_0)\, x_2^{(1)}, & \text{gdy} \quad \lambda_0 \leqslant \lambda \leqslant \lambda^{(1)} \\ x_1^{(2)} + (\lambda - \lambda^{(1)})\, x_2^{(2)}, & \text{gdy} \quad \lambda^{(1)} \leqslant \lambda \leqslant \lambda^{(2)} \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ x_1^{(s+1)} + (\lambda - \lambda^{(s)})\, x_2^{(s+1)}, & \text{gdy} \quad \lambda^{(s)} \leqslant \lambda \end{cases} \tag{22.1}$$

gdzie:

λ – parametr,

λ_0 – ustalona dolna granica parametru,

$\lambda^{(1)}, \lambda^{(2)}, \dots, \lambda^{(s)}$ – wartości krytyczne parametru,

$x_1^{(1)}, x_1^{(2)}, \dots, x_1^{(s+1)}$ – ta część rozwiązania optymalnego, która nie jest zależna od parametru w 1-szym, 2-gim,..., $(s+1)$-szym przedziale jakościowej identyczności,

$x_2^{(1)}, x_2^{(2)}, \dots, x_2^{(s+1)}$ – ta część rozwiązania optymalnego, która jest zależna od parametru w 1-szym, 2-gim,..., $(s+1)$-szym przedziale jakościowej identyczności.

Znajomość funkcji (22.1), tj. rozwiązania optymalnego jako funkcji parametru, pozwoli nam określić również *optymalną wartość funkcji celu jako funkcję parametru*:

$$C^* = C^*(\lambda) = \begin{cases} C_1^{(1)} + (\lambda - \lambda_0)\, C_2^{(1)}, & \text{gdy} \quad \lambda_0 \leqslant \lambda \leqslant \lambda^{(1)} \\ C_1^{(2)} + (\lambda - \lambda^{(1)})\, C_2^{(2)}, & \text{gdy} \quad \lambda^{(1)} \leqslant \lambda \leqslant \lambda^{(2)} \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ C_1^{(s+1)} + (\lambda - \lambda^{(s)})\, C_2^{(s+1)}, & \text{gdy} \quad \lambda^{(s)} \leqslant \lambda \end{cases} \tag{22.2}$$

gdzie:

$C_1^{(1)}, C_1^{(2)}, \dots, C_1^{(s+1)}$ – ta część wartości funkcji celu programu, która jest niezależna od parametru w 1-szym, 2-gim,... $(s+1)$-szym przedziale,

$C_2^{(1)}, C_2^{(2)}, \dots, C_2^{(s+1)}$ – ta część wartości funkcji celu, która jest zależna od parametru w 1-szym, 2-gim, ..., $(s+1)$-szym przedziale.

Inne cechy charakterystyczne rozwiązania, jak nakłady inwestycyjne, zapotrzebowanie na waluty zagraniczne, zapotrzebowanie na siłę roboczą itd. też mogą być określone jako funkcja parametru w podobny sposób. A więc np. wzór na nakłady inwestycyjne będzie wyglądać następująco:

$$P^*(\lambda) = P_1^{(r)} + (\lambda - \lambda^{(r-1)})\, P_2^{(r)}, \quad \text{gdy} \quad \lambda^{(r-1)} \leqslant \lambda \leqslant \lambda^{(r)} \tag{22.3}$$

gdzie:

$P_1^{(r)}$ – stała część nakładów inwestycyjnych w rozwiązaniu optymalnym w r-tym przedziale,

---

[2] Przy określaniu ogólnego wzoru założono, że system ograniczeń nie nakładał żadnej górnej granicy na parametr.

$P_2^{(r)}$ – część nakładów inwestycyjnych w rozwiązaniu optymalnym, która jest zależna od parametru w r-tym przedziale $(r=1, 2, \ldots, s+1)$.

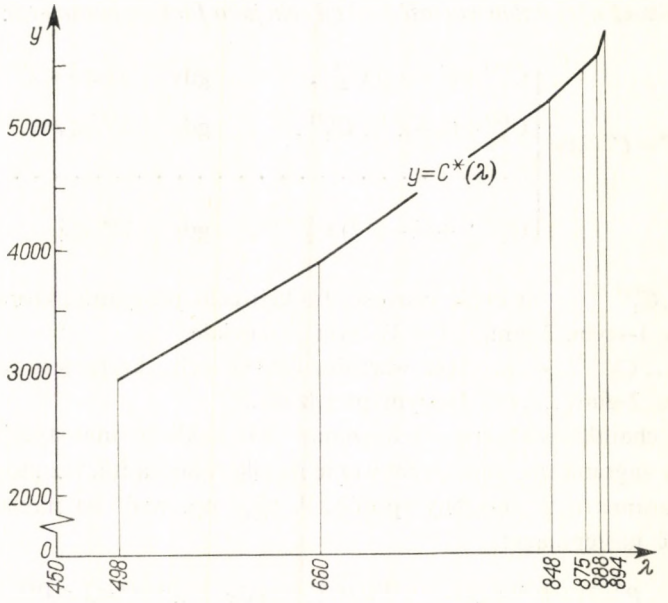
Tablica 22.2

Wartość funkcji celu jako funkcja zadania produkcyjnego (Wartość funkcji celu w mln f., zadanie produkcyjne w mld wątków)

Symbol struktury rozwiązania	Wartość funkcji celu[a]
$j^{(1)}$	$2872{,}6+(\lambda-498)58{,}5$
$j^{(2)}$	$3822\ +(\lambda-660)69{,}4$
$j^{(3)}$	$5128{,}2+(\lambda-848)91{,}5$
$j^{(4)}$	$5372{,}2+(\lambda-875)101{,}6$
$j^{(5)}$	$5505{,}7+(\lambda-888)223{,}4$
$j^{(6)}$	5639

[a] W związku z wartością funkcji celu należałoby wziąć pod uwagę, że do zakresu tego programu nie wchodzą krosna szerokie i krosna przeznaczone do produkcji tkanin o kolorowym wątku.

Tablica 22.2 przedstawia wartości funkcji celu jako funkcji przyjętego zadania produkcyjnego na podstawie wyżej opisanego programu parametrycznego dla przemysłu bawełnianego. Ta sama zależność jest również przedstawiona graficznie na wykresie 22.1.



Rys. 22.1

Można zauważyć, że funkcja przedstawiona na wykresie jest segmentami liniowa oraz ciągła. Po wyczerpaniu mniej kosztownych wariantów będziemy zmuszeni uciec się do wariantów bardziej kosztownych. Wartość $P_2^{(r)}$ we wzorze (22.3) odpowiada nachyleniu linii przedstawionej na wykresie 22.1 w obrębie r-tego przedziału identyczności. Ta część

kosztu, występująca w funkcji celu, która zależy od parametru, jest zatem niczym innym, jak kosztem krańcowym charakteryzującym dany przedział identyczności — wskazującym niejako przyrost kosztu, gdy *zadanie produkcyjne zostanie podwyższone o jednostkę.*

Z tego, co zostało powiedziane jasno wynika, że *programowanie parametryczne tego typu odegrać może ważną rolę w planowaniu makroekonomicznym.* Przy pomocy takiego programowania będziemy mogli otrzymać długookresowe funkcje nakładów (w gałęzi przemysłu), jako funkcję wielkości produkcji (zadania produkcyjnego), np. długookresową funkcję nakładów inwestycyjnych, funkcję zapotrzebowania na siłę roboczą, zapotrzebowania na waluty zagraniczne itd.

W przemyśle włókien sztucznych nie zastosowano ciągłego programowania parametrycznego na skutek trudności rachunkowych, spowodowanych wklęsłym kształtem funkcji celu. Zamiast tego szukaliśmy przybliżonego rozwiązania problemu przez nadanie wektorowi wyrazów wolnych b_i — występujących z prawej strony ograniczeń programu — trzech ustalonych układów wartości liczbowych. Wektory te, b_1, b_2, i b_3, różnią się od siebie oszacowaną wielkością zapotrzebowania krajowego (oraz wielkością innych szacunków logicznie związanych z tym ostatnim). Programy rozwiązano opierając się na wszystkich trzech wektorach b_i, i z porównania tych wyników wyciągnięto odpowiednie wnioski.

Traktowanie zadań produkcyjnych jako zmieniających się skokowo parametrów zastosowano również w toku układania programu dla przemysłu bawełnianego. Pierwotne zadanie produkcyjne, wzięte z oficjalnego planu, przeciwstawiono podwyższonym szacunkom, które były przedłożone w czasie programowania władzom wyższym, jako nowe zmodyfikowane propozycje [3].

Wyniki obliczeń zostały zebrane w tablicy 22.3.

Tablica 22.3

Rezultaty modyfikacji planu w przemyśle bawełnianym

Wyszczególnienie	Jednostka	Plan pierwotny	Plan podwyższony	Różnica w %
Produkcja	mln wątków	757 050	907 348	+19,8
Koszty całkowite (wartość funkcji celu)	mln f. (zdyskontowane)	5 170	6 061	+17,3
Globalne inwestycje	mln f.	5 55,3	1 676,9	+302
Zapotrzebowanie na budynki	m^2	1 000	8 223	+722
Zwolniona siła robocza	robotnik	418	846	+103

Z tablicy jasno widać, że rozluźnienie ograniczeń w odniesieniu do niektórych dotychczas limitowanych środków spowoduje wzrost całkowitych kosztów programu, ale wzrost stosunkowo mniejszy niż wzrost całkowitego wolumenu produkcji (np. wzrost kosztów o 17,3% w stosunku do wzrostu produkcji o 19,8%). Co więcej, dzięki wzrostowi

[3] Rachunki te różniły się w niektórych zasadniczych założeniach od opisanego wyżej ciągłego programowania parametrycznego, którego wyniki zostały streszczone w tablicy 22.1. W przemyśle włókien sztucznych przydział dewiz krajów kapitalistycznych przyjęto jako niezmienny, w przemyśle bawełnianym dopuszczono jego zmienność; w przemyśle włókien sztucznych objęto badaniami cały przemysł, w przemyśle bawełnianym — jedynie wąskie warsztaty tkackie itd. (Zob. różnice między rozwiązaniami optymalnymi 1 i 5 w paragrafie 7 Dodatku A.).

wydajności pracy siła robocza będzie zwolniona mimo wzrastającego wolumenu produkcji. Z drugiej strony nie można zaprzeczyć, że koszty inwestycyjne bardzo znacznie wzrosną.

W przypadkach, którymi zajmowaliśmy się dotąd, wskaźnikiem planu traktowanym jako parametr było zadanie produkcyjne. Oczywiście, może być również pożyteczne przeprowadzenie badań, mających na celu zbadanie efektów modyfikacji innych wskaźników planu (ograniczeń ze strony pewnych innych nakładów), traktując i te wskaźniki jako parametry, od których zależy rozwiązanie optymalne.

Również i w tym przypadku parametr może być traktowany jako ciągły lub nieciągły. Podajemy prosty przykład dla tego ostatniego przypadku. W modelu przemysłu bawełnianego założono pierwotnie, że dewizy krajów kapitalistycznych będą dostępne jedynie w granicach określonego przedziału. Rozwiązanie optymalne było ustalone w oparciu o to założenie. Przystąpiliśmy następnie do znalezienia krytycznej wartości przydziału dewiz, przy której rozwiązanie nie byłoby już limitowane przez zasób dewiz krajów kapitalistycznych. Okazało się, że ta maksymalna dodatkowa suma dewiz musi wynieść 48 mln f. Gdyby tę dodatkową sumę można było przyznać badanemu przemysłowi, rozwiązanie optymalne zostałoby zmienione; do rozwiązania włączonoby całkowitą wymianę nawijarek, podczas gdy pierwotne rozwiązanie optymalne zakładało jedynie częściową wymianę. Dodatkowe zapotrzebowanie na dewizy byłoby pokryte przez oszczędności; nowe, zmodyfikowane rozwiązanie optymalne obniżyłoby koszty całkowite, czyli wartość funkcji celu programu, o 6,3%.

22.2. EKONOMICZNE ZNACZENIE PRZEPROWADZONYCH OBLICZEŃ

Samo obliczenie tego rodzaju nie dostarcza oczywiście odpowiedzi na pytanie, czy rzeczywiście warto byłoby zwiększać przydział dewiz. Będzie to zależeć również od innych czynników (takich, jak bilans płatniczy kraju itp.), które zostały tu pominięte. Podobnie, programowanie parametryczne, w którym funkcja celu zależy od wielkości zadania produkcyjnego, nie pozwala na wyciągnięcie bezpośrednio jakiegokolwiek wniosku co do rozsądnej wielkości owego zadania.

Można podać, jako ogólną zasadę, że ten rodzaj obliczeń nie ma na celu optymalizacji odpowiedniego wskaźnika planu, który zależy od decyzji władz nadrzędnych. Rola takich obliczeń jest bardziej ograniczona: *przez wskazanie następstw modyfikacji określonego wskaźnika planu można — jak to zostało pokazane — dostarczyć podstawy dla decyzji władz wyższych.* Nasze obliczenia *nie wskazują* też jednoznacznie tych następstw. Podniesione zadania mogą być wykonane przez przemysł bawełniany kilkoma sposobami — przez zakup mniej lub bardziej kosztownych urządzeń, przez budowę mniejszej lub większej ilości budynków itp. Nasze obliczenia dają odpowiedź na pytanie, co powinien zrobić przemysł bawełniany, aby (w ramach danego modelu) w możliwie najbardziej racjonalny sposób zareagować na podniesienie zadań produkcyjnych przy określonym podwyższeniu tych zadań. Podobnie, dostarczają one również odpowiedzi na pytanie, jakie maksymalne oszczędności można by osiągnąć, gdyby zniesiony został limit przydziału dewiz krajów kapitalistycznych.

Ogólnie biorąc, stwierdzić można, że analiza wrażliwości wskazuje, jaki będzie *minimalny wzrost kosztu, lub maksymalna oszczędność w następstwie modyfikacji wskaźnika*

planu, a więc pokaże skutki modyfikacji wskaźnika planu w przypadku, gdy układ gospodarczy objęty programowaniem reaguje na zmianę wskaźnika w sposób optymalny (w ramach danego modelu).

Kiedy powstaje dyskusja w sprawie podniesienia zadań planu, obniżenia przydziału dewiz lub innych pokrewnych problemów, zwykle bywają podnoszone argumenty za i przeciw. Na ogół mają one charakter jedynie jakościowy, ale nawet jeśli są one sformułowane ilościowo, występuje tendencja do brania pod uwagę jednego tylko z całego kompleksu spodziewanych następstw. Ci, którzy są zainteresowani w danej sprawie mogą wskazać na pewne korzystne następstwo, aby przekonać władze gospodarcze o słuszności modyfikacji zadań, przemilczając jednocześnie inne mniej korzystne następstwa.

Analiza wrażliwości jest w stanie pokazać w formie ilościowej następstwa modyfikacji określonego wskaźnika planu — i to nie tylko pojedynczy efekt takiej modyfikacji, ale cały system następstw. Innymi słowy, analiza wrażliwości przeprowadzona w odniesieniu do wskaźnika pozwoli wyższym władzom gospodarczym na przeprowadzenie pewnego rodzaju „eksperymentu". Przeprowadzenie takiego eksperymentu gospodarczego (np. w celu zbadania następstw podniesienia zadań planowych itp.) na papierze będzie, rzecz jasna, znacznie mniej kosztowne niż przeprowadzenie go w rzeczywistości. Lepiej z góry przekonać się, jakie będą korzyści lub straty wynikające z różnych następstw, niż być w rzeczywistości zmuszonym do zapłacenia za straty możliwe do uniknięcia.

Podobnie jak wszyscy przedstawiciele nauk społecznych, ekonomiści mają skłonność do zazdroszczenia badaczom przyrody możliwości uciekania się do *eksperymentu.* Rzeczywiście, przyrodnik znajduje się w takiej sytuacji, że może sprawdzać swoje hipotezy za pomocą eksperymentów, które mogą być powtarzane tyle razy, ile to jest konieczne. Otóż, matematyka dostarczyła narzędzia, które naszą dyscyplinę zbliża pod tym względem do nauk przyrodniczych. Przyrodnik może zmieniać warunki eksperymentu zgodnie z pewnymi celowymi zasadami oraz rejestrować reakcję badanego przedmiotu na te zmiany. Postępujemy w podobny sposób rozwiązując program w kilku wariantach. Takie postępowanie można właściwie uznać za *szczególnego rodzaju eksperyment gospodarczy.* Zmieniając warunki eksperymentu (strukturę modelu oraz wartości liczbowe) zgodnie z pewnymi celowymi zasadami, rejestrujemy reakcję badanego przedmiotu, czyli rozwiązania optymalnego. Charakter eksperymentu będzie się oczywiście różnił pod wieloma względami od doświadczenia empirycznego w dziedzinie nauk przyrodniczych. Nasze eksperymenty przeprowadzane będą jedynie na papierze, za pomocą liczb. Mogą być więc one nazwane „eksperymentami myślowymi". Oba typy eksperymentów mają jednak pewne istotne właściwości podobne: *notowanie następstw systematycznych zmian warunków doświadczenia, liczbowy pomiar tych następstw i wreszcie — co nie jest wcale mniej ważne — możliwość powtarzania eksperymentu.*

23

PROCES DOSKONALENIA PLANU MAKROEKONOMICZNEGO

23.1. ANALIZA WEWNĘTRZNEJ ZGODNOŚCI PLANU

Informacje, uzyskane dzięki stosowaniu metod opisanych w rozdziale 22, nie zawierają żadnego bezpośredniego, określonego zalecenia dla wyższych władz gospodarczych. „Taka decyzja władz będzie miała takie następstwa, tamta decyzja – takie następstwa" – oto, jak w przybliżeniu można scharakteryzować wyniki omówionych obliczeń. Metody, które obecnie wprowadzimy idą o krok dalej, zajmując niejako określone stanowisko w stosunku do poszczególnych celów narodowego planu gospodarczego.

Istnieje pewien rodzaj obliczeń, który proponuję nazwać analizą zgodności. Celem jej jest stwierdzenie, czy istnieje zgodność pomiędzy różnymi celami narodowego planu gospodarczego oraz wykrycie ewentualnych sprzeczności.

Znanych jest kilkanaście wariantów analizy tego typu; ograniczę się tutaj do opisania jedynie kilku.

Elementarnym zagadnieniem kontrolnym jest upewnienie się, czy zadania planowe – wzięte z planu skonstruowanego przy użyciu metod tradycyjnych – stanowią plan wykonalny. A więc, czy przewidziane zadania produkcyjne mogą być zaspokojone przez przydzielone środki itd.

Nasze dotychczasowe badania sektorowe wykazały, że plan jest wykonalny; pomiędzy wskaźnikami planu nie wykryto żadnej sprzeczności.

Niezależnie od wykazania, że centralnie przydzielone środki są *wystarczające* dla osiągnięcia centralnie wyznaczonej wielkości produkcji, innego typu sprawdzian może odpowiedzieć na pytanie – czy pierwotnie oszacowane wielkości środków są rzeczywiście *potrzebne*. Programowanie sektorowe (gałęziowe) może ujawnić nadwyżkę środków przyznanych sektorowi (gałęzi przemysłu) w ramach centralnej alokacji środków.

Tak było właśnie na przykład w przemyśle bawełnianym z przydziałem środków na prace budowlane, traktowanym w rachunku jako dyrektywa planu. Budownictwo stanowi zwykle jedno z wąskich gardeł w planie makroekonomicznym. Dlatego bardzo pożądane jest, by rozwiązanie optymalne wymagało mniej środków, niż pierwotnie przydzielone danemu sektorowi w planie opartym na metodach tradycyjnych (Por. paragraf 2.8).

23.2. WRAŻLIWOŚĆ ROZWIĄZANIA OPTYMALNEGO NA ZMIANY STOPY PROCENTOWEJ ORAZ ZAMIERZENIA W ZAKRESIE POSTĘPU TECHNICZNEGO

Cele narodowego planu gospodarczego oraz urzędowe sposoby kalkulacji stosowane w tradycyjnym rachunku efektywności inwestycji oddziałują na wybór technologii w trzech kierunkach:

1) narodowy plan gospodarczy określa fundusz inwestycyjny,
2) urzędowa metodologia określa obliczeniową stopę procentową,

Tablica 23.1

Rozwiązania programów parametrycznych jako funkcja stopy procentowej

Charakterystyka działalności			Ograniczony przydział dewiz			Nieograniczony przydział dewiz			
Typ krosna	przewijarka wątkowa	Zainstalowanie	Stopa procentowa (przedział)						
			2–3,6 %	3,6–15,1 %	15,1–91,5 %	0–6,7 %	6,7–9,3 %	9,3–15,1 %	15,1–91,5 %
Eksploatacja starego mniej wydajnego krosna	stara maszyna	w starym budynku	330	2 614	3 823				3 823
Przyspieszenie starego, ale bardziej wydajnego krosna	stara maszyna	w starym budynku	3 787						
Przyspieszenie starego bardziej wydajnego krosna	nowa maszyna	w starym budynku		3 787	3 787		3 787	3 787	3 787
Krosno automatyczne z wymiennym czółenkiem	nowa maszyna	w starym budynku	4 139	2 128	1 017			4 528	1 015
Krosno automatyczne z wymiennym czółenkiem	nowa maszyna	w nowym budynku	331	615	812			919	1 542
Krosno automatyczne bezczółenkowe	nowa maszyna	w starym budynku				9 357	5 266		
Krosno automatyczne bezczółenkowe	nowa maszyna	w nowym budynku				568	651		
Budynki (w m²)			2 847	5 289	6 983	4 203	4 817	7 903	13 261
Inwestycje (w mln f.)			345 260	307 218	283 858	1 744 122	1 139 860	441 697	177 638

3) część narodowego planu gospodarczego, dotycząca postępu technicznego, zawiera bezpośrednie nakazy w sprawie kierunków i tempa rozwoju technicznego.

Badania przeprowadzone w ramach przemysłu bawełnianego miały nas upewnić, czy te trzy przesłanki były zgodne, jeśli chodzi o postęp techniczny w przemyśle bawełnianym.

W trakcie jednego z naszych obliczeń zastosowane zostało ciągłe programowanie parametryczne. Posłużono się wzorem określającym oprocentowanie (9.12), ponieważ w tym przypadku wektor współczynników c' funkcji celu jest *liniową* funkcją stopy procentowej — jako parametru — co jest okolicznością bardzo ułatwiającą obliczenia.

Ze względów rachunkowych wyeliminowane zostały z zakresu programowania krosna szerokie i krosna przeznaczone do produkcji tkanin o kolorowym wątku.

Obliczenia były przeprowadzone równolegle na dwóch modelach o różnej strukturze. Pierwszy — oparty był na pierwotnie ustalonym zadaniu produkcyjnym oraz na ustalonym przydziale dewiz, drugi — na podwyższonym zadaniu produkcyjnym oraz na założeniu, że przydział dewiz krajów kapitalistycznych jest nieograniczony.

Wyniki przedstawione zostały w tablicy 23.1. W tablicy tej nie pokazano oddzielnie, w jaki sposób powinny być wprowadzone nowe klejarki, snowarki i przewijarki krzyżowe ponieważ występują one we wszystkich rozwiązaniach optymalnych.

Tablica 23.2

Równoległe programowanie przy dwóch różnych stopach procentowych

Nr		Stopa procentowa	
		10 %	20%
	Zestaw parku maszynowego:		
1	Ile starych, mniej wydajnych wąskich krosien powinno pozostać w eksploatacji?	1 416	3 823
2	Ile starych, mniej wydajnych wąskich krosien należy zdemontować?	2 407	0
3	Ile starych krosien należy przyspieszyć?	3 787	3 787
4	Ile wąskich krosien z wymiennym czółenkiem należy nabyć	3 650	1 828
5	dla parku szerokich krosien?	całkowita wymiana	wszystkie stare krosna pozostawione
6	dla parku krosien dla tkanin o kolorowym wątku	całkowita wymiana	wszystkie stare krosna pozostawione
7	dla parku klejarek	całkowita wymiana	całkowita wymiana
8	dla parku snowarek	całkowita wymiana	całkowita wymiana
9	dla parku nawijarek	częściowa wymiana	częściowa wymiana
10	dla parku przewijarek krzyżowych	całkowita wymiana	całkowita wymiana
	Niektóre ogólne własności programu optymalnego:		
11	Udział procentowy produkcji wytwarzanej przez automatyczne krosna	56,6	27,8
12	Nakład inwestycyjny (mln f.)	55,5	360
13	Zabudowa nowego terenu fabrycznego (w 1000 m^2)	1	7,4

Rozwiązanie pierwszego programu pozwoliło wykryć trzy przedziały identyczności, drugiego – cztery. Tę różnicę w liczbie przedziałów identyczności zawdzięczamy faktowi, że w pierwszym programie przydział dewiz był ograniczony, a w drugim – nieograniczony.

Opiszmy teraz krótko inny rodzaj obliczeń. Tutaj, za pomocą analogicznych rachunków i przy zastosowaniu modelu obejmującego cały zakres programowania, porównaliśmy rozwiązanie optymalne otrzymane przy 10 i 20 — procentowej stopie. Wyniki przedstawione są w tablicy 23.2.

Jeśli chodzi o wrażliwość na zmianę wysokości stopy procentowej, to elementy rozwiązań optymalnych mogą być ułożone w trzy grupy:

1) Działalności, które nie są wrażliwe na zmianę wysokości stopy procentowej. Do tej grupy należy zastąpienie klejarek, snowarek i przewijarek krzyżowych przez nowe maszyny. Znajdują się one we wszystkich rozwiązaniach optymalnych.

2) Działalności, które są wrażliwe na zmiany stopy procentowej jedynie w niewielkim stopniu. Obejmują one *przyspieszenie starych krosien*, które wypadają z rozwiązania optymalnego jedynie w przypadku nadzwyczaj niskiej stopy procentowej. Właściwie w tym ostatnim przypadku wszystkie stare maszyny powinny zostać wymienione.

3) Działalności wrażliwe na zmianę wysokości stopy procentowej. Obejmują one zastąpienie starych krosien, które nie mogą *być już przyspieszone*. W przypadku niższej stopy procentowej zastąpienie znajdzie się w rozwiązaniu optymalnym, w przypadku wyższej stopy procentowej – wypadnie z niego.

Zbadajmy teraz wrażliwość elementów programu na zmiany stopy procentowej nieco dokładniej.

Bez zbytniego wdawania się w szczegóły na podstawie rozwiązań opisanych w tablicach 22.1 i 22.2 możemy dostrzec zarysy trzech tendencji w inwestowaniu i postępie techni cznym.

Jednym krańcem jest tendencja do „ultraradykalnego" rozwoju technicznego. Tendencja ta przejawi się w swej najczystszej formie, gdy stopa procentowa kształtuje się poniżej 3,6%. W tym przypadku nawet krosna, które w innym przypadku *mogłyby być przyspieszone* powinny być wymienione, a park wąskich krosien musi się składać wyłącznie z najbardziej wydajnych – a zatem i najkosztowniejszych – typów maszyn. Gdyby taki projekt został przedłożony do realizacji, wykonanie programu inwestycyjnego wymagałoby zwielokrotnienia pierwotnie przewidywanych nakładów inwestycyjnych.

Drugim krańcem jest pełne utrzymanie aktualnego stanu technicznego. Tego wymagałoby optymalne rozwiązanie programu, gdyby stopa procentowa kształtowała się powyżej 15,1%. W tym przypadku wszystkie stare maszyny powinny być zachowane, a zakupy nowych automatycznych krosien ograniczone do ilości koniecznej, aby wykonać zadania produkcyjne, które przekraczają zdolność wytwórczą aktualnego parku maszynowego. Takie rozwiązanie wymagałoby stosunkowo najniższego nakładu inwestycyjnego, ale jednocześnie – stosunkowo najwyższej ilości prac budowlanych.

Pomiędzy tymi dwoma krańcami mieści się tendencja do utrzymania umiarkowanej stopy postępu technicznego. Jej cechy charakterystyczne, to częściowa wymiana krosien, stopniowa automatyzacja za pomocą stosunkowo najtańszych krosien automatycznych. Takie właśnie zalecenia płynęłyby z rozwiązania optymalnego przy stopie procentowej kształtującej się pomiędzy 9 a 15%.

Zanalizujemy teraz te rezultaty z punktu widzenia zgodności założeń planu central-

nego. Jak powiedziano powyżej urzędowa rozrachunkowa stopa procentowa wynosiła 20%. Co stałoby się, gdybyśmy zastosowali tę stopę w naszym modelu?

Po pierwsze: rozwiązanie optymalne nie wyczerpałoby funduszu inwestycyjnego przydzielonego dla sektora objętego programowaniem.

Po drugie: urzędowa stopa procentowa „zalecałaby" bardziej zacofaną i konserwatywną technologię od tej, którą przewiduje się w części narodowego planu gospodarczego, dotyczącej postępu technicznego. W tezach określających cele drugiej 5-latki zakładano, że do roku 1965 automatyzacja w przemyśle bawełnianym musi osiągnąć rozmiary 35–40%[1]. Przy urzędowej stopie procentowej rozwiązanie optymalne zapewnia jedynie automatyzację w zakresie 28%. Co więcej, ten poziom osiąga się jedynie dlatego, że już pewna automatyzacja miała miejsce wcześniej, tj. zanim przeprowadzono obliczenia.

Wynika stąd, że trzy założenia planu centralnego nie są ze sobą zgodne. Z naszej strony wykazaliśmy (biorąc również pod uwagę rozważania zawarte w rozdziałach 6–9), że fundusz inwestycyjny oraz zadania w zakresie postępu technicznego były realistyczne i że te ostatnie mogły być nawet przekroczone, gdyby oficjalna rozrachunkowa stopa procentowa nie okazała się nierealistycznie wysoka.

23.3. REDYSTRYBUCJA ŚRODKÓW POMIĘDZY DWIE GAŁĘZIE

Przez zastosowanie w trakcie programowania w różnych gałęziach funkcji celu o identycznej treści ekonomicznej oraz identycznej strukturze stało się możliwe zbadanie okoliczności, w których opłacalne byłoby przesunięcie środków przydzielonych jednej gałęzi do drugiej gałęzi.

Porównajmy gałęzie 1 i 2, na przykład przemysł włókien sztucznych oraz przemysł aluminiowy, które znajdują się w gestii tego samego ministerstwa. Liczbę porządkową gałęzi wskazuje wskaźnik przy symbolach. Załóżmy, że posługujemy się w obu gałęziach funkcją celu, którą jest minimalizacja nakładu o identycznej strukturze. Programy zostały rozwiązane w obu gałęziach.

Problem redystrybucji środków staje się trywialny w przypadku, gdy jedna gałąź wyczerpie przydzielone środki, podczas gdy w drugiej będą one ciągle jeszcze w nadmiarze. W tym przypadku warto, oczywiście, przesunąć pozostałą część do gałęzi, która ciągle jeszcze środków potrzebuje. (Gdyby np. rozwiązanie optymalne programu dla przemysłu bawełnianego nie wyczerpało całkowicie funduszu na budownictwo, warto byłoby przydzielić pozostającą część tego funduszu innej gałęzi, która zgłaszała zapotrzebowanie w tym zakresie).

Jak powinno się postąpić w przypadku, gdy pierwotnie przydzielony fundusz został wyczerpany w optymalnych rozwiązaniach dla obu gałęzi? Załóżmy, że fundusz inwestycyjny został wyczerpany w obu gałęziach i chcemy obecnie *ustalić, czy warto byłoby zmniejszyć fundusz inwestycyjny przydzielony jednej gałęzi na korzyść drugiej, a jeśli tak, to w jakim stopniu należy przeprowadzić tę redystrybucję*?

Wprowadźmy następujące oznaczenia:

---

[1] Zob. [194].

C_1, C_2 – wartość funkcji celu – odpowiednio dla gałęzi 1 oraz 2,

x_1, x_2 – rozwiązanie programu – odpowiednio dla gałęzi 1 oraz 2,

A_1, A_2 – macierz współczynników występujących w warunkach ograniczających – odpowiednio w programie 1 oraz 2 (nakłady inwestycyjne zostały pominięte w tych ograniczeniach),

b_1, b_2 – wyrazy wolne w układzie ograniczeń 1 i 2 (tutaj również fundusz inwestycyjny został pominięty)

B – suma funduszów inwestycyjnych przydzielonych gałęziom 1 i 2 pierwotnie, tj. przed redystrybucją,

a'_{B_1}, a'_{B_2} – wektory współczynników figurujące w ograniczeniach inwestycyjnych programów gałęzi 1 i 2.

W modelu opartym na programowaniu liniowym problem może być sformułowany, następująco:

Określmy wspólne rozwiązanie *optymalne* (x_1^*, x_2^*) dla gałęzi 1. i 2., które (poza warunkami nieujemności) odpowiadają następującym warunkom:

$$A_1 x_1 = b_1 \tag{23.1}$$

$$A_1 x_2 = b_2 \tag{23.2}$$

$$a'_{B_1} x_1 + a'_{B_2} x_2 = B \tag{23.3}$$

i przy którym suma nakładów inwestycyjnych w obu gałęziach jest minimalna:

$$C_1(x_1) + C_2(x_2) \rightarrow \min! \tag{23.4}$$

Połączyliśmy więc oba programy, pozostawiając układy ograniczeń niezmienione i postulując tylko jedno wspólne ograniczenie w odniesieniu do wspólnego funduszu inwestycyjnego.

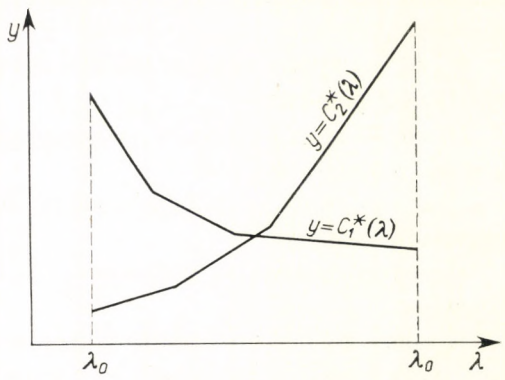
Problem (23.1)–(23.4) może być rozwiązany bezpośrednio, pod warunkiem, że połączony model nie jest zbyt duży. Gdyby jednak rozmiary modeli gałęziowych, nawet wzięte oddzielnie, przekraczały możliwości techniczne maszyn liczących, którymi dysponujemy, połączenie tych dwóch problemów w sposób bezpośredni byłoby praktycznie niemożliwe. Tym niemniej istnieje okrężna droga rozwiązania tego zagadnienia i tę drogę właśnie teraz opiszemy.

Niech λ oznacza fundusz inwestycyjny przydzielony gałęzi 1 po redystrybucji. Zgodnie z tym fundusz inwestycyjny przydzielony gałęzi 2 wyniesie $B-\lambda$.

Zastosujemy teraz programowanie parametryczne oddzielnie dla każdej z gałęzi. Dolną i górną granicę zmienności parametru oznaczymy odpowiednio przez λ_0 i λ^0. Fundusz inwestycyjny przydzielony gałęzi 1 nie może być mniejszy niż λ_0, ponieważ gałąź 1 nie mogłaby spełnić nałożonych na nią warunków (np. co do wielkości zadania produkcyjnego); ani też większy niż λ^0, ponieważ wtedy kwota $(B-\lambda)$ nie mogłaby zaspokoić wymagań płynących z układu ograniczeń gałęzi 2.

Tak, jak to zostało wykazane w paragrafie 22.1. funkcje $C_1^*(\lambda)$ i $C_2^*(\lambda)$, tj. wartości funkcji celu związane z optymalnymi rozwiązaniami obu programów $x_1^*(\lambda)$ i $x_2^*(\lambda)$, zależące od wartości parametru λ, są odcinkami liniowymi oraz ciągłymi; C_1^* jest monotonicznie malejąca, a C_2^* – monotonicznie rosnąca. Obie funkcje są wypukłe (zob. wykres 23.1).

Niech $\Phi_1(\lambda)$ i $\Phi_2(\lambda)$ oznaczają odpowiednie funkcje pochodne. Zgodnie z tym, co powiedziano o funkcjach $C_1^*(\lambda)$ i $C_2^*(\lambda)$ ich pochodne są przedziałami stałe oraz monotonicznie rosnące: Φ_1 przyjmuje wartości ujemne, Φ_2 — dodatnie. Warto ści tych funkcji pochodnych można bezpośrednio określić przy pomocy dualnego programowania parametrycznego. Wartość Φ_1 nazywana jest oceną dualną funduszu inwestycyjnego przydzielonego gałęzi 1. Wyraża ona *obniżkę kosztu*, którą można by osiągnąć w rezultacie wzrostu funduszu inwestycyjnego przydzielonego gałęzi 1 o jednostkę λ. (Ekonomiczna interpretacja Φ_2 będzie oczywiście analogiczna).



R ys. 23.1

Problem nasz polega na określeniu wartości, dla której całkowite koszty $C_1^*(\lambda)+C_2^*(\lambda)$ mają wartość minimalną. Zgodnie z tym co powiedziano wyżej sumy $\Phi_1(\lambda)+\Phi_2(\lambda)$, czyli pochodna funkcji $C_1^*(\lambda)+C_2^*(\lambda)$ będzie również funkcją monotonicznie rosnącą oraz przedziałami stałą. Sumę tę oznaczamy przez $\Gamma(\lambda)$.

$$\Gamma(\lambda)=\Phi_1(\lambda)+\Phi_2(\lambda) \tag{23.5}$$

$\Gamma(\lambda)$ przedstawia różnicę między ocenami dualnymi funduszu inwestycyjnego, obliczonymi w toku programowania dla dwóch gałęzi — ponieważ ocena dualna funduszu inwestycyjnego λ w gałęzi 1 będzie ujemna, a ocena dualna funduszu inwestycyjnego $(B-\lambda)$ w gałęzi 2 — dodatnia[2].

Oznaczmy dalej prawo i lewostronne wartości graniczne funkcji $\Gamma(\lambda)$ w punkcie λ — odpowiednio — przez $\Gamma^+(\lambda)$ i $\Gamma^-(\lambda)$[3]. Aby określić najbardziej korzystny rozdział λ^* muszą być wzięte pod uwagę rozmaite przypadki.

(1) $$\Gamma^+(\lambda_0)<0\,,\quad \Gamma^-(\lambda^0)>0\,,$$

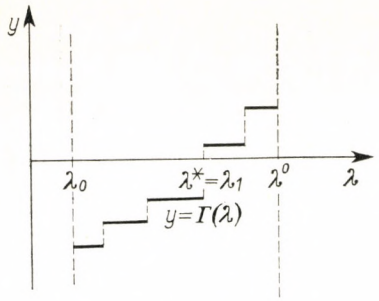
czyli: monotonicznie rosnąca skokowa funkcja $\Gamma(\lambda)$ jest ujemna przy dolnej, a dodatnia przy górnej granicy przedziału zmienności λ. W takim przypadku możliwe są dwie alternatywy, a mianowicie:

1a) Dla pewnego punktu λ_1 przy $(\lambda_0<\lambda_1<\lambda^0)$, $\Gamma^-(\lambda_1)<0$ oraz $\Gamma^+(\lambda_1)>0$, tzn. funkcja zmienia znak w punkcie λ_1. Łatwo zauważyć, że w tym przypadku $\lambda^*=\lambda_1$; $C_1^*(\lambda)+C_2^*(\lambda)-$ całkowity koszt w obu gałęziach będzie ściśle malejący na lewo od punktu λ_1 i ściśle rosnący na prawo od niego (zob. wykres 23.2).

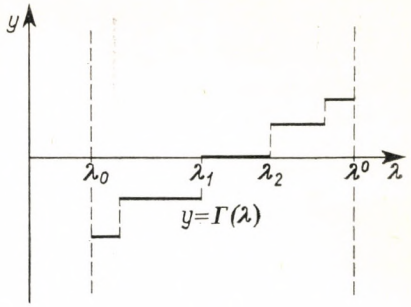
---

[2] Ocena dualna w gałęzi 1 jest ujemna, bo *wzrost* λ, to jest wzrost funduszu inwestycyjnego w gałęzi 1 wywoła *obniżkę* kosztów. Natomiast dla gałęzi 2, wzrost λ oznacza *zmniejszenie* funduszu inwestycyjnego tej gałęzi $(B-\lambda)$, co wywoła *wzrost* kosztów. (Przyp. red.)

[3] Tzn. $\Gamma^+(\lambda)=\Gamma(\lambda)$ jeżeli w przedziale $[\lambda, \lambda+\delta]$ przy pewnym $\delta>0$ funkcja $\Gamma(\lambda)$ jest stała, a $\Gamma^+(\lambda)=\Gamma(\lambda+\Delta\lambda)$ przy $\Delta\lambda\to 0$, gdy λ jest punktem nieciągłości funkcji $\Gamma(\lambda)$. Analogicznie: $\Gamma^-(\lambda)=$ $=\Gamma(\lambda)$, jeżeli w przedziale $[\lambda, \lambda-\delta]$ przy pewnym $\delta>0$ funkcja $\Gamma(\lambda)$ jest stała, a $\Gamma^-(\lambda)=\Gamma(\lambda-\Delta\lambda)$ przy $\Delta\lambda\to 0$, gdy λ jest punktem nieciągłości funkcji $\Gamma(\lambda)$. (Przyp. red.).



Rys. 23.2



Rys. 23.3

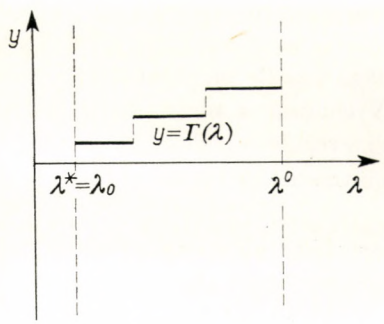
1b) Wewnątrz pewnego przedziału $[\lambda_1, \lambda_2]$, gdzie $(\lambda_0<\lambda_1<\lambda_2<\lambda^0)$, wartość funkcji $\Gamma(\lambda)$ równa się 0. W tym przypadku każdy punkt przedziału $[\lambda_1, \lambda_2]$ będzie optymalny, ponieważ wewnątrz tego przedziału funkcja $C_1^*(\lambda)+C_2^*(\lambda)$ jest stała i przyjmuje wartości mniejsze na lewo, a wartości większe – na prawo od tego przedziału.

2a) $\Gamma^+(\lambda_0)>0$, lub 2b) $\Gamma^-(\lambda^0)<0$.

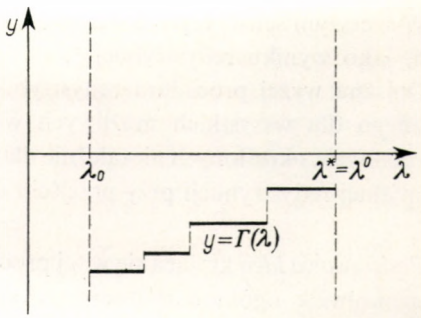
W przypadku (2a): $\lambda^*=\lambda_0$; w przypadku (2b): $\lambda^*=\lambda^c$; tym razem $C_1^*(\lambda)+C_2^*(\lambda)$ jest ściśle rosnąca lub malejąca w całym przedziale. (Zob. wykresy 23.4 i 23.5).

3a) $\Gamma^+(\lambda_0)=0$, lub 3b) $\Gamma^-(\lambda^0)=0$.

W tych przypadkach każda wartość leżąca w sąsiedztwie odpowiedniego punktu granicznego (aż do następnego punktu nieciągłości) będzie optymalna. (Zob. wykresy 23.6 i 23.7).



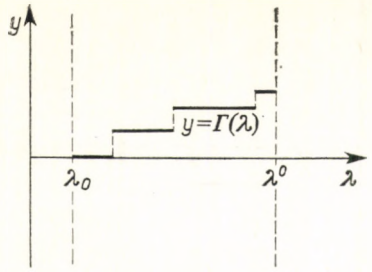
Rys. 23.4



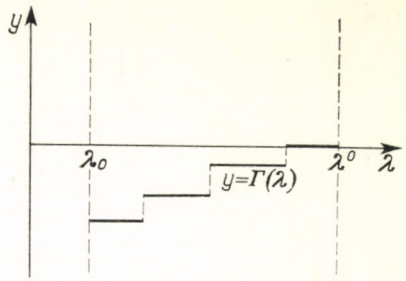
Rys. 23.5

Wróćmy na chwilę do przypadku 1b). Fundusz inwestycyjny był tam podzielony między dwie gałęzie w ten sposób, że ocena dualna funduszu przydzielonego gałęzi 1. równa się dokładnie ocenie dualnej funduszu przydzielonego gałęzi 2. Chociaż te dwie oceny dualne nie były przed redystrybucją równe, *redystrybucja następowała aż do momentu, w którym oceny dualne wyrównały się w obu gałęziach.*

Przypadek 1b) występuje raczej rzadko. Ale nawet w przypadku 1a), który może być uważany za najbardziej typowy, można mówić o „wyrównywaniu się" ocen dualnych w pewnym, szerszym sensie tego słowa. Przy optymalnym rozdziale λ^* albo fundusz in-



Rys. 23.6



Rys. 23.7

westycyjny λ przydzielony gałęzi 1, albo fundusz inwestycyjny $(B-\lambda)$ przydzielony gałęzi 2., będzie tą charakterystyczną oceną. Załóżmy, że zachodzi ten ostatni przypadek, tzn. że schodkowa funkcja $\Phi_2(\lambda)$ wykazuje nieciągłości (nowy „stopień") w punkcie λ^*. W przypadku 1a) (rozpatrując jedynie wielkości absolutne [4]) lewostronna wartość graniczna $\Phi_2^-(\lambda)$ poprzedniego „stopnia" jest mniejsza od $\Phi_1(\lambda)$, zaś prawostronna wartość graniczna $\Phi_2^+(\lambda)$, następnego „stopnia", jest większa od $\Phi_1(\lambda)$. Za ocenę dualną charakteryzującą sam „stopień" λ^* można uznać każdą taką wartość, która mieści się między $\Phi_2^-(\lambda)$ i $\Phi_2^+(\lambda)$. Dlatego, gdy

$$\Phi_2^-(\lambda^*) \leqslant \Phi_2(\lambda^*) \leqslant \Phi_2^+(\lambda^*) \tag{23.5}$$

oraz

$$|\Phi_2^-(\lambda^*)| \leqslant |\Phi_1(\lambda^*)| = |\Phi_2^+(\lambda^*)| \tag{23.6}$$

możliwe jest, że

$$|\Phi_2(\lambda^*)| = |\Phi_1(\lambda^*)| \,. \tag{23.7}$$

W szerszym sensie tego słowa możemy tu też mówić o „wyrównywaniu się" ocen dualnych, jako wyniku redystrybucji [5].

Opisana wyżej procedura redystrybucji nie wymaga zwykle programowania parametrycznego dla wszystkich możliwych wartości λ. Wychodząc z pierwotnych rozwiązań optymalnych, określonych niezależnie dla dwóch gałęzi, z reguły dojdziemy już do określenia optymalnej redystrybucji przy przejściu do drugiej lub trzeciej następnej wartości krytycznej.

Podstawowa idea kryjąca się w tej procedurze jest oczywista: nie warto używać w gałęzi 1. jakiegokolwiek ogólnonarodowego środka, który mógłby być zużyty owocniej i który mógłby przyczynić się do większych oszczędności w kosztach, gdyby został przydzielony gałęzi 2. Procedura opisana powyżej pozwala na wprowadzenie tej zasady w życie, poprzez badanie rezultatów osiągniętych podczas programowania gałęziowego. Kryje ona więc w sobie coś więcej niż samą tylko redystrybucję zasobów, a to z następujących powodów:

1) Redystrybucja nie jest przeprowadzana po prostu pomiędzy dwiema gałęziami, lecz pomiędzy optymalnymi planami obu tych gałęzi. To, co chcemy określić, to wspólne optimum dwóch optimów cząstkowych.

---

[4] Ponieważ Φ_1 i Φ_2 różnią się znakiem, Φ_1 jest ceną dualną λ, a Φ_2 oceną $(B-\lambda)$, logiczne jest, że muszą być porównywane wartości bezwzględne tych wielkości.

[5] Nie zajmuję się tutaj przypadkami 2a), 2b) i 3b), które uważać można za wyjątkowe.

2) Redystrybucja jest przeprowadzana w taki sposób, że wszystkie inne ograniczenia modeli są spełnione. Pozostaje więc m.in. w mocy wielkość zadania produkcyjnego. Redystrybucja nie wpłynie więc na inne planowane w gospodarce narodowej proporcje.

3) Rezultaty redystrybucji mogą być mierzone ilościowo, jako zmiana wartości sumy funkcji celu obu gałęzi.

Opisana procedura może więc dostarczyć istotnych informacji dla planowania makroekonomicznego. Zwłaszcza w połączeniu z metodycznym makroekonomicznym programowaniem – które znajduje się obecnie ciągle jeszcze w stadium eksperymentalnym – redystrybucja funduszu inwestycyjnego pomiędzy gałęzie przemysłu może okazać się bardzo doniosłym zabiegiem.

Paragrafy 2 i 3 wskazują równocześnie, że procedura ta może dać tylko ograniczone rezultaty. Nie daje ona absolutnej gwarancji, że makroekonomiczne optimum zostanie osiągnięte, ponieważ redystrybucja zachodzi w ramach systemu ograniczeń obu modeli gałęziowych. Ale to zagadnienie prowadzi już do przedmiotu rozważań następnego rozdziału.

W niniejszym rozdziale rozważany był problem następujący: *jak można zastosować programowanie gałęziowe (sektorowe) w celu skorygowania narodowego planu gospodarczego „od dołu" i jak analiza „części" (gałęzi lub dwóch gałęzi ze sobą związanych) może dostarczyć podstawy dla wysunięcia propozycji mających na celu udoskonalenie „całości" (planu makroekonomicznego)*. Pójdziemy teraz dalej i wciągniemy w orbitę naszych rozważań również problemy planowania na szczeblu makroekonomicznym.

24

MAKROEKONOMICZNY MODEL „PLANOWANIA DWUPOZIOMOWEGO"[1]

24.1. PRZEBIEG DYSKUSJI

Jak pokazano w poprzednich częściach książki zastosowanie metod matematycznych do planowania długofalowego na Węgrzech miało na przestrzeni ostatnich lat dwie tendencje. Jedna tendencja, to programowanie długofalowe dla pewnych gałęzi przemysłu, którego przykłady zostały przedstawione w rozdziałach 2 i 3. Druga tendencja, to zastosowanie tablic nakładów-wyników (przepływów międzygałęziowych) w planowaniu długofalowym. (Zob. paragraf 1.1 oraz rozdział 10). Pierwszym narzędziem matematycznym użytym na Węgrzech przy sporządzaniu planów *makroekonomicznych* były leontiefowskie modele statystyczne. Wiadomo jednak, że tablica nakładów-wyników nie jest przydatna do optymalizacji, lecz jest przeznaczona jedynie do tego, by za jej pomocą osiągnąć właściwe proporcje pomiędzy gałęziami.

W tej sytuacji logiczne jest przejście do następnego kroku: należy opracować metody, które pozwolą optymalizować – w dalszej kolejności – całą gospodarkę. Żądanie to często jest wypowiadane przez planistów-praktyków i rzeczywiście literatura węgierska przyniosła pewne propozycje w tym zakresie[2]. Niemniej jednak przedłożone dotąd pomysły nie są w stanie rozwiązać podstawowej trudności związanej z tym problemem – albo możemy

---

[1] Model planowania dwupoziomowego został opracowany jako część większego projektu badawczego, zleconego przez Krajowy Urząd Planowania. Celem tego projektu było zbadanie metod matematycznych, które mogłyby być zastosowane w praktyce planowania gospodarki narodowej w naszych warunkach.

Punktem wyjścia projektu była praca J. Kornaia [74], wydana w 1961 roku, o powiązaniu problemów centralnego i sektorowego (gałęziowego) programowania. Podstawowe zasady planowania dwupoziomego w zastosowaniu do planowania makroekonomicznego wyłożone zostały w pracy J. Kornaia i T. Liptáka [80], wydanej w roku 1963. T. Lipták uogólnił tę metodę i przedstawił rezultaty swoich badań w pracach [98] i [99]. Inne publikacje – wydane w toku opracowywania projektu – to [81] i [82]. Współautorem tego rozdziału jest Tamás Lipták.

[2] Zob. na przykład pracę Gy. Simona i Gy. Kondora [153].

opracować wysoce zagregowany model programowania, w którym to przypadku możliwości wyboru są bardzo ograniczone, a daleko posunięta agregacja i zbytnie uproszczenia zagrażają użyteczności wyników rachunkowych, albo też możemy opracować model o bardzo wielkich rozmiarach, który będzie wolny od tych niedomagań, ale w tym przypadku rachunkowe rozwiązanie problemu nie będzie wykonalne nawet przy użyciu najpotężniejszych elektronicznych maszyn liczących.

W naszych badaniach staraliśmy się przezwyciężyć tę właśnie trudność. Rozwiązania szukać trzeba oczywiście w dekompozycji programu o wielkich rozmiarach. Kwestia ta wielokrotnie była poruszana w literaturze dotyczącej planowania makroekonomicznego [3]. Rozwinęły się ponadto metody matematyczne związane z dekompozycją pewnych specjalnych zagadnień programowania liniowego [4]. Wydaje się nam jednak, iż znane metody nie rozwiązują problemu. Wybraliśmy zatem inne podejście do jego rozwiązania.

Zagadnienie planowania można traktować początkowo jako pojedynczy problem programowania liniowego, problem zbyt duży, aby mógł być rozwiązany przy istniejących możliwościach obliczeniowych. Problem ten nazywać odtąd będziemy problemem ogólnej centralnej informacji (w skrócie – problem OCI). Można dokonać dekompozycji problemu OCI na problemy składowe, które mogą być rozwiązane przez poszczególne sektory i które koordynowane są przez centrum (szczebel centralny) poprzez wyznaczenie ograniczeń (zasobów, materiałów, siły roboczej itd.) dla różnych sektorów. Zgodnie z tą metodą, planowanie odbywa się na przemian na dwóch poziomach (szczeblach) – w centrum i w sektorach – organicznie ze sobą powiązanych. Procedurę taką nazwaliśmy planowaniem dwupoziomowym (dwuszczeblowym).

W modelach programowania dla gałęzi przemysłu, opisanych w poprzednich rozdziałach, stałe po prawej stronie ograniczeń zawierały pewne dyrektywy planowe, jak np. zadania produkcyjne, limity zasobów itd., wzięte z planów sporządzonych metodą tradycyjną. Modele te sugerują, że warto porównać wyniki programowania sektorowego i użyć ich do poprawienia dyrektyw oraz przydziałów ustalonych w planie gospodarki narodowej. Celem naszym jest obecnie przedstawienie takiej procedury, przy której porównania oraz korekty planu makroekonomicznego, które mają być oparte na tych porównaniach, przyjmą pewne zorganizowane formy; chodzi więc o to, by *organicznie powiązać programowanie przeprowadzone na szczeblu gałęzi przemysłu z planem centralnym.*

Nasze badania były dostosowane do praktycznych potrzeb planowania gospodarki węgierskiej, ale w trakcie badań rozwinięta została metoda o bardziej uniwersalnym znaczeniu. Opracowany został model ogólny, przedstawiony w pracy [82]. *Ogólny model* ułatwia sformułowanie pewnych definicji oraz dowodzenie twierdzeń matematycznych.

---

[3] Należy tu wskazać na pracę L. W. Kantorowicza [62], R. Frischa [38] i W. Trzeciakowskiego [168].

[4] Por. np. prace [27] i [28] G. B. Dantziga i P. Wolfego.

Na konferencji Międzynarodowego Towarzystwa Ekonomicznego, która odbyła się latem roku 1963 w Cambridge, prof. E. Malinvaud rozwinął pewne godne uwagi pomysły związane z częściową decentralizacją planowania makroekonomicznego. Jako jednej z metod używał procedury dekompozycyjnej Dantziga i Wolfego.

Dopóki prace konferencji w Cambridge nie zostaną opublikowane, nie jesteśmy w stanie przeprowadzić szczegółowej analizy pomysłów prof. Malinvaud.

Może on również stanowić podstawę dla zastosowania metody dekompozycji do rozwiązywania innych ogólnych problemów programowania liniowego poza zagadnieniem planowania gospodarki narodowej, które było punktem wyjścia naszych prac.

Intencją niniejszego rozdziału jest przedstawienie — na podstawie twierdzeń dowiedzionych w pracy [82] — konkretnego zastosowania metody planowania dwupoziomowego do zagadnień długofalowego planowania makroekonomicznego.

A oto sposób ujęcia tego zagadnienia. W rozdziale 24 problem długofalowego planowania został przedstawiony przy użyciu stosunkowo prostego, schematycznego modelu. Układ ograniczeń oraz sposób podejścia do inwestycji są bardzo uproszczone; funkcja celu jest nastawiona na optymalizację salda wymiany z zagranicą bez bliższych, ekonomicznych wyjaśnień itd. Wszystko to zrobiono po to, by ułatwić czytelnikowi zrozumienie podstawowych zagadanień planowania dwuszczeblowego. W rozdziałach 25, 26 i 27 omówimy pewne dyskusyjne właściwości schematycznego modelu opisanego w rozdziale 24, wchodząc głębiej w pominiętą poprzednio problematykę ekonomiczną, i przeanalizujemy niektóre założenia upraszczające.

Rozdział rozpoczyna się przedstawieniem pewnych podstawowych idei metody planowania dwupoziomowego w paragrafie 24.2; paragraf 24.3 opisuje model centralny, paragraf 24.4 — model sektorowy. W paragrafie 24.5 definiujemy i omawiamy reguły iteracji. W paragrafie 24.6 przedstawimy problem przy pomocy pojęć teorii gier.

24.2. NAŚLADOWANIE NORMALNEGO TOKU PLANOWANIA

Nasza metoda w pewnym stopniu naśladuje normalny tok planowania. Krajowy Urząd Planowania w oparciu o wymagania polityki ekonomicznej i ogólne informacje o gałęziach opracowuje prowizoryczny projekt planu, który zawiera ogólne zadania i wskaźniki dla gałęzi. Szczebel centralny ustala prowizoryczny rozdział dostępnych zasobów, materiałów, siły roboczej itp. między gałęzie i równocześnie przydziela im zadania produkcyjne. Następnie gałęzie, poprzez szczegółowe obliczenia dostosowane do ich aktualnych warunków, ustalają, jak korzystać będą z przydziałów, konkretyzując tym samym cele centralne. W toku tej konkretyzacji proponują one pewne zmiany wskaźników centralnych. Faza ta zwykle jest nazywana „układaniem kontrplanów". Na podstawie kontrplanów Krajowy Urząd Planowania modyfikuje pierwotnie ustalone zadania i przesyła je znowu z powrotem „w dół", tj. do gałęzi (Por. proces koordynacji planu opisany w paragrafie 1.1). Metoda, którą zamierzamy opisać jest próbą oparcia „planowania oraz układania kontrplanów" na pewnych obiektywnych kryteriach.

Również z innego punktu widzenia metoda ta symuluje normalną praktykę planowania. Często się zdarza, że szczebel centralny stawia gałęziom pewne zadania i każe im przekazać z powrotem informacje o stopniu ekonomicznej efektywności, z jaką zadania te mogą być wykonane. Gałęzie wyrażają efektywność swych działalności za pomocą różnych „wskaźników ekonomicznej efektywności", których struktura określona jest centralnie (zob. paragraf 1.2). Nasza metoda łączy w sobie ten proces „powrotnego przepływu informacji" w jednolity system. Na każdym etapie gałęzie zgłaszają szczeblowi centralnemu jeden rodzaj wskaźnika efektywności ekonomicznej, tj, *oceny dualne* obliczone za pomocą programowania, oceniając w ten sposób zadania, które stamtąd otrzymały.

24.3. MODEL CENTRALNY[5]

Proces planowania kierowany jest przez szczebel *centralny* — w praktyce przez Krajowy Urząd Planowania. Ogółem mamy n sektorów (gałęzi). Każda gałąź jest odpowiedzialna za jedną grupę produktów; w dalszym ciągu będziemy dla zwięzłości mówić *o produktach*, zamiast o grupach produktów. Działalność sektorów składa się nie tylko z produkcji na potrzeby kraju, lecz obejmuje również eksport i import danego produktu. Na przykład, zbiór działalności objęty modelem produkcji włókien sztucznych, omawianym w rozdziale 3, może być uważany jako jeden taki sektor obejmujący produkcję, inwestycje, działalności eksportowe i importowe, związane z włóknami sztucznymi oraz z materiałami pośrednimi, koniecznymi do ich wytwarzania. *Długofalowe plany* opracowywane są dla okresu planowego składającego się w sumie z T lat*

Nie zamierzamy za pomocą obecnego modelu określić wszystkich celów narodowego planu gospodarczego. Punktem wyjścia jest istniejący plan dla całej gospodarki (opracowany „tradycyjnymi", niematematycznymi metodami i sprawdzony za pomocą tablic przepływów międzygałęziowych). Niektóre zadania tego planu są przyjęte w naszym modelu programowania jako stałe. Nazywamy je *dyrektywami planu.*

Szczebel centralny przesyła gałęziom trzy rodzaje *wskaźników planu*[6].

1. Szczebel centralny ustala dla i-tej gałęzi w roku t zadanie dostarczenia pewnej ilości produktu dla pokrycia zapotrzebowania krajowego. Oznaczymy tę wielkość przez v_{it} i nazywać ją będziemy dostawami krajowymi ($i=1, 2,..., n$; $t=1, 2, ..., T$). Szczebel centralny nie określa, czy dostawy krajowe powinny zostać pokryte produkcją własną gałęzi czy też importem; o tym zadecyduje program gałęziowy. Co więcej, program gałęziowy musi zdecydować, czy gałąź będzie również eksportować nadwyżkę produkcji ponad dostawy krajowe.

2. Szczebel centralny udostępnia i-tej gałęzi pewną ilość j-ego produktu. Oznaczymy tę wielkość przez z_{ijt} i nazwiemy ją przydziałem materiałowym ($i=1, 2, ..., n; j=1, 2, ... N; j\neq i; t=1, 2, ..., T$). Przydział materiałowy obejmuje zarówno j-ty produkt wytwarzany w kraju, jak i pochodzący z importu.

3. Szczebel centralny przydziela i-tej gałęzi w okresie t pewną ilość siły roboczej. Wielkość tę oznaczymy przez w_{it} i nazwiemy przydziałem siły roboczej.

Wskaźniki planu są zmiennymi programu centralnego. Stałe występujące w układzie ograniczeń programu centralnego są dyrektywami planu. Są to:

---

* Słowo „rok" ma tu znaczenie umowne. Oznacza pewien ustalony podokres całego okresu, na który sporządzamy plan (Przyp. red.).

[5] Podczas gdy w modelu ogólnym, opisanym w pracy [82], punktem wyjścia jest problem OCI, to przedstawiając tutaj pewien model szczegółowy przejdziemy od razu do problemu planowania dwupoziomowego, wynikającego z problemu OCI.

Czytelnik może sprawdzić, że ten szczególny model planowania makroekonomicznego, który tu będzie opisany, jest specjalnym przypadkiem modelu ogólnego.

[6] Tzw. u nas wskaźniki niedyrektywne — przyp. tłum. Pojęcia te pozostają w zgodzie z dotąd używaną terminologią. Definicja *dyrektywy* planu podana została w paragrafie 1.3, definicja *wskaźnika* planu we wstępie do części IV. Dyrektywa planu jest wskaźnikiem przyjętym z planu centralnego i traktowanym jako stała; wskaźnik planu jest takim zadaniem planu centralnego, które w obecnie rozważanym modelu jest uważane za zmienną.

1) d_{it} – spożycie krajowe i-tego produktu przewidziane w okresie t. Obejmuje ono zarówno spożycie indywidualne, jak i zbiorowe łącznie z inwestycjami nieprodukcyjnymi. Nie obejmuje ono ani eksportu, ani (z pewnymi wyjątkami) inwestycji produkcyjnych (do tych wyjątków wrócimy później).

2) V_{it} – *górna granica zapotrzebowania krajowego* na i-ty produkt w okresie t. Nie ma praktycznie trudności w określeniu ilości, której masa produktów koniecznych dla zaspokojenia zapotrzebowania krajowego na pewno nie przekroczy.

3) W_t – zasób siły roboczej dostępny w gospodarce narodowej w celu wykonywania zadań produkcyjnych w roku t.

Będziemy nazywać programy centralne $(v_{it}, z_{ijt}, w_{it})$ *wykonalnymi*, gdy

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{n} z_{ijt} + d_{it} = v_{it} \leqslant V_{it}, \quad i=1, \ldots, n; \quad t=1, \ldots, T \tag{24.1}$$

$$\sum_{i=1}^{n} w_{it} = W_t, \quad t=1, \ldots, T \tag{24.2}$$

$$v_{it} \geqslant 0, \quad z_{ijt} \geqslant 0, \quad w_{it} \geqslant 0, \quad i=1, \ldots, n; \quad j=1, \ldots, n; \quad j=i; \quad t=1, \ldots, T. \tag{24.3}$$

24.4. MODEL GAŁĘZIOWY

Zmienne występujące w modelu programowania i-tej gałęzi mogą być – w zależności od ich ekonomicznego charakteru – poklasyfikowane na kilka grup:

1. *Działalności reprodukcyjne*. Rozumiemy przez nie niezmienioną, kontynuowaną eksploatację tych urządzeń produkcyjnych zdolnych do wytworzenia i-tego produktu, które istniały już na początku okresu planowego. (Na przykład w modelu przemysłu włókien sztucznych działalność 8.1.1. – produkcja wiskozy w starym zakładzie, lub działalność 9.1.1. – produkcja celofanu w starym zakładzie, były działalnościami tego typu). Znając charakterystykę techniczną takich działalności (uwzględniając np. czy zakład jest nowoczesny, czy przestarzały) można działalności tego rodzaju włączyć do modelu. Oznaczmy przez x_{ikt} planowany poziom k-tej działalności reprodukcyjnej w i-tej gałęzi w roku t.[7] $(x_{ikt} \geqslant 0, \quad k=\text{repr.},[8] \quad t=1, \ldots, T)$.

2. *Działalności inwestycyjne*. Pojęcie to obejmuje zarówno tworzenie nowych mocy produkcyjnych, jak i produkcję, która będzie miała miejsce dzięki tym nowym mocom. Do modelu mogą być włączone różne typy działalności inwestycyjnych, wyróżnione według technicznych lub ekonomicznych właściwości (np. wg zastosowanej technologii, wg tego, czy użyto importowanych, czy też krajowych urządzeń itd.). Co więcej, możliwe

[7] Zarówno tu, jak i w odniesieniu do innych zmiennych (z wyjątkiem działalności inwestycyjnych) jednostką, w której mierzymy poziom działalności, jest ilość pewnych jednostek naturalnych na rok lub ilość forintów na rok. Jednostka, w której mierzymy ilość i-tego produktu w centralnym bilansie tego produktu musi być taka sama.

[8] Ilości zmiennych nie będą ustalone ani tu, ani dla innych grup zmiennych gałęziowych. Zamiast tego odpowiednie skróty przy bieżącym indeksie k będą określały charakter działalności; np. $k=$repr. oznacza, że chodzi o działalność reprodukcyjną, $k=$inw., oznacza, że chodzi o działalność inwestycyjną itd.

jest rozróżnienie w obrębie danego typu działalności inwestycyjnej (np. założenie i eksploatacja określonego zakładu w określony sposób) kilku rodzajów działalności inwestycyjnych w zależności od czasu *rozpoczęcia inwestycji*. Dopuszczamy, by każdej takiej alternatywie odpowiadała w modelu osobna działalność inwestycyjna.

Poziom k-tej działalności inwestycyjnej w sektorze i[9] będzie oznaczany przez x_{ik}($x_{ik} \geqslant 0$, $k = \text{inw.}$).

3. *Działalności eksportowe*. W modelu występować może kilka rodzajów działalności eksportowych, wyróżnionych na podstawie ich ekonomicznych cech charakterystycznych (np. według rynków, krajów itd.) Symbolem x_{ikt} oznaczymy poziom k-tej działalności eksportowej w odniesieniu do i-tego produktu w roku t ($x_{ikt} \geqslant 0$, $k = \text{imp.}$, $t = 1, \ldots, T$).

4. *Limitowane działalności importowe*. Ta grupa zawiera jedynie te działalności importowe, które konkurują z krajowymi działalnościami produkcyjnymi należącymi do grupy 1 i 2 i mogą te ostatnie zastąpić; poziom ich jest ograniczony przez zewnętrzne czynniki rynkowe. Różne rodzaje takich działalności wyodrębnione na podstawie ich ekonomicznych cech charakterystycznych (np. rynki itd.) mogą występować w modelu. Poziom k-tej limitowanej działalności importowej — czyli import i-tego produktu w roku t — oznaczony będzie przez x_{ikt}. ($x_{ikt} \geqslant 0$, $k = \text{imp.}$, $t = 1, \ldots, T$).

5. *Nielimitowane działalności importowe*. Są to działalności importowe, które podobnie do działalności importowych z punktu 4. konkurują z produkcją krajową, ale wolumen ich nie jest limitowany ani przez zewnętrzne czynniki rynkowe, ani też inne okoliczności. W niektórych gałęziach możemy z pełnym usprawiedliwieniem zakładać istnienie realnych możliwości nieograniczonej działalności importowej. W innych gałęziach swobodna nielimitowana działalność importowa właściwie nie istnieje. Niemniej jednak zmienne tego typu będą występować również i w tych gałęziach, ale jedynie jako fikcyjna, pomocnicza zmienna. Charakter naszej metody wymaga wprowadzenia zmiennych importowych nielimitowanych od góry w każdym modelu gałęziowym, ale procedura programowania, która zostanie zastosowana, automatycznie wyeliminuje te zmienne z rozwiązania. Nielimitowany import jest 0-wą działalnością modelu gałęziowego. Poziom nielimitowanego importu w i-tym sektorze w roku t będzie oznaczony przez x_{i0t}($x_{i0t} \geqslant 0$, $t = 1, \ldots, T$).

Ograniczenia wprowadzone do programu gałęziowego i-tej gałęzi mogą być — poza ograniczeniem dotyczącym nieujemnych wartości — podzielone na dwie główne grupy. Jedna grupa ograniczeń zapewnia, że gałąź stosuje się do wskaźników planu otrzymanych od szczebla centralnego. Pierwsze ograniczenie jest następujące;

$$v_{it} \leqslant \sum_{\substack{k=\text{repr.,}\\ \text{eks.,}\\ \text{imp.,0}}} f_{ikt} x_{ikt} + \sum_{k=\text{inw.}} f_{ikt} x_{ik} \leqslant V_{it} \qquad t = 1, \ldots, T \tag{24.4}$$

Współczynnik wyniku f_{ikt}, występujący w tym ograniczeniu, ma — w zależności od rodzaju działalności — następujący sens.

[9] Skoro, zgodnie z podanymi definicjami, działalność inwestycyjna nie odnosi się do jednego wybranego roku, gdyż niektóre działalności inwestycyjne trwają w ciągu całego okresu planowego, poziom x_{ik} różni się od innych zmiennych tym, że nie zawiera bieżącego indeksu t. Poziom działalności inwestycyjnej jest mierzony odpowiednią ilością — w jednostkach naturalnych lub w forintach — produktu wytworzonego przez nowy zakład podczas jednego roku, od momentu oddania zakładu do eksploatacji. Jednostka tego produktu musi być identyczna z jednostką użytą w centralnym bilansie produktu, zgodnie z (24.1).

1) Dla działalności reprodukcyjnej $f_{ikt}=1$.

2) Dla działalności inwestycyjnej $f_{ikt}\geqslant 0$, ale przynajmniej dla jednego roku t, $f_{ikt}=1$. W wyniku jednostkowej działalności inwestycyjnej powstanie po pewnym czasie, najpóźniej w ostatnim roku, jednostka mocy produkcyjnej, która będzie zdolna wytworzyć ilość i-tego produktu przyjętą za jednostkę w ciągu jednego roku. Z drugiej strony poprzednia produkcja zależeć będzie od tego, kiedy rozpoczęto inwestycję i jak długi okres rozruchu jest niezbędny do osiągnięcia stanu normalnej eksploatacji. Załóżmy, że w odniesieniu do k-tej działalności inwestycyjnej obowiązuje określony harmonogram produkcji (i – jak pokażemy – wydatków)[10].

Załóżmy też, że po osiągnięciu stanu pełnej eksploatacji, moce produkcyjne powstałe w wyniku inwestycji będą zawsze wykorzystywane w normalnych rozmiarach. Zatem jeśli f_{ikt} jest równe 1 dla określonego t, wtedy będzie także równe 1 dla roku $(t+1)$-szego, $(t+2)$-go itd. Działalności inwestycyjne różnią się zatem od działalności reprodukcyjnych tym, że o ile w odniesieniu do istniejących na początku mocy produkcyjnych nie zakładamy, iż muszą być koniecznie wykorzystywane, o tyle w odniesieniu do nowo stworzonych mocy zakładamy ich pełne wykorzystanie.

3) Dla działalności eksportowej $f_{ikt}=-1$.

4) i 5) Dla limitowanych i nielimitowanych działalności importowych $f_{ikt}=1$.

Następny zbiór ograniczeń związany ze wskaźnikami planu centralnego ma postać następującą:

$$\sum_{\substack{k=\text{repr.,}\\ \text{eksp.,}\\ \text{imp.,0}}} g_{ijkt}\,x_{ikt}+\sum_{k=\text{inw.}} g_{ijkt}\,x_{ik}\leqslant z_{ijt} \tag{24.5}$$

$$j=1,\ldots,n;\qquad j=i\;;\qquad t\neq 1,\ldots,T$$

Współczynnik nakładu materiałowego g_{ijkt} kształtuje się następująco dla różnych działalności sektorowych:

1) Dla działalności reprodukcyjnych $g_{ijkt}\geqslant 0$. Technologiczny charakter produkcji określa, czy wymagany jest j-ty materiał czy też nie. To zapotrzebowanie materiałowe obejmuje zarówno potrzeby bieżącej eksploatacji, jak i zapotrzebowanie materiałowe z powodu przeprowadzania generalnego remontu, zastąpienia oraz renowacji urządzeń koniecznych do utrzymania starych mocy, czyli osiągnięcia reprodukcji prostej.

2) Dla działalności inwestycyjnych $g_{ijkt}\geqslant 0$. Obejmuje on produkty (np. maszyny) potrzebne na inwestycje w latach powstawania nowych mocy, a ponadto produkty niezbędne dla bieżącej produkcji oraz dla utrzymania i zastąpienia stworzonych mocy od momentu uruchomienia inwestycji. Podobnie jak dla działalności produkcyjnych, założy-

---

[10] Niech na przykład model gałęziowy przemysłu chemicznego ma wskaźnik $i=3$ i niech jego 17 zmienna dotyczy budowy określonej nowej fabryki chemicznej w taki sposób, że działalność inwestycyjna rozpoczyna się w drugim roku, uzyskuje 60% swej końcowej wielkości podczas 3 roku, a pełną wielkość w roku 4. W tym przypadku $f_{3,17,1}=0$, $f_{3,17,2}=0$, $f_{3,17,3}=0{,}6$, $f_{3,17,4}=1$, $f_{3,17,5}=1$. Z drugiej zaś strony dla 18 zmiennej, która oznacza ten sam pod względem technologicznym proces inwestycyjny, ale rozpoczęty o jeden rok później, współczynniki te są następujące: $f_{3,18,1}=f_{3,18,2}=f_{3,18,3}=0$, a jedynie $f_{3,18,4}=0{,}6$; $f_{3,18,5}=1$. Ten sposób traktowania inwestycji jest dość podobny do sposobu, w jaki R. Frisch posługuje się różnymi „kanałami" działalności inwestycyjnej. Zob. [38].

liśmy tutaj również, że dla k-tej działalności inwestycyjnej istnieje określony harmonogram, jeśli chodzi o zapotrzebowanie materiałowe.

3), 4) i 5) Dla wszystkich działalności w zakresie handlu zagranicznego $g_{ijkt}=0$.

Wreszcie ostatnie ograniczenie związane ze wskaźnikami planu centralnego:

$$\sum_{\substack{k=\text{repr.},\\ \text{eksp.},\\ \text{imp.},\ 0}} h_{ikt}\,x_{ikt}+\sum_{k=\text{inw.}} h_{ikt}\,x_{ik}\leqslant w_{it} \qquad t=1,\ldots,T \tag{24.6}$$

Współczynniki nakładu siły roboczej h_{ikt} przedstawiają się następująco dla różnych grup działalności:

1) Dla działalności reprodukcyjnych $h_{ikt}>0$. Nie jest możliwa jakakolwiek produkcja bez siły roboczej.

2) Dla działalności inwestycyjnych $h_{ikt}\geqslant 0$. Zanim rozpocznie się eksploatacja współczynnik ten równy jest zeru, potem jest dodatni. Tutaj również wartość liczbowa współczynnika podlega harmonogramowi czasowemu.

3), 4) i 5) Dla działalności związanych z handlem zagranicznym $h_{ikt}=0$.

Poza warunkami, które zapewniają stosowanie się do wskaźników planu centralnego, możliwe jest również ustanowienie *specjalnych ograniczeń* charakterystycznych dla określonych warunków działania gałęzi. A oto kilka przykładów. Działalności reprodukcyjne limitowane są przez górną granicę istniejących mocy. (Na przykład – ograniczenia (3.8) i (3.9) modelu przemysłu włókien sztucznych mają taki właśnie charakter). Niektóre działalności inwestycyjne – np. modernizacja istniejących zakładów – są ograniczone (Np. ograniczenie (3.7) w modelu przemysłu włókien sztucznych). W niektórych gałęziach produkcja krajowa jest ograniczona przez nasze zasoby naturalne. Pewne działalności eksportowe i importowe są ograniczone przez czynniki rynkowe. (Na przykład – ograniczenie (3.3) w modelu przemysłu włókien sztucznych). Te specjalne warunki mogą być zapisane w następującej formie ogólnej[11]:

$$\sum_{t=1}^{T}\sum_{\substack{k=\text{repr.},\\ \text{eksp.},\\ \text{imp.},\ 0}} a^0_{ilkt}\,x_{ikt}+\sum_{k=\text{inw.}} a^0_{ilk}\,x_{ik}\leqslant b^0_{il} \qquad l=\text{spec.} \tag{24.7}$$

Cel programowania w i-tym sektorze jest następujący:

$$\sum_{t=1}^{T}\sum_{\substack{k=\text{repr.},\\ \text{eksp.},\\ \text{imp.},\ 0}} s_{ikt}\,x_{ikt}+\sum_{k=\text{inw.}} s_{ik}\,x_{ik}\to\max . \tag{24.8}$$

Jest nim więc maksymalizacja gałęziowej (sektorowej) funkcji celu, tj. wyrażenia (24.8). W wyrażeniu tym s_{ikt} i s_{ik}, to *uzyski dewizowe* z rozważanych działalności. Przedstawiają się one następująco dla różnych grup działalności:

1) i 2) Dla działalności reprodukcyjnych i inwestycyjnych uzyski dewizowe są zwykle

[11] Skrót $l=$spec. wyraża fakt, że wzór (24.7) wymienia wszystkie specjalne ograniczenia. Dla zmiennych dotyczących importu nielimitowanego $a^0_{il0t}=0$.

zerowe. Jedynym wyjątkiem jest taki typ produkcyjnej lub inwestycyjnej działalności, który wymaga niekonkurencyjnego importu dóbr, które nie mogą być produkowane w kraju. Koszty niekonkurencyjnego importu są zaliczane jako ujemne uzyski dewizowe. (Naturalnie w przypadku działalności inwestycyjnej uzyski dewizowe obejmują koszty całego niekonkurencyjnego importu, który będzie miał miejsce w okresie objętym planem).

3) Dla działalności związanych z eksportem uzyski z wymiany zagranicznej są dodatnie.

4) i 5) Uzyski dewizowe dotyczące działalności importowych są ujemne. Zmienne reprezentujące nielimitowany import są jedynie zmiennymi fikcyjnymi: przypisano im bardzo wysokie ujemne uzyski z wymiany zagranicznej. Jeśli chodzi o uzyski z działalności związanych z wymianą zagraniczną, to założono również, że

$$\max_{k=\text{eksp.}} s_{ikt} \leqslant \min_{k=\text{imp.},\,0} (-s_{ikt}), \qquad t=1, \ldots, T \tag{24.9}$$

W skali makroekonomicznej za optymalny może być uważany taki plan centralny, przy którym suma maksymalnych wartości gałęziowych funkcji celu osiąga maksimum.

W programie dualnym względem pierwotnego programu gałęziowego, określonego warunkami (24.4) – (24.8) wystąpią przy wskaźnikach planu centralnego (v_{it}, z_{ijt}, w_{it}) następujące oceny dualne: v_{it} – ocena dualna dostaw krajowych v_{it}, ξ_{ijt} – ocena dualna przydziału materiałowego z_{ijt}; ω_{it} – ocena dualna przydziału siły roboczej w_{it}. Niech dalej κ_{it} oznacza ocenę dualną górnej granicy zapotrzebowania krajowego V_{it}, a ρ_{il} – ocenę dualną limitu b^0_{il}, występującego w l-tym ograniczeniu specjalnym. Wtedy przy gałęziowym układzie ocen dualnych (v_{it}, ξ_{ijt}, ω_{it}, κ_{it}, ρ_{il}), jako układzie zmiennych dualnych, dualny program i-tej gałęzi przybierze następującą formę[12]:

$$f_{ikt}(\kappa_{it}-v_{it})+\sum_{\substack{j=1\\ j\neq i}}^{n} g_{ijkt}\xi_{ijt}+h_{ikt}\omega_{it}+\sum_{l=\text{spec.}} a^0_{ilkt}\rho_{il}\geqslant s_{ikt} \tag{24.10}$$

$$k=\text{repr.}, \text{eksp.}, \text{imp.}, 0; \qquad t=1, \ldots, T$$

$$f_{ikt}(\kappa_{it}-v_{it})+\sum_{\substack{j=1\\ j\neq 1}}^{n} g_{ijkt}\xi_{ijt}+h_{ikt}\omega_{it}+\sum_{l=\text{spec.}} a^0_{ilk}\rho_{il}\geqslant s_{ik}, \tag{24.11}$$

$$k=\text{inw.}, \qquad t=1, \ldots, T$$

$$v_{it}\geqslant 0, \quad \xi_{ijt}\geqslant 0, \quad \omega_{it}\geqslant 0, \quad \kappa_{it}\geqslant 0, \quad \rho_{il}\geqslant 0$$

$$j=1, \ldots, n \quad j\neq i \quad t=1, \ldots, T \quad l=\text{spec.} \tag{24.12}$$

$$\sum_{t=1}^{T}(V_{it}\kappa_{it}-v_{it}v_{it}+\sum_{\substack{j=1\\ j\neq i}}^{n} z_{ijt}\xi_{ijt}+w_{it}\omega_{it})+\sum_{l=\text{spec.}} b^0_{il}\rho_{il}\to\min \tag{24.13}$$

---

[12] O dualności w programowaniu liniowym piszę m.in. S. Karlin [63], S. Gass [42], lub B. Krekó [88].

Jaki jest ekonomiczny sens ocen dualnych w naszym przypadku?

1. Ocena dualna dostaw krajowych wyraża sumę, o którą wzrosłyby uzyski dewizowe *i*-tej gałęzi, gdyby dostawy, których żąda się od tej gałęzi, zostały zredukowane o jednostkę[13], podczas gdy inne limity występujące w ograniczeniach modelu gałęziowego pozostałyby niezmienione. Można tę ocenę uważać za coś w rodzaju *„ceny podaży"* *i*-tego produktu.

2. Ocena dualna przydziału materiałowego wyraża sumę, o którą wzrosłyby uzyski dewizowe *i*-tej gałęzi, gdyby przydział *j*-tego materiału dla tej gałęzi wzrósł o jednostkę, podczas gdy inne limity modelu gałęziowego pozostałyby niezmienione. Można tę ocenę uważać za coś w rodzaju „ceny popytu" *j*-tego produktu.

3. Ocena dualna przydziału siły roboczej wyraża sumę, o którą wzrosłyby uzyski dewizowe *i*-tej gałęzi, gdyby przydział siły roboczej dla tej gałęzi wzrósł o jednostkę. Można tę ocenę uważać za*„rozrachunkową płacę"*.

Niektóre pozostałe oceny dualne również mają zrozumiałe interpretacje ekonomiczne. Np. oceny dualne górnych limitów eksportu i importu mogą być uważane za „cła", oceny dualne górnych limitów istniejących mocy produkcyjnych — za „opłaty dzierżawne"; oceny dualne limitów zasobów naturalnych — za „renty" itd.

Możliwe jest więc nadanie problemowi dualnemu ekonomicznego sensu.

Jest znaną właściwością ocen otrzymanych z programu dualnego, że wartość funkcji celu programu pierwotnego w rozwiązaniu optymalnym jest w pełni „przypisana" limitom występującym w tym programie. W naszym przypadku minimalna wartość wszystkich limitów, liczona po cenach dualnych jest dokładnie równa maksymalnemu uzyskowi dewizowemu z wszystkich działalności.

Załóżmy na chwilę, że szczebel centralny przydzielił gałęzi zasoby po cenie odpowiadającej ocenie dualnej zgłoszonej przez gałąź szczeblowi centralnemu drogą powrotnego przepływu informacji, żądając jednocześnie, żeby gałąź nie była deficytowa. Jeśli gałąź zgłosi zbyt optymalne, tj. za wysokie oceny dualne (przyjmie np. że podniesienie przydziału siły roboczej powiększy uzysk o więcej niż to jest rzeczywiście możliwe nawet przy optymalnym planie działalności), stanie się gałęzią deficytową. Minimalizacja łącznej oceny wartości limitów, jako optymalizacyjny postulat programu dualnego wyraża myśl, że musimy strzec się *przeceniania* wpływu, jakie modyfikacja limitów występujących w ograniczeniach może wywrzeć na wartość funkcji celu.

Ten postulat, wyrażony funkcją celu jest uzupełniony przez inny jeszcze postulat, wyrażony w układzie ograniczeń problemu dualnego. Może on być uważany właściwie za znany „warunek bezzyskowności". Weźmy na przykład działalność produkcyjną, która nie jest obciążona kosztami importu niekonkurencyjnego, tj. taką dla której $s_{ikt}=0$. Ograniczenie (24.10) oznacza w tym przypadku, że różnica: koszty produkcji (obliczone wg ocen dualnych) minus wpływy z produkcji ustalonej tak, by wykonać plan dostaw krajowych (również oceniane wg ocen dualnych), nie może być wielkością ujemną. Innymi słowy, ta działalność nie może gałęzi przynosić zysku.

---

[13] Ściśle mówiąc, zarówno tutaj, jak i przy innych ograniczeniach ocena dualna wyraża nie zmianę uzysku powstałą z powodu zmiany limitu o *jednostkę*, lecz zmianę uzysku przypadającą na *dostatecznie małą zmianę limitu*. Jedynie w celu łatwiejszego zrozumienia mówimy o zmianie jednostkowej, która jest bardziej konkretnym, praktycznym pojęciem.

Występujący więc w programie dualnym postulat minimalizacji wartości limitów obliczonej wg ocen dualnych wyraża więc, oprócz warunków niezyskowności, postawę ostrożności i odpowiedzialnego umiaru[14].

24.5. PRZEBIEG PROGRAMOWANIA

Najpierw opiszemy zwięźle przebieg programowania, następnie przedstawimy w matematycznej formie reguły tej procedury, wg których programowanie przebiega.

Programowanie zaczyna się wraz z wyznaczeniem przez szczebel centralny dostaw krajowych, przydziałów materiałowych oraz przydziałów siły roboczej dla gałęzi.

Gdyby te wskaźniki planu centralnego były najlepszymi z możliwych, programowanie można by właściwie na tym zakończyć. Ale to nie jest bynajmniej pewne. Możliwe jest, że szczeblowi centralnemu nie powiodło się „w pierwszej próbie" opracowanie najlepszych wskaźników planu centralnego. Dlatego szczebel centralny chce ocenić poprawność swego planu dostaw i przydziałów materiałowych i siły roboczej. Żeby to osiągnąć żąda od gałęzi sprawozdań, w których zawarte mają być liczby określające efektywność wykorzystania materiałów i siły roboczej, przydzielonych przez szczebel centralny, oraz skutki narzuconego gałęziom planu dostaw.

Żeby ów powrotny przepływ informacji mógł nastąpić, gałęzie rozwiązują program dualny. Określają one oceny dualne wskaźników planu centralnego (ponadto oceny dualne limitów występujących w ich własnych, specjalnych ograniczeniach) i opierając się na nich składają szczeblowi centralnemu sprawozdania. Takie sprawozdanie jest pewnego rodzaju odbiciem i oceną pierwotnego planu centralnego. Przypuśćmy, że się złożyło, iż ocena dualna przydziału siły roboczej w gałęzi (sektorze) 1. wynosi 100, podczas gdy w gałęzi 2 wynosi ona 50. Jasne jest, że przydział siły roboczej gałęzi 2 powinien być uszczuplony na rzecz gałęzi 1. Mogło się również złożyć tak, że ocena dualna przydziału energii elektrycznej w gałęzi 3 wynosi 60, a w gałęzi 9 jedynie 20. Wtedy warto jest dokonać przesunięcia pewnej części energii z gałęzi 9 do gałęzi 3.

Te poprawki prowadzą do zbudowania nowego planu centralnego. Gałęzie otrzymują nowe wskaźniki planowe i jeszcze oraz określają oceny dualne, ale tym razem będą to oceny nowych wskaźników planu centralnego. Stosownie do nich szczebel centralny znowu skoryguje plan centralny i jeszcze raz pośle zmodyfikowane wskaźniki planu gałęziom itd. Procedura ta składa się z szeregu kroków; każdy krok obejmuje poprawkę programu centralnego oraz rozwiązanie gałęziowego programu dualnego, czyli określenie ocen dualnych.

W toku tego *procesu iteracyjnego*, który będzie omawiany szczegółowo później, odbywa się przepływ informacji w dwóch kierunkach – nowe zestawy zadań centralnych przepływają od szczebla centralnego do gałęzi, oraz nowe zestawy ocen dualnych przepływają od gałęzi do szczebla centralnego. Właśnie dlatego procedura ta została nazwana planowaniem

---

[14] To powściągliwe i odpowiedzialne podejście byłoby bardzo pożądane nie tylko tutaj, ale wszędzie tam, gdzie mówi się o wskaźnikach ekonomicznej efektywności. (Por. paragraf 14.3, w którym piszemy o tym, ile zniekształceń oraz tendencyjnego optymizmu kryje się w różnych wskaźnikach).

dwupoziomowym (dwuszczeblowym). Używając znanych terminów cybernetycznych, model ten przedstawia układ regulowany, który działa na zasadzie „ujemnego sprzężenia zwrotnego". Układ ocen dualnych otrzymanych za pomocą programowania gałęziowego gra rolę sprzężenia zwrotnego, które wnosi ciągłe poprawki do instrukcji wychodzących od szczebla centralnego.*

W czasie każdej fazy możliwe jest oszacowanie górnej granicy wielkości, o którą wartość funkcji celu osiągnięta w tym kroku jest mniejsza od maksymalnej wartości funkcji celu. Innymi słowy, możliwe jest określenie maksimum oszczędności, które dalsze fazy procesu programowania mogłyby jeszcze przynieść. Jeśli te maksymalne potencjalne oszczędności nie są już zbyt duże, wtedy proces programowania można zakończyć. Można z góry określić pewną liczbę δ, coś w rodzaju *„poziomu tolerancji"* — taką że w przypadku, gdy wartość funkcji celu w jakimś kroku nie różni się od wartości maksymalnej o więcej niż δ można zatrzymać liczenie; tak otrzymane rozwiązanie nazywa się quasi-optymalnym lub δ-optymalnym.

Naszym zdaniem jest to postępowanie wystarczające dla wszystkich praktycznych celów. W praktyce nie jest konieczne znalezienie dokładnej wartości granicznej i osiągnięcie ostatecznego optimum. Wystarczy znaleźć ściśle określone przybliżenie[15].

Przejdziemy obecnie do bardziej szczegółowego omówienia kolejnych iteracji. W następującym dalej tekście górne wskaźniki (w okrągłych nawiasach) obok symboli lub wskaźniki porządkowe (w szpiczastych nawiasach $\langle\rangle$) wskazują numer określonej fazy procesu iteracyjnego. Skoro zbiór wykonalnych planów centralnych jest tu ograniczony wolno nam zacząć od jakiegokolwiek planu centralnego $(v_{it}^{(1)}, z_{ijt}^{(1)}, w_{it}^{(1)})$.

Pomijając kilka pierwszych faz rozważmy fazę N-tą. Z poprzedniej $(N-1)$-szej fazy uzyskujemy następujące informacje: 1) w „pamięci szczebla centralnego" — *górne optimum* $\Phi^*\langle N-1\rangle$[16], wskaźniki planu centralnego $v_{it}^*\langle N-1\rangle$, $z_{ijt}^*\langle N-1\rangle$, $w_{it}^*\langle N-1\rangle$, które zostały posłane „w dół "do gałęzi. Gałęziowe oceny dualne tych wskaźników $v_{it}^*\langle N-1\rangle$, $\xi_{ijt}^*\langle N-1\rangle$, $\omega_{it}^*\langle N-1\rangle$ posłane „w górę" do centrum, *gałęziowe optima* $\varphi_i^{(N-1)}$ oraz *specjalne składniki gałęziowych optimów* $\varphi_i^0\langle N-1\rangle$[17]; 2) w „pamięci" każdej gałęzi mamy — oceny dualne $v_{it}^*\langle N-1\rangle$, $\xi_{ijt}^*\langle N-1\rangle$, $\omega_{it}^*\langle N-1\rangle$, posłane „w górę" do szczebla centralnego, oraz tablice simplex i bazy optymalne, odpowiadające obliczonym prowizorycz-

---

* W pracy [82] zostało dowiedzione, że proces ten jest *zbieżny* i że do optimum można się zbliżyć z dowolną dokładnością.

[15] Przypomnijmy sobie, że znaczna część początkowych danych nie jest dokładna. (Por. część III książki). To samo w sobie jest wystarczającym powodem do tego, by nie przeceniać ważności osiągnięcia dokładnego rozwiązania problemu optymalizacji gospodarki narodowej.

[16] Pojęcie „górnego" i „dolnego" optimum zostanie wyjaśnione później.

[17] Pojęcie to zostanie wyjaśnione później. Dokładne definicje używanych tu pojęć podane są w pracy [82]. Z grubsza biorąc „górne optimum" (w określonej fazie), to maksymalny dochód rozrachunkowy całej gospodarki przy przyjętych wskaźnikach na szczeblu centralnym i ocenach przypisanych tym wskaźnikom na szczeblu gałęzi (w tej fazie). „Dolne optimum" to suma optymalnych wartości funkcji celu dualnych programów gałęziowych przy rozwiązaniach optymalnych z punktu widzenia gałęzi (przy wskaźnikach planu centralnego przyjętych w określonej fazie). Do obu optimów wchodzą rozrachunkowe dochody przypisane specjalnym ograniczeniom gałęziowym (specjalne składniki gałęziowe). Jeszcze krócej mówiąc „górne optimum" to optimum z punktu widzenia „górnego" (centralnego) szczebla, a „dolne optimum" to optimum z punktu widzenia szczebla „dolnego" (gałęzi). (Przyp. red.)

nie gałęziowym ocenom dualnym. (Analogiczne terminy i symbole używane będą również w odniesieniu do N-tego kroku).

Krok I. (sprawdzenie, czy postępowanie iteracyjne może być zakończone, a gałęziowe oceny dualne zaakceptowane na szczeblu centralnym i posłane z powrotem do gałęzi). Wzór $\varphi^*\langle N-1\rangle=\sum_{i=1}^{n}\varphi_i^{*(N-1)}$ służy do obliczenia *dolnego optimum poprzedniej fazy* i porównania go z *górnym optimum* $\Phi^*\langle N-1\rangle$, znajdującym się w pamięci szczebla centralnego.

Przypadek 1.1. $\Phi^*\langle N-1\rangle-\varphi^*\langle N-1\rangle\leqslant\delta$. Postępowanie iteracyjne zostaje zakończone. Gałęziom poleca się obliczenie za pomocą tablic simplex oraz bazy optymalnej, zachowanych w ich pamięci, optymalnego rozwiązania pierwotnego programu gałęziowego[18]. Układ tych programów tworzy δ-optymalne rozwiązanie długofalowego makroekonomicznego planu.

Przypadek 1.2. $\Phi^*\langle N-1\rangle-\varphi^*\langle N-1\rangle>\delta$. Szczebel centralny kontroluje przekazane mu gałęziowe oceny dualne, tzn. funkcja celu centralnego szczebla $\sum_{i=1}^{n}\sum_{t=1}^{T}\{v_{it}^*\langle N-1\rangle v_{it}+\sum_{j=1}^{n}\xi_{ijt}^*\langle N-1\rangle z_{ijt}+\omega_{it}^*\langle N-1\rangle w_{it}\}$ zostaje zmaksymalizowana przy ograniczeniach (24.1)–(24.3)*. Ten program liniowy składa się z dwóch łatwo rozwiązywalnych „mikroprogramów". Jeden z nich odnosi się do zadań produkcyjnych:

$$\sum_{\substack{j=1\\ j\neq i}}^{n} z_{jit}+d_{it}=v_{it}\leqslant V_{it}\,, \tag{24.14}$$

$$z_{jit}\geqslant 0 \qquad j=1,\ldots,n \qquad j\neq i \qquad v_{it}\geqslant 0\,,$$

$$\sum_{\substack{j=1\\ j\neq i}}^{n}\xi_{jit}^*\langle N-1\rangle z_{jit}-v_{it}^*\langle N-1\rangle v_{it}\to\max\,, \quad (i=1,\ldots,n;\ t=1,\ldots,\tau)$$

i określa *prowizoryczną produkcję i podział i-tego produktu w okresie t.* Drugi odnosi się do pracy:

$$\sum_{i=1}^{n} w_{it}=W_t\,, \tag{24.15}$$

$$w_{it}\geqslant 0\,, \qquad i=1,\ldots,n\,,$$

$$\sum_{i=1}^{n}\omega_{it}^*\langle N-1\rangle w_{it}\to\max\,, \qquad (t=1,\ldots,T)$$

i określa *prowizoryczną dystrybucję siły roboczej w gospodarce narodowej.*

Rozwiązanie (24.14) ma następujące własności:

---

[18] Składowe rozwiązania optymalnego mogą być bezpośrednio odczytane z tablicy simplex. Zob. np. S. Karlin [63], s. 169–170.

* Jest to program zmierzający do ustalenia maksymalnego rozrachunkowego dochodu w całej gospodarce, osiągalnego przy wskaźnikach planowych przesłanych poprzednio w dół do gałęzi i przy ocenach dualnych tych wskaźników, które gałęzie przekazały z powrotem szczeblowi centralnemu. [Przyp. red.]

a) jeśli $\max_{j\neq i} \xi^*_{jit}\langle N-1\rangle < v^*_{it}\langle N-1\rangle$, to

$$v^{(N)}_{it} = d_{it},\ z^{(N)}_{jit} = 0,\ j = 1, \ldots, n;\ j \neq i, \tag{24.16}$$

b) jeśli $\max_{j\neq i} \xi^*_{jit}\langle N-1\rangle = \xi^*_{j_0 it}\langle N-1\rangle \geqslant v^*_{it}\langle N-1\rangle$, to[19]

$$v^{(N)}_{it} = V_{it},\ z^{(N)}_{j_0 it} = V_{it} - d_{it},\ z^{(N)}_{jit} = 0;\ j = 1, \ldots, n,\ j \neq i,\ j \neq j_0$$

Rozwiązanie (24.15) ma jeszcze prostsze własności. Jeżeli $\max_i \omega^*_{it}\langle N-1\rangle = \omega^*_{i_0 t}\langle N-1\rangle$, wtedy [20]

$$w^{(N)}_{i_0 t} = W_t,\ w^{(N)}_{it} = 0, \quad i = 1, \ldots, n,\ i \neq i_0. \tag{24.18}$$

Na rozwiązaniu obu mikroprogramów kończy się krok I.

Krok II. Łatwo spostrzec, że sumą maksimów otrzymanych z rozwiązania mikroprogramów (24.14)–(24.15) jest [21]

$$\sum_{t=1}^{T} \Big\{ \sum_{i=1}^{n} \Big[\Big(\max_{j\neq i} \xi^*_{jit}\langle N-1\rangle - v^*_{it}\langle N-1\rangle \Big)^+ \cdot V_{it} - v^*_{it}\langle N-1\rangle\, d_{it} + \max_i \omega^*_{it}\langle N-1\rangle\, W_t \Big] \Big\} = \Phi^{**}\langle N\rangle. \tag{24.19}$$

(Jest to maksimum dochodu całej gospodarki osiągalne przy prowizorycznych przydziałach zadań produkcyjnych, materiałów i siły roboczej. Przyp. red.).

Stąd górne optimum w N-tej fazie może być obliczone ze wzoru:

$$\Phi^*\langle N\rangle = \Phi^{**}\langle N\rangle + \sum_{i=1}^{N} \Phi^0_i\langle N-1\rangle. \tag{24.20}$$

Następnie (analogicznie jak w kroku I, w którym porównywaliśmy $\Phi^*\langle N-1\rangle$ i $\varphi^*\langle N-1\rangle$) porównujemy wartości $\Phi^*\langle N\rangle$ i $\varphi^*\langle N-1\rangle$.

Przypadek 2.1. $\Phi^*\langle N\rangle - \varphi^*\langle N-1\rangle \leqslant \delta$. Postępowanie iteracyjne zostaje zakończone i δ-optymalne rozwiązanie makroekonomicznego programu obliczamy w sposób identyczny jak w przypadku 1.

Przypadek 2.2. $\Phi^*\langle N\rangle - \varphi^*\langle N-1\rangle > \delta$. W tym przypadku następuje obliczenie nowych wskaźników planu centralnego w celu wysłania ich „w dół" do gałęzi. Wskaźniki nowego

---

[19] Jeśli ocena dualna $\xi^*_{ijt}\langle N-1\rangle$ jest maksymalna i w kilku gałęziach równocześnie nie jest mniejsza niż $v^*_{it}\langle N-1\rangle$, różnice $V_{it} - d_{it}$ można rozdzielić między te gałęzie w dowolnym stosunku.

[20] Jeśli ocena dualna jest maksymalna równocześnie w kilku gałęziach, to W_t może być rozdzielone dowolnie pomiędzy te gałęzie.

Jak widać z rozwiązania mikroprogramów (24.14), (24,15) rozwiązanie programu maksymalizacji rozrachunkowego dochodu całej gospodarki, o którym mowa w poprzednim przypisie redakcji, ma charakter krańcowy. Każe ono przydzielać środki produkcji (materiały i pracę) tylko tym gałęziom, w których uzyskały one największe oceny. Jest to rozwiązanie praktycznie nie do przyjęcia i dlatego zostanie zmodyfikowane w dalszych krokach (Przyp. red.).

[21] Symbol $(\alpha)^+$ oznacza, że wyrażenie w nawiasie bierzemy pod uwagę przy sumowaniu tylko wtedy, gdy jest ono dodatnie; $(\alpha)^+ = \min(0, \alpha)$.

planu obliczamy z wzorów

$$\left.\begin{aligned} v_{it}^{*}\langle N\rangle &= \frac{N-1}{N}\, v_{it}^{*}\langle N-1\rangle + \frac{1}{N}\, v_{it}^{(N)} \\ z_{ijt}^{*}\langle N\rangle &= \frac{N-1}{N}\, z_{ijt}^{*}\langle N-1\rangle + \frac{1}{N}\, z_{ijt}^{(N)} \\ w_{it}^{*}\langle N\rangle &= \frac{N-1}{N}\, w_{it}^{*}\langle N-1\rangle + \frac{1}{N}\, w_{it}^{(N)} \end{aligned}\right\} \begin{array}{l} j=1,\ldots,n \\ j\neq i \\ i=1,\ldots,n \\ t=1,\ldots,T \end{array} \tag{24.21}$$

Wskaźniki te oblicza się „mieszając" w określonych proporcjach wskaźniki $(N-1)$-tej fazy i prowizoryczne wskaźniki N-tej fazy. Takie mieszanie ma na celu z jednej strony ulepszenie wskaźników $(N-1)$-tej fazy, z drugiej strony uniknięcie krańcowych „prowizorycznych" wskaźników N-tej fazy.

Krok III: (kontrola wskaźników planu centralnego, które zostały na nowo przesłane „w dół" do gałęzi). Dualny program liniowy (24.10)–(24.13) rozwiązuje się w i-tej gałęzi przy nowych współczynnikach funkcji celu $v_{it}^{*}\langle N\rangle$, $z_{ijt}^{*}\langle N\rangle$, $w_{it}^{*}\langle N\rangle$. Tablica simplex oraz baza optymalna „zachowana" w pamięci mogą być wykorzystane w tych obliczeniach. Rozwiązania $v_{it}^{(N)}$, $\xi_{ijt}^{(N)}$, $\omega_{it}^{(N)}$ w ten sposób otrzymane będą *prowizorycznymi gałęziowymi ocenami dualnymi* N-tej fazy, wartość minimalna $\varphi_i^{(N)}$ odpowiedniej funkcji celu (24.13) będzie *optimim gałęziowym*, a składnik tej funkcji celu w rozwiązaniu optymalnym,

$$\Phi_i^{0(N)} = \sum_{t=1}^{T} \rho_{it}\, \kappa_{it}^{(N)} + \sum_{l=\text{spec}} b_{il}^{0}\, V_{il}^{(N)}, \tag{24.22}$$

odpowiadający specjalnym ocenom dualnym będzie prowizorycznym *specjalnym składnikiem gałęziowego optimum* (N-tej fazy).

Krok IV: obliczenie w gałęziach (poprzez *„mieszanie" dawnych i prowizorycznych ocen*) nowych gałęziowych ocen dualnych oraz specjalnych składników gałęziowych optimów, w celu wysłania ich „w górę" do szczebla centralnego. W i-tej gałęzi niezbędne jest w tym celu obliczenie:

$$\left\{\begin{aligned} v_{it}^{*}\langle N\rangle &= \frac{N-1}{N}\, v_{.t}^{*}\langle N-1\rangle + \frac{1}{N}\, v_{it}^{(N)}, \quad j=1,\ldots,n\,. \\ \xi_{ijt}^{*}\langle N\rangle &= \frac{N-1}{N}\, \xi_{ijt}^{*}\langle N-1\rangle + \frac{1}{N}\, \xi_{ijt}^{(N)}, \quad j\neq i \\ \omega_{it}^{*}\langle N\rangle &= \frac{N-1}{N}\, \omega_{it}^{*}\langle N-1\rangle + \frac{1}{N}\, \omega_{it}^{(N)}, \quad t=1,\ldots,T \end{aligned}\right. \tag{24.23}$$

oraz:

$$\Phi_i^{0}\langle N\rangle = \frac{N-1}{N}\, \Phi_i^{0}\langle N-1\rangle + \frac{1}{N}\, \Phi_i^{0(N)}, \quad \Phi_i^{0}\langle 1\rangle = \Phi_i^{0(1)} \tag{24.24}$$

Z chwilą, gdy te obliczenia zostaną posłane „w górę", N-ty krok iteracyjny zostaje zakończony.

Zasady opisanej wyżej procedury z łatwością mogą być interpretowane z ekonomicznego punktu widzenia. Odwracając porządek opisu rozważmy najpierw rozdział siły roboczej. Gałęzie posyłają „w górę" ich własne „notowania" siły roboczej, tj. ocenę dualną przydziału siły roboczej. Szczebel centralny będzie korygował rozdział siły roboczej na korzyść tych gałęzi, w których wykorzystanie siły roboczej jest bardziej efektywne i które przekazały dlatego „w górę" najwyższe oceny. (Por. wzór (24.18).).

Logika rozdziału produktów jest również bardzo prosta. Pierwszy przypadek ma miejsce, gdy ocena dualna dostawy krajowej pewnego produktu jest wyższa od oceny dualnej przydziału materiałowego tego samego produktu dla pewnej gałęzi. Używając obrazowego sformułowania można powiedzieć, że „cena podaży" tego produktu jest wyższa od najwyższej „ceny popytu". W tym przypadku podaż musi zostać zmniejszona, tj. plan centralny musi być skorygowany w kierunku zmniejszenia dostaw krajowych omawianego produktu. (Por. wzór (24.16).).

Drugi przypadek ma miejsce, gdy ocena dualna dostaw krajowych jest niższa od najwyższej oceny dualnej przydziału materiałowego tego samego produktu. Jeśli znowu posłużymy się poprzednio stosowaną terminologią, to „cena podaży" jest niższa od najwyższej „ceny popytu". W tym przypadku warto „zwiększyć podaż", co znaczy, że plan centralny powinien być skorygowany tak, aby podnieść dostawy krajowe. Jednocześnie pożądane jest również podniesienie oceny dualnej przydziału materiałowego („ceny popytu") do poziomu oceny najwyższej) (Por. wzór (24.17)).

Proces programowania jest również bardzo prosty z punktu widzenia obliczeń. Program centralny rozpada się – jak to widzieliśmy – na bardzo łatwo rozwiązywalne mikroprogramy, które nie wymagają nawet użycia maszyn elektronicznych, lecz mogą zostać właściwie rozwiązane za pomocą zwykłych maszyn liczących. (Nie potrzeba nic więcej oprócz prostych porównań oraz obliczania średnich ważonych). W gałęziach muszą zostać opracowane „normalne" programy liniowe, które mogą być rozwiązane metodą simplex.

24.6. INTERPRETACJA PROBLEMU ZA POMOCĄ POJĘĆ TEORII GIER

Podstawą opisanej wyżej procedury był fakt, że traktowaliśmy zadanie jako pewien problem z teorii gier. Ujęcie programowania, na dwóch szczeblach w pracy [82], jako dwuosobowej gry o sumie zero moglibyśmy uznać wyłącznie za chwyt o czysto matematycznym znaczeniu, dzięki któremu twierdzenia i metody obliczeniowe, opracowane w teorii gier mogą być wykorzystane w naszym postępowaniu. Nie byłoby wtedy potrzebne przywiązywanie niezależnej ekonomicznej interpretacji teorii gier.

Godny uwagi jest jednak fakt, że jeśli chodzi o planowanie makroekonomiczne przedstawienie problemu przy pomocy pojęć teorii gier odzwierciedla pewne rzeczywiste relacje ekonomiczne. Faktem jest, że sytuacja już od samego początku wykazuje pewną analogię z grami strategicznymi. Obaj gracze są w posiadaniu pewnych informacji, ale oddzielnie nie mogą podjąć w pełni zadowalających decyzji, ponieważ aby to zrobić, każdy z nich musi mieć pewne informacje o postępowaniu drugiego gracza. Szczebel centralny posiada szerokie pole widzenia, ale nie posiada szczegółowego rozeznania w specyficznych problemach różnych gałęzi, które są znane tylko im (nie zna np. różnych współczynników

technicznych i finansowych, specjalnych warunków ograniczających wybór w obrębie gałęzi itd.). Z drugiej strony – gałęzie mogą znać wiele szczegółów, lecz nie mają one możności obserwowania wzajemnych powiązań makroekonomicznych, które mogą być jedynie jasne dla szczebla centralnego. Właśnie tak, jak w grach strategicznych, rozwój wydarzeń zależy od obu graczy. Zarówno szczebel centralny, jak i gałęzie wiedzą, że posunięcia drugiego „gracza" wywierają duży wpływ na sytuację. W takich okolicznościach obaj gracze szukają dla siebie stosunkowo najbardziej „asekuracyjnych" strategii. Taka strategia wyraża się w minimaxowym rozwiązaniu gry.

W niniejszym modelu akceptacja strategii minimax oznacza, co następuje:

Załóżmy, że szczebel centralny jest „wszechwiedzący" i jest w posiadaniu informacji nawet o tych szczegółach, które zwykle znane są dokładnie jedynie gałęziom (sektorom). W tym wypadku (przy idealnych warunkach obliczeniowych) byłoby samo przez się możliwe centralne opracowanie programu optymalnego dla całej gospodarki narodowej.

Jeśli jednak szczebel centralny (zarówno w modelu, jak i w realnym życiu) nie jest, na skutek niedokładnych informacji, w stanie sam – bez współpracy gałęzi – określić planu optymalnego dla całej gospodarki, wtedy dochody gospodarki osiągną wartość mniejszą od wartości optymalnej. W ten sposób konsekwencją podjęcia decyzji „niezależnie" od gałęzi będą relatywne straty. Szczebel centralny dokłada starań, aby je zmniejszyć.

Z drugiej strony, gałęzie nie są w stanie same – bez kierującej i koordynującej działalności szczebla centralnego – znaleźć rozwiązania optymalnego dla gospodarki narodowej.

W przypadku podjęcia decyzji niezależnie od szczebla centralnego dojdą one do błędnej oceny ich własnych zasobów i przydziałów (materiałów i siły roboczej). Załóżmy znowu na chwilę (tak, jak to zrobiliśmy wcześniej przy definiowaniu dualnej funkcji celu), że gałęzie muszą płacić „karę" za nadwyżkę przydzieloną im na skutek zbyt wysokiej oceny swoich zasobów i centralnych przydziałów. W takich okolicznościach stronnicza ocena, tj. stronniczy układ ocen dualnych przyniósłby w rezultacie przykrą stratę dla gałęzi (sektorów). Gałęzie usiłowałyby wtedy oczywiście uczynić tę stratę możliwie najmniejszą.

Można więc zauważyć, że obie strony starają się zredukować pewnego rodzaju potencjalne straty. Celem szczebla centralnego jest, żeby strata potencjalnych dochodów gospodarki była możliwie najmniejsza, celem gałęzi – żeby optymalne oceny dualne były przekroczone w jak najmniejszym stopniu. To rozwiązanie typu minimax zostaje osiągnięte, gdy graczom uda się wyeliminować relatywne straty.

Do określenia strategii minimax użytych być może kilka metod. Jedna – to znana metoda *„fikcyjnej gry"*. Planowanie dwupoziomowe stosuje taką fikcyjną grę do rozwiązania stojącego przed nim problemu. Dwaj gracze, oczywiście jedynie na papierze, „prowadzą grę". Szczebel centralny „robi ruch" – rozsyła układ wskaźników planu centralnego do gałęzi. Następnie gałęzie – razem – „robią ruch" poprzez przesłanie z powrotem „w górę" układu ocen dualnych. Wtedy szczebel centralny znowu „robi ruch" i tak dalej. W ten sposób gracze zbliżają się do rozwiązania gry, którym jest optymalne rozwiązanie programu.

Załóżmy – biorąc dla lepszego zrozumienia bardzo krańcowy przykład – że doszliśmy do dziesiątego kroku. Okazało się, że ocena dualna przydziału energii elektrycznej jest najwyższa w gałęzi 6. Czy w związku z tym powinniśmy odebrać całą energię elektryczną wszystkim innym gałęziom, by przydzielić ją gałęzi 6? Byłby to oczywisty absurd.

Takich krańcowych korekt należy unikać we wszystkich przypadkach. Gdy przeprowadzamy dziesiątą korektę w planie centralnym nie wolno nam zapomnieć o naukach

wyniesionych z kroków 9, 8, 7 itd., a więc np. o fakcie że w kroku dziewiątym nie gałąź 6, lecz gałąź 4 była tą, która informowała o najwyższych ocenach dualnych energii, zaś w kroku 8 – była nią gałąź 1 itd. Proponowana metoda „fikcyjnej gry" jest ściśle oparta na rozpatrywaniu „zapamiętanego" kroku wcześniejszego przy każdym nowym kroku. Strategie otrzymane w kolejnych krokach są więc „mieszane" zgodnie z określonymi zasadami. W poprzednim przykładzie – zamiast krańcowego kroku, tj. przeniesienia całego przydziału energii, skorygowano jedynie rozdział otrzymany już we wcześniejszych krokach na korzyść gałęzi 6. Strategia oddania gałęzi 6 do dyspozycji całej energii elektrycznej byłaby zatem „zmieszana" w stosunku 1 : 9 z wcześniejszymi strategiami rozdziału tej energii. Znaczy to, że przydział energii elektrycznej gałęzi 6 zostałby powiększony o 10% całkowitego przydziału energii kosztem innych gałęzi. (Por. „zasadę mieszania" – (24.21).

Podobnie, również gałęzie „mieszają" oceny dualne otrzymane w kolejnych krokach z tymi, które otrzymano we wcześniejszych krokach, zbliżając się w ten sposób do optymalnego układu ocen dualnych. (Por. „zasadę mieszania" – (24.23)).

Ten stopniowy proces przeprowadzania korekt („mieszania" strategii) zapewnia, że kolejne kroki nie doprowadzą do oscylacji pomiędzy ekstremalnymi rozwiązaniami, które są absurdalne z praktycznego punktu widzenia, lecz że dadzą one w rezultacie ciąg przybliżeń do optimum.

25

OCENY DUALNE

25.1. WYRÓWNYWANIE SIĘ OCEN DUALNYCH

Uwagi godną cechą planowania dwupoziomowego jest to, iż w toku iteracji oceny dualne wyrównują się[1]. Wyrównywanie to ma miejsce w dwojakim sensie:

1) „Ceny popytu" na dany produkt lub środek produkcji w danym okresie czasu wyrównują się w różnych gałęziach. Inaczej mówiąc, w rozwiązaniu optymalnym ocena dualna przydziału siły roboczej będzie identyczna we wszystkich gałęziach: $\omega_{1t}=\omega_{2t}=\ldots=\omega_{nt}$ $(t=1, \ldots, T)$. Podobnie oceny dualne przydziałów materiałowych, tj. przydziałów poszczególnych produktów dla gałęzi, będą również identyczne we wszystkich gałęziach: $\xi_{1jt}=\xi_{2jt}=\ldots=\xi_{j-1,j,t}=\ldots=\xi_{j+1,j,t}=\ldots=\xi_{njt}$.

2) „Ceny podaży" na dany produkt w danym okresie t, tj. oceny dualne dostaw krajowych wyrównują się z ocenami dualnymi przydziałów materiałowych, odnoszących się do tego samego produktu. Zatem w rozwiązaniu optymalnym $v_{it}=\xi_{ijt}$ $(i=1, \ldots, n;\ j=1, \ldots, n;\ i\neq j;\ t=1, \ldots, T)$.

Toteż danemu problemowi programowania makroekonomicznego odpowiada zwykle jednoznacznie określony układ ocen dualnych. W danym okresie, każdy produkt i każdy środek produkcji ma jedną jedyną optymalną ocenę dualną.

Nasze wnioski dotyczące wyrównywania się ocen dualnych pozostają w pełnej zgodzie z dobrze znaną w literaturze przedmiotu tezą, według której przy optymalnej alokacji krańcowe przychody z zasobów będą równe we wszystkich dziedzinach ich zastosowania[2]

Świadomość faktu, że oceny dualne dążą do wyrównania się przy zbliżaniu się do optimum dostarczyć może pożytecznej podstawy dla planowania w praktyce. W toku planowania dwupoziomowego można przyjąć nakazy planu, opracowanego metodami tradycyjnymi, jako program wyjściowy, tzn. wyznaczyć w pierwszym kroku takie dostawy krajowe i tak przydzielić materiały i zasoby środków produkcji między gałęzie, jak to wyobrażono sobie w oficjalnych nakazach planowych. Względne różnice pomiędzy wyjścio-

[1] Zob. pracę [82].

[2] Jest to jeden z warunków optimum w tzw. „ekonomice dobrobytu" (obszerny przegląd tej teorii daje K. E. Boulding [12]). Te same zasadnicze wnioski zostały osiągnięte, mimo różnego podejścia i użycia różnych aparatów matematycznych przez A. P. Lernera [97], P. A. Samuelsona [149] i T. C. Koopmansa [69].

wymi gałęziowymi ocenami dualnymi, które centrum otrzyma jako odpowiedź na wyjściowe nakazy, odzwierciedlą jasno korzystny lub niekorzystny charakter tej wyjściowej centralnej alokacji.

Mówiąc o wyrównywaniu się ocen dualnych warto powrócić do pewnego zagadnienia dyskutowanego już wcześniej. Wśród ekonomistów krajów socjalistycznych szeroko dyskutuje się kwestię czy jednolite, czy też zróżnicowane stopy procentowe oraz kursy dewizowe powinny być stosowane dla różnych gałęzi przy obliczaniu efektywności [3]. Załóżmy na chwilę, że ograniczenia naszego modelu przewidują między innymi również pewne przydziały funduszu inwestycyjnego i funduszu dewizowego. W takim przypadku przydzielonemu funduszowi inwestycyjnemu oraz dewizowemu odpowiadać będą również pewne oceny dualne. W układzie ocen dualnych pojawi się więc m.in. rozrachunkowa stopa procentowa oraz rozrachunkowy kurs dewizowy. Wobec tendencji do wyrównywania się ocen dualnych, rozdział zadań z punktu widzenia funduszy inwestycyjnego i dewizowego (przyznanych gałęziom ze względu na pewną politykę gospodarczą) będzie optymalny, jeśli oceny dualne równe będą we wszystkich gałęziach. Moim zdaniem, jest to decydujący argument na korzyść jednolitej rozrachunkowej stopy procentowej i jednolitego kursu dewizowego dla wszystkich gałęzi, pod warunkiem, że system ocen rozrachunkowych, którym się zajmujemy, jest wewnętrznie zgodny i jednolity dla wszystkich gałęzi.

25.2. RELATYWNY CHARAKTER OPTYMALNOŚCI OCEN DUALNYCH

Nie należy przeceniać znaczenia ocen dualnych otrzymanych w wyniku programowania Z tego właśnie powodu uważam za niezbyt fortunną terminologię prof. L. W. Kantorowicza (którego wielki rozgłos wiąże się właśnie z podkreśleniem dużego, teoretycznego i praktycznego znaczenia ocen dualnych), który nazywa oceny dualne „ocenami obiektywnie uzasadnionymi".

Gdy model poprawnie odzwierciedla realistyczne i obiektywne granice wyboru decyzji (np. te, które są związane z zasobami naturalnymi, danymi zdolnościami wytwórczymi, zależnościami technologicznymi, czynnikami demograficznymi), wszystkie one oddziałują w określony sposób na system ocen dualnych. Ale na ceny dualne mają wpływ jeszcze inne czynniki.

W zadaniach planowych, które występują zarówno wśród ograniczeń, jak i w funkcji celu znajdują swój wyraz pewne cele polityki gospodarczej. Nie jest pewne, czy te ostatnie odzwierciedlają w sposób doskonały interesy społeczeństwa (chociaż byłoby to pożądane); nie jest też pewne, czy aktualne cele polityki gospodarczej będą działać w kierunku wzmocnienia tendencji mających swe źródło w podstawowych prawach ekonomicznych (co również byłoby pożądane).

Ponieważ polityka gospodarcza ma w obrębie określonych granic pewną autonomię i swobodę wyboru, ocena dualna wynikająca z programu, który odzwierciedla politykę gospodarczą, nie może być uważana za wielkość „obiektywną".

Co więcej, kwantyfikacja ogólnych celów polityki gospodarczej sprawi wiele trudności [4].

---

[3] Zob. paragrafy 8.5 i 12.3.

[4] Związek między polityką gospodarczą a kryterium optymalności omówiony będzie szczegółowo w rozdziale 26.

W związku z tym nieuniknione są pewne dowolności oraz pewne uproszczenie zawiłych zależności. Każdy model ma tendencję do pominięcia pewnych zjawisk, do znacznego uproszczenia innych itd. Wszystkie te okoliczności zostawiają swój ślad na ocenach dualnych, które zależeć będą w pewnej mierze od koncepcji i metod tych, którzy konstruują model. Wraz z udoskonaleniem się metod programowania wpływy te będą mieć tendencję do zanikania, na razie jednak są one jeszcze ciągle znaczne.

Oceny dualne odzwierciedlają jednocześnie 1) obiektywne prawa i tendencje będące podstawą procesów gospodarczych; 2) doraźne obiektywne warunki, które wpływają na decyzję; 3) konkretnie określone cele polityki gospodarczej; 4) abstrakcje i uproszczenia wprowadzone przez twórców modelu. Oceny dualne powinny więc być traktowane z odpowiednią ostrożnością zarówno gdy chodzi o ich rolę teoretyczną, jak i z punktu widzenia ich zastosowania w praktyce.

25.3. UŻYTECZNOŚĆ OCEN DUALNYCH POZA MODELEM

Użyteczność ocen dualnych w ramach modelu planowania dwupoziomowego jest oczywista (zob. rozdział 24) i nie wymaga żadnych dalszych ekonomicznych wyjaśnień.

Bardziej dyskusyjne jest pytanie, czy mamy prawo „eksportować" oceny dualne otrzymane jako „produkt uboczny" programowania, tj. używać ich w obliczeniach nie związanych bezpośrednio z programowaniem.

Według niektórych poglądów wysuwanych w trakcie dyskusji ekonomicznych w naszym kraju modele programowania są „warsztatami", które „produkują" oceny dualne i przedkładają je do dyspozycji nie tylko instytucjom prowadzącym obliczenia ekonomiczne, ale także czynnikom ustalającym bieżące ceny.

Przeciwko tym poglądom można wysunąć wiele ważkich argumentów. System ocen dualnych nie posiada ogólnej ważności; mówiąc o ocenach dualnych nie możemy zapominać, że są to oceny związane z funkcją celu oraz układem ograniczeń danego modelu. Ocena dualna obliczona z pewnego modelu nie może być „transplantowana" bez dalszych zastrzeżeń do innego modelu, gdzie byłaby „obcym ciałem"; drugi model mógłby nie spełnić swojej roli przy tej „obcej" ocenie dualnej. Gdy maksymalizujemy, na przykład, całkowity wolumen spożycia krajowego w długofalowym, wielookresowym, makroekonomicznym modelu otrzymamy w ramach układu ocen dualnych kursy walut zagranicznych. Byłoby całkowicie nieusprawiedliwione użycie tych samych kursów w modelu, za pomocą którego poszukujemy krótkookresowego optimum handlu zagranicznego i w którym jako funkcję celu przyjmujemy optymalizację salda wymiany zagranicznej. Użycie tych ocen przy ustalaniu cen bieżących doprowadziłoby do jeszcze poważniejszych błędów.

Dla dokładnego sprecyzowania kryteriów, w oparciu o które można by rozstrzygnąć, czy „transplantacja" oceny dualnej jest czy nie jest dopuszczalna, potrzebne są jeszcze dalsze badania.

Dopóki ta sprawa nie zostanie wyjaśniona, rozsądne wydaje się stosowanie następujących zasad:

Model, z którego wyniknęła pewna ocena dualna i model, który ją sobie „przyswaja", powinny być ze sobą blisko związane pod względem treści ekonomicznej, tzn. funkcji celu,

układu ograniczeń, traktowania czynnika czasu itp.; ogólnie mówiąc, oba modele powinny mieć podobną strukturę.

Jeśli chodzi o oceny dualne wynikające z programowania dwupoziomowego zastrzeżenie powyższe ma następujące praktyczne znaczenie:

Za pomocą dwupoziomowego modelu makroekonomicznego otrzymamy – jeśli nie szczegółowy konkretny układ ocen, obejmujący setki tysięcy produktów – to przynajmniej niektóre „syntetyczne" oceny dualne o wielkiej ważności. Są to takie np. oceny, jak kursy walut zagranicznych, renta liczona od zasobów naturalnych, opłaty dzierżawne za używanie istniejących dóbr kapitałowych, rozrachunkowe stawki płac, ceny agregatowe (względne) najważniejszych zagregowanych grup produktów, cła odnoszące się do poszczególnych rynków zagranicznych, subsydia, premie eksportowe itd. Przy pewnej określonej strukturze modelu (zobacz następny paragraf) otrzymamy również stopę procentową.

Te najważniejsze oceny dualne mogą być użyte w długofalowych obliczeniach, o ile będą one oparte na takich funkcjach celu i tak będą traktowały czynnik czasu, jak to ma miejsce w przedstawionym makroekonomicznym modelu programowania, z którego te oceny wyniknęły. Mogą być one użyte na przykład w matematycznym programowaniu długofalowych planów w zakresie nieco węższym niż gałęzie (sektory) wyróżnione w planowaniu dwupoziomowym. (Przy uznaniu przemysłu tekstylnego za jeden sektor modelu makroekonomicznego, oceny dualne otrzymane z tego modelu mogą być użyte na „niższym poziomie", np. w przemyśle bawełnianym).

Co więcej, najważniejsze oceny dualne otrzymane w wyniku zastosowania programowania makroekonomicznego do planowania długofalowego mogą być użyte dla obliczenia cen rozrachunkowych, użytych w długofalowych rachunkach ekonomicznych. Możliwość ta była wielokrotnie podkreślana w części II w trakcie dyskutowania oficjalnych sposobów kalkulacji [5].

Należy sobie oczywiście uświadomić, że jeśli nawet zastosowanie w pokrewnym modelu lub pokrewnym typie rachunku ocen dualnych otrzymanych z modelu makroekonomicznego jest w ogóle dopuszczalne, to jedynie jako pewne przybliżenie. Właściwie, wszystkie cząstkowe rachunki powinny być organicznie *sprzężone zwrotnie* z modelem makroekonomicznym. W takiej sytuacji działalności oraz ograniczenia charakteryzujące rachunki cząstkowe oddziaływałyby na plan centralny i mogłyby go modyfikować właśnie tak, jak w planowaniu dwupoziomowym działalności oraz specjalne ograniczenie występujące w gałęziach oddziaływałyby na wyznaczone centralne przydziały i zadania. W zasadzie, naprawdę nie budzącą wątpliwości byłaby metoda wielopoziomowego planowania, a więc szeroka sieć wzajemnie powiązanych programów rozwiązywanych równocześnie „obok siebie" i „na różnych szczeblach".

---

[5] Uważać należy w tych przypadkach na wewnętrzną logikę i zgodność układu cen rozrachunkowych. Struktura tego układu powinna być zharmonizowana z modelem, z którego wzięto podstawowe oceny dualne. A więc np. tymczasowy układ ocen opisany w części II z konieczności pomijał nakłady zasobów naturalnych. Gdybyśmy byli w stanie ustalić, opierając się na makroekonomicznym modelu programowania, wielkość rent, które należy przypisać zasobom naturalnym i które powinny by zostać następnie konsekwentnie wprowadzone do systemu cen rozrachunkowych, doprowadziłoby to oczywiście do poważnych modyfikacji zawartych tam wniosków.

25.4. STOPA PROCENTOWA

Należy zrobić specjalną wzmiankę o metodzie obliczania rozrachunkowej stopy procentowej za pomocą systemu ocen dualnych. Będzie to tym bardziej niezbędne, że — jak wykazano powyżej — nie ma obecnie żadnego innego realistycznego sposobu ustalenia liczbowej wartości rozrachunkowej stopy procentowej.

W naszym makroekonomicznym modelu programowania pojęcia „majątku produkcyjnego" oraz „funduszu inwestycyjnego" nie występują w swych pierwotnych formach, jak to przyjmowano w rozdziale 24. We wstępnej dyskusji nad zagadnieniem stopy procentowej wyjaśniono, że mówiąc o majątku produkcyjnym operujemy wysoce zagregowanym pojęciem, nie wchodząc w to, jakie konkretne materialne składniki (urządzenia, budynki, zapasy itd.) wchodzą w skład majątku [6].

Opisany wyżej model programowania makroekonomicznego nie operuje tym wysoce zagregowanym pojęciem, lecz dąży do sprecyzowania zróżnicowanej struktury produktów wchodzących w skład majątku (inwestycji). Składniki działalności inwestycyjnych sektora tekstylnego na przykład nie są po prostu „inwestycjami" czy „majątkiem produkcyjnym", ale maszynami tekstylnymi (wytworami przemysłu maszyn tekstylnych), narzędziami (wytworami sektora mechaniki precyzyjnej), budynkami (wytworami sektora budownictwa w pierwszych latach realizacji planu inwestycyjnego), surowcami tekstylnymi, potrzebnymi jeszcze przed oddaniem nowych urządzeń do eksploatacji, w celu stworzenia niezbędnych zapasów itd.

W naszym modelu nie występuje w ogóle majątek produkcyjny lub też przyrost majątku produkcyjnego (czyli inwestycje) w zagregowanej postaci i wobec tego żaden limit inwestycyjny nie występuje w układzie ograniczeń. Wykorzystanie dochodu narodowego na cele inwestycyjne jest więc ograniczane nie bezpośrednio przez fundusz inwestycyjny, lecz pośrednio przez dolne granice spożycia krajowego, które wymaga przeznaczenia określonej części dochodu narodowego na cele nieinwestycyjne [7].

Sądzę, że jest to korzystna cecha modelu, pozwalająca na bardziej konkretne podejście do inwestycji. Równocześnie jednak jednym z następstw takiego podejścia jest to, że procent od (zagregowanego) majątku produkcyjnego nie pojawia się bezpośrednio w systemie ocen dualnych.

Trzeba jednak zwrócić uwagę na to, że każdy pojedynczy produkt nie będzie miał jednej oceny dualnej, ale ocenę dualną zmieniającą się z okresu na okres, poruszającą się niejako z biegiem czasu. Z tych ocen dualnych charakteryzujących poszczególne okresy zbudować można pewnego rodzaju system stóp procentowych opierając się na wzorze:

$$\gamma_{it} = 1 - \frac{v_{i,t+1}}{v_{it}}$$

---

[6] Zob. paragraf 6.2.

[7] Gdyby zadania inwestycyjne, wynikające z programu makroekonomicznego, rozwiązanego za pomocą planowania dwupoziomowego, miały być podane do wiadomości instytucji planujących, należałoby wszystkie działalności z indeksem „inw" wyłączyć z programów gałęziowych. Strukturę i całkowite nakłady inwestycyjne można by łatwo ustalić na podstawie rozwiązania programu makroekonomicznego.

gdzie:

γ_{it} — stopa procentowa odnosząca się do i-tego produktu w przedziale t, $t+1$,

v_{it} — ocena dualna dostaw krajowych i-tego produktu („cena podaży" i-tego produktu) w okresie t. Zgodnie z tezą o wyrównywaniu się ocen dualnych — „cena podaży" w rozwiązaniu optymalnym będzie równa „cenie popytu" tzn. ocenie dualnej przydziału materiałowego.

Jeśli zaś chodzi o interpretację tak obliczonej stopy procentowej załóżmy w celu łatwiejszego zilustrowania problemu, że w funkcji celu postulujemy maksymalizację czystego uzysku dewizowego. Jeśli zmodyfikujemy dostawy krajowe w taki sposób, że d_{it}, tj. wielkość produkcji przeznaczona na spożycie krajowe i-tego produktu w okresie t zmniejszy się o Δ, wtedy wartość funkcji celu S^* odpowiadająca rozwiązaniu optymalnemu — tj. całkowity uzysk dewizowy netto w okresie planowym — zwiększy się o s'. Jeśli z drugiej strony zmniejszymy o Δ nie krajowe spożycie w okresie t, lecz w okresie $(t+1)$, to wartość funkcji celu znowu trochę wzrośnie, tym razem o s''. *Efekt powstrzymania się od konsumpcji w okresie późniejszym będzie mniejszy niż efekt powstrzymania się od konsumpcji w okresie wcześniejszym, a to z powodu tego, że w tym drugim przypadku zwolnione zasoby mogą być wcześniej użyte na inwestycje produkcyjne.* Oznaczmy:

$$\gamma_{it}=1-\frac{s''}{s'}$$

Wskaźnik ten pokazuje zatem efekt *odłożenia* spożycia jednostki i-tego produktu. Efekt powstrzymania się od konsumpcji i-tego produktu będzie większy $(1+\gamma_{it})$ razy, jeśli stanie się to nie w $(t+1)$-szym, ale już w i-tym okresie [8].

Pierwsze praktyczne doświadczenia z planowaniem dwupoziomowym sugerują że według wszelkiego prawdopodobieństwa nie będzie można utrzymać pierwotnie ustalonej struktury modelu. Ze względu na olbrzymie trudności w zbieraniu danych będziemy musieli poczynić wiele ustępstw i zbliżyć się do systemu wskaźników aktualnie używanych w planowaniu opartym na metodach tradycyjnych, aby móc przejąć od planistów-praktyków możliwie największą ilość gotowych danych. Z drugiej strony tradycyjne planowanie posługuje się dużymi agregatami „inwestycyjnymi". Dlatego fundusze inwestycyjne będą występować w układzie ograniczeń wyjściowego makroekonomicznego programu.

Ma to — obok pewnych stron ujemnych — również pewne strony dodatnie; obliczeniowa stopa procentowa pojawi się w systemie ocen dualnych, jako ocena dualna funduszów inwestycyjnych. W każdym okresie dla każdego odrębnego funduszu inwestycyjnego określona zostanie odrębna stopa procentowa i te stopy procentowe nie koniecznie muszą być równe. Innymi słowy, zamiast stopy procentowej stałej w czasie możemy otrzymać zmienną stopę procentową.

Ekonomiczne znaczenie takiej stopy procentowej (a raczej stóp procentowych) nie jest zupełnie identyczne, jak znaczenie stopy procentowej opisanej w rozdziale 6, a to z kilku

---

[8] Powstaje w związku z tym interesujące pytanie, czy w tym układzie stóp procentowych pojawi się również tendencja do wyrównywania się. Możliwe jest — pod warunkiem, że T jest dostatecznie duże lub raczej, że dąży do nieskończoności — że nie tylko międzysektorowe, ale również czasowe różnice będą miały tendencję do zanikania. Problem ten wymaga dalszych badań i w obecnym stadium nie można wyciągnąć stąd żadnych dostatecznie uzasadnionych wniosków.

przyczyn: 1) tam zrobiliśmy kilka bardzo upraszczających założeń, dotyczących pewnych właściwości wzrostu gospodarczego, takich jak np. wykładniczy wzrost dostępnej siły roboczej; stała stopa akumulacji, specyficzna „neutralność" postępu technicznego itd. W naszym obecnym modelu miejsce tych wszystkich założeń zajęły różne szczegółowe liczbowe szacunki, określające zarówno układ ograniczeń, jak i właściwości poszczególnych działalności; 2) tam funkcją celu była maksymalizacja dochodu narodowego; tutaj może nią być inna funkcja; 3) tam wartość funkcji celu była przypisana jedynie dwóm rodzajom środków: sile roboczej i majątkowi produkcyjnemu, tutaj mamy z pewnością znacznie większe zróżnicowanie środków.

Te różnice przemawiają *na korzyść* ocen dualnych otrzymanych przy pomocy programowania. Jeśli byłem zmuszony w części II tej książki zaproponować dużo prostszy system cen rozrachunkowych, oparty na większej ilości założeń upraszczających, to wyłącznie z tego powodu, że nie był jeszcze dostępny żaden rozwiązany liczbowo program makroekonomiczny.

Gdy będziemy mieć do dyspozycji oceny dualne, otrzymane za pomocą programowania makroekonomicznego, będzie celowe — jak to wykazano wyżej — opracowanie bardziej doskonałego systemu cen rozrachunkowych dla celów długofalowego planowania.

26

KRYTERIUM OPTYMALNOŚCI

26.1. REALIZACJA CELÓW POLITYKI GOSPODARCZEJ

W rozdziale 24 optymalizacja salda wymiany z zagranicą traktowana była jedynie jako konkretny przykład funkcji celu; nie zamierzaliśmy zajmować z góry stanowiska w tej kwestii. Bliższe zbadanie kryterium optymalności odłożyliśmy do tego rozdziału.

Kiedy zajmowaliśmy się wyłącznie modelami gałęzi przemysłu, funkcją celu była zawsze minimalizacja nakładu. U podstaw takiego ujęcia tkwiło niewypowiedziane założenie, że *środki, które mogą być zaoszczędzone w zakresie objętym programem w porównaniu ze środkami przeznaczonymi na realizację zadań w planie opracowanym metodami tradycyjnymi, mogą być użyte w innych dziedzinach gospodarki narodowej w sposób społecznie użyteczny.*

W obliczu faktu, że w obecnej fazie planowania w gospodarce naszej występuje z reguły niedobór środków – przynajmniej niedobór relatywny, w stosunku do zadań produkcyjnych ustalonych przez politykę gospodarczą – założenie to na szczeblu gałęzi wydaje się usprawiedliwione. Tego założenia, słusznego w odniesieniu do ograniczonej części gospodarki narodowej nie można stosować do całości gospodarki. Środki zaoszczędzone na szczeblu makroekonomicznym mogą wystąpić w postaci nie wykorzystanych mocy produkcyjnych, odłogów lub bezrobocia, jeśli nie zostaną podjęte żadne kroki w celu wykorzystania ich w planowy i produkcyjny sposób. Nie byłoby więc chyba słuszne przenoszenie kryterium optymalności stosowanego w programowaniu gałęzi przemysłu do naszych modeli makroekonomicznych bez bliższego rozważenia problemu.

Problem makroekonomicznego kryterium optymalizacji jest nadzwyczaj trudny zarówno z teoretycznego, jak i z praktycznego punktu widzenia. Stanowi on coś więcej niż problem ekonomiczny w wąskim rozumieniu tego słowa i ma również wiele politycznych, socjologicznych, psychologicznych, etycznych i innych aspektów. Pewnym przejawem złożoności tego problemu jest na przykład to, że niektórzy ekonomiści węgierscy zaangażowani w badaniach nad zastosowaniem metod matematycznych są całkowitymi pesymistami odnośnie postępu w tej dziedzinie i wolą raczej dokonać odwrotu; proponują oni konstruowanie modeli, w których nie występuje żadna funkcja celu i jakiekolwiek wyraźnie sformułowane kryterium optymalizacyjne[1].

[1] Literatura dotycząca kryterium optymalizacji jest na Węgrzech raczej szczupła; istnieje tylko kilka książek i prac, które wspominają o tym zagadnieniu. Częściej można się z nimi spotkać w werbalnych dyskusjach pomiędzy ekonomistami, którzy stosują metody matematyczne w swoich pracach.

Takie agnostyczne poglądy trudno, moim zdaniem, usprawiedliwić: nie jest konieczne (ani nawet możliwe, jak to wykażemy w dalszym ciągu) całkowite uchylanie się od zagadnienia kryterium optymalności. Z drugiej zaś strony jest prawdą, że na Węgrzech badanie tego problemu dopiero co się zaczęło. Zgodnie z tym, *moim celem nie jest tu nic więcej, jak — w oczekiwaniu na dalsze wyjaśnienie problemu — przedstawienie pewnych dopuszczalnych praktycznych sposobów postępowania.* Wszystko, co zamierzam zrobić, to wyjaśnić, na jakich hipotezach i teoretycznych założeniach opiera się postępowanie stosowane w praktyce. Nie będę próbował wyjaśnić wszystkich trudnych problemów, a nawet będę się starał wyraźnie wskazać pewne takie zagadnienia, których nie należy stawiać niezależnie od tego, jaki sposób postępowania ostatecznie przyjmiemy.

Dyskusję nad całym tym problemem zawężimy do zagadnień, jakie wyłaniają się w socjalistycznej gospodarce planowej, a w szczególności w obrębie istniejącego węgierskiego systemu gospodarczego (organizacja wyższych władz gospodarczych, metod planowania itd.)

Zacznijmy od następującego postulatu:

Obliczenia oparte na modelu powinny prowadzić do praktycznych propozycji dostosowanych jak najlepiej do celów polityki gospodarczej.

Przede wszystkim pewnego naświetlenia wymaga pojęcie celu polityki gospodarczej. Cele polityki gospodarczej, to pożądany ogólny kierunek działania wyższych władz gospodarczych. Oczywiście, nie jest takie proste „uchwycenie" znaczenia zwrotu „ogólny kierunek"; nie jest jasne oddzielenie tego, co należy do kategorii „celów" od tego, co należy uważać jedynie za „środki", które służą tym celom. Zamiast ogólnego precyzowania tej granicy chciałbym zilustrować kilkoma przykładami znaczenie, które będziemy nadawać temu pojęciu w dalszym ciągu rozważań. Przez cele polityki gospodarczej rozumieć będę np. podniesienie stopy życiowej mas pracujących, wzrost potencjału militarnego kraju, pomoc gospodarczą dla innych krajów, szybką likwidację ekonomicznego zacofania kraju itd. Nie będę uważać za takie cele, powiedzmy, rozwoju przemysłu maszynowego lub mechanizacji rolnictwa; są to odcinkowe zadania, stanowiące środki do realizacji celów polityki gospodarczej. (Właściwym celem programowania matematycznego jest zbadanie, które z tych czy innych rodzajów działalności służyć będą najlepiej celom polityki gospodarczej).

Mówiłem o celach polityki gospodarczej w liczbie mnogiej. Przy przyjętej interpretacji tego pojęcia istnieje zwykle *kilka* celów polityki gospodarczej. Oczywiście, moglibyśmy zredukować ten kompleks celów do pojedynczego, bardziej ogólnego celu „końcowego" (takiego, jak np. „postęp ludzkości"). Ale to, chociaż usprawiedliwione w pewnych kontekstach, nie dawałoby niezbędnej podstawy dla badań ilościowych.

Do sprawy rozgraniczenia celów polityki gospodarczej od zadań odcinkowych stanowiących *środki* służące tym celom wrócimy w dalszej części tego rozdziału. Na razie omówimy zagadnienia, które zostały pominięte przy formułowaniu podanego wyżej postulatu.

1) Pierwszym problemem, który został pominięty jest pytanie, czy cele polityki gospodarczej są zgodne z interesami społeczeństwa. Wszelka dyskusja nad tym problemem przekracza granice przedmiotu ekonomii politycznej i prowadzi w inne dziedziny, przede wszystkim zaś w dziedzinę polityki.

Nikt oczywiście nie twierdzi, że cele polityki gospodarczej zawsze z konieczności odzwierciedlają interesy społeczeństwa. Gdyby jednak ich nie odzwierciedlały, byłoby bez-

podstawnym złudzeniem mniemać, że rozbieżności tkwiące w najogólniejszych celach polityki gospodarczej mogą być usunięte przy pomocy modelu ekonometrycznego[2].

Rysujący się tu problem można ująć za pomocą następującego schematu: interesy społeczeństwa →cele polityki gospodarczej →kryterium optymalności w modelu planowania makroekonomicznego.

Model planowania makroekonomicznego jest w istocie dziełem naczelnych władz gospodarczych, reprezentujących niejako społeczeństwo, a nie dziełem samego społeczeństwa. Zależność między pierwszym a drugim członem powyższego schematu — jakkolwiek istotna sama w sobie — leży poza dziedziną naszych dociekań, które będą ograniczone do badania zależności pomiędzy drugim i trzecim członem.

2) Formułując podany wyżej postulat pominęliśmy sprawę przejawiania się *preferencji konsumentów*. Nie ulega wątpliwości, że w naszej gospodarce istnieje szeroki zakres, gdzie mają miejsce decyzje indywidualne, wyrażające indywidualne preferencje związane z zaspokajaniem osobistych potrzeb. Takie dziedziny to:

— popyt na dobra konsumpcyjne i usługi,
— oszczędności indywidualne,
— wybór zawodu, specjalności i miejsca pracy,
— wybór pomiędzy czasem wolnym a podjęciem dodatkowej pracy po godzinach pracy ustalonych ustawowo dla robotników i urzędników.

Jednak przy niektórych podstawowych decyzjach „suwerenność" konsumenta nie odgrywa roli[3].

Mamy na myśli przede wszystkim decyzję dotyczącą wyboru stopy akumulacji majątku produkcyjnego, a więc problem wyboru pomiędzy konsumpcją „bieżącą" i „odroczoną". Chociaż oszczędności indywidualne popiera się różnymi sposobami, to jednak znaczenie ich w stosunku do całkowitej akumulacji jest niewielkie[4].

Innymi słowy, stopa akumulacji jest określona bezpośrednio przez preferencje czasowe władzy gospodarczej, a nie przez łączny efekt preferencji indywidualnych. To samo odnosi się do wielu innych ważnych decyzji.

Z tego wszystkiego nie wynika, że władze gospodarcze mogą całkowicie ignorować preferencje indywidualne. Przeciwnie, preferencje te muszą być zawsze „wkalkulowane" przy ustalaniu polityki gospodarczej. Każda władza gospodarcza, której się to nie uda, traci

[2] Nie należy jednak tego poglądu utożsamiać z tezą, że nauka w ogóle nie jest w stanie dostarczyć żadnej podstawy do rozstrzygania o trafności celów polityki gospodarczej. Niektóre gałęzie nauki na pewno mogą tu pomóc: problem ten można badać, na przykład, w świetle ekonomicznych i społecznych tendencji stwierdzonych w oparciu o fakty historyczne, lub przy zastosowaniu analizy socjologicznej i politycznej itd. Twierdzę tyle tylko, że modele programowania matematycznego nie dostarczają podstawy do rozstrzygania o trafności ogólnych celów polityki gospodarczej.

[3] Nie uważam też za pożądane, by tzw. „suwerenność" konsumenta miała odgrywać rolę w wielu zasadniczych decyzjach, takich na przykład jak — przede wszystkim — wybór między „teraźniejszością" a „przyszłością", tj. wybór stopy akumulacji. Niezależnie zresztą od tego, czy jest to pożądane czy nie, suwerenność konsumenta nie przejawia się w pełni w żadnej rzeczywistej gospodarce. „Suwerenność konsumenta" nie może stanowić podstawy realistycznego modelu, ani też nie odzwierciedla idealnego stanu, który należy osiągnąć; jest to jedynie jeden z czysto abstrakcyjnych schematów, które służą dla celów teoretycznej analizy.

[4] Oczywiście wkłady oszczędnościowe nie są jedyną formą oszczędności indywidualnych. Niemniej jednak można uznać za charakterystyczne lata 1958—1961, kiedy to roczny wzrost całkowitej sumy wkładów oszczędnościowych wynosił jedynie około 4—8% akumulacji produkcyjnej.

sympatię mas; co więcej, przez rażącą ignorację preferencji indywidualnych może się ona nawet okazać niezdolna do wykonania swych własnych zadań planowych.

W praktyce oznacza to, że jeśli np. polityka gospodarcza zmierza do systematycznego podnoszenia stopy życiowej, to musi się liczyć z potrzebą strukturalnego przystosowania popytu — zjawiskiem dobrze znanym z teorii popytu konsumpcyjnego. Wraz ze wzrostem dochodu powstaje *oparta na indywidualnych preferencjach konsumenta spontaniczna chęć* kupna telewizora, lodówki lub samochodu i centralne władze gospodarcze muszą wziąć ten realny fakt pod uwagę przy układaniu planów produkcji, inwestycji, importu i handlu wewnętrznego[5].

W naszym modelu matematycznym indywidualne preferencje nie będą zarejestrowane bezpośrednio, znajdą jednak odbicie w decyzjach władz gospodarczych, dotyczących modyfikacji rzeczowej struktury spożycia wewnętrznego. Nie wymagamy więc od kryterium optymalizacji modelu, by wyrażało *bezpośrednio* dążenie do maksymalnego zaspokojenia potrzeb konsumenta.

Trzeba jednak podkreślić, że badanie tego, jak dalece polityka gospodarcza pozostaje w harmonii z indywidualnymi preferencjami (i czy takie rozbieżności, jakie występują, są niezbędne i uzasadnione) jest bardzo potrzebne, wybiega jednak poza zakres niniejszej pracy.

3) Abstrahowaliśmy również od tego, jak dalece władze gospodarcze są jednomyślne przy ustalaniu celów gospodarczych. Należy pamiętać, że w praktyce władze gospodarcze składają się z wielu instytucji, zaczynając od najwyższych organów (rząd, Krajowy Urząd Planowania), a kończąc na najniższych jednostkach (zakład przemysłowy, spółdzielnia rolnicza itd.). Istnienie harmonii lub konfliktów pomiędzy polityką ekonomiczną najwyższych organów a postawą, na przykład, dyrektorów przedsiębiorstw, było szeroko dyskutowane w literaturze w związku ze skutecznością aktualnego systemu bodźców materialnych i metod zarządzania gospodarką. Nie zamierzam tu zajmować się możliwymi konfliktami i zakładać będę zupełną jednomyślność poglądów władz gospodarczych. Organy centralne uznane będą za wyrazicieli polityki gospodarczej i tylko im przypisywać będziemy uprawnienie do formułowania ogólnych celów tej polityki.

Z rozważań zawartych w trzech ostatnich punktach widać jasno, że pomijamy tu wiele niezwykle trudnych problemów kierowania gospodarką o podłożu politycznym, socjologicznym i ekonomicznym. Może więc powstać pytanie, czy w ogóle pozostał jeszcze jakikolwiek problem do dyskusji.

Takim problemem jest bardzo trudny problem *kwantyfikacji celów polityki gospodar-*

---

[5] Należy tu dodać dwie uzupełniające uwagi. Po pierwsze, dobrze znany jest fakt, że chociaż na wybór konsumenta wpływają *bezpośrednio* jego indywidualne gusty, skłonności itp., wybór ten jako *zjawisko masowe* zależny jest od sił o charakterze społecznym (takich jak poziom dochodów, struktura klasowa i uwarstwienie społeczeństwa, czynniki kulturalne itd.). Ten właśnie fakt usprawiedliwia analizę popytu metodami matematyczno-statystycznymi oraz dokonywanie realistycznych prognoz popytu. Naukowe prognozy popytu znajdują coraz szersze zastosowanie w gospodarce planowej. (Zob. w tej sprawie J. Bognár [10].). Po drugie, liczenie się z indywidualnymi preferencjami nie oznacza konieczności ich biernej akceptacji. Gdy społeczeństwa jako całości tego wymagają, władza gospodarcza ma możliwości wpływania na indywidualne preferencje za pomocą różnych środków. Przez politykę cen może oddziaływać na decyzje konsumentów przez planową kontrolę szkolnictwa oraz właściwą politykę płac — na wybór zawodu, specjalizacji, miejsca pracy itp.

czej. Zwrot „cele polityki gospodarczej" stosujemy tu dla oznaczenia ogólnych dążeń władzy gospodarczej, które są jak dotychczas formułowane jedynie w kategoriach *jakościowych* (takich, na przykład, jak podniesienie dobrobytu społeczeństwa lub wzrostu ekonomicznego i militarnego potencjału państwa itd.). Stajemy więc wobec zagadnienia, w jaki sposób cele polityki gospodarczej można wyrażać w kategoriach ilościowych.

26.2. „WAŻENIE" CELÓW A FORMUŁOWANIE CELÓW „ABSOLUTNYCH"

Skonstruujmy makroekonomiczny model programowania w najogólniejszej postaci. Niech n będzie ilością różnych działalności, które mogą być prowadzone w gospodarce narodowej; poziomy tych działalności oznaczymy przez $x_1, \ldots, x_n$. Wzajemne zależności pomiędzy tymi działalnościami, jak również ich limity zewnętrzne określone będą przez układ ograniczeń złożony z m nierówności:

$$\begin{aligned} a_1(x_1, x_2, \ldots, x_n) &\leqslant b_1 \\ a_2(x_1, x_2, \ldots, x_n) &\leqslant b_2 \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_m(x_1, x_2, \ldots, x_n) &\leqslant b_m \end{aligned} \tag{26.1}$$

Matematycznej postaci tych ograniczeń (czy są one liniowe, czy nieliniowe itp.) bliżej nie precyzujemy.

Załóżmy, że istnieje k różnych celów polityki gospodarczej. Na przykład: cel 1 — podnoszenie materialnej stopy życiowej ludności; cel 2 — poprawienie pozycji kraju w dziedzinie handlu zagranicznego; cel 3 — rozwijanie obronności itd.

Treść ekonomiczna funkcji celu powinna uwzględniać dążenie do popierania każdego z celów polityki gospodarczej w możliwie największym stopniu. W formie matematycznej funkcję celu wyrazimy następująco:

$$C(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n} \alpha_i c_{ij}(x_j) \to \max, \tag{26.2}$$

gdzie:

α_i — „waga" i-tego celu polityki ekonomicznej,

$c_{ij}(x_j)$ — funkcja wyrażająca przyczynek j-tej działalności do i-tego celu polityki gospodarczej.

Tutaj znów nie będziemy bliżej precyzowali matematycznej postaci funkcji $c_{ij}(x_j)$[6].

Sens naszego modelu opiszemy w zarysie w sposób następujący:

Układ ograniczeń określa wszystkie obiektywnie istniejące zależności, takie jak powiązania technologiczne, ograniczenia wynikające z warunków naturalnych, granice działalności zależne od rozmiarów starych mocy produkcyjnych itd. Funkcja celu wyraża preferencje władz gospodarczych. Można by również powiedzieć, że układ ograniczeń

[6] Byłoby możliwe nadanie funkcji celu innej postaci, ogólniejszej od (26.2). Jednak ta ostatnia postać okazuje się wystarczająca dla zobrazowania naszych dalszych rozważań, co jest jej jedynym celem.

ustala to, co jest konieczne (a więc tym samym i to co niemożliwe), funkcja celu natomiast wyraża zasadę „*im więcej, tym lepiej*". Układ ograniczeń opisuje obiektywne siły wynikające z warunków zewnętrznych, funkcja celu — życzenia władzy gospodarczej.

W czysto teoretycznych rozważaniach taka struktura logiczna modelu, oddzielająca układ ograniczeń od funkcji celu — jest całkiem jasna. Powstaje zagadnienie, czy w rzeczywistości można skonstruować model planowania makroekonomicznego w taki właśnie sposób. Odpowiedź, moim zdaniem, musi być negatywna.

Pierwsza trudność pojawi się w związku z oddzieleniem „konieczności" od „życzeń" lub „preferencji". Istnieją rzeczywiście bezwzględne konieczności, takie jak wymieniłem dla przykładu: określone powiązania technologiczne, ograniczone zasoby naturalne itd. Ale co będzie np. z podnoszeniem stopy życiowej? Żadne nowoczesne społeczeństwo nie mogłoby funkcjonować, a zwłaszcza rozwijać się, gdyby materialny i kulturalny poziom ludności pracującej pozostawał niski i niezmienny. Podnoszenie stopy życiowej staje się koniecznością i jako taka należy — według podanej wyżej klasyfikacji — do układu ograniczeń. Ale czy konieczny wzrost stopy życiowej ma być wzrostem rzędu, powiedzmy, 2% rocznie, a wzrost *powyżej* 2% należy do sfery życzeń, czy konieczny jest wzrost rzędu 1% lub 3% — na takie pytania odpowiedź jest prawie niemożliwa.

Umocnienie obronności kraju jest również oczywiście czymś więcej niż prostym życzeniem; żaden kraj nie może dzisiaj wyrzec się rozwoju swoich sił zbrojnych. Ale jak ustalić minimum wydatków wojskowych, które jest niezbędne i nieuniknione, a jak określić tę część, która należy do sfery życzeń?

Nie ma większego sensu kontynuowanie takich przykładów. Problem jest oczywisty: nie ma żadnej linii podziału pomiędzy „koniecznością" a zasadą „im więcej, tym lepiej". *Nie ma żadnego oczywistego i naturalnego kryterium pozwalającego wyróżnić w każdym przypadku zależności, które powinny być włączone do układu ograniczeń* („*konieczności*") *od tych, które mają wejść do funkcji celu* („*im więcej, tym lepiej*").

Druga trudność leży w konstrukcji funkcji $c_{ij}(x_j)$, tzn. w mierzeniu wkładu poszczególnych działalności w realizację celów polityki gospodarczej. Dla pewnych celów zmierzenie tego wkładu jest niemożliwe. Wysiłki mające na celu poprawienie pozycji kraju na rynku światowym mogą być mierzone czystym wynikiem dewizowym, osiąganym w ramach danej działalności. Ale jak zmierzyć, na przykład, wkład w podniesienie poziomu kulturalnego społeczeństwa? Tutaj nadawałyby się jedynie jakieś *sztucznie skonstruowane jednostki* „efektu użytkowego" w rodzaju „ocen punktowych", „wag" itp.

Trzecia trudność jest podobna do drugiej: jak określić relatywne wagi (α_j) różnych równoczesnych celów polityki gospodarczej. Załóżmy dla uproszczenia, że funkcje $c_{ij}(x_j)$ są w ogóle mierzalne i liniowe. Nawet wtedy powstanie pytanie: jaki jest ekwiwalent podniesienia materialnego poziomu życiowego o jednostkę — wyrażony w jednostkach wzrostu poziomu kulturalnego? Jaka jest wartość poprawienia pozycji kraju na rynku światowym o jednostkę — wyrażona w jednostkach wzrostu obronności?[7]

Żaden indywidualny czy kolektywny organ nie mógłby nigdy rozsądnie przedstawić swych preferencji w formie ilościowego „systemu wag". Z literatury przedmiotu znamy me-

[7] Problem ten nie polega po prostu na niewspółmierności zjawisk ekonomicznych i nieekonomicznych. Cele o charakterze „ekonomicznym" też nie są ekonomiczne w wąskim sensie tego słowa; pociągają one bowiem za sobą z konieczności skutki polityczne, kulturalne, moralne itd.

tody ankietowe, za pomocą których wagi poszczególnych preferencji mogą być wywiedzione z odpowiedzi podanych na odpowiednio zredagowane pytania. Specjaliści od badań operacyjnych potrafią przeprowadzić serię takich wywiadów z członkami zarządu dużego przedsiębiorstwa, na podstawie których można skonstruować dla tego przedsiębiorstwa funkcję celu[8] odzwierciedlającą życzenia zarządu.

Bez wchodzenia w szczegóły tej metody stwierdzić można z pewnością, że byłoby naiwnością oczekiwać, że z serii takich wywiadów z odpowiedzialnymi czołowymi osobistościami politycznymi w kraju można by wyciągnąć należyte wnioski dotyczące najbardziej ogólnych celów polityki gospodarczej państwa i ustalić relatywne „wagi" tych celów („Ile nowych szkół podstawowych uważalibyście — z punktu widzenia całego kraju — za ekwiwalent powstania rezerwy dewizowej w wysokości jednego miliona dolarów? ...").

Skoro więc sformułowanie celów polityki gospodarczej i względnej ważności tych celów w kategoriach relatywnych „wag" dalekie jest od przyjętej praktyki w socjalistycznej gospodarce planowej, bardziej normalną i naturalną procedurą wydaje się ustalenie pewnych ilościowych zadań, które wyrażają najogólniejsze cele polityki gospodarczej *w sposób absolutny*, a nie za pomocą względnej oceny różnych celów.

Przed przystąpieniem do opisu takiej procedury należy zdefiniować kilka pojęć.

Przede wszystkim trzeba w ogóle rozróżnić dwa rodzaje pomiarów oraz ustalania jednostek miary; mierzenie za pomocą jednostek tradycyjnych należy przeciwstawić mierzeniu za pomocą jednostek umownych. Przykładami pomiarów pierwszego rodzaju są pomiary w różnych jednostkach fizycznych i technicznych (np. w tonach, kWh), jak również w jednostkach pieniężnych (krajowych i zagranicznych). Pomiary tradycyjne mogą być przeprowadzane zarówno na podstawie aktualnie obowiązujących cen, jak i na podstawie ocen rozrachunkowych (których znaczenie omawialiśmy w części II). Chociaż oceny rozrachunkowe były otrzymane za pomocą specjalnych rachunków i wyraźnie dla celów obliczeniowych, to podstawowe dane, z których się te oceny wywodzą (np. makroekonomiczne dane statystyczne, tablice przepływów międzygałęziowych oparte na cenach bieżących itd) były pierwotnie mierzone w oszacowanych statystycznie jednostkach tradycyjnych. Jednostki umowne są to różne „punkty", „efekty użytkowe", „wagi preferencji" itp. mające służyć skwantyfikowaniu (przy użyciu ankiet lub innych metod) preferencji niemierzalnych w tradycyjnych jednostkach miary.

Takie cele polityki gospodarczej, których realizacja może być mierzona w jednostkach tradycyjnych nazwiemy tu wymaganiami polityki gospodarczej. Tak więc wymaganiem polityki gospodarczej może być, na przykład, podniesienie wolumenu ogólnego spożycia osobistego ludności. Wzrost „dobrobytu" natomiast, nie może stanowić wymagania polityki gospodarczej zgodnie ze zdefiniowanym tu znaczeniem tego zwrotu.

Ustalony przez kierownictwo gospodarcze stopień realizacji pewnego wymagania polityki gospodarczej będziemy tu nazywać zadaniem polityki gospodarczej. W praktyce zadanie może być ustalone albo w formie równości, albo w formie nierówności.

---

[8] Empiryczne badania mające na celu skonstruowanie „wag" różnych celów opisane są np. w pracy C. W. Churchmana, R. L. Ackoffa i E. L. Arnoffa [21], s. 145–153. Ta sama praca zawiera bibliografię przedmiotu. Podobne badania zostały przeprowadzone przez autora niniejszej pracy w celu empirycznego skontrolowania i uzupełnienia teoretycznych rozważań (zob. paragraf 19.2). Jednak badania te nie były przeprowadzane na szczeblu centralnych władz gospodarczych ani też nie miały za przedmiot najbardziej ogólnych celów polityki ekonomicznej.

Najpospolitszym przypadkiem jest ustalenie dolnej granicy. Można, na przykład, postulować, by globalne spożycie osobiste ludności w roku 1975 wyniosło przynajmniej tyle a tyle miliardów forintów; lub – by bilans dewizowy w roku 1970 przyniósł nadwyżkę w wysokości przynajmniej tylu a tylu milionów dolarów. Zadanie polityki gospodarczej wyraża zatem w liczbach bezwzględnych postanowienie władz gospodarczych odnoszące się do pożądanego stopnia realizacji pewnego wymagania polityki gospodarczej[9]. Po wyjaśnieniu pojęć, którymi będziemy się posługiwać powróćmy do naszego problemu. W praktyce socjalistycznej gospodarki planowej władze gospodarcze ustalają ogólny zarys polityki gospodarczej poprzez wskazanie podstawowych zadań tej polityki. W pierwszej fazie planowania długofalowego cele polityki gospodarczej szkicuje się jedynie w prymitywnej, prowizorycznej formie, a definitywne ich rozmiary ustalane są w późniejszych stadiach planowania przy aprobacie kierowniczych władz politycznych (zjazdu partii, rządu, parlamentu).

Znajomość zadań polityki ekonomicznej i ich analiza porównawcza może częściowo umożliwić również określenie względnej ważności – „wag" – poszczególnych *wymagań* polityki gospodarczej. (Np. „wagi" stopy wzrostu płac realnych w powiązaniu z „wagą" wzrostu nakładów na usługi kulturalne). Ale nie miałoby z pewnością większego sensu sztuczne przekształcanie zadań określonych bezpośrednio w liczbach bezwzględnych w „wagi", które mogłyby być wprowadzone do modelu w ich oryginalnej formie[10].

Podsumowując praktyczne wnioski należy stwierdzić, że nie jest ani możliwe, ani konieczne upieranie się przy opisanym wyżej „idealnym podziale pracy" pomiędzy funkcją celu a układem ograniczeń. Zamiast tego powinno się stosować następującą procedurę:

1) *pewne cele polityki gospodarczej należy wyrażać w ramach układu ograniczeń przez żądanie realizacji odpowiedniego zadania, ustalonego przez władzę gospodarczą.*

Takie postępowanie jest tym bardziej uzasadnione, że cele polityki gospodarczej stanowią mieszaninę konieczności i życzeń społeczeństwa;

2) *należy zrezygnować z próby wyrażenia za pomocą funkcji celu ogólnych celów polityki gospodarczej, które mogłyby być ujęte jedynie przy użyciu umownych jednostek pomiaru.* Nie można się spodziewać aprobaty umownego „systemu wag" ze strony odpowiedzialnych władz gospodarczych. Inaczej mówiąc, *funkcja celu może jedynie wyrażać wymagania polityki gospodarczej, które nadają się do mierzenia tradycyjnymi metodami.*

Ten tok rozumowania prowadzi do pewnej degradacji funkcji celu w stosunku do jej rangi w opisanym powyżej „idealnym" modelu. Nie funkcja celu sama w sobie, ale funkcja ta *razem* z wymaganiami polityki gospodarczej, występującymi w układzie ograniczeń, wyrażają cele polityki gospodarczej.

---

[9] W praktyce często zadanie polityki gospodarczej ustala się najpierw w postaci wskaźnika wzrostu lub średniej rocznej stopy wzrostu. (Postuluje się, na przykład, by roczna stopa wzrostu płac realnych wynosiła 2%). Znając wyjściowe dane łatwo przekształcić takie wskaźniki w zadania wyrażone w liczbach bezwzględnych. Nie trzeba więc odrębnie dyskutować takich przypadków.

[10] Na to samo zwracają uwagę J. Tinbergen i H. C. Bos [166], gdy stwierdzają: „W zasadzie, przyjęte w planie zadania winny być wybrane tak, by prowadziły do maksymalizacji dobrobytu; wyrażają one często to, co w rozumieniu polityków prowadzi do maksymalizacji dobrobytu. Z praktycznego punktu widzenia ustalanie określonych zadań jest często atrakcyjne ... A to dlatego, że prawie nic określonego nie potrafimy powiedzieć o postaci funkcji dobrobytu społecznego..." (s. 2).

26.3. PROCES PLANOWANIA A MODEL

W praktyce planowanie długofalowe obejmuje kilka etapów. W pierwszym etapie wstępne „wskaźniki ogólne" (takie jak pożądana stopa wzrostu stopy życiowej itd), oparte na szkicowych planach dostarczonych przez planistów, aprobowane są przez władze centralne. Następnie, szczegóły planu opracowuje się w Krajowym Urzędzie Planowania oraz odpowiednich ministerstwach. Po zapoznaniu się z tymi szczegółami, władze centralne udzielają swojej aprobaty nowym, częściowo zmodyfikowanym, ogólnym wskaźnikom.

Oczywiście jest to jedynie schematyczne przedstawienie procesu planowania. Na ogół ma miejsce więcej niż jeden taki cykl, zanim nastąpi definitywna aprobata szczegółów planu ze strony władz centralnych, które w międzyczasie modyfikują kilka razy swe poglądy dotyczące ogólnych wytycznych i „wyjściowych liczb", między innymi na skutek informacji zaczerpniętych ze szczegółowej analizy planu wyjściowego.

Spróbuję teraz opisać proces planowania za pomocą naszych modeli programowania i użyć do tego celu między innymi pojęć wprowadzonych w paragrafie poprzednim.

„Ogólne wskaźniki" i „wyjściowe liczby" zaaprobowane przez władze centralne stanowią „zadania polityki gospodarczej", które pojawiają się w układzie ograniczeń programu makroekonomicznego razem z innymi zewnętrznymi ograniczeniami, zdeterminowanymi przez czynniki naturalne, technologiczne itp.

Szczegółowe plany opracowane przez planistów-praktyków (Krajowy Urząd Planowania i ministerstwa) tworzą program złożony z konkretnych działalności[11]. Nie powinno się zatem myśleć o limitach występujących w układzie ograniczeń jako o jakichś określonych z góry wielkościach, które definitywnie określają zbiór rozwiązań (planów) dopuszczalnych. Pewna część tych limitów określają zadania polityki gospodarczej, które będą modyfikowane w trakcie procesu planowania i to nawet w dużej mierze w następstwie informacji otrzymanych w procesie programowania. Celem programowania matematycznego jest przeprowadzenie na podstawie wyjściowego układu zadań polityki gospodarczej (czyli układu wskaźników zaaprobowanych w pierwszej fazie planowania) takich obliczeń, które w pewnym stopniu skontrolują same te zadania oraz dostarczą podstawy do ewentualnych modyfikacji w następnych stadiach planowania. W dalszym ciągu pokażemy szczegółowo, jak informacje otrzymane w toku programowania mogą przyczynić się do ostatecznego sformułowania zadań polityki gospodarczej.

26.4. NAPIĘTE ZADANIA POLITYKI GOSPODARCZEJ

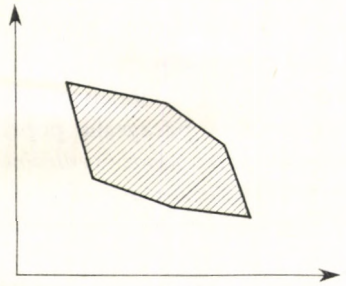
Górne granice dopuszczalnych planów określone będą przez dostępne zasoby. Rozmiary dostępnych zasobów są częściowo rezultatem czynników zewnętrznych (mamy tu na myśli na przykład wpływ wzrostu liczby ludności na podaż siły roboczej), częściowo zaś zależą

[11] Chciałbym tu zwrócić uwagę na rozróżnienie wprowadzone w paragrafie 26.1. Nie należy mieszać konkretnych wskaźników związanych ze strukturą gałęziową i rozwojem technicznym z „zadaniami polityki gospodarczej", tak jak się je rozumie w terminologii używanej w tym rozdziale. Wskaźniki takie należą — zgodnie z używaną poprzednio terminologią — do zakresu objętego programem. Prawidłowość konkretnych wskaźników wstępnego „niby-programu", który wysuwa władza gospodarcza, powinna być sprowdzona przez wszechstronne rachunki rentowności i jako jedną z metod proponujemy programowanie matematyczne.

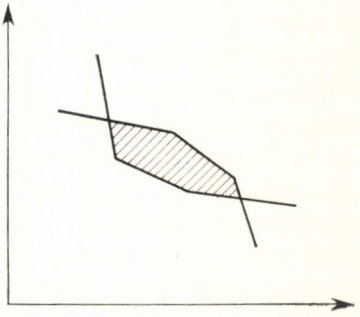
od aktualnej polityki gospodarczej (na przykład od wpływu przepisów prawnych regulujących godziny pracy i polityki płac na podaż siły roboczej).

Równocześnie niektóre zadania polityki gospodarczej ustalają *dolną granicę* dopuszczalnych planów. (Np. majątek produkcyjny przydzielony zgodnie z planem makroekonomicznym nie może spaść poniżej niezbędnego minimum).

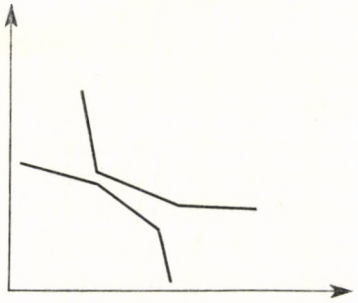
W żargonie planistycznym zadania polityki gospodarczej są często określane terminami takimi jak „napięte", „nienapięte", „zbyt napięte", itp.[12]. Terminy te określają w pewnym sensie „rozpiętość" między górną i dolną granicą, a tym samym — rozmiary obszaru planów dopuszczalnych[13]. Wykresy od 26.1 do 26.4 ilustrują zależność występującą w przypadku prostego problemu z dwoma zmiennymi.



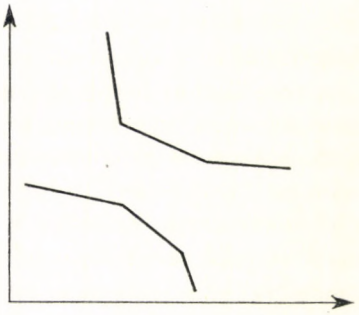
Rys. 26.1



Rys. 26.2



Rys. 26.3



Rys. 26.4

Zbiór planów dopuszczalnych jest przedstawiony na wykresach jako zakreskowany obszar między liniami górną i dolną, które reprezentują odpowiednio górną i dolną granicę. Zadania polityki gospodarczej (dane jako dolne granice) nazywamy n i e n a p i ę t y m i, jeśli będą one mogły być łatwo zrealizowane przy użyciu dostępnych zasobów. (Na przykład, pożądany poziom konsumpcji może być z łatwością osiągnięty przy istniejącej podaży siły roboczej,

[12] W codziennej praktyce gospodarczej mówi się właściwie raczej o „napiętych" lub „nienapiętych" *planach*. Oznacza to jednak w rzeczywistości to, co — zgodnie z terminologią tu wprowadzoną — powinno być nazwane napiętymi lub nienapiętymi *zadaniami* polityki gospodarczej (w odniesieniu do ogólnych wskaźników ustalonych na szczeblu planowania makroekonomicznego, a nie do szczegółów planu).

[13] Słowo „rozpiętość" jest oczywiście użyte tutaj tylko przenośnie, w celu lepszego zilustrowania zagadnienia; jedynie w przypadku problemu z jedną zmienną można je rozumieć dosłownie jako długość przedziału. W przenośni też tylko można mówić o rozmiarach obszaru planów dopuszczalnych, będących w praktyce zawsze zbiorami n-wymiarowymi.

zasobach naturalnych itd). Taki przypadek przedstawiony został na wykresie 26.1. gdzie zakreskowany obszar jest stosunkowo duży.

Zadania polityki gospodarczej nazywamy napiętymi, jeśli istnieje dosyć ograniczony zakres możliwości realizacji postawionych zadań przy istniejących zasobach. Przypadek ten jest pokazany na wykresie 26.2, gdzie zakreskowany obszar jest znacznie mniejszy.

Zadania polityki gospodarczej nazwiemy zbyt napiętymi, jeśli zbiór planów dopuszczalnych jest pusty; zadania te nie będą mogły być wtedy zrealizowane. Pokazano to na wykresie 26.3. Widać równocześnie, że zbytniego napięcia nie można scharakteryzować dokładnie po prostu przez stwierdzenie, że nie istnieje w ogóle plan dopuszczalny. Istotny jest również stopień *nadmiernego napięcia*. Zależy on od względnej „odległości" pomiędzy dolną i górną granicą. Na wykresie 26.4 stopień nadmiernego napięcia jest wyższy niż na wykresie 26.3. Im większa „odległość" pomiędzy dolną i górną granicą (ponad tę ostatnią), tym większa modyfikacja zadań polityki gospodarczej będzie potrzebna, ażeby istniał plan dopuszczalny [14].

Oczywiście, im mniej „napięty" układ ograniczeń i im większy jest obszar planów dopuszczalnych, tym większy będzie wpływ funkcji celu na decyzję. *Im bardziej napięte zadania polityki ekonomicznej, tym bardziej ograniczony będzie zakres wyboru, a tym samym — zredukowany rzeczywisty wpływ funkcji celu na decyzję.*

Innymi słowy, wpływ napięcia pewnego zadania polityki gospodarczej jako ograniczenia może być podobny do wpływu, jaki na rozwiązanie wywarłoby to samo zadanie jako podstawa funkcji celu. (Na przykład, wprowadzajac do modelu bardzo wysokie, dodatnie saldo wymiany zagranicznej jako ograniczenie, będziemy mieli efekt podobny do tego, jaki uzyskalibyśmy gdybyśmy żądali maksymalizacji salda wymiany zagranicznej jako funkcji celu.).

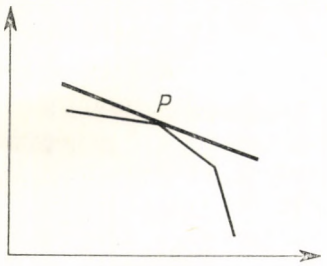
Aby zilustrować tę myśl przypatrzmy się dalszym wykresom. Wykres 26.5 przedstawia górną część krawędzi zbioru planów dopuszczalnych, który został przedstawiony na wykresie 26.1. Rozpatrzymy dodatkowo funkcję celu reprezentowaną przez grubą linię prostą, styczną w punkcie P do wieloboku wyznaczonego przez ograniczenia; przy tej funkcji celu punkt P będzie planem optymalnym. Niech funkcją celu będzie czysty wynik dewizowy, który chcemy zmaksymalizować. Plan odpowiadający punktowi P zapewnia najwyższy czysty wynik. Na wykresie 26.6. to samo wymaganie polityki gospodarczej ujęte jest nie w funkcji celu, ale jako ograniczenie: ustalamy tutaj dolną granicę dla czystego wyniku dewizowego przewidzianą przez plan. Linia prosta wyrażająca ograniczenie jest równoległa do prostej wyrażającej funkcję celu na wykresie 26.5, leży jednak nieco niżej

[14] Napięcie planu można również charakteryzować z uwzględnieniem niepewności. Dane zawarte w poszczególnych bilansach wchodzących w skład planu nie mogą być uważane za pewne; na podstawie tego, co mówiliśmy w części III, można je uważać za zmienne losowe. Tak więc, mino że bilanse wchodzące w skład planu mogą pozostać w równowadze, jeżeli rachunki oprzemy na wartościach oczekiwanych, to nie jest wcale pewne, że tak będzie w rzeczywistości.

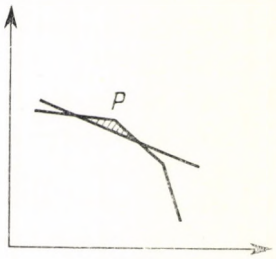
Prawdopodobieństwo zachowania równowagi zależeć będzie od stopnia niepewności poszczególnych składników bilansów objętych planem. W tych warunkach można uważać plan za *napięty* wtedy, gdy mamy wysokie prawdopodobieństwo, że podaż będzie mniejsza od popytu. Na odwrót, gdy prawdopodobieństwo to jest niskie można uważać plan za *nienapięty*.

Można skonstruować stochastyczny model programowania, uwzględniający niepewność bilansów. Jako funkcję celu tego problemu można przyjąć minimalizację prawdopodobieństwa zakłócenia równowagi. Zbadanie tego rodzaju programów stochastycznych stanowi część naszych planów badawczych.

niż ta ostatnia, założyliśmy bowiem, że dolna granica czystego wyniku dewizowego została ustalona przez władzę gospodarczą na poziomie nieco niższym niż osiągalne maksimum. Ponieważ zakładamy, że jest to poziom niewiele niższy, otrzymujemy niewielki zakreskowany obszar planów dopuszczalnych. *Jakakolwiek będzie funkcja celu*, w przypadku układu ograniczeń, przedstawionego na wykresie 26.6., *wszystkie rozwiązania optymalne*



Rys. 26.5



Rys. 26.6

znajdować się będą w bliskim sąsiedztwie punktu P. Jeżeli dolna część krawędzi znajdzie się bardzo blisko górnej krawędzi obszaru planów dopuszczalnych, uzyskamy dzięki wprowadzeniu ograniczenia prawie takie samo rozwiązanie programu, jakie uzyskaliśmy poprzednio przez wybór odpowiedniej funkcji celu [15].

Tak długo, jak program wyrażony jest jedynie symbolicznie, funkcja celu odgrywa rolę „absolutnego władcy", panując nad wszystkimi decyzjami. Nie jest jednak bynajmniej pewne, że utrzyma ona swe absolutne rządy, gdy symbole zostaną zastąpione przez liczby. Zależeć to będzie od „układu sił". Kontynuując analogię – rola funkcji celu stanie się bardziej podobna do roli średniowiecznego króla, którego absolutna władza została zakwestionowana przez magnatów. Wpływ niektórych ograniczeń reprezentujących ważkie i napięte zadania polityki gospodarczej nie będzie dużo mniejszy niż wpływ samej funkcji celu.

Ten tok myśli doprowadził do wniosków podobnych do tych, do jakich doszliśmy przy końcu paragrafu 26.2. Jeszcze raz funkcja celu została w pewnym stopniu zdegradowana.

26.5. KONTROLA WYKONALNOŚCI ZADAŃ

Dobrze znanym faktem jest, że zadania drugiego wieloletniego planu węgierskiego – planu pięcioletniego, który obejmował lata od 1950 do 1954 – były zbyt napięte i w rezultacie nie mogły być w pełni wykonane [16]. Opierając się na doświadczeniach zebranych w tym okresie władze gospodarcze zwiększyły od tego czasu swe wysiłki w kierunku przygotowywania planów realistycznych i wykonalnych. Pomimo tego faktu utrzymała się praktyka przygotowania w pierwszej fazie planowania wieloletniego projektów planów

[15] Jako krańcowy, ale teoretycznie możliwy do pomyślenia wariant można wyobrazić sobie, że dodatkowe *ograniczenie* w drugim programie jest reprezentowane przez tę samą prostą, co funkcja celu (na przykład *maksymalizację* czystego wyniku dewizowego) w pierwszym programie. Wtedy zbiór planów dopuszczalnych zredukuje się do punktu *P*. Zagadnienia te szczegółowo zbadane zostały w pracy: Gy. Simona, Gy. Kondora [155], s. 64–65.

[16] Z obszernej literatury dotyczącej tego tematu polecamy wydawnictwo [182], opublikowane przez Centralne Biuro Statystyczne, w którym podano najważniejsze dane.

o dosyć wygórowanych zadaniach (tzn. zakładających wysokie wstępne szacunki produkcji, handlu zagranicznego i konsumpcji) połączona z dążeniem do eliminacji napięć w następnych stadiach planowania.

Takie postępowanie opierać się może na różnych motywach. Napięte wyjściowe wskaźniki mają oddziaływać mobilizująco, pobudzając tych, którzy opracowują szczegóły planu, do zwiększenia wysiłków w kierunku poszukiwania możliwości rozwojowych. Z drugiej strony rozpoczęcie procesu planowania od napiętych wskaźników może być także oznaką krańcowego optymizmu. Innymi słowy, wstępne wskaźniki wyrażają właściwie *jedynie* życzenia planistów — życzenia, które w trakcie szczegółowego układania planu mogą znaleźć się w konflikcie z rzeczywistością.

Dodajmy nawiasem, że w ten sposób w wygórowanych zadaniach określonych w liczbach bezwzględnych przejawiają się właśnie cele polityki gospodarczej, łącznie z zasadą „czym więcej, tym lepiej" (te zadania odgrywają rolę, którą w „czystym modelu", opisanym w paragrafie 26.2., odgrywała funkcja celu).

Jeżeli chcemy nasz matematyczny model programowania oddać na usługi planowania już w tym wstępnym stadium, to naszym pierwszym zadaniem musi być upewnienie się, czy istnieją plany zgodne z przyjętymi zadaniami polityki gospodarczej. Znalezienie odpowiedzi na to pytanie za pomocą programowania matematycznego może być cenną pomocą dla władz gospodarczych. Dla tego rodzaju kontroli nie jest potrzebna żadna funkcja celu.

Przypuśćmy, że wyjściowe zadania polityki gospodarczej są zbyt napięte. W takim przypadku model programowania pozwoli nam określić eksperymentalnie pozycje, na które trzeba się wycofać, czyli rozmiary, do których poszczególne zadania polityki gospodarczej muszą być zmniejszone, aby plan był wykonalny. Prostą metodą eksperymentalną może być usunięcie hipotetycznie przyjętego zadania polityki gospodarczej spośród ograniczeń i potraktowanie go jako funkcji celu. (Na przykład, wstępne szacunki poziomu spożycia indywidualnego mogą być nieosiągalne; możemy się o tym przekonać przyjmując eksperymentalnie jako funkcję celu maksymalizację produkcji dla celów spożycia *indywidualnego*). W ten sposób można zachowując bez zmian wszystkie warunki zewnętrzne oraz wszystkie inne zadania polityki gospodarczej — obliczyć najwyższy osiągalny poziom realizacji pewnego celu polityki gospodarczej. (Nawiązując do poprzedniego przykładu: najwyższy osiągalny poziom spożycia). Tego rodzaju kalkulacje mogą doprowadzić do modyfikacji pierwotnego zadania.

Obliczenia kontrolne tego typu można oczywiście przeprowadzić w odniesieniu do dowolnego programu. Chciałbym jednak opisać dosyć szczegółowo, w jaki sposób zadanie to może być wykonane w wypadku modelu planowania dwupoziomowego, którym zajmowaliśmy się w rozdziale 24.

We wszystkich modelach sektorowych omawianych w paragrafie 24.4. wśród działalności znajdował się również tzw. *nielimitowany import* (zmienne ze wskaźnikiem 0). W paragrafie tym wykazano, że w niektórych sektorach, gdzie import jest praktycznie nieograniczony, nielimitowany import reprezentuje rzeczywistą działalność gospodarczą, podczas gdy w przypadku innych sektorów musi być uważany tylko za *fikcyjną zmienną*, wiadomo bowiem, że reprezentuje działalność niemożliwą w praktyce do zrealizowania. (Import energii elektrycznej, na przykład, z pewnością nie może być nieograniczony).

Przy wprowadzaniu zmiennych fikcyjnych do modelu celem naszym było zbudowanie

programu, który miałby w ogóle rozwiązania dopuszczalne (tzn. – mówiąc językiem matematycznym – programu niesprzecznego). Układ ograniczeń tego programu byłby jednak spełniony m.in. przez (praktycznie niewykonalne) rozwiązania (plany), w których nie miałaby w ogóle miejsca produkcja krajowa, a spożycie krajowe (d_{it}) byłoby w pełni pokrywane przez nielimitowany import.

Należy wprowadzić obecnie następujące rozróżnienie: rozwiązanie dopuszczalne programu, który nie zawiera żadnej fikcyjnej zmiennej importowej, nazwiemy *wykonalnym*. I odwrotnie, nazwiemy niewykonalnymi – rozwiązania, które chociaż dopuszczalne z matematycznego punktu widzenia zawierają jedną lub kilka zmiennych fikcyjnych.

Przypuśćmy teraz, że rozwiązaniem przyjętym za podstawę postępowania iteracyjnego jest „plan oficjalny", tj. narodowy plan gospodarczy, który został sformułowany w sposób dostosowany do struktury modelu. Gdyby w pierwszym kroku pojawiły się w rozwiązaniu zmienne fikcyjne, oznaczałoby to, że oficjalny plan był niewykonalny.

W takich wypadkach procedura planowania dwupoziomowego pozwala na zastosowanie krytyki w najbardziej konstruktywny sposób; ujawni ona nie tylko ewentualną nierealność planu oficjalnego, ale równocześnie zacznie go *korygować*. Fikcyjne zmienne, obciążone wysoce niekorzystnymi współczynnikami w funkcji celu, zostaną usunięte z rozwiązania w dalszym toku iteracyjnego postępowania. Zaczynając zatem od matematycznie niesprzecznych, ale praktycznie niewykonalnych planów osiągniemy w końcu plan wykonalny (pod warunkiem, że w danym wypadku taki plan w ogóle istnieje).

Już to samo jest osiągnięciem o bardzo dużym znaczeniu. Zwracaliśmy już w tej książce uwagę na to, jak trudno jest znaleźć choć jeden dopuszczalny i wykonalny plan przy użyciu tradycyjnych metod planowania; stosowanie w tym celu koordynacji planów jest procedurą bardzo zawiłą. (Por. paragrafy 1.1 i 5.3). Taką koordynację można zastąpić przez planowanie dwupoziomowe. Metoda ta pozwala na modyfikację centralnie sporządzonych wyjściowych bilansów „po konsultacji z niższymi instancjami" (tj. na podstawie sprawozdań sektorów) oraz na konsekwentne śledzenie zmian, jakie zmiana jakiegokolwiek bilansu wywoła we wszystkich pozostałych bilansach (operacja, która w planowaniu tradycyjnym sprawia zwykle znaczne kłopoty). Co więcej, operacje te będą przeprowadzone wg ściśle określonego matematycznego algorytmu.

Gdy fikcyjne zmienne nie zostaną usunięte z rozwiązań uzyskanych w dalszych fazach planowania, lecz będą pojawiać się uparcie w rozwiązaniach, będzie to oznaką tego, że gdzieś musi tkwić błąd, i to nie w badanym aktualnie szczegółowym planie oficjalnym, ale w samych podstawowych zadaniach polityki gospodarczej, które są zbyt napięte. W takim przypadku planowanie dwupoziomowe nie będzie wystarczającym lekarstwem (jak w przypadku gdyby błąd tkwił w pewnym planie szczegółowym). Potrzebna wtedy będzie interwencja władzy, która usankcjonowała wyjściowe wskaźniki i zadania polityki gospodarczej. Wskaźniki te będą musiały być odpowiednio skorygowane.

26.6. ROZWIĄZANIA EFEKTYWNE

Jak wykazano w poprzednim paragrafie można bez trudności zapewnić najwyższy stopień wykonania pewnego zadania polityki gospodarczej, jeżeli to zadanie potraktujemy jako funkcję celu i znajdziemy jego wartość maksymalną, przyjmując jednocześnie nie-

zmienność innych zadań polityki gospodarczej oraz ograniczeń wyrażających warunki zewnętrzne.

Władze gospodarcze mogą przekonać się o celowości przeprowadzenia tego typu testu nie tylko w odniesieniu do jednego wymagania polityki ekonomicznej, ale także w odniesieniu do wielu takich wymagań równocześnie. Rozpatrzmy prostą sytuację, gdy dwa wymagania polityki gospodarczej są jednocześnie brane pod uwagę. (Niech jednym, na przykład, będzie podniesienie spożycia indywidualnego, a drugim – poprawa bilansu handlu zagranicznego). Załóżmy jeszcze, że posługujemy się modelem programowania liniowego, tak jak np. w przypadku planowania dwupoziomowego, opisanego w rozdziale 24.

Rozważmy następujący problem:

Przy ograniczeniach

$$Ax = b \tag{26.3}$$

$$x \geqslant 0 \tag{26.4}$$

mamy dwa polityczno-ekonomiczne postulaty:

$$C_1(x) = c_1' x \to \max \tag{26.5}$$

oraz

$$C_2(x) = c_2' x \to \max \tag{26.6}$$

Problemy tego typu, ogólnie biorąc, nie mają rozwiązania w wąskim sensie tego słowa; inaczej mówiąc, nie można na ogół znaleźć rozwiązania x^*, przy którym zarówno $c_1 x^*$ jak i $c_2 x^*$ osiągają wartość maksymalną przy zachowaniu ograniczeń (26.3) i (26.4). Można tu mówić jedynie o rozwiązaniu w szerszym sensie. Badanie takich przypadków znane jest w literaturze ekonometrycznej jako „problem wektorów maksymalnych[17]".

Podamy tu w zarysie podstawowe pojęcia i wyniki tych badań. Będziemy mówić, że rozwiązanie $x^{(1)}$ *dominuje* nad rozwiązaniem $x^{(2)}$, gdzie $x^{(1)}$ i $x^{(2)}$ reprezentują dowolne rozwiązania dopuszczalne, tj. spełniające ograniczenia (26.3) i (26.4), jeśli

$$C_1(x^{(1)}) \geqslant C_1(x^{(2)}) \text{ oraz } C_2(x^{(1)}) \geqslant C_2(x^{(2)}) \tag{26.7}$$

i pod warunkiem, że jedna przynajmniej z nierówności (26.7) jest ostra, tzn., że – przy spełnieniu (26.7) – albo

$$C_1(x^{(1)}) > C_2(x^{(2)}) \tag{26.8}$$

albo

$$C_2(x^{(1)}) > C_2(x^{(2)}) \tag{26.9}$$

albo oba te ostatnie warunki są spełnione. Każde rozwiązanie dopuszczalne, nad którym nie dominuje żadne inne rozwiązanie dopuszczalne, będziemy nazywać efektywnym w stosunku do ekonomiczno-politycznych wymagań (25.5) i (26.6), lub w skrócie – efektywnym[18].

---

[17] Zob. T. C. Koopmans [69], H. W. Kuhn, A. W. Tucker [89], L. Hurwicz [58]. Szczegółową bibliografię podaje S. Karlin [63], s. 216–218. Ten krąg problemów jest analogiczny do tych, które, omawia się w teorii podejmowania decyzji jako zagadnienie „pełnej klasy", „minimalnej pełnej klasy", oraz „dopuszczalnej funkcji decyzyjnej". Zob. A. Wald [174].

[18] Takie pojęcie rozwiązania efektywnego wykazuje pewną analogię do dobrze znanego pojęcia „optimum Pareta", jednakże z tą istotną różnicą, że to ostatnie dotyczy równoczesnego zaspokojenia

Na podstawie dobrze znanego twierdzenia[19] można znaleźć rozwiązanie efektywne za pomocą parametrycznego programowania liniowego

$$\left.\begin{array}{l} Ax=b \\ x\geqslant 0 \\ [\lambda c_1'-(1-\lambda)c_2']x\to\max \end{array}\right\} 0<\lambda<1 \tag{26.10}$$

Każdej wartości parametru λ odpowiada pewne rozwiązanie optymalne $x^*(\lambda)$. Oznaczmy wartość $c_1'x^*(\lambda)$ przez $C_1^*(\lambda)$, a wartość $c_2'x^*(\lambda)$ przez $C_2^*(\lambda)$. Możemy nazwać pary $C_1^*(\lambda)$, $C_2^*(\lambda)$ maksymalnymi kombinacjami realizacji pierwszego i drugiego wymagania polityki gospodarczej. Wyrażają one maksimum osiągalnego stopnia realizacji drugiego wymagania, gdy stopień realizacji pierwszego jest dany i odwrotnie. Znajomość maksymalnych kombinacji realizacji wymagań polityki gospodarczej daje władzom gospodarczym istotną podstawę dla podejmowania decyzji.

Postąpimy tutaj znowu tak, jak to już przedtem kilkakrotnie (w związku z innymi zagadnieniami) robiliśmy przy opisywaniu metod obliczeniowych: nie rozwiązywaliśmy problemu wyboru szczegółowo, lecz sprowadzaliśmy je do zagadnienia z „wyższego szczebla", ograniczając się do zajęcia stanowiska w sprawie najważniejszych wskaźników przyjętych na wyższym szczeblu. Gdy władze gospodarcze zajmą stanowisko w stosunku do pewnej kombinacji (C_1^*, C_2^*) można będzie przystąpić do szczegółowego rozwiązania programu.

Na początku tego rozdziału zwracaliśmy uwagę na to, że idea „ważenia" równoczesnych wymagań polityki gospodarczej jest obca „psychice" władz gospodarczych odpowiedzialnych za podjęcie decyzji. W opisanej przed chwilą metodzie parametr λ wyraża *względną wagę* dwóch wymagań polityki gospodarczej. Przy zastosowaniu tej metody wybór wag został *sprowadzony do wyboru między parami liczb bezwzględnych*, co pozwala na przedstawienie władzy gospodarczej problemu decyzyjnego w wyraźnej „namacalnej" postaci.

Jak dotąd zajmowaliśmy się tylko analizą dwóch równoczesnych wymagań polityki gospodarczej. Można pokazać, że analogiczna procedura umożliwia również określenie programów efektywnych w stosunku do więcej niż dwóch – powiedzmy n – wymagań polityki gospodarczej. W takim wypadku trzeba uciec się do wieloparametrycznego (ściślej: $(n-1)$-parametrycznego) programowania. Problemami, które w takim przypadku się wyłaniają nie będę się tutaj szczegółowo zajmował[20].

---

popytu konsumpcyjnego wielu jednostek, podczas gdy zdefiniowane wyżej pojęcie wiąże się z równoczesnym spełnieniem kilku zadań polityki gospodarczej mających wyrażać interesy społeczeństwa jako całości. O optimum Pareta pisze np. K. E. Boulding [12], s. 11–23, lub R. Dorfman, P. A. Samuelson, R. M. Solow [35], s. 408–416.

[19] Zob. np. pracę T. Liptáka i A. Nagy [101], która zawiera prosty dowód tego twierdzenia przeprowadzony za pomocą ilustracji geometrycznej. O ile mi wiadomo, właśnie w tej pracy po raz pierwszy przedstawiono sposób znalezienia wszystkich rozwiązań efektywnych za pomocą parametrycznego programowania liniowego.

[20] W przypadku normalnego „jednopoziomowego" planowania posługiwanie się jednym parametrem będzie łatwe, a również i dwa parametry nie spowodują większego kłopotu. W przypadku planowania „dwupoziomowego" opisanego w rozdziale 24, problem znacznie się komplikuje z punktu widzenia techniki obliczeniowej.

26.7. ROLA FUNKCJI CELU W TWORZENIU „NADWYŻKI"

Z tego, co powiedziano poprzednio widać jasno, że wymagania polityki gospodarczej znajdują swój wyraz w bardzo znacznej mierze w układzie ograniczeń. Funkcja celu jest natomiast jak gdyby siłą działającą w kierunku wzrostu „nadwyżki" możliwej do osiągnięcia *ponad* założone zadania polityki gospodarczej. Co więcej, poprzez system „wag" oddziałuje ona także na strukturę tej nadwyżki.

Mając na uwadze zredukowaną rolę funkcji celu sformułujemy pewne postulaty pod adresem systemu wag występujących w tej funkcji.

a) Wynikająca z rozwiązania programu nadwyżka powinna być społecznie użyteczna; powinna służyć lepszemu zaspokojeniu przynajmniej jednego z wymagań polityki gospodarczej.

b) Nadwyżka powinna — o ile to możliwe — nadawać się do wielostronnego wykorzystania.

Wybór funkcji celu można uznać za właściwy, jeśli po znalezieniu rozwiązania optymalnego za pomocą programu okaże się, że rozwiązanie to spełnia układ ograniczeń, odpowiadający zasadniczym zadaniom polityki gospodarczej. Wszystko, co osiągnięto dodatkowo będzie „czystym zyskiem".

Przy ograniczonych wymaganiach nie jest ani konieczne, ani możliwe zalecanie jakiegokolwiek jednego określonego rodzaju funkcji celu. Można zalecić kilka rodzajów funkcji celu, z których wszystkie będą pożyteczne. Opiszemy tu trzy możliwe funkcje. Osobiście nie chcę się opowiadać za jakąkolwiek z nich; kolejność, w jakiej zostaną wymienione, nie odpowiada również żadnej hierarchii ważności tych funkcji.

1) Powróćmy do funkcji celu, która w rozdziale 24 używana była jedynie dla celów ilustracyjnych: optymalizacja wyniku dewizowego (salda wymiany zagranicznej). W świetle tego, co powiedziano wyżej posługiwanie się tą funkcją należy rozpatrywać jedynie jako dopuszczalną propozycję.

Podstawową korzyścią związaną ze stosowaniem tej właśnie funkcji jest to, że nadwyżka, która powstaje w wyniku programowania, jest łatwo „przenośna" i może być łatwo wykorzystana do bardzo różnych celów, takich jak:

a) spłata długów zagranicznych, co pociąga za sobą zmniejszenie kosztów oprocentowania oraz łagodzi napięcie bilansu płatniczego;

b) rozszerzenie kredytów dla zagranicy, a w konsekwencji dodatkowe dochody płynące z procentów oraz korzyści w zakresie polityki gospodarczej i handlu zagranicznego;

c) tworzenie rezerw dewizowych, co umożliwia transakcje importowe i ułatwia swobodę manipulacji;

d) import dóbr konsumpcyjnych, służący bezpośrednio podnoszeniu stopy życiowej;

e) import surowców i półproduktów w celu zwiększenia zapasów produkcyjnych i poprawienia ich struktury. Zapewni to większą ciągłość oraz pewność produkcji;

f) sfinansowanie dodatkowego importu dóbr kapitałowych;

Podjęcie którejkolwiek z działalności a)—e) nie wymaga żadnej modyfikacji programu. Władze gospodarcze mogą swobodnie wybierać między alternatywami a)—e) bez zmiany jakichkolwiek innych szczegółów programu.

Tego samego nie można powiedzieć o alternatywie f). Dodatkowy import dóbr kapitałowych stwarza zwykle konieczność modyfikacji całego szeregu innych wskaźników planu,

ponieważ stworzenie nowych mocy produkcyjnych i ich eksploatacja wymaga siły roboczej, surowców itd., które z konieczności musiałyby być odciągnięte od innych działalności figurujących już w programie. Jeśli więc okaże się, że wynikająca z rozwiązania programu nadwyżka będzie przez władzę gospodarczą użyta w celu importu dóbr kapitałowych, wtedy niektóre pierwotne zadania polityki gospodarczej będą musiały być odpowiednio zmodyfikowane i program trzeba ponownie rozwiązać.

Zaletą tego rodzaju funkcji celu jest dalej to, że stwarza możliwość radykalnego pominięcia aktualnego systemu cen. Z drugiej zaś strony wadą jej jest to, że wciąga nas ona we wszystkie trudności związane z cenami handlu zagranicznego (o których była mowa w rozdziale 15).

W krajach, w których handel zagraniczny odgrywa raczej podrzędną rolę, lub w których dalszy trwały wzrost aktywnego bilansu handlowego jest niepożądany z makroekonomicznego punktu widzenia, maksymalizacja wyniku dewizowego jest mniej uzasadniona. Jednakże na Węgrzech rzecz ma się inaczej. Jak już wykazano w innych kontekstach handel zagraniczny ma doniosłe znaczenie w gospodarce narodowej tego kraju. Ponadto, trudności, jakie napotykaliśmy przez kilka lat przy poprawianiu bilansu naszego handlu zagranicznego, wymagają poważnych wysiłków. W rezultacie zastosowanie tego rodzaju funkcji celu do warunków węgierskich jest szczególnie uzasadnione.

2) Innym możliwym wariantem funkcji celu jest maksymalizacja spożycia. Struktura spożycia dla danego okresu zostaje ustalona z góry, a następnie maksymalizuje się całkowity wolumen spożycia. Ten rodzaj funkcji celu zastosował w swojej pracy L. W. Kantorowicz[21].

Dużą zaletą tego rodzaju funkcji celu jest to, że uwydatnia ona bezpośrednio niektóre najbardziej zasadnicze cele polityki ekonomicznej: wzrost spożycia indywidualnego (a wraz z nim spożycia zbiorowego, łącznie z usługami kulturalnymi), rozwój obronności itd. Natomiast wadą tego rodzaju funkcji celu jest wielce uproszczone podejście do funkcji popytu. Nie uwzględnia się bowiem faktu, że popyt na produkty poszczególnych sektorów — tj. praktycznie na grupy towarów — jest w rzeczywistości w przybliżeniu ciągłą i w wielu przypadkach nieliniową funkcją dochodów ludności.

3) Istnieje trzeci możliwy rodzaj funkcji celu: minimalizacja całkowitego nakładu pracy społecznej. Koncepcja taka pojawia się w polskiej literaturze przedmiotu[22].

Zastosowanie tego rodzaju funkcji celu uzasadnione będzie w przypadkach, gdy w kraju mamy do czynienia z pełnym zatrudnieniem i gdy nie ma tendencji do wciągania do pracy dalszych warstw społeczeństwa (takich, jak np. gospodynie domowe itd.) ze względów społeczno-politycznych lub kulturalnych, a zmniejszanie ustalonych przez prawo godzin pracy jest sprawą aktualną. Ten ostatni zabieg może być wprowadzony w życie na kilka sposobów. Godziny pracy mogą zostać zredukowane wszędzie, bądź tylko w poszczególnych sektorach gospodarki; może zostać zwiększona ilość płatnych świąt; może zostać przedłużony okres obowiązkowej nauki szkolnej lub obniżona granica wieku emerytalnego itd. W ZSRR, na przykład, proces ten został niedawno rozpoczęty na szeroką skalę i planuje się, że będzie kontynuowany w nadchodzących latach.

---

[21] Zob. [62]. Za Kantorowiczem ten rodzaj funkcji celu zalecali na Węgrzech Gy. Simon i Gy. Kondor w pracach [155] i [159].

[22] Zob. pracę W. Trzeciakowskiego [168].

Ten rodzaj funkcji celu wyrażałby fakt, że władze gospodarcze nie zamierzają wykorzystać uzyskanej poprzez programowanie nadwyżki w celu zwiększenia konsumpcji, lub poprawienia pozycji kraju na rynkach zagranicznych, lecz są przede wszystkim zainteresowane w zwiększeniu ilości czasu wolnego od pracy.

Zastosowanie tego typu funkcji celu nie będzie uzasadnione w warunkach braku siły roboczej. Gdy taka sytuacja ma miejsce, trzeba wstawić dostępne zasoby siły roboczej – podzielonej na kategorie tak dalece, jak dalece jest to możliwe – do układu ograniczeń, aby zapewnić realizację programów z punktu widzenia siły roboczej.

Dla funkcji celu minimalizującej nakłady pracy trzeba też znaleźć odpowiednią jednostkę miary. Może nią być robotnik, robotniko-godzina, lub – by móc dodawać prace różniące się kwalifikacjami – jednostka pieniężna, w jakich wypłacane są płace.

Poza tymi trzema, wyżej opisanymi, rodzajami funkcji celu możliwe są również inne. Te, które opisano tutaj, mają jedną wspólną właściwość; mniej lub bardziej abstrahują one od aktualnego systemu cen. W przypadku 1) bierze się pod uwagę ceny handlu zagranicznego; w przypadku 3) za jednostkę miary służą wskaźniki naturalne, lub jednostki pieniężne, w jakich wypłacane są płace. Nawet w przypadku 2) tj. w przypadku funkcji celu Kantorowicza, rola cen bieżących ogranicza się do roli narzędzia agregacji konkretnych produktów w grupy produktów w obrębie poszczególnych sektorów.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że układ ograniczeń musi być zawsze zgodny z wybraną funkcją celu. Jeśli rolę funkcji celu gra maksymalizacja spożycia, to układ ograniczeń powinien zawierać bilanse siły roboczej, jak również oddzielne bilanse dewizowe dla każdego z zagranicznych rynków. Podobnie przy każdym innym rodzaju funkcji celu, ograniczenia powinny wyrażać te właśnie wymagania polityki gospodarczej, które nie występują (lub tylko częściowo znajdują odbicie) w funkcji celu.

26.8. PREFERENCJE CZASOWE W SFERZE PRODUKCJI

Analiza nasza osiągnęła stadium, w którym pytania: *co* optymalizować, jakie efekty gospodarcze maksymalizować, a jakie nakłady minimalizować – zostały zbadane. Jednakże w planowaniu wieloletnim również istotne jest pytanie o to, w jakim czasie te efekty ekonomiczne lub nakłady występują.

Jest truizmem, że forint dzisiaj jest wart więcej niż forint jutro. Preferencje obecnego dochodu, aktualnie istniejących zasobów lub bieżącej konsumpcji w stosunku do przyszłych będziemy odtąd nazywać preferencjami czasowymi[23].

Rozróżnimy dwa typy preferencji czasowych: preferencję czasową w sferze produkcji oraz preferencję czasową konsumentów.

Preferencja czasowa produkcji płynie stąd, że aktualnie istniejące zasoby mogą być przeznaczone na inwestycje produkcyjne. Inwestycje zaś powodować będą wzrost dochodu narodowego; większy dochód narodowy z kolei pozwala na większe inwestycje i tak dalej.

[23] Karol Marks uważał oszczędność czasu za jedną z fundamentalnych zasad gospodarki socjalistycznej: „Ökonomie der Zeit, darin löst sich schliesslich alle Ökonomie auf . .. Ökonomie der Zeit sowohl wie planmässige Verteilung der Arbeitszeit auf die verschiedenen Zweige der Produktion, bleibt also erstes ökonomisches Gesetz auf Grundlage der gemeinschaftlichen Produktion. Es wird sogar in viel höherem Grade Gesetz" (zob. [116], s. 89).

Inwestycje będą zachowywać się podobnie do „procentu składanego", jeden milion zainwestowany w roku 1963 doda więcej do dochodu narodowego w roku 1970 niż jeden milion zainwestowany w roku 1964. W strumieniu dochodów i inwestycji *korzyść, jaką przynosi czas, ujawni się w formie określonej ilościowo nadwyżki.* (Zależność ta była już dyskutowana w paragrafie 9.4).

Korzenie preferencji czasowej w sferze produkcji tkwią w najbardziej podstawowych procesach gospodarczych, w procesach akumulacji i wzrostu sił produkcyjnych. Istnieje wyraźna linia podziału pomiędzy preferencjami w sferze produkcji, a preferencjami czasowymi konsumentów. Te ostatnie są właściwie zjawiskami psychologicznymi znajdującymi swój wyraz w przysłowiu: „lepszy wróbel w garści niż gołąb na dachu". Opierają się one na takich motywach, jak niecierpliwość, a może nawet krótkowzroczność, nieznajomość przyszłości itp. Stopień preferencji czasowych konsumentów i ich motywacja osobista są bardzo zróżnicowane u poszczególnych jednostek; jednakże jako zjawisko masowe są one zdeterminowane przez warunki społeczne. Są, na przykład, bardzo intensywne w warstwach społecznych, które dopiero niedawno wyszły z nędzy lub ubóstwa i rozpoczynają cywilizowany tryb życia przywiązując — co jest zupełnie zrozumiałe — ogromną wagę do dóbr materialnych, bez których musiały się tak długo obywać. Istnieje z drugiej strony wiele czynników, które mogą działać hamująco na preferencje czasowe konsumentów, skłaniając ich do dobrowolnych ograniczeń spożycia indywidualnego; oszczędności przeznaczone na zakup konsumpcyjnych dóbr trwałego użytku, na „inwestycje" rodzinne, na fundusz rezerwowy zabezpieczający starość, na choroby, dzieci itd. Preferencje czasowe konsumentów przejawiają się mniej intensywnie, gdy warunki życiowe stale, lub nawet gwałtownie, się poprawiają; przejawiają się z większą intensywnością, jeśli postęp jest przerywany przez okresy stagnacji lub recesji.

Preferencje czasowe w sferze produkcji i w sferze konsumpcji pozostają ze sobą w konflikcie. Pierwsze działają w kierunku zwiększenia udziału akumulacji, drugie — w kierunku zwiększenia udziału konsumpcji w dochodzie narodowym[24].

Wyjaśniwszy podstawowe pojęcia, zbadajmy teraz sposób, w jaki preferencje czasowe przejawiają się w naszych modelach.

Rozpatrzmy najpierw model sektorowy opisany w rozdziałach 2 i 3. Nie zajmuje się on koordynacją różnych działalności w czasie i ogranicza się wyłącznie do określania optymalnej struktury działalności, którą zamierzamy otrzymać w końcu okresu planowanego, tzn. do pożądanego końcowego stanu rzeczy. W takich okolicznościach preferencje czasowe muszą zostać wprowadzone do *funkcji celu.* Dzięki zastosowaniu w naszych rachunkach wzorów na procent składany można uwzględnić preferencję tych działalności, które charakteryzują się krótszym okresem realizacji i rozruchu, i ogólniej — bardziej korzystnym rozkładem w czasie nakładów i dochodów. (Zob. np. wzory (9.13) i (9.15)). Preferencja

[24] Formy, w których konflikt ten przejawia się są, oczywiście, odmienne w kapitalizmie i w socjalizmie. Socjalistyczna gospodarka planowa ma tę istotną zaletę, że tutaj preferencje czasowe w sferze produkcji dochodzą do głosu planowo, dzięki scentralizowanej kontroli gospodarki, podczas gdy w systemach gospodarczych opartych na prywatnej własności środków produkcji przejawiają się one jako rezultat masy zatomizowanych decyzji indywidualnych podlegających wielkiej ilości różnych przypadkowych czynników. Przejawianie się i konflikty preferencji czasowych stanowią najważniejszy i jak dotąd niedostatecznie zbadany przedmiot badań socjologicznych w społeczeństwie socjalistycznym.

czasowa społeczeństwa jako całości w sferze produkcji znajdzie swój wyraz w zastosowanej stopie procentowej.

Model opisany w rozdziale 24 w związku z planowaniem dwupoziomowym idzie jeszcze dalej w rejestrowaniu zależności dynamicznych[25]. Jest on wieloetapowym modelem rozbitym na kilka okresów. Dostarcza w ten sposób nie tylko odpowiedzi na pytanie: *co*, *ile* i *jak*, lecz również na pytanie: *kiedy*, w jakich okresach, różne działalności powinny być wykonywane, tj. kiedy eksploatacja istniejących mocy powinna być zakończona; kiedy należy rozpocząć nowe inwestycje; kiedy ma mieć miejsce eksport i import[26].

Taka budowa modelu pozwala na zastosowanie następujących zasad obliczeniowych:

Zasada rozliczeniowa 26.1. Funkcja celu modelu wieloetapowego, opisanego w rozdziale 24, nie wymaga wprowadzenia dodatkowych zabiegów rachunkowych (np. *dyskonta*) *dla uwzględnienia preferencji czasowej w sferze produkcji.*

Ani dyskonto, ani też wprowadzenie stopy procentowej nie jest tu potrzebne dla wyrażenia tego, że korzystniej jest dysponować określonymi środkami produkcji wcześniej niż później, ponieważ wcześniej dostępna jednostka pewnego środka produkcji może być wcześniej użyta i przyczynić się w większym stopniu do zwiększenia wartości funkcji celu niż podobna jednostka, która będzie dostępna dopiero później.

Jednakże to nie rozwiązuje wszystkich problemów. Jedną z podstawowych trudności jest to, że w naszym wieloetapowym modelu, opisanym w rozdziale 24, preferencje czasowe w sferze produkcji *przejawiają się* w sposób, który jest nawet w pewnej mierze przesadny.

W omawianym modelu planuje się działalności na T lat, a w funkcji celu sumuje się efekty użytkowe działalności dla wszystkich lat. Efekty tych działalności (np. działalności eksportowych w przypadku funkcji celu maksymalizującej wynik dewizowy), które będą podejmowane w okresach bliskich ostatniemu rokowi T — wpłyną bezpośrednio na wartość funkcji celu. Efekty innych działalności (np. inwestycji rozpoczętych w roku T lub niewiele wcześniej) wystąpiłyby *dopiero po* roku T i nie miałyby wpływu na wartość funkcji celu. Te ostatnie działalności pozostałyby poza rozwiązaniem optymalnym. Kryje się w tym następujące niebezpieczeństwo: gdyby rozwiązanie programu zastosowano w praktyce, pozostałaby luka pomiędzy latami poprzedzającymi i następującymi po roku T.

---

[25] Rozróżnienie „dynamicznych" od „niedynamicznych" modeli jest, moim zdaniem, często zbyt sztywne. Należałoby raczej mówić o różnych *stopniach*, w jakich dynamiczne aspekty zostają uwzględnione w modelu. Modele opisane w rozdziałach 2 i 3 nie mogą być uważane po prostu za niedynamiczne, a to z następujących powodów:

a) program ma na celu osiągnięcie określonej struktury działalności w końcowym okresie planu wieloletniego; w rezultacie więc planujemy zmiany, które mają zajść pomiędzy stanem obecnym a końcowym;

b) w obliczeniach brane są pod uwagę przyszłe zmiany cen, płac, technologii itd.;

c) metody rachunkowe użyte dla ustalenia funkcji celu — zwłaszcza rozrachunkowa stopa procentowa oraz rozrachunkowe płace — oparte są na analizie procesu wzrostu gospodarki narodowej;

d) wzór na procent złożony — o ile jest stosowany — bierze pod uwagę rozkład w czasie nakładów i dochodów.

Jednocześnie modele te są niedynamiczne w tym sensie, że nie ma w nich miejsca na jakiekolwiek programowanie rozkładu różnych działalności w czasie. Z tego punktu widzenia model opisany w rozdziale 24 stanowi wyraźny postęp.

[26] Milcząco przyjmujemy, że tego rodzaju wieloetapowe modele mogą być używane nie tylko w programowaniu makroekonomicznym, ale i w sektorowym.

Zapobiec temu można, przynajmniej w pewnej mierze, przez zastosowanie różnych metod.

1) Można rozróżnić w modelu okres działania oraz okres efektów. Okres działania będzie składać się, powiedzmy, z T lat; działalności tych okresów będą przewidziane w programie. Z drugiej zaś strony okres efektów będzie dłuższy niż okres działania; będzie się składał z $T+\tau$ lat. Funkcja celu będzie uwzględniać wszystkie efekty całego okresu $[T+\tau]$. W ten sposób można uwzględnić w funkcji celu efekty użytkowe działalności inwestycyjnych rozpoczętych w roku T lub krótko przedtem, tj. inwestycji, które staną się produkcyjne w terminie późniejszym.

2) Można również wprowadzić pewne ograniczenia dla lat $T+1$, $T+2$, ..., $T+\tau$. (A więc, na przykład, wymaganie w zakresie produkcji końcowej, takie jakie występuje w ograniczeniu (24.1) itp.). Inwestycje musiałyby wtedy osiągnąć przy końcu okresu działania stan, który by odpowiadał m.in. ograniczeniom odnoszącym się do okresów późniejszych niż T.

3) Metodę 2, można uzupełnić lub zastąpić bardziej konkretnymi i szczegółowymi ograniczeniami, które ustalałyby dolne granice dla inwestycji w ostatnich — powiedzmy T-3-ich, T-2-ich, T-1-szych i T-tych latach okresu działania. Innymi słowy, dodatkowe ograniczenia zapewniałyby, że tzw. inwestycje kontynuowane (rozpoczęte przed rokiem T, a wchodzące do eksploatacji później) były rozpoczynane w odpowiednich rozmiarach.

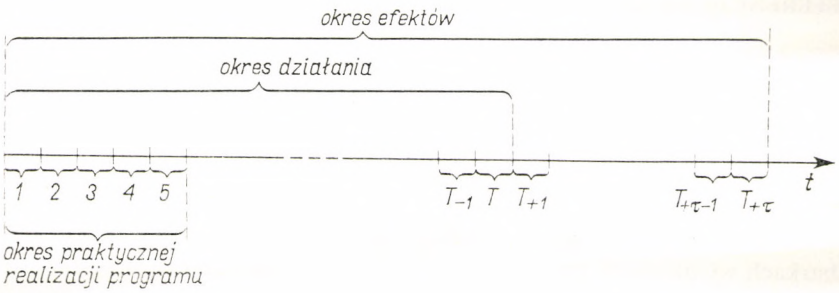
Trudność tej metody polega na tym, że wymaga ona, by decyzje dotyczące struktury inwestycji kontynuowanych zostały podjęte z góry, mimo że pożądana struktura inwestycji [27] powinna wyniknąć właśnie z samego rozwiązania programu.

4) Planowanie powinno obejmować najdłuższy możliwie okres działania i okres efektów. W związku z tym należy dokonać ostrego rozróżnienia pomiędzy dwiema rzeczami: okresem *objętym programem* z jednej strony, a tą jego częścią, w której wyniki uzyskane przy pomocy programowania, będą praktycznie realizowane i który nazwiemy okresem *praktycznej realizacji programu*. Przypuśćmy, że obliczenia przeprowadzane są w roku 1964 przy użyciu modelu, który rozciąga się na lata 1965—1985, tj. na dwadzieścia lat. Z obliczeń wyniknie jasno jakie działalności, należy przeprowadzić w roku 1965, 1966 itd., a także w latach 1983 i 1984. Dla tych ostatnich lat otrzymamy również szczegółowe szacunki dotyczące eksportu, importu, struktury i technologii produkcji itd. Oczywiście, przy przedkładaniu praktycznych propozycji, opartych na rozwiązaniu programu, zalecalibyśmy władzy gospodarczej wprowadzenie w życie części programu obejmującej pierwsze lata.

---

[27] Tutaj znowu w złagodzeniu trudności mogłyby pomóc jakieś wielostopniowe rachunki iteracyjne. Zaczynając od apriorycznych założeń dotyczących kierunku oraz struktury gałęziowej inwestycji określiłoby się dolne granice inwestycji kontynuowanych. Następnie za pomocą odpowiedniego programu należałoby zbadać, czy zachodziłaby istotna różnica (zwłaszcza w odniesieniu do początkowych lat) pomiędzy kierunkiem i strukturą działalności inwestycyjnych, wynikających „spontanicznie" z rozwiązania optymalnego, a tymi, jakie byłyby „narzucone" poprzez wprowadzenie dolnych granic w związku z inwestycjami kontynuowanymi. Gdyby tak, to dolne granice powinny być ustalone dla inwestycji kontynuowanych na nowo na podstawie informacji dostarczonych przez rozwiązanie optymalne. Można mieć nadzieję, że przy odpowiedniej praktyce można by zapewnić, iż nie wystąpią żadne istotne rozbieżności pomiędzy kierunkiem i strukturą inwestycji wynikających „spontanicznie" z rozwiązania programu i „narzuconych" za pomocą ograniczeń związanych z inwestycjami kontynuowanymi.

Nikt nie uwierzy w to, że gdy raz zostanie opracowany plan dwudziestoletni, to żadne dalsze planowanie nie będzie przez dwadzieścia lat potrzebne, ponieważ wszystkie plany zostały z góry przygotowane. Rzecz jasna, że w pobliżu roku 1968 lub 1969 powstanie znów konieczność zbudowania planu dwudziestoletniego, który obejmowałby lata do roku 1990, i taką procedurę trzeba będzie powtarzać — powiedzmy — co pięć lat w oparciu o najświeższe informacje, mimo że zawsze jedynie wskazówki dla pierwszych kilku (powiedzmy — pięciu) lat będą stanowiły podstawę praktycznych decyzji nadających się się do wprowadzenia w życie. Gdy patrzymy nieco dalej w przyszłość naszym jedynym celem jest to, by uwzględnić w praktycznych decyzjach powiązania pomiędzy procesami zachodzącymi w najbliższej i w dalszej przyszłości[28].



Rys. 26.7

Im większa zatem liczba lat, T, które składają się na okres działania (oraz ilość τ okresów leżących poza okresem działania, a uwzględnionych z racji efektów, które przejawiają się dopiero później), tym mniej istotny będzie wpływ — z konieczności dowolnych — założeń dotyczących późniejszych lat oraz wpływ „przerw", powstających z powodu skończonego okresu planu, na to co liczy się najwięcej z praktycznego punktu widzenia: na plan działania w pierwszych latach.

Dla lepszego zrozumienia — stosunek tych różnych okresów przedstawiony jest również graficznie (zob. wykres 26.7).

Rozumowanie nasze prowadzi do wniosku, że nie byłoby pożyteczne traktowanie zarówno okresu działania, jak i okresu efektów jako nieskończonych. Jest to problem, który wymaga dalszych badań. Na razie dla celów praktycznych okazuje się celowe stosowanie dłuższego, ale skończonego okresu działania i efektów.

Z tego co powiedziano wynika jasno, że zasada rozliczeniowa 26.1. nie jest ogólnie ważna; jej ważność ograniczona jest do określonego rodzaju modelu, układu ograniczeń i funkcji celu (na przykład dla modeli opisanych w rozdziale 24 oraz powyżej w punkcie 4).

Przy omawianiu preferencji czasowej w sferze produkcji nasunął się dalszy problem, którym się należy pokrótce zająć. Spłata długów zagranicznych oraz udzielanie kredytów zagranicy są również inwestycjami „produkcyjnymi". Dają one oszczędności na procentach lub zyski z procentów, które mogą być z kolei użyte na spłatę długów lub udzielanie kredytów. Zarówno więc spłata długów, jak i udzielanie kredytów zagranicy

[28] Doniosłość „planowania ciągłego" podkreślona była przez N. S. Chruszczowa na XXII Zjeździe KPZR (zob. [56]).

zawierają w sobie procent składany dla węgierskiej gospodarki w dosłownym sensie tego słowa, a wynikające stąd preferencje czasowe (należy starać się płacić długi lub udzielać kredytów jak najwcześniej) mogą być bieżąco mierzone.

Słuszne więc będzie włączenie do działalności wchodzących do modelu również „spłaty długów" oraz "udzielania kredytów". Ich plonem będzie przyszły efektywny (a nie rozrachunkowy) procent. Rzeczywiste ograniczenia związane z tymi działalnościami muszą być włączone do układu ograniczeń. W rezultacie jedynie te inwestycje produkcyjne wejdą do rozwiązania optymalnego, które przynoszą większy procent niż działalności związane ze spłatą długów i udzielaniem kredytów.

26.9. PREFERENCJE CZASOWE KONSUMENTÓW

Preferencje czasowe konsumentów przejawiają się głównie w związku z konsumpcją indywidualną. Przejawiają się one również w związku z zagadnieniem czasu wolnego od pracy (nie jest bowiem obojętne, czy godziny pracy zmniejszy się z 8 do 7 obecnie, czy też nastąpi to za 10 lat).

W warunkach socjalistycznej gospodarki planowej decyzje dotyczące zakresu, w jakim preferencje czasowe konsumentów powinny być brane pod uwagę, spoczywają w zasadzie na barkach władz gospodarczych. Wszystko, co powiedziano w paragrafie 26.1. o zależności między decyzjami o charakterze polityczno-ekonomicznym a indywidualnymi preferencjami oraz o granicach wyboru polityki gospodarczej odnosi się również do tego przypadku; wystarczy tu wspomnieć o decydującej roli polityki gospodarczej.

Stopień, w jakim preferencje czasowe konsumentów będą uwzględniane przez władze, znajduje znów swój wyraz nie w *wagach* (takich, jak stopa dyskontowa mająca wyrażać preferencje czasowe konsumentów), ale w *liczbach bezwzględnych*; są nimi planowe zadania w zakresie spożycia indywidualnego i wykorzystania siły roboczej. W modelu makroekonomicznym opisanym w rozdziale 24 były one reprezentowane przez zadania polityki gospodarczej określające dla każdego okresu dolną granicę spożycia indywidualnego oraz górną granicę bilansu siły roboczej. Wynika stąd następująca zasada obliczeniowa:

Zasada obliczeniowa 26.2. W funkcji celu modelu wieloetapowego, opisanego w rozdziale 24 i paragrafie 26.8., nie są potrzebne żadne specjalne zabiegi rachunkowe (takie, np. jak dyskontowanie) dla uwzględnienia preferencji czasowych konsumentów.

Gdy preferencje czasowe konsumentów znajdą swój wyraz w stopniu w jakim są one brane pod uwagę przez polityków — w zadaniach polityki gospodarczej, tj. w układzie ograniczeń, rozkład w czasie nadwyżki wynikającej z programu będzie uważany za obojętny z punktu widzenia konsumenta.

Alokacja i rozkład w czasie nadwyżki wynikającej z rozwiązania optymalnego zależeć będzie od struktury programu — od rodzaju układu ograniczeń oraz funkcji celu. (Na przykład, w przypadku maksymalizowania czystego wyniku dewizowego, w rozwiązaniu optymalnym będą przede wszystkim występowały działalności inwestycyjne, od których oczekuje się, iż wejdą szybko do eksploatacji i będą przyczyniać się do wzrostu wartości funkcji celu dzięki eksportowi lub oszczędnościom na imporcie).

Z tego, co zostało powiedziane wynika, że dolne granice spożycia indywidualnego założone dla poszczególnych okresów muszą być wprowadzone do systemu ograniczeń

nawet w przypadku, gdy zastosowana zostanie funkcja celu Kantorowicza. Widzieliśmy, że ten rodzaj funkcji celu przedstawia całkowity wolumen spożycia indywidualnego w całym okresie objętym planem (T lub $T+\tau$ lat). Ponieważ nie chcemy wyrażać preferencji czasowych konsumentów przez arbitralnie wybrane wagi (lub stopę dyskontową), to również w tym przypadku potrzebne będzie narzucenie spożyciu pewnej, uważanej za pożądaną z punktu widzenia polityki gospodarczej, struktury czasowej za pomocą liczb bezwzględnych limitujących spożycie indywidualne w poszczególnych latach[29].

Innym zagadnieniem jest – jak dostarczyć władzom gospodarczym podstawy do takich decyzji, które brałyby w rachubę preferencje czasowe konsumentów. Najprostszą metodą jest posługiwanie się równolegle różnymi zespołami limitów d_t, tj. praktycznie różnymi rozkładami w czasie wzrostu stopy życiowej. Metoda ta dostarczyć może pożytecznych informacji o konsekwencjach gospodarczych, które prawdopodobnie wystąpią przy zastosowaniu różnych możliwych wariantów polityki podnoszenia stopy życiowej.

26.10. CELOWOŚĆ STOSOWANIA MODELI OPTYMALIZACYJNYCH

W paragrafie 1 niniejszego rozdziału wspomniano o poglądzie, zgodnie z którym nie jest ani możliwe, ani celowe tworzenie makroekonomicznych modeli optymalizacyjnych. Przekonaliśmy się jednak, że jest *możliwe* znalezienie jasno określonych i racjonalnych kryteriów optymalności. Jest to *godne uwagi* przynajmniej z dwóch powodów. Po pierwsze dlatego, że nadwyżka, którą można uzyskać za pomocą optymalizacji, może być z pożytkiem wykorzystana. Po drugie – co jest jeszcze ważniejszym argumentem – ponieważ model optymalizacyjny stanowi łatwe do stosowania narzędzie dla „eksperymentowania", dla bardziej realistycznego, celowego i naukowego ustalania zadań polityki gospodarczej.

I wreszcie najważniejsze: unikanie pojęcia optymalizacji nie pomoże uwolnić nas od podstawowych problemów gospodarczych. Przed polityką gospodarczą stoi zawsze kilka alternatywnych możliwości[30]. Główne tendencje rozwoju gospodarczego mogą być określone przez podstawowe prawa, ale w ramach tych głównych tendencji konkretny przebieg rozwoju będzie w znacznym stopniu uzależniony – od słusznych lub błędnych – decyzji w zakresie polityki gospodarczej. Jeżeli przyznamy, że polityka gospodarcza ma pewne możliwości wyboru przy ustalaniu planów, to *nie możemy uniknąć kłopotu, który polega na znalezieniu dla niej pewnego liczbowego odpowiednika w naszych modelach.* Rzeczywista trudność leży w *samym* liczbowym sformułowaniu ogólnych celów polityki gospodarczej. Pytanie, czy liczbowo wyrażone cele powinny pojawić się w układzie ograniczeń czy też w funkcji celu modelu, ma drugorzędne znaczenie.

---

[29] Oczywiście, nic w praktyce nie przeszkadza temu, byśmy poprzez dyskontowanie wyrazili fakt, że konsument nie jest obojętny w stosunku do rozkładu w czasie tego spożycia indywidualnego, które wystąpi jako wynikająca z programu nadwyżka. Jednak w tym przypadku stopa dyskontowa będzie z konieczności arbitralna, nie mamy bowiem właściwie żadnych praktycznych środków sprawdzenia preferencji konsumentów w tym zakresie. Z braku czegoś lepszego można by posłużyć się bankową stopą od wkładów oszczędnościowych, stanowiącą niejako przynajmniej wśród posiadaczy wkładów – społecznie uznaną formę kompensaty za odłożenie konsumpcji.

[30] Zob. pracę P. Erdösa [37] oraz dyskusję jaką ona wywołała.

Opierając się na tych rozważaniach nie możemy sobie pozwolić na rezygnację z konstruowania modeli optymalizacyjnych z tego powodu, że jest to zadanie trudne; musimy jednak pamiętać o ograniczonej ważności kryteriów optymalności. Nie wolno przeceniać „optymalności" jakiegokolwiek programu makroekonomicznego i nie można zapominać, że funkcja celu stanowi jedynie jeden ze środków wyrażających założone cele polityki gospodarczej[31].

Kończąc analizę kryteriów optymalności możemy wyciągnąć jeden ogólny wniosek: zjawiska gospodarcze mają również pewne niekwantyfikowalne, jakościowe aspekty o podstawowym znaczeniu przy ustalaniu polityki gospodarczej. Jeśli chcemy opierać się na osiągnięciach nauki, polityka gospodarcza musi poza stosowaniem analiz ilościowych opierać się również na wynikach badań nad jakościowymi aspektami zjawisk społecznych, ekonomicznych i politycznych.

Ani obecnie, na etapie wstępnych trudności, ani w przyszłości, gdy będziemy już w tej dziedzinie bardziej zaawansowani — elektroniczne maszyny liczące oraz ci, którzy są zaangażowani w programowaniu matematycznym w gospodarce planowej, nie zastąpią władz gospodarczych, ani też nie przejmą nigdy odpowiedzialności za podejmowanie decyzji gospodarczych. Zarówno ci, którzy zajmują się programowaniem matematycznym, jak i elektroniczne maszyny liczące dostarczyć mogą organom władzy istotnych podstaw dla kształtowania ich polityki (przez pokazanie konsekwencji różnych politycznych alternatyw), ale gdy raz pewna linia polityczna zostanie wybrana, będą się oni musieli ograniczyć do wyszukiwania relatywnie najkorzystniejszych i najbardziej efektywnych rozwiązań w obrębie ogólnych ram ustalonych przez polityków.

---

[31] Również w innych krajach socjalistycznych pogląd ten jest silnie podkreślany, zwłaszcza przez tych ekonomistów, którzy starają się przekonać innych o celowości stosowania metod matematycznych. Tak więc, na przykład, w ZSRR prof. W. S. Niemczynow pisał: „. . . optymalne, rozsądne rozwiązanie programu nie ma absolutnej, ale jedynie względną ważność; będzie ono ważne jedynie z pewnego danego, dokładnie określonego punktu widzenia ". (Zob. [131], s. 21). Podobną uwagę czyni prof. O. Lange: „Optimum jest pojęciem względnym i w każdym wypadku trzeba koniecznie zastrzec, który program uważany jest za najlepszy". (Zob. [93], s. 205).

27

PERSPEKTYWY PLANOWANIA MATEMATYCZNEGO

27.1. KIERUNKI ROZWOJU BADAŃ

Przy końcu poprzednich części — I, II i III — robiliśmy porównania pomiędzy metodami planowania tradycyjnego a programowaniem matematycznym. Podobne porównanie byłoby celowe również tutaj, nie jestem jednak w stanie tego się podjąć. Poprzednie porównania były w pewnej mierze uzasadnione tym, że stosowanym w praktyce tradycyjnym metodom planowania przeciwstawiono metody programowania matematycznego, które zostały rzeczywiście sprawdzone za pomocą próbnych obliczeń, nie zaś jedynie *możliwości* programowania matematycznego. Jakkolwiek takie eksperymenty nie dają z pewnością wystarczającego uzasadnienia, to jednak uzyskano już pewne doświadczenie w zakresie programowania sektorowego. Nie ma natomiast dotąd doświadczeń z programowaniem w skali makroekonomicznej; prace takie znajdują się ciągle w stadium przygotowawczym, wszelkie porównania byłyby więc przedwczesne.

Toteż w przeciwieństwie do poprzednich części, tym razem przedyskutujemy, tylko pewne metody i obliczenia, które są dopiero w trakcie wprowadzania lub będą w bliskiej przyszłości. Omówimy więc tutaj nowe metody planowania makroekonomicznego, znajdujące się in statu nascendi [1]. W ten sposób książka ta zostanie zamknięta prognostycznym paragrafem szkicującym zwięźle tendencje rozwojowe naszych prac badawczych związanych z planowaniem makroekonomicznym.

1) Jeden kierunek badawczy ma charakter *matematyczny i obliczeniowo-techniczny*; zadaniem jego jest studiowanie metod rozwiązywania programu makroekonomicznego w szybki i niezawodny sposób. Jedną z korzyści planowania dwupoziomowego mogłoby być to, że zostałaby zwielokrotniona wydajność węgierskiego parku elektronicznych maszyn liczących; wydajność, która — jak wielokrotnie podkreślano w książce — ogranicza pracę ekonomistów zajmujących się konstrukcją modeli do dosyć wąskich ram. Obecnie jedynie rozmiar modeli sektorowych będzie limitowany przez pojemność pamięci oraz

[1] Teoretyczny model skonstruowany w pierwszym stadium badań, a opisany zwięźle w rozdziale 24, został zaakceptowany jako podstawa dalszych badań przez Krajowy Urząd Planowania — instytucję, która zleciła opracowanie projektu. Obecnie prowadzone są prace przez zespół badawczy wyznaczony przez Krajowy Urząd Planowania, a złożony z ekonomistów, planistów-praktyków oraz matematyków. Zadanie ich polega na przygotowaniu obliczeń numerycznych.

szybkość elektronicznych maszyn liczących. Rozmiar modelu makroekonomicznego będzie wielokrotnością rozmiaru modeli sektorowych, na które cały program makroekonomiczny zostanie rozłożony.

Prace przygotowawcze związane z opracowaniem metod obliczeniowych zostały niedawno zakończone i wykonano niedawno pierwsze praktyczne obliczenia. Można oczekiwać trudności w związku z wielością iteracji. Zarówno literatura dotycząca gier fikcyjnych, jak i nasze własne eksperymentalne obliczenia wskazują, że zbieżność będzie prawdopodobnie niezbyt szybka. Matematycy uczestniczący w programie badawczym będą starać się ulepszyć dotychczasowe metody. Możliwe, iż pewne dodatkowe informacje[2] dostępne, ale dotąd nie wykorzystywane w algorytmie będą mogły być użyte w celu przyspieszenia zbieżności.

Równolegle do eksperymentów związanych z grą fikcyjną mamy też zamiar poddać praktycznemu sprawdzeniu inne metody dekompozycji.

2) Jednym z najtrudniejszych problemów w naszych badaniach jest *zebranie danych* niezbędnych dla dużego modelu obejmującego wszystkie dziedziny gospodarki narodowej. Dla każdego pięcioletniego planu instytucje planujące — Krajowy Urząd Planowania oraz ministerstwa — gromadzą olbrzymią ilość danych: kilkaset zestawień bilansowych oraz zezwolenie na około tysiąc projektów inwestycyjnych. Trudności płyną stąd, że (nawet jeśli pominiemy chwilowo sprawę ścisłości danych) ta masa danych nie przedstawia harmonijnego i zgodnego systemu, jakiego wymaga struktura modelu matematycznego. (Była już o tym mowa w rozdziale 1). Konieczny będzie zatem podwójny wysiłek. Z jednej strony — należy zmodyfikować strukturę modelu tak, by zbliżyć ją do systemu wskaźników stosowanych w tradycyjnych metodach planowania. Z drugiej zaś strony — duża ilość danych powinna zostać opracowana specjalnie dla naszych obliczeń; jest to zadanie, które przysporzy wiele trudnej pracy.

3) Jednym z najważniejszych zadań w zakresie przekształcenia struktury modelu w sensie wskazanym w punkcie 2) jest *modyfikacja systemu bilansów* w porównaniu do jego pierwotnej formy opisanej w rozdziale 24. Można przytoczyć wiele argumentów za tym, aby nie obstawać przy takiej postaci systemu bilansów produktowych, jaką podano we wzorze (24.1), gdzie dostawy rynkowe oraz przydziały materiałowe tworzą macierz kwadratową. (Kwadrat ten ma tyle wierszy i kolumn, ile sektorów ma model). Odpowiedniejsze w praktyce byłoby ujęcie następujące:

Każdy sektor wytwarza nie jeden, lecz kilka produktów, a więc ilość bilansów produktów powinna być większa niż liczba sektorów. Z drugiej zaś strony nie jest konieczne przydzielanie każdego produktu do każdego sektora; wystarczy uwzględnić przydział głównym użytkownikom. W tym zakresie warto również przejąć niektóre elementy tradycyjnych metod planowania, rozwiniętych na podstawie wieloletnich doświadczeń praktycznych, w których używa się zamiast „kwadratowego" systemu bilansów — odmiennego rozbicia dla producentów i odmiennego dla użytkowników każdego produktu (zob. paragraf 1.1.). W ten sposób uzyskać można znacznie mniej zagregowany obraz przepływów produktów, obraz, który wyraźniej pokazuje główne strumienie — i to wszystko bez poważnego wzrostu ogólnych rozmiarów systemu bilansów modelu. Pozwoliłoby to równocześnie na lepsze dostosowanie struktury naszego modelu do tradycyjnych metod

[2] Takie, jak np. proporcja wyrównujących się cen dualnych.

planowania, a to z kolei bardzo ułatwiłoby zbieranie danych oraz — ogólnie biorąc — powiązanie nowych metod ze starymi.

Wszystko to są jedynie sugestie, z których chcemy skorzystać opracowując ostateczną formę systemu bilansów wchodzących w skład modelu; znalezienie najbardziej właściwej struktury modelu wymagać będzie dalszych badań.

4) Zamiarem naszym jest dalsze rozwijanie *dynamicznego* charakteru modelu. Związane z tym zagadnienia zreferowane zostały w paragrafie 26.8. Badania są prowadzone w dwóch głównych kierunkach. Jeden wiąże się z zagadnieniem, czy możliwe i rozsądne z praktycznego punktu widzenia jest konstruowanie modelu planowania dla nieskończonego horyzontu czasowego. Drugi stara się stwierdzić, czy nie byłoby właściwe zastosowanie modelu o całkowicie odmiennej strukturze, który byłby, być może, bardziej odpowiedni dla stojących przed nami problemów. Myślę tutaj, na przykład, o modelach tzw. *„programowania dynamicznego"*[3]. Są one jednak dużo bardziej skomplikowane zarówno pod względem tematycznym, jak i obliczeniowym, co budzi wątpliwość, czy można je stosować do rozwiązania rzeczywistych problemów planowania makroekonomicznego z wielką ilością ograniczeń.

5) W dalszym etapie zamierzamy również rozszerzyć na szczebel makroekonomiczny eksperymenty z nieliniowymi i stochastycznymi modelami programowania, idąc w tym zakresie w tym samym kierunku, w którym programowanie sektorowe uczyniło już pierwsze kroki. Trzeba jednak z tym zaczekać, zanim pierwsze liczbowe obliczenia zostaną z powodzeniem wypróbowane na najprostszych (liniowych, niestochastycznych) modelach programowania.

Zarówno w krajach socjalistycznych, jak i kapitalistycznych wielu ekonomistów stosujących metody matematyczne zajmuje się badaniem wzrostu i planowaniem długofalowym. W przyszłym dziesięcio- lub dwudziestoleciu liczba ich będzie stopniowo wzrastała. Mimo wielkiej różnorodności prac badawczych wyodrębniają się tu dwa podejścia, które — jakkolwiek często wiążą się ze sobą — wyraźnie się różnią w swych głównych tendencjach.

Jedna grupa ekonomistów koncentruje swą uwagę *na wysoce zagregowanych modelach teoretycznych głównie w celu zdobycia wiedzy o zależnościach jakościowych*[4].

Chociaż całkowicie doceniam znaczenie tych wysoce zagregowanych modeli, to jednak opowiadam się za drugim podejściem. Ten kierunek badań dąży *do konstruowania zdezagregowanych modeli programowania, które dają możliwość wzięcia w rachubę konkretnych warunków rzeczywistości gospodarczej i odzwierciedlenia problemów polityki gospodarczej w szczegółowy i wszechstronny sposób*[5].

---

[3] W pierwszym rzędzie może być wzięty pod uwagę model R. Bellmana.

[4] Bibliografia prac tej grupy wypełniłaby długie stronice; należy wymienić tutaj kilku z nich, jedynie dla celów ilustracyjnych. W literaturze zachodniej są to reprezentanci tzw. teorii wzrostu (np. R. Harrod [50], E. D. Domar [34], J. Robinson [145] i in.). Również dobrze znany model wzrostu J. Neumanna należy do tej grupy wraz z pracami, którym dał początek. Literatura dotycząca tzw. twierdzenia o autostradzie (turnpike teorem) uważana jest za ostatnie osiągnięcie w tym zakresie. W literaturze rądzieckiej podobnymi problemami zajmują się S. G. Strumilin [162], W. S. Niemczynow [134], w polskiej — M. Kalecki, J. Pajestka, W. Sadowski i inni (Zob. [61], [136] [147], [148].)

[5] W literaturze zachodniej najszerzej znanym modelem tego typu jest model opracowany przez R. Frischa. (Zob. [38]). W Polsce — makroekonomiczny model programowania opracowany został

Pierwszy kierunek badań zmierza do wykrycia ogólnych powszechnych praw, które są podstawą wszelkich procesów wzrostu, dokładniej – wzrostu dużej grupy krajów o podobnej strukturze ekonomicznej i znajdujących się na takim samym w przybliżeniu poziomie rozwoju gospodarczego. Poświęca się tu uwagę przede wszystkim *ogólnym* i *wspólnym* cechom procesu wzrostu.

Zainteresowania drugiego kierunku w badaniach rozwoju ekonomicznego koncentruje się na ocenach *specyficznych* i *konkretnych*. Zamiast formułować prawa o ogólnej ważności nasze makroekonomiczne i sektorowe modele dostarczają odpowiedzi na pytanie, co powinno się zrobić tutaj i teraz, tj. na Węgrzech w latach 1960-tych. Jedynie teoretyczno-ekonomiczną podstawę oraz technikę obliczeniową uważać można w pewnej mierze za ogólne. Modele nasze usiłują uwzględnić na tyle dokładnie, na ile to jest możliwe, specyficzne warunki terytorialno-czasowe. Przypomnijmy sobie ograniczenia i współczynniki modelu programowania dwupoziomowego: odzwierciedlają one nasze zasoby naturalne, sytuację w zakresie siły roboczej, układ aktualnych sił wytwórczych tak, jak się one ukształtowały w procesie historycznym, nasze możliwości i zobowiązania w dziedzinie handlu zagranicznego, dostępną u nas technologię itd.

Tradycyjne metody planowania mogą być krytykowane pod wieloma względami, tym niemniej posiadają one tę zaletę, że są głęboko zakorzenione w rzeczywistości. Przy opracowywaniu szczegółów planu, rzeczywistość oraz wymagania życia gospodarczego będą dawać znać o sobie na każdym kroku. Aby móc poważnie konkurować z metodami tradycyjnymi, nowoczesne metody matematyczne będą musiały odzwierciedlać rzeczywistość w sposób nie mniej precyzyjny i szczegółowy. To z kolei wymaga (poza zagregowanymi modelami służącymi celom teoretycznym) modeli programowania o kilkuset, czy nawet kilku tysiącach zmiennych i ograniczeń.

27.2. PRZYSZŁOŚĆ PROGRAMOWANIA MATEMATYCZNEGO

W książce starałem się dać obiektywny obraz aktualnej sytuacji bez ukrywania nie rozwiązanych problemów teoretycznych lub trudności praktycznych. W moim przekonaniu jednak trudności towarzyszące wprowadzaniu metod matematycznych, przed którymi stajemy nie mogą przyćmić olbrzymich możliwości rozwoju tej dziedziny.

Literatura ekonomiczna krajów kapitalistycznych rozwinęła kilka godnych uwagi metod obliczeniowych, między innymi dla oceny efektywności inwestycji oraz podejmowania decyzji długofalowych. W książce próbowałem stosować te osiągnięcia metodologiczne. Jednak *w praktyce* w gospodarce kapitalistycznej nie przykłada się wielkiej wagi do tych osiągnięć i poprzestaje się na najbardziej prymitywnych wstępnych obliczeniach.

Dwaj ekonomiści amerykańscy M.D. Brockie i A.L. Gray udowodnili na podstawie wielostronnych badań empirycznych, że większość przedsiębiorstw opiera swe decyzje inwestycyjne na najprostszych wskaźnikach efektywności, zwłaszcza na wskaźnikach określających okres zwrotu (pay-out period). Znana ekonomistka angielska J. Robinson jest zdania że metody matematyczne niezbędne dla obliczeń są zbyt zawiłe dla przedsiębiorców, by

przez K. Porwita (Zob. [139]). Prace badawcze o podobnym charakterze prowadzone są również w ZSRR. (Zob. np. pracę A. A. Koniusa [68]).

mogli oni się posługiwać tymi metodami przy podejmowaniu decyzji, które już same z siebie mają niezwykle zawiły charakter. Amerykańscy ekonomiści J. R. Meyer i E. Kuh doszli do podobnych wniosków w oparciu o szerokie badania statystyczno-empiryczne[6].

Przedsiębiorstwa kapitalistyczne często traktują stosowane przez nie metody obliczeniowe jako tajemnicę handlową. Często metody te publikowane są dopiero po kilku latach od ich zastosowania. Z tego powodu wiedza nasza o sytuacji w krajach kapitalistycznych nie jest kompletna. Na tyle, na ile można to stwierdzić na podstawie publikacji, wydaje się, że opieranie decyzji inwestycyjnych w gospodarce kapitalistycznej na obliczeniach stosujących aparat matematyczny o poważniejszym znaczeniu[7] jest zjawiskiem raczej rzadkim.

Właśnie w socjalistycznej gospodarce planowej praktyczne zastosowanie metod matematycznych w gospodarce trafia na podatny grunt. Szerokie pole widzenia oraz jednolite zarządzanie środkami, na które pozwala centralne kierowanie gospodarką, umożliwia, a nawet narzuca potrzebę wykorzystania modeli matematycznych przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych nie tylko na szczeblu pojedynczego zakładu, ale również na szczeblu całej gałęzi przemysłu lub sektora gospodarki obejmującego kilka gałęzi produkcji i wymiany, a wreszcie na szczeblu gospodarki narodowej jako całości. Najmniejszą jednostką, którą obejmowały programy przedstawione w tej pracy, była cała gałąź przemysłu. Ale nawet przy omawianiu szczegółów planu gałęziowego badaliśmy najpierw ich związki z całością, tj. z planem makroekonomicznym. Jednym z głównych powodów atrakcyjności badań ekonomisty w socjalistycznej gospodarce planowej jest to, że zawsze będzie on mógł — a nawet potrzebował — badać wszystkie problemy w ich związku z gospodarką narodową jako całością. Widać stąd również, że istnieją tu większe możliwości przeprowadzenia obliczeń opartych na programowaniu matematycznym na szczeblu makroekonomicznym oraz zastosowania ich wyników w rzeczywistości.

Jestem głęboko przekonany, że w nadchodzących latach stosowanie metod matematycznych w socjalistycznej gospodarce planowej będzie się gwałtownie rozszerzało. Wydaje się pożądane opracowanie systemu modeli programowania powiązanych ze sobą w dwóch kierunkach, tj. poziomo i pionowo.

1) *Poziomy układ programowania.* Obliczenia podobne do opisanych w niniejszej pracy powinny być przeprowadzone we wszystkich dziedzinach, we wszystkich gałęziach przemysłu. Tak więc, np. modele długofalowego rozwoju powinny być opracowane dla przemysłu węglowego, metalurgicznego, energetycznego i innych. Pozwoliłoby to czynnikom zajmującym się planowaniem gospodarki narodowej przeprowadzić porównanie wyników programowania w różnych dziedzinach.

2) *Pionowy układ programowania.* Byłoby niezbędne opracowanie zarówno bardziej zagregowanych modeli obejmujących szerszy zakres gospodarki jak i zróżnicowanych modeli obejmujących węższe zakresy. Tak więc np. program dla przemysłu tekstylnego jako całości mogłby być opracowany „*ponad*" naszym modelem przemysłu bawełnianego. Równocześnie mogłyby być konstruowane modele na szczeblu zakładu — a więc na szczeblu niższym niż jeden przemysł.

---

[6] Zob. M. D. Brockie, A. L. Gray [13], J. Robinson [145], s. 106, oraz J. H. Meyer, E. Kuh [121].

[7] Godny uwagi wyjątek stanowi program dla przemysłu energetycznego, który został opracowany we Francji w celu opracowania efektywnych metod rozwoju produkcji energetycznej. (Zob. pracę P. Massé [117]). Charakterystyczne jest, że obliczenie to przeprowadzone zostało w przemyśle *znacjonalizowanym*.

Programowanie matematyczne byłoby w zgodzie z normalną praktyką planowania, w której określa się coraz bardziej szczegółowo zadania i wskazówki przy schodzeniu w dół ze szczebla wyższego. W toku planowania dwupoziomowego pokazano w jaki sposób mogą one być ze sobą *organicznie* związane. Jak już wykazano, procedura taka może się dalej rozwinąć w „programowanie wielopoziomowe".

Jakkolwiek nie nastąpi to prawdopodobnie w ciągu kilku następnych lat, to jednak nie jest wcale utopią istnienie udoskonalonych metod planowania, przy których dalekopisy transmitowałyby zadania z *elektronicznej maszyny liczącej* w centralnej instytucji planującej do maszyn na niższych szczeblach, powrotny przepływ informacji odbywałby się w ten sam sposób. Można by wtedy w sposób ściśle racjonalny kierować zagmatwanym układem milionów procesów gospodarczych. Takie są perspektywy, które ożywiają nas obecnie, gdy walczymy z trudnościami wyłaniającymi się już przy realizacji pierwszych, prostych i niewielkich projektów programowania.

DODATEK A

MATERIAŁY DO PROGRAMOWANIA PRZEMYSŁU BAWEŁNIANEGO

W załączniku A podaję ważniejsze materiały wykorzystane przy programowaniu przemysłu bawełnianego. Pełną dokumentację obliczeniową zawiera sprawozdanie końcowe z badań*. Rezygnuję tu z wymieniania źródeł i uzasadniania przedstawionych danych; można je znaleźć we wspomnianym sprawozdaniu końcowym.

A.1. PARK MASZYNOWY W 1960 R.

Skład parku maszynowego przemysłu tekstylnego w 1960 r. przedstawiają tablice A.1 i A.2.

Tablica A.1

Stan parku maszynowego w roku 1960 według cech technologicznych

Lp.	Wyszczególnienie	Liczba maszyn
1	Krosna wąskie (poniżej 136 cm)	8700
2	„ szerokie (powyżej 136 cm)	1241
3	„ do tkanin o kolorowym wątku	1295
4	„ kortowe	84
5	„ do tkanin pętelkowych	84
6	„ żakardowe	192
7	Razem krosien	11.596
8	Klejarki	48
9	Klejarki do jedwabiu	1
10	Snowarki (systemu angielskiego)	51
11	Snowarki (systemu saskiego) i inne maszyny specjalne	21
12	Przewijarki wątkowe (wrzeciona)	8969
13	Przewijarki krzyżowe (bębny)	12014
14	Wiązarki osnów	18
15	Postrzygarki	22
16	Mierzarki	29

* Patrz protokół końcowy z analizy przemysłu bawełnianego [77]

Tablica A.2

Podział parku maszynowego w zakresie objętym programowaniem w roku 1960 według typów maszyn

Numer kolejny	Typ maszyn	Liczba maszyn
1	Krosna wąskie, stare, gorsze	3823
2	Krosna wąskie, stare, lepsze	3787
3	Krosna automatyczne z wymiennymi czółenkami	740
4	Krosna automatyczne z wymiennymi cewkami	350
5	Krosna szerokie stare	1241
6	Krosna stare do tkanin o kolorowym wątku	1295
7	Stare klejarki	48
8	Stare snowarki	51
9	Stare, gorsze przewijarki wątkowe	4428
10	Stare, lepsze przewijarki wątkowe	4541
11	Stare, gorsze przewijarki krzyżowe	3268
12	Stare, lepsze przewijarki krzyżowe	5296
13	Nowe, tańsze przewijarki krzyżowe	3450

Część obecnego parku maszynowego — jak widać z tablicy A. 2 stanowią automatyczne krosna tkackie z wymiennymi czółenkami względnie cewkami, jak również nowoczesne przewijarki krzyżowe. Ponieważ demontaż tych maszyn nie może być brany pod uwagę, nie ma więc tutaj problemu decyzji inwestycyjnej. Dlatego maszyn tych nie włączyliśmy do zakresu programowania. (Zgodnie z tym limity produkcji występujące po prawej stronie warunków ograniczających rozmiary produkcji zostały od razu pomniejszone o wartość produkcji, która będzie miała miejsce na tych nowoczesnych maszynach itd.).

A.2. NUMERACJA DZIAŁALNOŚCI

Dla przeprowadzenia obliczeń zmienne ponumerowaliśmy kolejno. Tablica A.3 przedstawia związek pomiędzy trzema indeksami, opisanymi w rozdziale 2, a numeracją stosowaną w obliczeniach.

W dalszej części załącznika A powołuję się na numery podane w tablicy.

A.3. PARAMETRY TECHNICZNE RÓŻNYCH TYPÓW MASZYN

Przy określaniu tych danych wychodziliśmy z następujących ogólnych zasad:

Założyliśmy, że maszyny działają w typowych *przeciętnych* warunkach dla gałęzi przemysłu (organizacja, wyszkolenie personelu itp.) Unikaliśmy opierania obliczeń dla najwydajniejszych maszyn.

Założyliśmy takie osiągnięcia, które przeciętnie w całej gałęzi przemysłu na pewno można uzyskać. W związku z tym musieliśmy się liczyć z tym, że są również zakłady pracujące trochę lepiej niż przeciętne lub wytwarzające bardziej korzystny asortyment artykułów.

Przy ustalaniu danych liczbowych stosowaliśmy równolegle rozmaite metody:

Tablica A.3

Numeracja zmiennych

Kolejna numeracja zmiennych stosowana w obliczeniach	Numeracja zmiennych stosowana w paragrafach 2.2—2.3	Wyrób	Umieszczenie produkcji (w starym lub nowym pomieszczeniu)	Wariant technologiczny
1	1.1.1.	Tkanina gładka wąska	w starym	dalsze użytkowanie krosien starych gorszych
2	1.1.2.	„	„	demontaż krosien starych gorszych
3	1.1.3.	„	„	dalsze użytkowanie krosien starych lepszych
4	1.1.4.	„	„	demontaż krosien starych lepszych
5	1.1.5.	„	„	przyspieszenie krosien starych lepszych
6	1.1.6.	„	„	automatyzacja krosien starych lepszych
7	1.1.7.	„	„	nowe krosna automatyczne z wymiennymi czółenkami
8	1.2.1.	„	w nowym	nowe krosna automatyczne z wymiennymi czółenkami (+ oddział przygotowawczy)
9	1.1.8.	„	w starym	nowe krosna automatyczne z wymiennymi cewkami
10	1.2.2.	„	w nowym	nowe krosna automatyczne z wymiennymi cewkami (+ oddział przygotowawczy)
11	1.1.9.	„	w starym	nowe automaty bezczółenkowe
12	1.2.3.	„	w nowym	nowe automaty bezczółenkowe (+ oddział przygotowawczy)
13	2.1.1.	Tkanina gładka szeroka	w starym	dalsze użytkowanie krosien starych
14	2.1.2.	„	„	demontaż krosien starych
15	2.1.3.	„	„	nowe automaty
16	2.2.1.	„	w nowym	nowe automaty (+ oddział przygotowawczy)
17	3.1.1.	Tkanina o kolorowym wątku	w starym	dalsze użytkowanie krosien starych
18	3.1.2.	„	„	demontaż krosien starych
19	3.1.3.	„	„	nowe tańsze automaty
20	3.2.1.	„	w nowym	nowe tańsze automaty (+ oddział przygotowawczy)
21	3.1.4.	„	w starym	nowe droższe automaty
22	3.2.2.	„	w nowym	nowe droższe automaty (+ oddział przygotowawczy)
23	4.1.1.	Przędza osnowowa (klejona)	w starym	dalsze użytkowanie starych maszyn
24	4.1.2.	„	„	demontaż starych maszyn
25	4.1.3.	„	„	unowocześnienie starych maszyn
26	4.1.4.	„	„	nowe automaty

Kolejna numeracja zmiennych stosowana w obliczeniach	Numeracja zmiennych stosowana w paragrafach 2.2—2.3	Wyrób	Umieszczenie produkcji (w starym lub nowym pomieszczeniu)	Wariant technologiczny
27	5.1.1.	Przędza snowadlana	w starym	dalsze użytkowanie starych maszyn
28	5.1.2.	„	„	demontaż starych maszyn
29	5.1.3.	„	„	nowe tańsze automaty
30	5.1.4.	„	„	nowe droższe automaty
31	6.1.1.	Przędza z przewijarek	„	dalsze użytkowanie starych gorszych maszyn
32	6.1.2.	wątkowych „	„	demontaż starych gorszych maszyn
33	6.1.3.	„ „	„	dalsze użytkowanie starych lepszych maszyn
34	6.1.4.	„ „	„	demontaż starych lepszych maszyn
35	6.1.5.	„	„	nowe automaty
36	7.1.1.	Przędza z przewijarek	„	dalsze użytkowanie starych gorszych maszyn
37	7.1.2.	krzyżowych „	„	demontaż starych gorszych maszyn
38	7.1.3.	„ „	„	dalsze użytkowanie starych lepszych maszyn
39	7.1.4.	„ „	„	demontaż starych lepszych maszyn
40	7.1.5.	„	„	tańsze automaty
41	7.2.1.	„	w nowym	tańsze automaty
42	7.1.6.	„	w starym	droższe automaty
43	7.2.2.	„	w nowym	droższe automaty

1. Przy starych maszynach wyszliśmy od danych dotyczących roku 1959. Na ogół wykorzystaliśmy materiały specjalnie opracowane przez przedsiębiorstwa na naszą prośbę.

Najważniejsze parametry obliczyliśmy w oparciu o cały dostępny materiał. Tam, gdzie nie było takich możliwości posłużyliśmy się reprezentatywnymi próbami.

2. Przy ustalaniu parametrów nowych maszyn — w pierwszym rzędzie przebudowanej klejarki i tańszej przewijarki krzyżowej — staraliśmy się uwzględniać doświadczenia krajowe.

3. Przy ustalaniu parametrów nowych typów maszyn w jak najszerszym zakresie opieraliśmy się na doświadczeniach rzeczoznawców przemysłu włókienniczego, uzyskanych w czasie ich zagranicznych podróży badawczych.

4. W odniesieniu do nowych maszyn, jednym z głównych naszych źródeł była literatura fachowa.

5. Parametry nowych maszyn produkcji węgierskiej opieraliśmy na wiarygodnych informacjach udzielonych przez biura projektowe lub przez producentów.

6. W wielu przypadkach byliśmy skazani na dokonanie szacunków. Dokładność szacunków staraliśmy się zapewnić w następujący sposób:

a) Przy każdym spornym zagadnieniu zbieraliśmy opinie większej liczby rzeczo-

znawców, w przypadku niezgodności poglądów staraliśmy się przedstawicieli odmiennych zdań zebrać dla przeprowadzenia dyskusji. Zebrane dane były dyskutowane na naradzie (z szerszym kręgiem rzeczoznawców) w której brali udział przedstawiciele różnych organizacji (i różnych poglądów).

b) W pewnych przypadkach opieraliśmy się na szacunku *względnych* różnic w stosunku do dobrze znanych parametrów. (Na przykład znamy realne koszty remontu kapitalnego krosien wąskich. W oparciu o nie oszacowaliśmy, o ile procent więcej wyniosą koszty remontów kapitalnych różnych automatów).

c) Gdzie nie mogliśmy znaleźć właściwego uzasadnienia dla tego rodzaju szacunków, tam przyjmowaliśmy na ogół jednakowe parametry do różnych typów maszyn.

Parametry techniczne zawarte są w tablicach A.4 i A.5.

Niektóre dane w tablicach wymagają dodania następujących wyjaśnień.

Do tablicy A.4.:

Wiersze 1, 2 i 3 — Jednym z kluczowych zagadnień jest właściwe określenie danych odnoszących się do wydajności maszyn tkackich. W związku z tym wyszliśmy z następujących założeń:

— Jakość przędzy otrzymana z przędzalni ulegnie znacznej poprawie w stosunku do 1960 r.

— Dane dla wydajności starych krosien ustaliliśmy przewidując obecny poziom przygotowywania przędzy. W przypadku rekonstrukcji oddziału przygotowawczego tych krosien, wydajności te prawdopodobnie wzrosną.

— Dane dla wydajności nowych krosien ustaliliśmy zakładając rekonstrukcję oddziału przygotowawczego, a w związku z tym — zasadniczą poprawę jakości przygotowywanej przędzy. Jest to założenie słuszne, ponieważ założyliśmy w warunkach ograniczających modelu (11—13), że w przypadku automatyzacji tkalni trzeba unowocześnić oddział przygotowawczy.

Wiersz 12 — Dodatkowe bezpośrednie koszty materiałowe, to przede wszystkim koszty odpadów występujących przy stosowanych dotąd automatach. Stanowią one przy krosnach wąskich i szerokich ok. 0,5% wartości wątku, natomiast przy krosnach do tkanin kolorowo tkanych ok. 0,3%. Przy zastosowaniu krosien bezczółenkowych oszczędności materiału, uzyskane dzięki cewkom wątkowym mniej więcej wyrównują się kosztami obrębiania.

Wiersze 15 i 16 — Założyliśmy, że w przypadku tkania na automatach trzeba całą przędzę wątkową przewinąć krzyżowo i następnie przecewić, podczas gdy przy zastosowaniu krosien mechanicznych utrzyma się obecna proporcja między przewijaniem krzyżowym i wątkowym. (Patrz w tej sprawie paragraf 2.4). Na podstawie tych założeń nakłady materiałowe określiliśmy w sposób stosowany zwyczajowo w obliczeniach technicznych.

Wiersze 13—16 — Realność wszystkich danych dotyczących nakładów materiałowych w odniesieniu do starych maszyn sprawdziliśmy metodą bilansową. (Do sprawy tej jeszcze powrócimy).

Wiersz 17 — Zapotrzebowanie na pomieszczenie obliczono brutto, tzn. łącznie z przejściami.

Wiersz 18 — Dla remontów kapitalnych założyliśmy obowiązujący obecnie cykl 4- letni.

Do tablicy A.5:

Wiersze 1, 2 i 3 — kolumna d—j. Założyliśmy, że przy klejarkach i snowarkach konieczna

Tablica A.4

Parametry eksploatacyjne krosien

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka miary	Krosna wąskie							Krosna szerokie		Krosna do tkanin o kolorowym wątku		
			stare gorsze	stare lepsze	szybkobieżne	z przystawką	z wymiennymi członkami	z wymiennymi cewkami	bezczółenkowe	stare	nowe	stare	nowe tańsze	nowe droższe
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
	Charakterystyka wydajności:													
1	Liczba obrotów	obrotów/minutę	178	185	210	205	210	220	205	130	150	148	152	160
2	Współczynnik wykorzystania maszyny	%	78	84	84	87	87	87	87	75	80	66	83	83
3	Produkcja	wątków/krosno godzin	8 290	9 300	10 680	10 700	10 960	11 480	10 090	5 880	7 140	5 960	7 570	7 970
	Obsługa:													
4	Tkacz	krosien/osobę	6	6			24	24	72	5	14	4	12	12
5	Nakładacz	,, ,,	—	—	—	24	20	24	—	—	16	—	28	28
6	Ślusarz	,, ,,	120	120	120	120	120	120	80	120	120	120	120	120
7	Pomocnik mistrza tkackiego	,, ,,	66	66	66	50	50	50	50	40	40	40	40	40
8	Mistrz tkacki	,, ,,	50	50	50	50	50	50	50	40	40	40	120	120
	Nakłady materiałów													
9	Energia elektryczna	kWh/milion wątków	44	46	52	52	52	58	48	105	105	50	80	80
10	Materiały pomocnicze	Forintów/milion wątków	64	67	76	130	130	130	32	50	100	64	128	128

dalszy ciąg tablicy A.4

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka miary	Krosna wąskie							Krosna szerokie		Krosna do tkanin o kolorowym wątku		
			stare gorsze	stare lepsze	szybkobieżne	z przystawką	z wymiennymi czółenkami	z wymiennymi cewkami	bezczółenkowe	stare	nowe	stare	nowe tańsze	nowe droższe
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
11	Materiały dla celów konserwacji	Forintów/milion wątków	24	25	29	32	32	32	34	24	32	29	38	38
12	Dodatkowe bezpośrednie koszty materiałowe	Forintów/milion wątków	—	—	—	5	5	5	—	—	7	—	5	5
	Zapotrzebowanie przędzy:													
13	Osnowa	kg/milion wątków	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3
14	Wątki snowadlane	m/milion wątków	2 096	2 096	2 096	2 096	2 096	2 096	2 096	2 096	2 096	2 096	2 096	2 096
15	Zapotrzebowanie na przędzę z przewijarek wątkowych	kg/milion wątków	15,0	15,0	15,0	32,2	32,2	32,2	—	21,6	38,6	28,4	28,4	28,4
16	Zapotrzebowanie na przędzę z przewijarek krzyżowych	kg/milion wątków	47,5	47,5	47,5	64,7	64,7	64,7	64,7	58,1	75,1	57,5	57,5	57,5
	Inne dane charakterystyczne:													
17	Zapotrzebowanie na pomieszczenia	m^2	7,0	7,0	7,0	7,0	7,3	7,3	6,5	10,0	9,5	7,6	7,7	8,0
18	Koszt jednorazowego remontu kapitalnego	Forinty	6 700	6 700	7 400	8 700	8 700	8 700	8 700	8 200	10 700	6 900	9 000	9 000

Tablica A.5

Parametry eksploatacyjne maszyn oddziału przygotowawczego

Lp.		Jednostka miary	Klejarki			Jednostka miary	Snowarki			Jednostka miary	Przewijarki						
			stare	przebudowane	nowe		stare	nowe tańsze	nowe droższe		wątkowe gorsze, stare	wątkowe lepsze, stare	wątkowe nowe	krzyżowe gorsze, stare	krzyżowe lepsze, stare	krzyżowe tańsze, nowe	krzyżowe droższe nowe
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s
	Charakterystyka wydajności																
1	Teoretyczna wydajność	m/minutę	22	40	60	m/minutę	215	400	600	m/minutę	152	200	480	365	486	600	800
2	Współczynnik wykorzystania	%	52	57	76	%	33	38	35	%	61	83	95	72	72	72	72
3	Produkcja	kg/maszynogodzin	46	92,4	185	m/maszynogodzin	4 080		600	kg/godzina /przy 40 Nm/	0,14	0,25	0,7	0,39	0,5	0,65	0,86
	Obsługa																
4	Obsługujący maszynę	maszyn/osobę	0,6	0,6	0,6	maszyn/osobę	0,7	0,7	0,7	wrzecion/osobę	31,5	26,0	100,0	24,0	23,0	20,0	18,0
5	Ślusarz									wrzecion/osobę	1500	1500	1500	940	940	1 500	1 500
6	Mistrz	maszyn/osobę	1,85	2,0	2,0												
	Nakłady materiałów:																
7	Energia elektryczna	kwh/t	48,5	85,2	85,2	kwh/1000 m	0,63	0,63	0,63	kWh/t	186	186	186	48,5	148,5	67	67
8	Para	kg pary/kg	3 700	1 920	1 920												
9	Krochmal	Forintów/kg	1 060	830	830												
	Inne dane charakterystyczne																
10	Zapotrzebowanie na pomieszczenie	m²	130	130	130	m²	78	78	78	m	0,53	0,4	0,7	0,65	0,87	0,75	0,75
11	Koszt jednorazowego remontu kapitalnego	Forinty	44 000	44 0000	44 000	Forinty	1 600	2 100	2 100	Forinty	700	700	910	500	500	500	500

jest 16% rezerwa mocy produkcyjnej. Odpowiednio do tego obniżyliśmy współczynnik wykorzystania maszyn.

Wiersz 3 – Wydajność maszyn przygotowawczych starego parku maszynowego, a stąd dane dotyczące zapotrzebowania na materiały dla starych krosien zostały uzgodnione i sprawdzone metodą bilansową. Po jednej stronie bilansu określiliśmy, ile obecny park maszyn przygotowawczych może produkować, zgodnie z wydajnością podaną w wierszu 3 tablicy A.5. Po drugiej stronie bilansu określiliśmy, ile obecny park krosien, opisany w wierszach 13–16 tablicy A.4., potrzebuje przędzy. W rezultacie więc przeprowadziliśmy w stosunku do obecnego parku maszynowego takie obliczenia, jakie zawarte są w warunkach ograniczających 7–10 modelu w stosunku do parku maszynowego 1965 r. W wyniku obliczeń doszliśmy do podanych w tablicy A.6 proporcji między produkcją a zapotrzebowaniem.

Tablica A.6

Proporcje między produkcją materiałów i zapotrzebowaniem na materiały przy starym parku maszynowym

Lp.	Wyszczególnienie	Całkowita produkcja w stosunku do całkowitego zapotrzebowania, w %
1	Klejarki	99
2	Snowarki	105
3	Przewijarki wątkowe	97
4	Przewijarki krzyżowe	99

Wiersze 1 i 4 wykazują w zasadzie zgodność produkcji z zapotrzebowaniem. Wiersze 2 i 3 dobrze obrazują występującą również i obecnie nadwyżkę względnie brak zdolności produkcyjnej.

A.4. PLANY PIERWOTNE

Przy ustalaniu limitów w ograniczeniach modelu 1–4 przyjęliśmy za podstawę wytyczne do planu obowiązujące w dniu 1 czerwca 1960 r. Nie było jednak możliwe bezpośrednie włączenie do modelu tych wytycznych. Trzeba było przede wszystkim dokonać dezagregacji liczb wyjściowych i ustalić, jakie pozycje pierwotnego planu należą do zakresu naszego programu. Plany pierwotne przekształciliśmy tak, by odpowiadały strukturze naszego modelu.

Wyniki obliczeń przedstawia tablica A.7.

Uwagi do tablicy A.7.:

Wiersze 1–5 – Pierwotny plan Dyrekcji Przemysłu Bawełnianego obejmował jedynie ogólne wytyczne określające rozmiary produkcji tkanin. Podziału zadań produkcyjnych pomiędzy krosna wąskie, szerokie i krosna do tkanin o kolorowym wątku dokonaliśmy na podstawie informacji o planowanym asortymencie produkcji.

Wiersze 7–8 – Plan pierwotny określił dla całego przemysłu bawełnianego fundusz

Tablica A.7

Wytyczne do pierwotnego planu przemysłu bawełnianego

Pierwotne wytyczne dla całego przemysłu bawełnianego				Dane przyjęte do modelu Nr 1			
Lp.	Charakterystyka danych	Jednostka miary		Charakterystyka danych	Symbol	Jednostka miary	
1	Plan produkcji globalnej tkalni na 1965 r.	1000 m^2	310 755				
2	Plan produkcji globalnej tkalni na r. 1965	miliony wątków	860 397				
3				Zadanie produkcyjne w zakresie tkaniny wąskiej w 1965 r.	V_1	miliony wątków	636 000
4				Zadanie produkcyjne w zakresie tkaniny szerokiej w 1965 r.	V_2	,,	65 000
5				Zadanie produkcyjne w zakresie tkanin o kolorowym wątku w 1965 r.	V_3	ton	56 000
6				Przędza z przewijarek krzyżowych przeznaczona do wysyłki poza zakład	V_7		14 000
7	Fundusz inwestycyjny netto na lata 1961—1965	miliony forintów	487,8				
8	Fundusz remontowy bez budowlanego na lata 1961—1965	,,	158,8				
8				Fundusz inwestycyjny brutto na lata 1961—1965	w^{inv}	miliony forintów	565
10	Przydział dewiz krajów kapitalistycznych na lata 1961—1965	,,	41,6	Przydział dewiz krajów kapitalistycznych na lata 1961—1965	w^{exch}	,,	42
11	Fundusz budowlany na lata 1961—1965	,,	145,5	Fundusz budowlany na lata 1961—1965	w^{build}	m^2	25 500

inwestycyjny netto. Z funduszu odjęliśmy kwoty przeznaczone na zaplanowane działalności inwestycyjne, *które nie zostały* objęte naszym rachunkiem. W szczególności:

— Odjęliśmy kwoty przeznaczone na zakupy urządzeń do działów nie należących do zakresu naszych programów (maszyny żakardowe, maszyny do tkanin pętelkowych itd.).

— Nie uwzględniliśmy kosztów urządzeń klimatyzacyjnych niezbędnych przy automa-

tyzacji oraz kosztów wymiany podłóg, która w starych zakładach i tak musi być przeprowadzona. Nie włączając tych kwot do kosztów działalności uwzględnionych w naszym programie musieliśmy równocześnie odjąć od funduszu inwestycyjnego sumę przeznaczoną na realizację tych inwestycji.

– Z pierwotnego funduszu inwestycyjnego wyłączyliśmy pewną kwotę dla utworzenia funduszu *rezerwowego*. Miało to dwojaki cel. Po pierwsze – trzeba się było liczyć z tym, że w optymalnym rozwiązaniu mogą wystąpić liczby ułamkowe, które trzeba będzie powiększyć, tak by uzyskać rozwiązanie w liczbach całkowitych. Podwyższenie poziomów działalności wymaga dodatkowego funduszu inwestycyjnego. Po drugie, w rachunkach naszych przewidywaliśmy, że w przypadku wymiany maszyn można będzie pominąć jeden remont kapitalny. Na wypadek jednak gdyby nie udało się pominąć remontu kapitalnego pewnych maszyn i uzyskać założonych oszczędności, trzeba było zabezpieczyć możność pokrycia kosztów dodatkowego remontu kapitalnego.

Po przeprowadzeniu tych korekt *fundusz inwestycyjny netto* wyniósł 438 milionów forintów. Do tego trzeba było doliczyć *fundusz na remonty maszyn*. Określenie liczbowe tego ostatniego nastręczało dużo trudności. Równolegle przeprowadziliśmy badania kilkoma metodami. Najwłaściwsze okazało się następujące rozwiązanie.

Na naszą prośbę Dyrekcja Przemysłu Bawełnianego w oparciu o pełne dane określiła wartość parku maszyn tkackich na dzień 1 stycznia 1960 r. Znając tę wartość można było – przy zastosowaniu urzędowego klucza – określić przypadający na cały okres planu pięcioletniego niezbędny fundusz remontowy. Dla całego przemysłu bawełnianego wyniósł on 158,8 miliona forintów. Po szczegółowej analizie tej sumy ustaliliśmy, że do zakresu objętego programowaniem wejdzie z niej około 127 milionów forintów.

Suma ustalonych w ten sposób funduszu inwestycyjnego netto oraz funduszu remontowego stanowi przyjętą przez nas ostatecznie wartość funduszu inwestycyjnego brutto.

Wiersz 10 – Cały przydział dewiz krajów kapitalistycznych ustalony w pierwotnym planie inwestycyjnym należy do zakresu objętego naszym programem. Z tego powodu całą tę sumę, po zaokrągleniu, wstawiliśmy do naszego rachunku.

Wiersz 11 – Stosując zasady analogiczne do tych, które stosowaliśmy przy ustalaniu funduszu inwestycyjnego i analizując poszczególne pozycje funduszu budowlanego ustaliliśmy, że do zakresu objętego naszym programem z preliminowanej sumy należy około 140 milionów forintów. Koszty budowy 1 m^2 wynoszą 5500 forintów. W związku z tym w ramach funduszu budowlanego można wybudować ok. 25 500 m^2 nowych pomieszczeń zakładowych.

A.5. PRZEGLĄD DOKONANYCH OBLICZEŃ

W ramach prac obliczeniowych rozwiązaliśmy najpierw osiem podobnych modeli. Dane charakteryzujące strukturę modeli 1–8 podane zostały w tablicy A. 8.

Po tych obliczeniach przeprowadziliśmy następnie szereg badań z zakresu programowania parametrycznego i analizy wrażliwości, posługując się nieco bardziej zagregowanymi modelami. Między innymi jako zmienne parametry traktowaliśmy kolejno stopę procentową, kursy dewizowe i wydajność techniczną poszczególnych maszyn. Badając programy dualne jako zmienny parametr traktowaliśmy zadanie produkcyjne itd.

Tablica A.8

Dane charakteryzujące modele 1–8

Numer modelu	Zadania w zakresie produkcji końcowej	Czy fundusz inwestycyjny i przydział dewiz krajów kapitalistycznych były ograniczeniami wiążącymi?	Stopa procentowa	Czy wzięto pod uwagę podwyżkę płac?	Kurs dewizowy
1	Pierwotne	tak	10%	tak	urzędowy
2	Pierwotne	tak	10%	tak	korygowany
3	Pierwotne	tak	10%	nie	korygowany
4	Pierwotne	tak	20%	nie	urzędowy
5	Podwyższone	nie	10%	tak	urzędowy
6	Podwyższone	nie	10%	tak	korygowany
7	Podwyższone	nie	10%	nie	korygowany
8	Podwyższone	nie	20%	nie	urzędowy

Przedłożone Ministerstwu praktyczne wnioski – wymienione w rozdziale 2 – oparte zostały na rozwiązaniu optymalnym modeli 1–2, które to rozwiązania okazały się identyczne.

A.6. DANE LICZBOWE MODELU

Tablica A.9 daje przegląd danych liczbowych wykorzystanych w modelu 1, czyli macierzy A, oraz wektory b i c'.

Za jednostkę maszynową przyjęliśmy w tablicy 1 krosno, 0,1 klejarki lub snowarki, oraz 10 wrzecion przewijarek wątkowych lub krzyżowych.

A.7. ROZWIĄZANIE OPTYMALNE MODELI 1—8

Rozwiązania optymalne uzyskane przy pomocy modeli 1–8 przedstawione są w tablicy A.10.

A.8. MODEL ZAKŁADOWY

W celu zdobycia doświadczeń oraz zapoznania współpracujących z nami specjalistów przemysłu odzieżowego z metodami programowania, przed przeprowadzeniem obliczeń w skali *gałęzi przemysłowej* wypróbowaliśmy metodę programowania w skali jednego *zakładu* (tkalnia w fabryce Goldberger).

Opracowaliśmy tutaj znacznie mniejszy „model próbny". Z jednej strony zakres programowania był o wiele węższy, ponieważ obejmował tylko park krosien jednej tkalni uznany za jednorodny. Nie uwzględniliśmy innych krosien oraz maszyn przygotowawczych.

Tablica A.9

Macierz A i wektory b i c modelu nr 1

Nr kolejny	Charakterystyka warunków	Jednostka miary	Działalność																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Produkcja tkanin na wąskich krosnach	10^4 wątków	5 720		6 417		7 369	7 383	7 562	7 562	7 921	7 921	6 962	6 962							
2	Produkcja tkanin na szerokich krosnach	10^4 ,,													4 057		4 927	4 927			
3	Produkcja tkanin na krosnach o kolorowym wątku	10^4 ,,																	4 112		5 223
4	Fundusz inwestycyjny brutto	100 fornitów	84	−16	84	−16	133	457	411	1 072	851	1 520	1 669	2 166	103	−28	797	1 569	86	−20	1 212
5	Przydział dewiz krajów kapitalistycznych	100 forintów						328		79		82	1 642	1 642				61			
6	Fundusz budowlany	0,1 m²								80		81		68				100			
7	Ogólny bilans klejarek	10 kg	−133		−150		−172	−172	−176		−185		−162		−95		−115		−96		−122
8	Ogólny bilans snowarek	1000 m	−120		−135		−154	−154	−159		−166		−146		−85		−103		−86		−109
9	Ogólny bilans przewijarek wątkowych	10 kg	−86		−96		−111	−238	−244		−255				−88		−190		−117		−148
10	Ogólny bilans przewijarek krzyżowych	10 kg	−272		−305		−350	−478	−489	−489	−513	−513	−450	−450	−236		−370		−237		−300
11	Rekonstrukcja klejarek	10 kg						172	176		185		162				115				122
12	Rekonstrukcja snowarek	1000 m						154	159		166		146				103				109
13	Rekonstrukcja przewijarek wątkowych	10 kg						238	244		255						190				148
14	Dotychczasowa powierzchnia terenu zakładowego	0,1 m²	70		70		70	70	73		73		65		100		95		76		77
	Podział starego parku maszynowego:																				
15	krosna wąskie gorsze	1 sztuka	1	1																	
16	krosna wąskie lepsze	1 sztuka			1	1	1	1													
17	krosna szerokie	1 sztuka													1		1				
18	krosna do tkanin o kolorowym wątku	1 sztuka																		1	1
19	klejarki	0,1 sztuki																			
20	snowarki	0,1 sztuki																			
21	przewijarki wątkowe gorsze	10 wrzecion																			
22	przewijarki wątkowe lepsze	10 ,,																			
23	przewijarki krzyżowe gorsze	10 ,,																			
24	przewijarki krzyżowe lepsze	10 ,,																			
	Koszt jednostkowy	1000 forintów	313	−2	323	−2	351	353	360	485	409	537	352	449	365	−3	415	523	403	−2	425

dalszy ciąg tablicy A.9

Nr kolejny	Charakterystyka warunków	Jednostka miary	Działalność																		
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
1	Produkcja tkanin na wąskich krosnach	10^4 wątków																			
2	Produkcja tkanin na szerokich krosnach	10^4 ,,																			
3	Produkcja tkanin na krosnach o kolorowym wątku	10^4 ,,	5 223	5 499	5 499																
4	Fundusz inwestycyjny brutto	100 forintów	1 843	1 309	1 964	55	−24	755	1 300	2	−2	325	219	88	−10	88	−10	1 606	63	−6	63
5	Przydział dewiz krajów kapitalistycznych	100 ,,	48	1 276	1 325									214				1 561			
6	Fundusz budowlany	0,1 m^2	82		85																
7	Ogólny bilans klejarek	10 kg		−128		3 174		6 376	12 765												
8	Ogólny bilans snowarek	1000 m		−115					2 815			6 293	8 694								
9	Ogólny bilans przewijarek wątkowych	10 kg		−156										966	1 725			4 830			
10	Ogólny bilans przewijarek krzyżowych	10 kg	−300	−316	−316														2 961		3 450
11	Rekonstrukcja klejarek	10 kg		128				−6 376	−12765												
12	Rekonstrukcja snowarek	1000 m		115								−6 293	−8 694								
13	Rekonstrukcja przewijarek wątkowych	10 kg		156														−4830			
14	Dotychczasowa powierzchnia terenu zakładowego	0,1 m^2		80		130		130	130	78		78	78	53		40		70	65		
	Podział starego parku maszynowego:																				
15	krosna wąskie gorsze	1 sztuka																			87
16	krosna wąskie lepsze	1 sztuka																			
17	krosna szerokie	1 sztuka																			
18	krosna do tkanin o kolorowym wątku	1 sztuka																			
19	klejarki	0,1 sztuki				1	1	1													
20	snowarki	0,1 sztuki								1	1										
21	przewijarki wątkowe gorsze	10 wrzecion												1	1						
22	przewijarki wątkowe lepsze	10 ,,														1	1				
23	przewijarki krzyżowe gorsze	10 ,,																	1	1	
24	przewijarki krzyżowe lepsze	10 ,,																			1
	Koszt jednostkowy	1000 forintów	517	411	537	685	−2	961	1 965	131	0	179	178	345	−1	420	−1	352	404	−1	411

Tablica A.9 c. d.

Nr kolejny	Charakterystyka warunków	Jednostka miary	Działalność					Zmienne swobodne							Wektor *b*	Numer kolejny
			39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50		
1	Produkcja tkanin na wąskich krosnach	10^4 wątków													63 600 000	1
2	Produkcja tkanin na szerokich krosnach	10^4 ,,													6 500 000	2
3	Produkcja tkanin na krosnach o kolorowym wątku	10^4 ,,													5 600 000	3
4	Fundusz inwestycyjny brutto	100 forintów	−6	356	873	458	976	1							5 650 000	4
5	Przydział dewiz krajów kapitalistycznych	100 ,,							1						420 000	5
6	Fundusz budowlany	0,1 m^2								1					255 000	6
7	Ogólny bilans klejarek	10 kg			75		75								240 000	7
8	Ogólny bilans snowarek	1000 m													200 000	8
9	Ogólny bilans przewijarek wątkowych	10 kg													326 000	9
10	Ogólny bilans przewijarek krzyżowych	10 kg													285 000	10
11	Rekonstrukcja klejarek	10 kg		4 485	4 485	5 934	5 934				1				0	11
12	Rekonstrukcja snowarek	1000 m										1			0	12
13	Rekonstrukcja przewijarek wątkowych	10 kg											1		0	13
14	Dotychczasowa powierzchnia terenu zakładowego	0,1 m^2												1	970 000	14
	Podział starego parku maszynowego:															
15	krosna wąskie gorsze	1 sztuka		75		75									3 823	15
16	krosna wąskie lepsze	1 sztuka													3 787	16
17	krosna szerokie	1 sztuka													1 241	17
18	krosna do tkanin o kolorowym wątku	1 sztuka													1 295	18
19	klejarki	0,1 sztuki													480	19
20	snowarki	0,1 sztuki													510	20
21	przewijarki wątkowe gorsze	10 wrzecion													443	21
22	przewijarki wątkowe lepsze	10 ,,													454	22
23	przewijarki krzyżowe gorsze	10 ,,													327	23
24	przewijarki krzyżowe lepsze	10 ,,													530	24
	Koszt jednostkowy	1000 forintów	−1	515	578	584	641	—	—	—	—	—	—	—	—	

Tablica A.10

Optymalne rozwiązania modeli 1—8 przemysłu bawełnianego

Numer kolejny działalności	Numer modelu					
	1—2	3	4	5	6—7	8
1	1 416	3 823	3 823	0	0	3 823
2	2 407	0	0	3 823	3 823	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	3 787	3 787	3 787	3 787	3 787	3 787
6	0	0	0	0	0	0
7	3 650	1 828	1 828	0	6 391	2 087
8	0	0	0	0	0	1 412
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	6 943	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	1 241	0	0	1 241
14	1 241	1 241	0	1 241	1 241	0
15	1 219	1 520	145	1 212	820	0
16	100	0	152	593	984	784
17	0	0	1 295	0	0	1 295
18	1 295	1 295	0	1 295	1 295	0
19	1 072	1 072	0	0	1 072	0
20	0	0	53	0	0	0
21	0	0	0	1 018	0	0
22	0	0	0	0	0	48
23	0	0	0	0	0	0
24	480	480	480	480	480	480
25	0	0	0	0	0	0
26	156	158	155	178	176	157
27	0	0	0	0	0	0
28	510	510	510	510	510	510
29	282	285	0	0	0	0
30	0	0	233	233	230	206
31	89	0	0	0	0	0
32	354	443	443	443	443	443
33	454	365	395	0	0	0
34	0	89	59	454	454	454
35	265	269	234	233	542	380
36	0	0	0	0	0	0
37	327	327	327	327	327	327
38	0	0	0	0	0	0
39	530	530	530	530	530	530
40	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0
42	776	275	0	0	0	0
43	0	459	720	963	963	887
Zmienne swobodne:						
44	96 678	469 731	2 046 425	—	—	—
45	0	0	0	—	—	—
46	245 000	220 575	188 454	293 475	254 373	167 115
47	1 077 971	1 412 382	1 640 172	877 720	896 740	1 636 793
48	951 871	1 249 886	1 459 295	770 118	782 143	1 459 131
49	0	443 538	656 638	736 302	744 000	1 326 172
50	0	0	0	0	0	0

Z drugiej strony ograniczyliśmy zakres zmiennych decyzyjnych (np. powierzchnię budynków uznaliśmy za daną i problem wyboru zredukowaliśmy do wyboru parku maszynowego).

Małe rozmiary modelu umożliwiły stosunkowo szybkie ręczne przeprowadzenie obliczeń, bez użycia maszyn elektronowych.

Taki system pracy warto jest zastosować również w innych przypadkach. Celowe jest *przed* ostatecznymi szeroko zakrojonymi obliczeniami wypróbowanie metodyki, jaką pragnie się zastosować, na mniejszym lub bardziej zagregowanym modelu i uzyskanie w ten sposób praktycznych doświadczeń dla dalszych badań.

Oczywiście mniejszy lub bardziej zagregowany model służący do wypróbowania metodyki trzeba traktować z ostrożnością. Wyniki liczbowe nie mogą być uznawane jako miarodajne, ponieważ otrzymane zostały przy abstrahowaniu od takich zależności, które uwzględnione będą potem w ostatecznym „dużym" modelu.

Zachowanie wielkiej ostrożności, potrzebne jest zwłaszcza wtedy, gdy próbny model różni się od ostatecznego nie tylko liczbą zmiennych i warunków ograniczających, lecz również *zawęża zakres programowania*, jak to miało miejsce w przypadku obliczeń dotyczących fabryki Goldberger. Wnioski wynikające z obliczeń dokonanych w ramach jednego zakładu mogą różnić się zasadniczo od tych, które wynikną z obliczeń dokonanych w ramach całej gałęzi przemysłowej lub też całej gospodarki narodowej.

Biorąc to wszystko pod uwagę w trakcie omawiania wyników próbnych obliczeń dla fabryki Golberger ostrzegliśmy zainteresowane władze gospodarcze, że byłoby nieostrożne wyciąganie praktycznych wniosków polityczno-gospodarczych z wyników naszego programu. Doświadczenie potwierdziło słuszność takiej ostrożności. Praktyczne wnioski wyciągnięte z ostatecznego programu dla całej gałęzi pod wieloma względami odbiegały od wyników próbnego modelu.

Mimo tego jednak, poza osiągnięciem wspomnianych wyżej celów, obliczenia dla fabryki Goldberger wykazały, *że matematyczne programowanie inwestycji może być z powodzeniem stosowane również przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych w jednostkach mniejszych od gałęzi przemysłowej* (przedsiębiorstwo, zakłady).

A.9. PIERWOTNY PLAN INWESTYCJI MASZYNOWYCH

Plan inwestycji maszynowych przewidziany w pierwotnym planie inwestycyjnym zestawiony został w tablicy A.11.

Zbadaliśmy, czy pierwotny plan inwestycji maszynowych spełnia założenia modelu. Dla zapewnienia porównywalności wyników posługiwaliśmy się tymi samymi techniczno-ekonomicznymi wskaźnikami jakie przyjmowaliśmy we własnych programach (patrz tablica A.12).

Zgodnie z tablicą, pierwotny plan inwestycji maszynowych nie jest rozwiązaniem dopuszczalnym naszego modelu.

Nadwyżka mocy produkcyjnej, wykazana w wierszu 1 tablicy A.12, prawdopodobnie nie wystąpi w całości w 1965 r., ponieważ montowanie części nowych maszyn w ciągu tego roku, pociągnie za sobą pewien spadek produkcji.

Obliczyliśmy, jaką wartość przyjęłaby funkcja celu w razie realizacji planu pierwotnego. Koszty inwestycji maszynowych jak również koszty eksploatacji obliczaliśmy w taki

sam sposób jak w naszych modelach. Do tych kosztów dodaliśmy jednorazowo preliminowane w pierwotnym planie koszty budowy.

Wartość funkcji celu przy realizacji planu pierwotnego 5946 mil. f.
„ „ „ przy realizacji optymalnego rozwiązania 5048 „
Oszczędność 898 „
(15,1 %)

Tablica A.11

Pierwotny plan inwestycji maszynowych

Nr kolejny	Typ maszyny	Do zdemontowania w 1961—1965	Park maszynowy w 1965 r. objęty programowaniem	Park maszynowy w r. 1965 nieobjęty programowaniem (istniejący już w 1960 r)	Ogółem park maszynowy w r. 1965
1	Krosna gorsze wąskie stare	795	2 224		2 224
2	„ szybkobieżne wąskie		4 591		4 591
3	„ z wymiennymi czółenkami, wąskie		1 640	740	2 380
4	„ z wymiennymi cewkami, wąskie		1 150	350	1 500
5	„ szerokie stare		1 241		1 241
6	„ szerokie nowe		154		154
7	„ do tkanin o wątku kolorowym		1 295		1 295
8	„ inne (specjalne)			360	360
9	Krosna razem	795	12 295	1 450	13 745
10	Klejarki stare	7	37		37
11	„ przebudowane		4		4
12	„ nowe		10		10
13	Snowarki stare	13	38		38
14	„ tańsze nowe		19		19
15	Przewijarki wątkowe stare gorsze		4 430		4 430
16	Przewijarki wątkowe stare lepsze		4 540		4 540
17	Przewijarki wątkowe nowe		2 960		2 960
18	Przewijarki krzyżowe stare gorsze	1 690	2 080		2 080
19	Przewijarki krzyżowe stare lepsze		5 300		5 300
20	Przewijarki krzyżowe nowe tańsze			3 450	3 450
21	Przewijarki krzyżowe nowe droższe		5 180		

Tablica A.12

Spełnianie warunków ograniczających przez plan pierwotny

Nr kolejny warunku ograniczającego	Spełnianie warunku ograniczającego
1	Moc produkcyjna krosien wąskich przewyższa o 44632 miliony wątków plan produkcji
2	Moc produkcyjna krosien szerokich jest mniejsza o 7065 milionów wątków od planu produkcji
3	Moc produkcyjna krosien o wątku kolorowym jest mniejsza o 2750 milionów wątków od planu produkcji
5	Przydział dewiz krajów kapitalistycznych przekroczony został o 4,2 miliona forintów
7	Moc produkcyjna klejarek jest o 6192 tony większa od zapotrzebowania
8	Moc produkcyjna snowarek jest o 407 milionów metrów większa od zapotrzebowania
9	Moc produkcyjna przewijarek wątkowych jest o 6305 ton większa od zapotrzebowania
10	Moc produkcyjna przewijarek krzyżowych jest o 9166 ton większa od zapotrzebowania

DODATEK B

MATERIAŁY DO PROGRAMOWANIA PRZEMYSŁU WŁÓKIEN SZTUCZNYCH

W załączniku B podano część materiałów liczbowych do programowania przemysłu włókien sztucznych. Pełną dokumentację obejmuje sprawozdanie końcowe z przeprowadzonych badań*. W załączniku nie podano źródeł z których czerpano dane i ich szczegółowego uzasadnienia, znaleźć je można również w końcowym sprawozdaniu.

W załączniku B można znaleźć również opis niektórych matematycznych aspektów przeprowadzonych badań.

B.1. PARAMETRY CHARAKTERYZUJĄCE DZIAŁALNOŚCI PRODUKCYJNE

W tablicach B.1.–B.4. podano najważniejsze parametry techniczne i ekonomiczne działalności produkcyjnych oraz szacunki odpowiednich wartości średnich. Wyprowadzono z nich współczynniki występujące w modelu w warunkach ograniczających oraz w funkcji celu.

B.2. WYKŁADNIKI DEGRESJI

Wzór (4.4) określa postać funkcji zastosowanej w programowaniu przemysłu włókien sztucznych. Wykładnik degresji kosztów inwestycyjnych oznaczyliśmy przez η_j, zaś wykładnik degresji kosztów płac przez φ_j.

Tablica B.5 podaje wykładniki zastosowane w obliczeniach oraz te dane z literatury fachowej, na których oparte zostały nasze obliczenia.

---

* Por. [85].

Nazwa	Jednostka miary	1.1.1. Nylon 6 jedwab „A"	1.1.2. Nylon 6 jedwab „B"	1.1.3. Nylon 6 jedwab „C"	2.1.1. Terylen	3.1.1. Orlon	4.1.1. Kopolimer akrylonitrylowy	5.1.1. Jedwab polipropylenowy	6.1.1. Włókno polipropylenowe	7.1.1. Jedwab wiskozowy	8.1.1. Włókno wiskozowe w starym zakładzie	8.1.2. Włókno wiskozowe w nowym zakładzie
Półfabrykaty wytwarzane w ramach działalności występujących w modelu:												
Kaprolaktam	t/t	1,10	1,11	1,12								
Glikol etylenowy	t/t				0,42							
Tereftalan metylowy	t/t				1,09							
Akrylonitryl	t/t					1,30	0,44					
Polipropylen	t/t							1,10	1,10			
Materiały z krajów kapitalistycznych												
Aceton	t/t						0,5					
Dwumetyloformamid	t/t					0,495						
Hexantriol	t/t					0,2						
Soda żrąca	t/t									0,8	0,7597	0,8
Dwusiarczek węgla	t/t									0,35	0,2805	0,21
Wiskozoceluloza do włókien	t/t										1,0688	1,02
Wiskozoceluloza do jedwabiu	t/t									1,1		
Produkty uboczne												
Alkohol metylowy	t/t				0,34							
Materiały z krajów socjalistycznych												
Kwas siarkowy	t/t									1,1		1,1
Materiały krajowe												
Węgiel	t/t	9	3,6	3,5	5	15	13	3	2	7,5	6,4	5
Energia elektryczna	kWh/t	12000	8300	8900	4100	4000	3440	4000	2000	9000	1888	1800
Chlorek winylu	t/t						0,66					
Woda (chłodnicza)	m^3/t	1150		1070	100	1050	1000			800	384	500
Woda (zmiękczona)	m^3/t	3	2			100					260	100

Tablica B.2

Nakłady materiałowe i produkty uboczne w produkcji włókien sztucznych

Nazwa	Jednostka	9.1.1. Celofan w starym zakładzie	9.1.2. Celofan w nowym zakładzie	10.1.1. Kaprolaktam z fenolu	10.1.2. Kaprolaktam z benzenu	11.1.1. Fenol	12.1.1. Glikol etylenowy	13.1.1. Tereftalan metylowy	14.1.1. Akrylonitryl	15.1.1. Polipropylen
Półfabrykaty wytwarzane w ramach działalności występujących w modelu:	—									
Fenol	t/t			1,16						
Materiały z krajów kapitalistycznych										
Chlorek glinu	t/t					0,025				
Amoniak gazowy	t/t				1,89				0,4	
Benzen	t/t				1,54	1,225				
Soda żrąca	t/t	0,9935	0,85							
Alkohol metylowy	t/t							0,85		0,26
Oleum	t/t			1,64	1,64					
Paraksylen	t/t							0,7		
Kwas azotowy	t/t							1		
Dwusiarczek węgla	t/t	0,3099	0,28							
Wizkozoceluloza do włókien	t/t	1,29	1,1							
Produkty uboczne										
Aceton	t/t					0,65				
Siarczan amonu	t/t			6	6					

dalszy ciąg tablicy B.2.

Nazwa	Jednostka	9.1.1. Celofan w starym zakładzie	9.1.2. Celofan w nowym zakładzie	10.1.1. Kaprolaktam z fenolu	10.1.2. Kaprolaktam z benzenu	11.1.1. Fenol	12.1.1. Glikol etylenowy	13.1.1. Tereftalan metylowy	14.1.1. Akrylonitryl	15.1.1. Polipropylen
Materiały z krajów socjalistycznych										
Benzyna (lekka)	t/t									0,31
Siarka	t/t			0,83	0,83					
Kwas siarkowy	t/t		1,5							
Produkty uboczne										
Kwas adypinowy	t/t			0,2						
Materiały krajowe										
Etylen	t/t						1			
Wodór	m^3/t			1260	2000					
Propylen	t/t						0,65		1	1,2
Węgiel	t/t	15	6	5	9,5	2,5	2	3,75	7,5	2,5
Energia elektryczna	kWh/t	2551	2500	4050	4300	350	300	1200	1300	1400
Woda (chłodnicza)	m^3/t	404	500	75	215	1360	500	300	400	800
Woda (zmiękczona)	m^3/t	207								

Inwestycyjne i eksploatacyjne koszty produkcji włókien sztucznych

Tablica B.3

Lp.	Nazwa	Jednostka miary	1.1.1. Nylon 6 technologia „A"	1.1.2. Nylon 6 technologia „B"	1.1.3. Nylon 6 technologia „C"	2.1.1. Terylen	3.1.1. Orlon	4.1.1. Włókno z polimeru akrylonitrylowego	5.1.1. Jedwab polipropylenowy	6.1.1. Włókno polipropylenowe	7.1.1. Jedwab wiskozowy	8.1.1. Włókno wiskozowe w starym zakładzie	8.1.2. Włókno wiskozowe w nowym zakładzie
1	Założona zdolność produkcyjna	t/rocznie	1 000	1 000	1 000	5 000	2 000	2 000	1 000	5 000	3 000	3 000	15 000
	Koszty inwestycyjne przy założonej zdolności produkcyjnej												
2	Inwestycje w 1 roku	mln Ft	57,5	72,6	87,4	206,2	58,7	58,7	54,6	982	80,7	0	67,5
3	Inwestycje w 2 roku	mln Ft	156,9	186,—	226,8	375,8	107,7	107,7	116,4	195,2	182,2	0	278,5
4	Inwestycje w 3 roku	mln Ft	42,1	38,—	38,—	63,—	39,—	39,—	25,—	48,—	56,—	0	161,8
5	Inwestycje w 4 roku	mln Ft				36,—							55
6	Inwestycje ogółem	mln Ft	256,5	296,6	352,2	681,—	205,4	205,4	196	1225,2	318,9	0	562,8
7	Zapotrzebowanie na środki obrotowe	mln Ft	9,—	9,—	9,—	22,—	10,—	8	4,5	16	7	10	30
	Roczne nakłady eksploatacyjne przy założonej zdolności produkcyjnej												
8	Koszty materiałów pomocniczych	mln Ft	2,6	2,6	2,6	2,5	4,2	2,9	2,1	3,4	0	0	0
9	Koszty materiałów konserwacyjnych	mln Ft	5,6	5,3	6,4	13	3,3	3,3	2,4	6,—	6,5	1,5	11,5
10	Zatrudnienie robotników	osób	277	227	227	355	277	277	213	295	585	710	832
11	Zatrudnienie personelu inżynieryjno-technicznego	osób	18	18	18	35	23	23	11	30	20	63	24
12	Zatrudnienie pozostałych pracowników	osób	5	5	5	10	10	10	6	10	10	124	20
13	Odpisy amortyzacyjne	mln Ft	24 8	23,8	28,2	54,8	16,—	16,—	12,6	27,8	31,2	5,—	52,6
14	Koszty ogólne	mln Ft	8,3	7,8	8,3	20,—	8,7	7,—	3,2	14,—	18,5	5,7	25,—
15	Pozostałe koszty	mln Ft	1,3	1,3	1,3	1,8	1,7	1,7	1,2	1,7	3,4	5,2	5,—

Tablica B. 4

Inwestycyjne i eksploatacyjne koszty produkcji półfabrykatów

Lp.	Nazwa	Jednostka miary	9.1.1. Celofan w starym zakładzie	9.1.2. Celofan w nowym zakładzie	10.1.1. Kaprolaktam z fenolu	10.1.2. Kaprolaktam z benzenu	11.1.1. Fenol	12.1.1. Glikol etylenowy	13.1.1. Tereftalan metylowy	14.1.1. Akrylonitryl	15.1.1. Polipropylen
1	Założona zdolność produkcyjna	t/rok	450	1 200	5 000	5 000	10 000	10 000	5 750	5 000	10 000
	Koszty inwestycyjne przy założonej zdolności produkcyjnej										
2	Inwestycje w 1 roku	mln Ft	0	7,1	3,—	10,—	67,7	56,—	130,—	100,—	140,4
3	Inwestycje w 2 roku	mln Ft	0	14,—	60,7	71,1	87,7	76,—	140,—	110,—	160,4
4	Inwestycje w 3 roku	mln Ft	0	0	143,9	165	30,—	40,—	35,—	20,—	45,—
5	Inwestycje w 4 roku	mln Ft	0	0	89,—	110	50,—	42,—	45,—	20,—	50,—
6	Inwestycje ogółem	mln Ft	0	21,1	296,6	356,1	235,4	214,—	350,—	250,—	395,8
7	Zapotrzebowanie na środki obrotowe	mln Ft	1,1	2,5	16,—	9,—	8,—	7,3	12,—	8,5	16,2
	Roczne nakłady eksploatacyjne przy założonej zdolności produkcyjnej										
8	Koszty materiałów pomocniczych	mln Ft	0	0	5,6	3,—	3,5	2,—	3,—	1,8	4,8
9	Koszty materiałów konserwacyjnych	mln Ft	0,4	0,55	6,5	9,3	5,2	3,1	9,9	8,8	11,2
10	Zatrudnienie robotników	osób	129	154	266	305	220	80	177	125	145
11	Zatrudnienie personelu inżynieryjno-technicznego	osób	13	6	68	80	30	20	35	20	20
12	Zatrudnienie pozostałych pracowników	osób	21	6	15	27	6	8	23	4	13
13	Odpisy amortyzacyjne	mln Ft	0,9	2,5	26,8	36,—	25,—	21,4	35,—	21,6	36,—
14	Koszty ogólne	mln Ft	2,5	3,5	15	10,8	9,6	6,5	10,4	7,6	14,4
15	Pozostałe koszty	mln Ft	0,9	0,9	2,3	2,8	1,3	0,8	1,3	0,7	0,9

Tablica B.5

Wykładniki degresji

Nazwa produktu	Wykładniki degresji kosztów inwestycyjnych			Wykładniki degresyjne kosztów osobowych		
	Nr. pozycji spisu literatury	Dane występujące w literaturze fachowej	Wykładnik stosowany w naszych obliczeniach	Nr pozycji spisu literatury	Dane występujące w literaturze fachowej	Wykładnik stosowany w naszych obliczeniach
Włókno orlonowe	—	—	0,67	[59]	0,6	0,6
Włókno terylenowe	—	—	0,67	[59]	0,6	0,6
Nylon 6	[87]	0,67	0,67	—	—	0,6
Pozostałe produkty końcowe	—	—	0,67	—	—	0,6
Kaprolaktam	[87]	0,77	0,77	—	—	0,22
Fenol	—	—	0,6	—	—	0,22
Glikol etylenowy	[59]	0,625				
	[8], [87]	0,78	0,7	—	—	0,22
Tereftalan metylowy	[59]	0,67	0,67	[59]	0,218	0,22
Akrylonitryl	[59]	0,7	0,65*	—	—	0,22
Polipropylen	[8], [87]	0,9**	0,9	—	—	0,22

* Cytowane źródło zakłada technologię odmienną od tej jaką zakładaliśmy w naszym modelu przy działalności 14.1.1., Odmienna technologia uzasadnia występowanie niższego wykładnika degresji.

** Opierając się na cytowanej literaturze fachowej można produkcję polietylenu uważać jako analogiczną — z punktu widzenia degresji kosztów — do produkcji polipropylenu.

Tablica B.6

Kształtowanie się cen benzenu

Kraj	USA		Wielka Brytania		Francja	
Źródło danych	[193]		[193]		[193]	
Rodzaj ceny	Nominalna	Skorygowana	Nominalna	Skorygowana	Nominalna	Skorygowana
Jednostka miary	c/galon	$/tona	d/galon ang.	$/tona	NF/tona	$/tona
Rok						
1938	15,10	86,70			14,70	89,60
1950	25,90	71,20			220,70	62,10
1951						
1952						
1953	38,33	99,00	52,25	69,10	418,60	89,40
1954	40,00	103,30	55,00	70,70	418,70	91,00
1955	36,00	92,50	60,67	75,00	418,70	91,00
1956	36,00	90,00	61,00	75,40	418,70	87,60
1957	36,00	89,20	66,25	82,00	423,00	83,60
1958	33,70	81,20	63,00	82,80	437,90	77,10
1959	31,00	74,60	63,00	82,00	500,00	84,40
1960	34,00	82,00	63,00	82,00	500,00	82,00

Tablica B.7

Kształtowanie się cen terylenu

Bliższe określenie produktu	Dacron		Terylen	
Kraj	USA		Wielka Brytania	
Źródło danych	[193]		[193]	
Rodzaj ceny	Nominalna	Skorygowana	Nominalna	Skorygowana
Jednostka miary	c/lb	c/kg	d/lb	c/kg
Rok				
1953	180	380	210	423
1954	160	394	162	343
1955	157	349	162	302
1956	136	338	140	264
1957	141	280	140	264
1958	141	277	140	280
1959	136	277	140	277
1960	136	277	140	277

Tablica B.8

Kształtowanie się cen akrylonitrylu

Kraj	USA	
Źródło danych	[197]	
Rodzaj ceny	Nominalna	Skorygowana
Jednostka miary	c/lb	$/tona
Rok		
1950	40,5	2030
1951	44,5	2000
1952	43,0	1980
1953	43,0	2010
1954	31,0	1450
1955	31,0	1430
1956	27,0	1210
1957	28,0	1220
1958	27,0	1170
1959	27,0	1000
1960	27,0	1000

B.3. PRZYKŁADY SZACUNKÓW PRZEWIDYWANEJ TENDENCJI CEN NA RYNKU ŚWIATOWYM

Dla zilustrowania rozważań z paragrafu 15.4 podaję poniżej oszacowane ceny benzenu, terylenu i akrylonitrylu*.

* Prognozy i szacunki korelacyjne podane w paragrafie B.5 zaczerpnięto z opracowania M. Tardosa, włączonego do końcowego sprawozdania z badań nad przemysłem włókien sztucznych.

W tablicach B.6 – B.8 podano dane opisujące kształtowanie się rzeczywistych cen w latach 1938 – 1960.

W paragrafie 15.4 przy omawianiu metod szacowania wyjaśniono, w jaki sposób i na podstawie jakich danych dotyczących cen nominalnych zostały wyliczone ceny skorygowane, potrzebne do naszych celów. Ceny te występują w podanych tablicach, w kolumnach zatytułowanych „ceny skorygowane". W oparciu o tablice sporządzono rysunki 15.17. i 15.18.

Uzasadnienie szacunków:

1. Do czasu drugiej wojny światowej benzen otrzymywany był głównie ze smoły pogazowej lub gazu wielkopiecowego. W latach powojennych baza surowcowa produktów aromatycznych między innymi i benzenu – przesunęła się z węgla kamiennego w kierunku ropy. W procesie tym przewodzą Stany Zjednoczone, gdzie benzen w 67% otrzymuje się z ropy. W związku z tym koszty produkcji benzenu określane są kosztami wydobycia i rafinacji ropy oraz pirolizą lub odwodornianiem.

Udało nam się uzyskać amerykańskie, angielskie i francuskie dane dotyczące cen benzenu. Na podstawie kształtowania się tych cen stwierdzić można, że w wyniku zmian występujących w podaży i popycie w ubiegłym dziesięcioleciu poziom cen na rynku benzenowym wykazywał bardzo duże wahania. Popyt na benzen po drugiej wojnie światowej zaczął szybko wzrastać w tym czasie, kiedy produkcja syntetycznego benzenu była jeszcze mało rozpowszechniona. Pod wpływem ograniczonej podaży w latach 1950 – 1954 ceny benzenu wzrosły, jednakże po roku 1954 w wyniku rozpowszechnienia się metody otrzymywania benzenu na drodze petrochemicznej, można było we wszystkich krajach zaobserwować spadek cen. W ostatnich latach cena benzenu wzrosła jedynie w Wielkiej Brytanii, gdzie jeszcze nie rozpowszechniło się otrzymywanie benzenu na drodze petrochemicznej i gdzie utrzymuje się w dalszym ciągu wysoki popyt na benzen. Równolegle do rozpowszechnienia produkcji benzenu z ropy, ceny benzenu zaczęły spadać. Wobec zanikania niedoborów benzenu, należy liczyć się z tym, że zniżkowa tendencja ceny będzie się nadal utrzymywała.

Spadające amerykańskie, angielskie i francuskie ceny benzenu, przeliczone na ceny importowe na Węgrzech w latach 1954 – 1960 można zmieścić pomiędzy dwoma hiperbolami. Według naszej prognozy prawdopodobne wahania cen benzenu po roku 1960 mieścić się będą również pomiędzy tymi hiperbolami. Oczekiwany maksymalny poziom ceny benzenu obrazuje hiperboliczna funkcja regresji $\left(y = 77{,}45 - 27{,}2\frac{1}{x}\right)$, obliczona na podstawie cen benzenu w USA, przeliczonych na importowe ceny na Węgrzech. Jednakże z uwagi na spodziewany spadek cen ropy można przypuszczać, że zakupy dojdą do skutku przy cenach niższych od wskazanych przez wyżej położoną hiperbolę i że będą się nawet zbliżały do poziomu wskazanego przez niższą hiperbolę, która obrazuje najniższy poziom cen w ubiegłych latach. Oczekuje się więc, że ceny benzenu będą się wahać w granicach 60 – 80 $/tonę. Doświadczenia eksportowe na Węgrzech w r. 1961 potwierdzają również tendencję, do której doszliśmy w naszych obliczeniach.

2. Jeśli chodzi o włókna terylenowe, można było ostatnio zauważyć bardzo szybki spadek cen. Tempo spadku cen było tu większe od tempa spadku cen włókien nylonowych. Fakt ten można tłumaczyć tym, że produkcja polisterów rozwinęła się później i w badanym okresie wyraźnie ujawniły się tendencje charakterystyczne dla pierwszego okresu spadku ceny wynikającego z zaniku monopolu produkcyjnego. Z tego właśnie po-

wodu tempo spadku cen włókien terylenowych będzie prawdopodobnie nadal nieco większe niż w przypadku włókien nylonowych i spłaszczenie krzywej cen nastąpi nieco później.

Skorygowane ceny angielskie i amerykańskie wyraźnie mieszczą się pomiędzy dwiema hiperbolami, które zaczną stopniowo spłaszczać się po okresie ostrego spadku dopiero po roku 1970. Według naszych przypuszczeń, import włókna polisterowego pomiędzy 1960 i 1980 r. będzie mieścić się w obszarze zawartym między tymi dwiema hiperbolami.

Nasze szacunki cen kontrolowaliśmy również przy pomocy rachunku kosztów zmiennych.

3. Ceny akrylonitrylu w ostatnim dziesięcioleciu na ogół obniżały się równomiernie. Obecnie w produkcji akrylonitrylu zachodzą rewolucyjne zmiany. Metoda Sohio umożliwia otrzymywanie akrylonitrylu z propylenu i amoniaku, co eliminuje komplikacje związane z metodą cjanowodorową oraz znacznie obniża koszty produkcji. W następstwie wprowadzenia nowej metody amerykańskie ceny akrylonitrylu obniżyły się w roku 1961 o 40%.

Tablica B.9

Szacunek przewidywanych cen.

Rok		Benzen	Terylen	Akrylonitryl
1961	Cena rzeczywista	70	2 630	715
1965	Dolna granica	60	1 900	450
	Średnia wartość	70	2 150	500
	Górna granica	80	2 400	550
1970	Dolna granica	60	1 300	300
	Średnia wartość	70	1 750	350
	Górna granica	80	2 200	400
1975	Dolna granica	60	1 100	280
	Średnia granica	70	1 500	320
	Górna granica	80	1 900	360

Skorygowane amerykańskie ceny akrylonitrylu w latach 1950–1961 również mieszczą się między dwiema hiperbolami. Według naszej opinii ceny w okresie 1962–1980 również znajdą się w tym obszarze. Nasze prognozy oparliśmy przede wszystkim na poziomie cen amerykańskich po ich spadku w r. 1961 i za minimalny uznaliśmy ten właśnie poziom cen.

Szacunki przewidywanych cen tych trzech produktów zestawione zostały w tablicy B.9.

W podobny sposób oszacowaliśmy przewidywane ceny dla 34 produktów.

B.4 OGÓLNY PRZEGLĄD OBLICZEŃ

W ramach badań nad przemysłem włókien sztucznych wartości składowych wektora limitów b_1, występujących z prawej strony warunków ograniczających ustalono przeważnie w oparciu o dyrektywy planu pierwotnego, opracowanego metodami tradycyjnymi.

W obecnym etapie uwzględniono łącznie 9 modeli. Modele te różniły się pomiędzy sobą następującymi cechami:

a) W pewnych modelach zamiast funkcji wklęsłej (4.4) zastosowaliśmy funkcję liniową (por. paragraf 4.4.)

b) W niektórych obliczeniach nie konstruowaliśmy w ogóle modelu programowania, lecz poprzestaliśmy na uszeregowaniu działalności według określonego wskaźnika efektywności.

c) W jednych modelach kurs dolara potraktowano jako parametr, a w innych znów zastosowano w obliczeniach sztywny kurs 60 forintów za dolar, na podstawie rozważań podanych w rozdziale 12. W jednym obliczeniu zastosowano kurs 45 forintów, używany zwykle w urzędowych obliczeniach efektywności inwestycji.

d) Niepewne dane, oszacowane w formie przedziałów, wykorzystaliśmy trzema sposobami:

W niektórych obliczeniach uwzględniono wartość średnią, w innych – dolną, względnie górną granicę oszacowanego przedziału. Wreszcie, w niektórych obliczeniach niepewne dane potraktowano jako zmienne losowe.

e) Niejednakowo został potraktowany eksport następujących produktów: kaprolaktamu, fenolu, glikolu etylenowego, tereftalanu metylowego, akronitrylu.

W pewnych obliczeniach dopuściliśmy eksport tych produktów, w innych wyeliminowaliśmy go spośród możliwych działalności.

f) Na ogół zakładaliśmy, że przy organizowaniu produkcji włókien poliestrowych i poliakrynitrylowych budowa zintegrowanych pionowo zakładów nie jest konieczna, i że tereftalan metylowy i akrylonitryl może być importowany bez ograniczeń. Jednak w jednym specjalnym obliczeniu wyeliminowaliśmy możliwości importu tych dwóch materiałów, czyli zakładaliśmy, że przy organizowaniu produkcji włókna należy zorganizować również i produkcję surowca.

g) W jednym z obliczeń wyeliminowaliśmy spośród możliwych działalności import włókna poliakrylonitrylowego i jego produkcję krajową, ze względu na wątpliwe właściwości eksploatacyjne tych włókien.

Tablica B.10

Charakterystyka modeli włókien sztucznych

Numer modelu	Rodzaj funkcji celu	Programowanie czy uszeregowanie	Kurs dolara jako parametr czy sztywny	Sposób, w jaki potraktowano niepewne dane	Nieograniczony eksport materiałów	Import tereftalanu metylu i akrylonitrylu	Produkcja i import kopolimeru akrylonitrylu	Stopa procentowa
1	wklęsła	programowanie	sztywny 60 Ft./dolar	wartość średnia	wyeliminowany	możliwy	możliwy	8 %
2	wklęsła	programowanie	parametr	wartość średnia	wyeliminowany	możliwy	możliwy	8 %
3	wklęsła	programowanie	sztywny 60 Ft./dolar	wartość średnia	możliwy	możliwy	możliwy	8 %
4	liniowa	programowanie	sztywny 60 Ft./dolar	wartość średnia	wyeliminowany	możliwy	możliwy	8 %
5	liniowa	programowanie	sztywny 60 Ft./dolar	wartość średnia	wyeliminowany	wyeliminowany	możliwy	8 %
6	liniowa	programowanie	sztywny 60 Ft./dolar	wartość średnia	wyeliminowany	możliwy	wyeliminowany	8 %
7	wklęsła	uszeregowanie	sztywny 60 Ft./dolar	górna i dolna granica	możliwy	możliwy	możliwy	8 %
8	wklęsła	programowanie	sztywny 60 Ft./dolar	zmienna losowa	wyeliminowany	możliwy	możliwy	8 %
9	wklęsła	uszeregowanie	sztywny 45 Ft./dolar	wartość średnia	możliwy	możliwy	możliwy	20 %

h) Na ogół uwzględnialiśmy 8% stopę procentową. Ale w jednym z obliczeń kontrolnych zastosowaliśmy 20-procentową stopę obowiązującą w urzędowych obliczeniach efektywności inwestycji.

Charakterystyka dziewięciu modeli podana została w tablicy 10.

Poza obliczeniami przeprowadzonymi przy założeniu limitów wyrażonych wektorem b_1 wykonaliśmy obliczenia zakładając w modelu odmienne wektory limitujące b_2 względnie b_3. Różniły się one przede wszystkim wytycznymi w zakresie dostaw krajowych i wielkości funduszu inwestycyjnego.

B.5 SZACUNKI KORELACYJNE

W ramach rachunków stochastycznych oszacowaliśmy korelację pomiędzy cenami różnych produktów. Szacunki te traktowaliśmy sami z dużą rezerwą; dokonaliśmy ich jedynie w celach eksperymentalnych, ponieważ materiały liczbowe miały charakter prowizoryczny.

Korelacje pomiędzy cenami poszczególnych produktów ustaliliśmy przede wszystkim w odniesieniu do lat 1953–1960.

Jednakże korelacje, ustalone w oparciu o badania statystyczne danych z przeszłości, służyć mogą jedynie jako *orientacyjny punkt wyjścia* przy przewidywaniu korelacji w przy-

Tablica B.11

Szacunki korelacyjne

Produkt 1	Produkt 2	Współczynnik korelacji
Orlon	Kopolimer akrylonitrylu	0,9
Orlon	Terylen	0,5
Kopolimer akrylonitrylu	Terylen	0,5
Orlon	Włókno polipropylenowe	0,5
Kopolimer akrylonitrylu	Włókno polipropylenowe	0,5
Jedwab z nylonu 6	Jedwab polipropylenowy	0,5
Terylen	Włókno polipropylenowe	0,5
Włókno polipropylenowe	Jedwab polipropylenowy	0,8
Włókno wiskozowe	Jedwab wiskozowy	0,6
Kaprolaktam	Jedwab z nylonu 6	0,6
Glikol etylenowy	Tereftalan metylu	0,6
Tereftalan metylu	Włókno terylenowe	0,6
Akrylonitryl	Orlon	0,7
Akrylonitryl	Włókno z kopolimeru akrylonitrylu	0,7
Benzen	Fenol	0,5*
Benzen	Paraksylen	0,5
Celuloza do włókien	Włókno wiskozowe	0,6
Celuloza do włókien	Celofan	0,6
Celuloza do jedwabiu	Jedwab wiskozowy	0,6
Siarka	Kwas siarkowy	0,8

* Między cenami benzenu i fenolu nie można było wyznaczyć istotnej korelacji na podstawie badania faktycznych danych. Jednakże w przyszłości, wobec rozpowszechniania się produkcji syntetycznego fenolu sytuacja ta prawdopodobnie ulegnie zmianom.

szłości. W związku z tym musieliśmy uwzględnić to, że przy szacowaniu przedziałów, w których powinny w przyszłości znaleźć się ceny, już z góry bierzemy pod uwagę pewną współzależność cen produktów związanych z sobą. Tak na przykład prognozy odnoszące się do cen włókna terylenowego i orlonowego opierają się na założeniu, że ceny obu tych włókien będą się równocześnie obniżały. Korelacja wyraża więc jedynie to, że gdy przy zniżkowej tendencji cen obu tych włókien cena jednego z nich znajdzie się w dolnej części oszacowanego przedziału, wtedy wzrasta prawdopodobieństwo, iż cena drugiego włókna znajdzie się również w dolnej części wewnątrz przedziału.

Oszacowania odnoszące się do roku 1975 podano w tablicy B.11.

B.6 WARTOŚĆ OCZEKIWANA I WARIANCJA STOCHASTYCZNEJ FUNKCJI KOSZTÓW

W odróżnieniu od symboliki stosowanej w rozdziale 3, w którym model przemysłu włókien sztucznych został po raz pierwszy opisany, będziemy tu charakteryzować działalności przy pomocy dwóch wskaźników. Działalnościom produkcyjnym przypiszemy wskaźnik „1", działalnościom importowym „2", działalnościom eksportowym „3" ($k=1, 2, 3$). Drugi wskaźnik służy do określenia tego, o jakiej działalności produkcyjnej, importowej lub eksportowej jest mowa ($j=1, 2, \ldots, n_k$).

Kolejno ponumerowaliśmy materiały zużywane w przemyśle włókien sztucznych, których nie otrzymuje się w ramach działalności opisanych w modelu (zostały one wyszczególnione w paragrafie 3.2). Dla tych materiałów oszacowaliśmy ceny światowe. Nazywać je będziemy materiałami podstawowymi i oznaczymy za pomocą wskaźnika „4". Symbol „n_4" oznacza liczbę materiałów podstawowych.

Ostatecznie doszliśmy do czterech grup produktów:

1) produkty otrzymywane w ramach działalności produkcyjnych,
2) produkty otrzymywane w ramach działalności importowych,
3) produkty otrzymywane w ramach działalności eksportowych,
4) materiały podstawowe.

Oczekiwaną wartość funkcji celu, przy rozwiązaniu $\boldsymbol{x}$ będzie:

$$c(x)=\sum_{j=1}^{n_1}\left[P_j\left(\frac{x_{1j}}{x_{0j}}\right)^{\pi_j}+Q_j\cdot\left(\frac{x_{1j}}{x_{0j}}\right)^{\psi_j}+r_j x_{1j}\right]+\sum_{j=1}^{n_2} s_{2j}x_{2j}+\sum_{j=1}^{n_3} s_{3j}x_{3j}, \qquad (B.1)$$

gdzie:

x_{0j} – poziom działalności produkcyjnej ($j=1, \ldots, n_1$) przy ustalonej wielkości zakładu,

P_j – wartość oczekiwana zmiennej losowej $\boldsymbol{P}_j$. Ta zmienna losowa reprezentuje oprocentowanie kosztów inwestycyjnych niezbędnych dla prowadzenia działalności produkcyjnej j ($j=1, \ldots, n_1$) na poziomie x_{0j} odpowiadającym ustalonej wielkości zakładu.

Q_j – wartość oczekiwana zmiennej losowej $\boldsymbol{Q}_j$. Ta zmienna losowa wyraża roczne eksploatacyjne koszty osobowe działalności produkcyjnej j ($j=1, \ldots, n_1$) przy ustalonym poziomie X_{0j}.

π_j, ψ_j – wykładniki degresji kosztów działalności produkcyjnej j ($j=1, \ldots, n_1$).

r_j – wartość oczekiwana zmiennej losowej $\boldsymbol{r}_j$. Ta zmienna losowa wyraża pozostałe koszty eksploatacyjne (poza kosztami osobowymi) działalności produkcyjnej j ($j=1, \ldots, n_1$)

na poziomie jednostkowym. Dalej nazywane będą one proporcjonalnymi kosztami eksploatacyjnymi.

s_{2j}, s_{3j} – wartość oczekiwana zmiennych losowych $\boldsymbol{s}_{2j}, \boldsymbol{s}_{3j}$. Te zmienne losowe reprezentują jednostkowe koszty działalności importowych j ($j=1, \ldots, n_2$) względnie eksportowych j ($j=1, \ldots, n_3$) czyli ceny importowe względnie eksportowe. (Te ostatnie ze znakiem minus.).

Osobnego wyjaśnienia wymagają proporcjonalne koszty eksploatacyjne $\boldsymbol{r}_j$ ($j=1, \ldots, n_1$), które określiliśmy w sposób następujący:

$$\boldsymbol{r}_j - \sum_{h=1}^{n_4} g_{jh} \boldsymbol{s}_{4h} + 4h + k_j + e_j \quad (j=1, \ldots, n_1), \tag{B.2}$$

gdzie

g_{jh} – współczynnik nakładu materiałowego, tzn. ilość podstawowego materiału h ($h=1, \ldots, n_4$) niezbędna dla prowadzenia działalności produkcyjnej j ($j=1, \ldots, n_4$) na poziomie jednostkowym. Współczynnik ten traktujemy jako stałą.

s_{4h} – cena jednostkowa podstawowego materiału h ($h=1, \ldots, n_4$), którą traktujemy jako zmienną losową.

k_j – koszty proporcjonalne działalności produkcyjnej j ($j=1, \ldots, n_1$) na poziomie jednostkowym nie zaliczone do kosztów materiałów podstawowych. ($\sum_h g_{jh} \boldsymbol{s}_{4h}$). Na przykład koszty pomocniczych materiałów pochodzenia krajowego, obliczone po cenie krajowej, koszty materiałowe konserwacji itp. (por. wiersze 8 i 9 tablicy B.3. i B.4.) Zakładamy, że i te koszty są stałe.

e_j – zmienna losowa, której wartość oczekiwana wynosi 0. Reprezentuje ona niepewność związaną z oszacowaniami proporcjonalnych kosztów eksploatacyjnych działalności produkcyjnej j ($j=1, \ldots, n_1$) płynącą z innych źródeł jak niepewność cen w handlu zagranicznym. Tak więc z jednej strony zmienna losowa $\boldsymbol{s}_{4h}$ wyraża niepewność szacunków światowych cen materiałów podstawowych. ($h=1, \ldots, n_4$). Z drugiej strony uwzględniamy również niepewność przyjętych współczynników nakładów materiałów i to zarówno importowanych materiałów podstawowych liczonych po cenach światowych, jak i materiałów krajowych liczonych po cenach krajowych. Niepewność tych ostatnich współczynników reprezentuje właśnie zmienna losowa $\boldsymbol{e}_j$.

Tak więc oczekiwana wartość r_j występująca w równaniu (B.1) wyraża się wzorem:

$$r_j = \sum_{h=1}^{n_4} g_{jh} s_{4h} + k_j \quad (j=1, \ldots, n_1) \tag{B.3}$$

Przechodzimy do określenia wariancji. Potrzebne w tym celu współczynniki korelacji wyznaczamy w sposób następujący:

$\rho_{ji,hl}$ – współczynnik korelacji między ceną produktu j grupy i, a produktu l grupy h. Np. $\rho_{2j,4l}$ jest to współczynnik korelacji pomiędzy ceną produktu importowanego w ramach działalności importowej j i ceną materiału podstawowego l.

Wariancję funkcji kosztów przy rozwiązaniu określamy wzorem:*

* Po prawej stronie podajemy wyjaśnienie poszczególnych składników.

Ekonomiczna charakterystyka poszczególnych składników

$$\sum_{j=1}^{n_1}\left[\sigma_{pj}^2\left(\frac{x_{1j}}{x_{0j}}\right)^{2\pi_j}+\sigma_{Qj}^2\left(\frac{x_{1j}}{x_{0j}}\right)^{2\psi_j}\right]x_{1j}^2+$$

oprocentowanie inwestycji i koszty osobowe działalności produkcyjnych;

(B.4)
$$+\sum_{j=1}^{n_1} a_j^2 x_{1j}^2+$$

koszty proporcjonalne działalności produkcyjnych;

$$+\sum_{j=1}^{n_2}\sigma_{s2j}^2 x_{2j}^2+\sum_{j=1}^{n_3}\sigma_{s3j}^2 x_{3j}^2+$$

koszty działalności importowych i eksportowych;

$$+2\sum_{\substack{jh=1\\ j<h}}^{n_1} b_{jh}x_{1j}x_{1h}+$$

korelacja pomiędzy kosztami materiałów podstawowych w działalnościach produkcyjnych;

$$+2\sum_{j=1}^{n_1}\left[\sum_{h=1}^{n_2} c_{j,2h}x_{1j}x_{2h}+\sum_{h=1}^{n_3} c_{j,3h}x_{1j}x_{3h}\right]+$$

korelacja pomiędzy kosztami materiałów podstawowych w działaniach produkcyjnych i kosztami działalności importowych i eksportowych;

$$+2\sum_{\substack{j,h=1\\ j<h}}^{n_2}\rho_{2j,2h}\sigma_{s2j}\sigma_{s2h}x_{2j}x_{2h}+$$

korelacja pomiędzy kosztami działalności importowych;

$$+2\sum_{j=1}^{n_2}\sum_{h=1}^{n_3}\rho_{2j,3h}\sigma_{s2j}\sigma_{s3h}x_{2j}x_{3h}+$$

korelacja pomiędzy kosztami działalności importowych i eksportowych;

$$+2\sum_{\substack{j,h=1\\ j<h}}^{n_3}\rho_{3j,3h}\sigma_{s3j}\sigma_{s3h}x_{3j}x_{3h},$$

korelacja pomiędzy kosztami działalności eksportowych;

gdzie:

$$a_j^2=\sum_{i,l=1}^{n_4} g_{ji}g_{jl}\rho_{4i,4l}\sigma_{s4i}\sigma_{s4l}+\sigma_{ej}^2 \quad (j=1,\ldots,n_1), \tag{B.5}$$

$$b_{jh}=\sum_{h,l=1}^{n_4} g_{ji}g_{hl}\rho_{4i,4l}\sigma_{s4i}\sigma_{s4l} \quad (j,h=1,\ldots,n_1\ j<h) \tag{B.6}$$

$$c_{j,ih}=\sum_{l=1}^{n_4} g_{jl}\rho_{4l,ih}\sigma_{s4l}\sigma_{sih} \quad \begin{matrix}(j=1,\ldots,n_1\\ l=2,3,\\ h=1,\ldots,n_4).\end{matrix} \tag{B.7}$$

W funkcji celu (19.1) występuje odchylenie standardowe, czyli jej pierwiastek kwadratowy z wariancji (B.4).

B.7 WPŁYW SPECJALIZACJI LUB ZRÓŻNICOWANIA DZIAŁALNOŚCI*

Poniżej na przykładzie bardzo uproszczonego modelu wykażemy wpływ specjalizacji względnie zróżnicowania działalności.

Model nasz jest modelem programowania liniowego z jedynym zasobem ogranicza-

* Autorem tego paragrafu jest T. Liptàk

jącym (może nim być np. fundusz inwestycyjny). Poziom działalności mierzymy za pomocą ich udziału w ograniczającym zasobie. Ogólnym celem jest minimalizacja kosztów.

Załóżmy, że w zadaniu programowania liniowego

$$x_1+\ldots+x_n=1 \tag{B.8}$$

$$x_1\geqslant 0,\ \ldots,\ x_n\geqslant 0 \tag{B.9}$$

$$c_1 x_1+\ldots+c_n x_n\to\min, \tag{B.10}$$

współczynniki $c_1, \ldots, c_n$ są niezależnymi zmiennymi losowymi o spodziewanych wartościach oczekiwanych i odchyleniach standardowych wyrażonych wzorami:

$$c_i=M(c_1) \text{ wzgl. } \sigma_i=D(c_1) \quad i=1, \ldots, n \tag{B.11}$$

Zadanie pierwsze

Zamiast funkcji (B.10.) minimalizujemy jej wartość oczekiwaną.

Ponieważ

$$M(c_1 x_1+\ldots+c_n x_n)=\sum_{i=1}^{n} c_i x_i, \tag{B.12}$$

więc optymalnym jest to rozwiązanie, w którym ograniczamy się do działalności z współczynnikiem o minimalnej wartości oczekiwanej, tzn. rozwiązanie

$$x_{i_0}^*=1\ ,\ x_i^*=0\ \ i\neq i_0\ , \tag{B.13}$$

gdzie

$$c_{i_0}=\min\{c_i\} \tag{B.14}$$

$$1\leqslant i\leqslant n$$

Zadanie drugie

Minimalizujemy odchylenie standardowe funkcji celu (B.10).

Do tego samego wyniku dojdziemy, gdy będziemy minimalizować wariancję

$$D^2\Big(\sum_{i=1}^{n} c_i x_i\Big)=\sum_{i-1}^{n}\sigma_i^2 x_i^2\ . \tag{B.15}$$

Stosujemy nierówność Cauchy'ego

$$\Big(\sum_{i=1}^{n} a_i b_i\Big)^2\leqslant\Big(\sum_{i=1}^{n} a_i^2\Big)\Big(\sum_{i=1}^{n} b_i^2\Big). \tag{B.16}$$

Podstawiając w tej nierówności

$$a_i=\sigma_i x_i,\ b_i=\sqrt{x_i}\ ,$$

z równań (B.15) i (B.8) otrzymujemy:

$$D^2\Big(\sum_{i=1}^{n} c_i x_i\Big)\geqslant\frac{\Big(\sum_{i=1}^{n}\sigma_i x_i\sqrt{x_i}\Big)^2}{\sum_{i=1}^{n} x_i}\geqslant\Big(\sum_{i=1}^{n}\sigma_i x_i\sqrt{x_i}\Big)^2 \tag{B.17}$$

Ostatnia nierówność będzie spełniona jako równanie, czyli wyrażenie $D^2(\sum_{i=1}^{n} c_i x_i)$ osiągnie minimum tylko wtedy, gdy

$$\frac{a_1}{b_1} = \ldots = \frac{a_n}{b_n},$$

tj. gdy

$$\sigma_1 \sqrt{x_1} = \ldots = \sigma_n \sqrt{x_n},$$

czyli gdy

$$\sigma_1^2 x_1 = \ldots = \sigma_n^2 x_n. \tag{B.18}$$

Uwzględniając (B.18) (B.8) i (B.9) widzimy, że składowe optymalnego rozwiązania x_i^* muszą spełniać warunek:

$$x_i^* = \frac{\frac{1}{\sigma_i^2}}{\sum_{k=1}^{n} \frac{1}{\sigma_k^2}} \qquad (i = 1, \ldots, n) \tag{B.19}$$

Innymi słowy: odchylenie standardowe jest minimalne przy takim rozwiązaniu, w którym zasób ograniczający rozdzielony zostanie między poszczególne działalności w stosunku odwrotnie proporcjonalnym do wariancji współczynników w funkcji celu. Minimalna wartość odchylenia standardowego wyniesie

$$\sigma^* = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \sigma_i^2 \, x_i^{*2}} = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\sigma_i^2}}}. \tag{B.20}$$

Jeżeli

$$\sigma_i = \sigma_2 = \ldots = \sigma_n = \sigma, \tag{B.21}$$

wtedy optymalne rozwiązanie określone wzorem (B.19) charakteryzuje się równością wszystkich zmiennych.

$$x_1^* = x_2^* = \ldots = x_n^* = \frac{1}{n} \tag{B.22}$$

i

$$\sigma^* = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \tag{B.23}$$

Ogólny wniosek brzmi: minimalizacja wartości oczekiwanej prowadzi do racjonalizacji, a minimalizacja odchylenia standardowego do zróżnicowania działalności.

KSIĄŻKI, ARTYKUŁY, OPRACOWANIA NAUKOWE

[1] Ackoff R. L.: *Progress in Operations Research.* Vol. 1, Wiley, New-York London, 1961.

[2] Arnoff E. L., Sengupta S. S.: Mathematical programming, poz. [1], 105—210.

[3] Arrow K. J.: Alternative approaches to the theory of choice in risk-taking situations. „*Econometrica*" (1951) (19), ss. 404—437.

[4] Arrow K. J., Hurwicz L., Uzawa H.: *Studies in Linear and Non-Linear Programming.* Stanford University Press, Stanford 1958.

[5] Augustinovics M.: The chessboard-type table for the year 1965, w pracy [105], ss. 182—192.

[6] Baumol W. J.: *Economic Theory and Operational Analysis.* Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1962.

[7] Bellman R.: *Dynamic Programming.* Princeton University Press, Princeton 1957.

[8] Berk J. M., Haselbarth J. E.: Cost capacity data, „*Chemical Engineering*" 1960 (67), 12 grudnia, s. 172; 1961 (68) 23 stycznia, s. 161.

[9] Bodewig E.: *Matrix Calculus.* North-Holland Publishing Co., Amsterdam 1956.

[10] Bognár J.: *Kereslet es keresletkutatás a szocializmusban* (Popyt i poszukiwanie popytu w socjalizmie) Közgazdasagi és Jogi Könyvkiadó Budapeszt 1961.

[11] Bojarski A. J.: K woprosu o promienienii matiematiki w ekonomikie „*Woprosy ekonomiki*" 1961, nr 2, ss. 59—72.

[12] Boulding K. E.: *Welfare Economics.* Poz. [49], ss. 1—36.

[13] Brockie M. D., Grey A. L.: The marginal efficiency of capital and investment programming. „*The Economic Journal*" 1956 (66), ss. 662—675.

[14] Bródy A.: Az ágazati kapcsolatok mérlege és a közvetett beruházásog (Bilans powiązań międzygałęziowych i inwestycje pośrednie) „*Közgazdasági Szemle*" 1960 nr 7, ss. 561—580.

[15] Bródy A.: *Az ágazati kapcsolatok mérlege. A felhasznált absztrakciók és azok korlátai. A számitások pontossága* (Bilans powiązań międzygałęziowych. Wykorzystane abstrakcje i ich ograniczenia. Dokładność obliczeń), Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaságtudomanyi Intézete Budapest 1960.

[16] Brown G. W.: *Some notes on computation of games solutions.* Rand Corporation D-436, 1949.

[17] Brown G. W.: *Iterative solution of games by fictitious play.* Poz. [70], ss. 374—376.

[18] Charnes A., Lemke C. E.: *Minimization of non-linear Separable Functions.* Carnegie Institute of Technology Pittsburgh 1954.

[19] Charnes, A., Cooper W. W., Henderson A.: *An Introduction to Linear Programming.* Wiley, New York 1953.

[20] Chernoff H.: Rational selection of decision functions. „*Econometrica*" 1954 (22), ss. 422—443.

[21] Churchman C. W., Ackoff R. L., Arnoff E. L.: *Introduction to Operations Research.* Wiley, New York 1957.

[22] Courtillot M.: Programmation linéaire. Etude de la modification de tous les parametres. „*Comptes Rendus de seances de l'Academie des Sciences*" 1958 (247), ss. 670—673.

[23] Cramer H.: *Mathematical Methods of Statistics.* Princeton: Princeton University Press, 1957.

[24] Csepinszky A.: Some problems of the interdependence of the producing branches in agriculture. Poz. [105], ss. 112—121.
[25] Csikos Nagy B.: *A szocialista érképzés.* (Socjalistyczne kształtowanie cen), Közgazdasegi és Jogi Könyvkiadö. Budapeszt 1961.
[26] Cukor Gy., Roman Z.: Az ágazati kapcsolatok mérlegének felhasználása az ipar ágazati szerkezetènek vizsgálatàra és tervezésére (Wykorzystanie bilansu powiązań międzygałęziowych dla badania struktury gałęzi przemysłu i planowania). „*Komunikaty Instytutu Nauk Ekonomicznych Węgierskiej Akademii Nauk*" 1960, nr 9.
[27] Dantzig G. B., Wolfe Ph.: Decomposition principle for linear programms. „*Operatians Research*" 1960 (8), ss. 101—111.
[28] Dantzig G. B., Wolfe Ph.: The decomposition algorithm for linear programs. „*Econometrica*" 1961 (29), ss. 767—778.
[29] Davies M., Verhulst M. (ed.): *Operational Research in Practice.* Pergamon London 1958.
[30] Dean J.: *Managerial Economics.* Prentice Hall, Englewood Cliffs 1959.
[31] Deák A.: *Egyes vegyi folyamatok termelési költségeinek elemzési módszere* (Metoda analizy kosztów produkcyjnych w poszczególnych procesach chemicznych) Dysertacja kandydacka, rękopis. Budapeszt 1962.
[32] Deák J., Nemes F.: A beruházások utólagos vizsgálata. (Dodatkowe badania inwestycji) „*Figyeló*" 1961, nr 23.
[33] Deák J.: A termelés közvetlen és közvetett állóeszközigényességi mutatójáool (O wskaźniku bezpośredniego i pośredniego zapotrzebowania na środki trwałe w produkcji), „*Pénzùgyi Szemle*", 1963, nr 7, ss. 13—21.
[34] Domar E. D.: *Essays in the Theory of Economic Growth.* Oxford University Press, New York 1957.
[35] Dorfman R., Samuelson P. A., Solow R. M.: *Linear Programming and Economic Analysis.* Mc Graw Hill, New York 1958.
[36] Douglas P. H.: *The Theory of Wages.* Mac Millan, New York 1934.
[37] Erdös P.: A tervgazdálkodás néhány elméleti kérdéséröl. (O niektórych teoretycznych zagadnieniach gospodarki planowej). „*Közgazdasági Szemle*" 1956, nr 3, ss. 676—694.
[38] Frisch R.: *A Survey of Types of Economic Forecasting and Programming, and a Brief Description of the Oslo Chanel Model.* University of Oslo, Oslo 1961.
[39] Friss I. (ed.): A magyar Tudományos Akadémia Közgazdaság-tudományi Intézetének Évkönyve „*Rocznik Instytutu Ekonomicznego Węgierskiej Akademii Nauk*" (1960—1961) (III).
[40] Fülöp S., Gerö Gy, Vidos T.: Optimális üzemnagyság az iparban (*Optymalna wielkość zakładu w przemyśle*) (w druku)
[41] Ganczer S.: Arszámitások modern matematikai módszerekkel (*Obliczania cen za pomocą nowoczesnych metod matematycznych*). Dysertacja kandydacka (rękopis). Budapeszt 1962.
[42] Gass S.: *Linear Programming.* Mc Graw Haill, New York 1958.
[43] Gerle Gy.: A beruházások gazdaságosságának vizsgálata. (*Badanie ekonomiczności inwestycji*) w pracy *Beruházások gazasági hatékonysága* (*Efektywność ekonomiczna inwestycji*) Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Budapeszt 1959.
[44] Goldman A. J.: Resolution and Separation theorems for polyhedral convex tests. Poz. [90], ss. 41—51.
[45] Goldman A. J., Tucker A. W.: Theory of linear programming Poz. [90], ss. 53—97.
[46] Chaczaturow T.: Problemy ekonomiczeskoj effektiwnosti kapitałowłożenij w socyalisticzeskom chozjajstwie. „*Woprosy ekonomiki*" 1957, nr 2, ss. 106—121.
[47] Chaczaturow T.: Ekonomiczeskaja effektiwnost kompleksnoj mechanizacyi i awtomotyzacyi proizwodstwa. „*Woprosy ekonomiki*" 1959, nr 12, ss. 61—74.
[48] Hadley G.: *Linear Programming.* Addison-Wesley Reading — London 1962.
[49] Haley B. F. (ed.): *A Survey of Contemporary Economics.* Irwin, Homewood 1952.
[50] Harrod R. F.: *Towards a Dynamic Economics.* Mac Millan London 1948.
[51] Havas P.: Az ágazati kapcsolatok mérlegének felhasználása exportgazdaságossági szamitásokhoz (Wykorzystanie bilansu powiązań międzygałęziowych przy obliczeniach efektywności eksportu), „*Statisztikai Szemle*" 38(1960) 352—363.

[52] Havas P.: Az exportgazda ságosság átlag szinvonala és határértekei (Przeciętny poziom i wartości graniczne efektywności eksportu) „*Közgazdasági Szemle*" 1962, nr 9, ss. 1346—1364.
[53] Hicks J. R.: *The Theory of Wages*. Mac Millan, London 1932.
[54] Hicks J. R.: *Value and Capital*. Clarendon Press, Oxford 1957.
[55] Hicks J. R.: Thoughts on the theory of Capital — The Corfu Conference. „*Oxford Economic Papers*" 1960 (12), ss. 123—132.
[56] Chruszczow N. S.: O programmie komunisticzeskoj Partii Sowietskogo Sojuza. „*Prawda*" z dn. 19.X.1961 r., nr 298.
[57] Hurwicz L.: Optimality criteria for decision making under ignorance. „*Cowles Commission Discussion Paper, Statistics*" 1951, nr 370.
[58] Hurwicz L.: Programming in linear spaces. Poz. [4], ss. 38—102.
[59] Isard W., Schooler E. W., Vietorisz T.: *Industrial Complex Analysis and Developments. A Case of study Refinery-Petrochemical-Synthetic Fibre Complexes*. Wiley. New York 1959.
[60] Jávorka E., Berényi J.: *Jövedelmek a munkabéren felül*. (Dochody powyżej płac za robociznę). Kossuth, Budapeszt 1960.
[61] Kalecki M.: Dynamika inwestycji i dochodu narodowego w gospodarce socjalistycznej. „*Ekonomista*" 1956 nr 5, ss. 61—70.
[62] Kantorowicz L. W.: *Ekonomiczeskij rasczet najłuczszego ispolzowanija resursow*. Izdatielstwo AN SSSR Moskwa 1959.
[63] Karlin S.: *Mathematical Methods and Theory in Games, Programming and Economics*. Pergamon, London — Paris, 1959.
[64] Kataoka S.: A stochastic programming model. „*Econometrica*" 1963 (31), ss. 181—196.
[65] Kádas K.: *Az emberi munka termelékenységének statisztikai vizsgálata a magyar gyáriparban. A Cobb-Douglas-féle statisztikai törvény kiegészitése* (Statystyczne badanie wydajności pracy ludzkiej w węgierskim przemyśle fabrycznym. Uzupełnienie statystycznego prawa Cobb-Douglasa) Hornyanszky, Budapeszt 1944.
[66] Kádár I.: On the application of the input-output table in building industry. Zob. [105], ss. 235—243.
[67] Knight F. H.: *Risk, Uncertainty and Profit*. Koughton-Mifflin, Boston 1921.
[68] Konius A. A.: Razszirenije sistemy urawnienii miezotraslewych zwiazi dla celej perspektiwnogo płanirowanija. Patrz [133], ss. 56—78.
[69] Koopmans T. C.: Analysis of production as an efficient combination of activities. Poz. [70], ss. 33—97.
[70] Koopmans, T. C. (ed.): *Activity Analysis of Production and Allocation*. Wiley-Chapman, New York — London.
[71] Kornai J.: *Overcentralization in Economic Administration*. Oxford University Press, Oxford 1959.
[72] Kornai J.: A müszaki fejlesztés és a beruházások gazdaságosságának számitása (Obliczenie efektywności rozwoju technicznego i inwestycji) „*Közgazdasági Szemle*" nr 7, ss. 670—684.
[73] Kornai J. Egy iparág optimális beruházási tervének meghatározása lineáris programozással (Określenie optymalnego planu inwestycji jednej gałęzi przemysłu przy pomocy programowania liniowego). „*Közgazdasági Szemle*" 1961 nr 8, ss. 570—585.
[74] Kornai J.: *A központi és ágazáti programozáso kösszekapcsolása* (Powiązanie Centralnych i gałęziowych programowań). Rękopis Tudomáyos Akadémia Számitástechnikai Központja, 1961. (Centrum Obliczeniowe Węgierskiej Akademii Nauk) Budapeszt 1961.
[75] Kornai J.: *A beruházások matematikai programozása*. (*Matematyczne programowanie inwestycji*). Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapeszt 1962.
[76] Kornai J., Hólló J., Marcsányi Z., Simán M., Rimler J., Wellisch P.: *A ruházati ipar ágazati kapcsolatainak mérlege* (*Bilans powiązań międzygałęziowych w przemyśle odzieżowym*). Praca powielona. Textilipari Kutató Intézet (Instytut Przemysłu Tekstylnego) Budapeszt 1962.
[77] Kornai J., Kotányi F., Papp Z., Pécsi J., Szabó L., Wellisch P.: *A pamutszövöipar optimális beruházási programjának meghatározása* (*Określenie optymalnego programu inwestycji w przemyśle bawełnianym*). Praca powielona Textilipari Kutató Intézet (Instytut Przemysłu Tekstylnego) Budapeszt) 1960.

[78] Kornai J., Lipták T.: *A nyereségérdekeltség matematikai vizsgálata* (*Matematyczne badanie zainteresowania w zysku*). Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapeszt 1959.
[79] Kornai J., Lipták T.: A matematical investigation of some economic effects of profit sharing in socialist firms. „*Econometrica*" 1962 (30), ss. 140—161.
[80] Kornai J., Lipták T.: Kétszintü tervezés (*Planowanie dwupoziomowe*). Praca powielona Magyar Tudományos Akadémia Számitástechnikai Központja (Centrum Obliczeniowe Węgierskiej Akademii Nauk) 1962.
[81] Kornai J., Lipták T.: Kétszintü tervezés: Játékelméleti modell és iterativ számitási eljárás népgazdasági távlati tervezési feladotok megoldására (Dwupoziomowe planowanie: model teorii gier i iteratywna metoda obliczeń dla rozwiązania zadań planowania perspektywicznego w gospodarce narodowej) „*A Magyar Tudományos Akadémia Matematikai Kutató Intézetének Közleményei*" (Komunikaty Matematycznego Instytutu Botanicznego Węgierskiej Akademii Nauk) 1962, nr 7. ss. 577—621.
[82] Kornai J., Lipták T.: *Two-Level Planning*. Praca powielona. Magyar Tudományos Akadémia Számitástechnikai Központja. Budapeszt 1963.
[83] Kornai J., Lipták T., Vidos T.: Gazdasági számitas a magyar müszálgyártás fejlesztési programjának meghatározására. (*Ekonomiczne obliczenia dla określenia programu rozwoju węgierskiego przemysłu włókien sztucznych*). Praca powielona. Magyar Tudományos Akadémia Számitástechnikai Központja. Budapeszt 1960.
[84] Kornai J., Martos B.: The application of the inputoutput table to determine the optimum development program of the aluminium industry. Poz. [105], ss. 224—234.
[85] Kornai J., Tardos M., Verden F., Frey T.: A magyar müszalgyártás fejlesztésének matematikai programozása. (*Matematyczne programowanie rozwoju węgierskiego przemysłu włókien sztucznych*). Praca powielona. Magyar Tudományos Akadémia Számitástechnikai Központja. Budapeszt 1963.
[86] Korotkiewicz B. S.: Razwitije proizwodstwa sintieticzeskich kauczukow „*Żurnał Wsiesojuznogo Chimiczeskogo Obszczestwa im D. J. Mendelejewa*" 1961 nr 1, ss. 69—74.
[87] Kölbel H., Schulze J.: *Projektierung und Vorkalkulation in der chemischen Industrie*. Springer, Berlin–Gottingen–Heidelberg 1960.
[88] Krekó B.: Lineáris programozás. (*Programowanie liniowe*). Közgazdasági és Jogi Konyvkiadó. Budapeszt 1962.
[89] Kuhn H. W., Tucker A. W.: Nonlinear Programming. Poz. [129], ss. 481—492.
[90] Kuhn H. W., Tucker A. W.: (ed) *Linear Inecualities and Related Systems*. Princeton University Press, Princeton 1959.
[91] Künzi H. P., Krelle W.: *Nichtlineare Programmierung*. Springer, Berlin–Gottingen–Heidelberg 1962.
[92] Lange O.: *Price Flexibility and Employment*. Bloomington: Principia, 1944.
[93] Lange O.: *Wstęp do ekonometrii*. PWN, Warszawa 1965.
[94] Lenin W. J.: Zagadnienie agrarne i krytyka Marksa. *Dzieła*, t. 5, ss. 87—202. Warszawa 1949.
[95] Leontief W.: *The Structure of American Economy, 1919—1936*. Oxford University Press, New York 1953.
[96] Leontief W. (ed.): *Studies in the Structure of the American Economy*. Oxford University Press, New York 1953.
[97] Lerner A. P.: *The Economics of Control*. Mac Millan, New York 1947.
[98] Lipták T.: Kétszintü tervezés Modositoff matematikai rész. (*Dwupoziomowe planowanie. Zmodyfikowana część matematyczna*). Praca powielona. Magyar Tudományos Akadémia Számitástechnikai Központja, (Centrum Obliczeniowe Węgierskiej Akademii Nauk) Budapeszt 1962.
[99] Lipták T.: Two-level programming: A game-theoretical model for solving large-scale linear and non-linear programming problems with fictitious play. „*Publications of the Mathematical Institute of the Hungarian Academy of Science*" (w druku).
[100] Lipták T., Nagy A.: A magyar pamutszövet-kivitel rövidlejáratu optimum számitásának modellje. (*Model krótkofalowego obliczania optimum wywozu węgierskiej tkaniny bawełnianej*). Praca powielona. Hungarotex — Magyar Kereskedelmi Kamara, Budapeszt 1962.
[101] Lipták T., Nagy A.: A külkereskedelmi optimum-számitások eredményének összehasonlitása

hányad és összegtipusú célfüggvény alkalmazása eséten. (*Porównanie wyników obliczeń optimum handlu zagranicznego w przypadku stosowania funkcji celu typu ułamka i sumy*). Praca powielona Magyar Kereskedelmi Kamara. Budapeszt 1963.
[102] Luce R. D., Raiffa H.: *Games and Decisions*. Wiley. New York 1958.
[103] Lukács L.: Összetüggések a bernházások gazdaságossága és az érdekeltség között (Zależności między efektywnością inwestycji i zainteresowaniem). Poz. [39], ss. 237–248.
[104] Lukács O.: Az elsö magyar ágazati kapcsolati összeállitása és felhasználása... (Compilation and utilization of the first Hungarian input-output table). (Opracowanie i wykorzystanie pierwszego węgierskiego bilansu powiązań międzygałęziowych). „*Közgazdasági Szmele*" 1960 (7), ss. 168–175.
[105] Lukács O. (ed.): *Input-Output Tables Their Compilation and Use*. Akadémia Kiadó, Budapeszt 1962.
[106] Lukács O.: Hungarian input-output tables and the statistical basis of their compilation. Poz. [105], ss. 19–28.
[107] Lutz F., Lutz V.: *The Theory of the Investment of the Firm*. Princeton University Press, Princeton 1951.
[108] Macskássy H., Vidos T.: A müanyag szerepe hazánk és a világ anyaggazdálkodásában. (*Znaczenie tworzyw sztucznych w naszej i światowej gospodarce surowcowej*). Rękopis Szerves Vegyipari és Müanyagipari Kutató Intézet (Instytut Badawczy Przemysłu Chemii Organicznej i Przemysłu Tworzyw Sztucznych) Budapeszt 1960.
[109] Malinvaud E.: Programmes d'expansion et tout d'intéret. „*Econometrica*" 1959 (27), ss. 215–227.
[110] Małyszew I. S.: *Obszczestwiennyj uczet truda i cena pri socyalizmie*. Socekgiz, Moskwa 1960.
[111] Mandel M., Szunyogh Z., Varga J.: A termeló beruhazások gazdaságossagi szamitasának módszere. (Metoda obliczenia efektywności inwestycji produkcyjnych), „*Közgazdasági Szemle*" 1958, nr 5, ss. 257–272.
[112] Markowitz H. M.: *Portfolic Selection*. Wiley–Chapman. New York–London 1959.
[113] Martos B., Kornai J., Nagy A.: Lineáris programozási modell a magyar aluminiumipar távlati tervezésehez (Model programowania liniowego dla perspektywicznego planowania węgierskiego przemysłu aluminiowego). „*Magyar Tudományos Akadémia Számitástechnikai Központjanak Tájékoztatója*" (Informator Centrum Obliczeniowego Węgierskiej Akademii Nauk) 1961, nr 7, ss. 53–74.
[114] Márias A.: A termelés mennyisége és a termelési költségek közötti összefüggések iparvállatokban. (*Zależności między ilością produkcji i kosztami produkcji w przedsiębiorstwach przemysłowych*). Dysertacja kandydacka, w rękopisie. Budapeszt 1962.
[115] Marks K.: *Kapitał*, t. I.
[116] Marks K.: *Przyczynek do krytyki ekonomii politycznej*.
[117] Massé P.: Economie et stratégie. Poz. [29], ss. 114–131.
[118] McKinsey J. C. C.: *Introduction to the Theory of Games*. McGraw-Hill, New York 1952.
[119] Mendershausen H.: On the significance of Professor Douglas Production Function. „*Econometrica*" 1938 (6), ss. 143–153.
[120] Merk G.: Wahrscheinlichkeitstheorie und Investitionstheorie, „*Weltwirtschaftliches Archiv*" 1958 (81–1), ss. 66–78.
[121] Meyer J. R., Kuh E.: *The Investment Decision*. Harvard University Press Cambridge 1957.
[122] Milnor J.: Games against Nature. Poz. [164], ss. 49–59.
[123] Montias J. M.: On the consistency and efficiency of centra lplans. „*The Review of Economic Studies*" 1962 (29), ss. 280–290.
[124] Mstisławski P.: A beruházások hatékonyságának néhány kérdéséröl. (O niektórych zagadnieniach efektywności inwestycji). „*Magyar–Szovjet Közgazdasági Szemle*" 1949, nr 3, ss. 724–727.
[125] Nagy T., Esze Zs.: A többcsatornás ipari termelöi ártipus (Wielokanałowy typ produkcyjnych cen przemysłowych) „*Közgazdasági Szemle*" 1963, nr 10, ss. 16–29.
[126] Neményi I.: *A beruházások és felujitások finanszirozása* (*Finansowanie inwestycji i remontów*), Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapeszt 1959.
[127] Neumann J.: A model of general economic equilibrium „*The Review of Economic Studies*" 1945–46 (13), ss. 1–9.

[128] Neumann J., Morgenstern O.: *Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton University Press. Princeton 1953.
[129] Neyman J. (ed.): *Proceedings of the Second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*. University of California Press Berkeley — Los Angeles 1951.
[130] Niemczynow W. S.: *Ekonomiko-matiematiskije metody i modieli*. Izdatielstwo Socyjalno-ekonomiczeskoj Literatury. Moskwa 1962.
[131] Nowożyłow W. W.: Izmierienije zatrat i ich rezultatow w socyalisticzeskoj chozjajstwie. Poz. [131], ss. 12—213.
[132] Niemczynow W. S.: *Primienienije matiematiki w ekonomiczeskich issledownijach*. Tom I. Izdatielstwo Socyalno-ekonomiczeskoj Literatury, Moskwa 1961.
[133] Niemczynow W. S. (red.): Stoimost i cena pri socyalizmie „*Woprosy ekonomiki*" 1960, nr 12, 85—103.
[134] Niemczynow W. S. (red.): *Primienienije matiematiki w ekonomiczeskich issledowanijach* Tom 2. Izdatielstwo Socyalno-ekonomiczeskoj Literatury, Moskwa 1961.
[135] Nyitrai V.: Inversion of the input-output table. Poz. [105], ss. 91—99.
[136] Pajestka J.: *Zatrudnienie i inwestycje a wzrost gospodarczy*. PWN, Warszawa 1961.
[137] Peters S. M.: *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. Mc Graw Hill, New York 1958.
[138] Pigou A. C.: *The Economics of Welfare*. Mc Millan, London 1946.
[139] Porwit K.: Zagadnienia rachunku ekonomicznego w planie centralnym. „*Prace i Materiały Zakładu Badań Ekonomicznych*" 1962, nr 24.
[140] Radnóti E.: A fogyasztási szerkezet sajátosságai a háztartásstatisztikai adatok tükrében és azok felhasználása a keresleti prognózis készitésénél. (*Specyfika struktury konsumpcji w świetle danych gospodarstwa domowego i wykorzystanie tych danych przy przygotowywaniu prognozy popytu*) Praca powielona Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaságtudományi Intezete. (Instytut Ekonomiczny Węgierskiej Akademii Nauk) Budapeszt 1962.
[141] Rácz A., Ujlaki L.: Az ágazati kapcsolatok 1957. évi mérlegének inverze. (Inwersja bilansu powiązań międzygałęziowych roku 1957). „*Statisztikai Szemle*" 1960, nr 38, ss. 1216—1230.
[142] Rácz J.: Allóalap-számitások a hosszutávlati tervezésben. (*Obliczenia funduszu środków trwałych w perspektywicznym planowaniu*). Praca powielona Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaságtudományi Intézete Instytut Ekonomiczny Węgierskiej Akademii Nauk, Budapeszt 1962.
[143] Rényi A.: *Valószinüségszámitás (Rachunek prawdopodobieństwa)*. Tankönyvkiadó, Budapeszt 1954.
[144] Rimler J.: A ruhásati ipar ágazati kapcsolatainak mérlegéröl. (O bilansie powiązań międzygałęziowych przemysłu odzieżowego) „*Ipari és Epitöipari Statisztikou Ertesitö*", „*Informator Statystyczny Przemysłu i Budownictwa*" 1961 (12), ss. 446-452.
[145] Robinson J.: *The Accumulation of Capital*. Mac Millan London 1956.
[146] Robinson J.: An iterative method of solving a game. „*Annals of Mathematics*" 1961 (54), ss. 296-301.
[147] Sadowski W.: Przyspieszenie długości długofalowego wzrostu w gospodarce socjalistycznej. „*Ekonomista*" 1961, ss. 787—812.
[148] Sadowski W.: W sprawie ekonometrycznej koncepcji wzrostu gospodarczego. „*Ekonomista*" 1962, ss. 824—835.
[149] Samuelson P.A.: *Foundation of Economic Analysis*. Harvard University Press, Cambridge 1948.
[150] Savage L. J.: *The Foundations of Statistics*. Wiley, New York 1964.
[151] Schneider E.: *Wiertsachftlichkeitsrechnung*. Mohr-Polygrafischer Verlag, Tübingen-Zürich 1957.
[152] Shackle G. L. S.: *Expectation in Economics*. Cambridge University Press, Cambridge 1952.
[153] Simon Gy, Kondor Gy.: A külkereskedelmi kapcsolatok optimalizáláza (Optimalizacja powiązań handlu zagranicznego) „*Közgazdasági Szemle*" 1960, nr 7, ss. 822—839
[154] Simon Gy, Kondor Gy. Partial input-output tables and some questions of their combined application. Poz. [105], ss. 124—134.
[155] Simon Gy., Kondor Gy.: A gazdasági optimumszámitások problémái Kantorovics és Novozsilov müveiben. (Problemy obliczeń gospodarczego optimum w pracach Kantorowicza i Nowożyłowa). „*Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaságtudományi Intézetének Tájékoztató*

Közleményei" (Komunikaty i Informacje Instytutu Ekonomicznego Węgierskiej Akademii Nauk) 1963, nr 2.
[156] Simon Gy., Kondor Gy.: A gazdasági hatékonyság értékelésének néhány problémája. (*Niektóre problemy skuteczności oceny gospodarczej*). Praca powielona Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaságtudományi Intézete (Instytut Ekonomiczny Węgierskiej Akademii Nauk). Budapeszt 1963.
[157] Solow R. M.: A Contribution to the theory of economic growth. „*Quarterly Journal of Economics*" 1956 (70) ss. 65—94.
[158] Solow R. M.: Technical Change and the aggregate production function. „*The Revue of Economics and Statistics*" 1957 [30], ss. 312—320.
[159] Sugár Gy., Szabó P.: Sima mechanikai, ráépitett automata és teljes automata szövöszékek" összehasonlitó gazdasági számitása. (*Obliczanie porównawcze efektywności krosien płaskich mechanicznych z automatycznymi przystawkami oraz całkowicie zautomatyzowanych*). Praca powielona Könnyüipari Minisztérium, (Ministerstwo Przemysłu Lekkiego) Budapeszt 1955.
[160] Stiepankow A.: O mietodikie opredelenija ekonomiczeskoj effektiwnosti kapitalnych włożenij w promyszlennost SSSR. „*Woprosy ekonomiki*" 160, nr 6, ss. 98—100.
[161] Strumilin S. G.: Faktor wriemieni w projektowkach kapitalnych włożenij. „*Izwiestija Akademii Nauk*" 1946, nr 3, ss. 195—215.
[162] Strumilin S. G.: Bałans narodnogo chozjajstwa kak orudie płanirowanije. „*Woprosy ekonomiki*" 1954, nr II.
[163] Theil H.: *Economic Forecast and Policy*. North-Holland Publishing Co., Amsterdam 1958.
[164] Thrall R. M., Coombs C. H., Davis R. L.: *Decision Processes*. Wiley, New York 1953.
[165] Tinbergen J.: *Econometrics*. Blekiston, Philadelphia 1951.
[166] Tinbergen J., Bos H. C.: *Mathematical Models of Economic Growth*. Mc Graw Hill, New York 1962.
[167] Tintner G.: *Econometrics*. Wiley-Chapman, New York — London 1952.
[168] Trzeciankowski W.: A külkereskedelem optimalizálasa a tervgazdaságban (Optymalizacja handlu zagranicznego w gospodarce planowej) „*Közgazdasági Szemle*", 1962, nr 9, ss. 577—588.
[169] Turánszky M.: A beruházások gazdaságosságának fogalma és értékelése (Pojęcie i cena efektywności inwestycji). Ukazało się w książce pt: Beruházások gazdasági hatékonysága (*Ekonomiczna efektywność inwestycji*) Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapeszt 1959.
[170] Uzawa H.: Neutral Invention and the stability of growth equilibrium. „*The Review of Economic Studies*" 1961 (28), ss. 117—124.
[171] Varga J.: Felhalmozás és gazdaságosság (Akumulacja i efektywność), „*Közgazdasági Szemle*" 1959 (6), ss. 522—536.
[172] Vázsonyi A.: *Scientific Programming in Business and Industry*. Wiley. New York. 1958.
[173] Viner J.: Cost curves and supply curves. „*Zeitschrift für Nationalökonomie*" 1931 (3), ss. 23—46.
[174] Wald A.: *Statistical Decision Functions*. Wiley. New York 1950.
[175] Weckstein R. S.: On the use of the theory of probability in economics. „*The Review of Economic Studies*" 1952—1953 (20—3), ss. 191—198.
[176] Williams R.: Six-tenths factor. Aids in approximating costs. „*Chemical Engineering*" 1947 (54), nr 12, s. 124.
[177] Wolfe Ph.: Determinateness of polyhedral games. Poz. [90], 195—198.

MATERIAŁY URZĘDOWE KOMUNIKATY

[178] Akademija Nauk SSSR *Tipowaja mietodika opriedielenija ekonomiczeskoj effektiwnosti kapitalnych włożenij i nowej tiechniki w narodnom chozjajstwie SSSR*. Moskwa 1960 Gospłanizdat.
[179] Centralnoje Statisticzeskoje Uprawlenije: *Narodnoje Chozjajstwo SSSR w 1960 Godu*. Gosstatizdat, Moskwa 1961.
[180] Federal Trade Comission Economic Report on Antibiotic Manufacture. United States Government Printing Office Washington 1958.
[181] Komisja Planowania przy Radzie Ministrów : *Instrukcja ogólna w sprawie metodyki badań ekonomicznej efektywności inwestycji*. Warszawa 1960.

[182] Központi Statisztikai Hivatal (Centralny Urząd Stytystyczny) Adatok és adalékok a népgazdaság fejlödésének tanulmanyozásához 1949—1955 (*Dane i suplementy do badania rozwoju gospodarki narodowej 1949—1955*), Budapeszt 1957.
[183] Központi Statisztikai Hivatal (Centralny Urząd Stytystyczny) Statisztikai Évkönyv, 1957 (*Rocznik Statystyczny 1957*) Statisztikai Kiádó V., Budapeszt 1958.
[184] Központi Statisztikai Hivatal (Centralny Urząd Statystyczny) Az ágazati kapcsolatok mérlege, 1957. (*Bilans powiązań międzygałęziowych 1957 roku*). Budapeszt 1959.
[185] Központi Statisztikai Hivatal (Centralny Urząd Statystyczny) A magyar népgazdaság ágazati kapcsolatainak mérlege, 1959 (*Bilans przepływów międzygałęziowych węgierskiej gospodarki narodowej, 1959*). Budapeszt 1961.
[186] Központi Statisztikai Hivatal (Centralny Urząd Statystyczny) A nemzeti jövedelem és a lakosság életkörülményei, 1961. (*Dochód narodowy i warunki życiowe ludności 1961*). Budapeszt, 1962.
[187] Központi Statisztikai Hivatal (Centralny Urząd Statystyczny). Statisztikai Évkönyv, 1961 (*Rocznik Statystyczny 1961*). Budapeszt, Statisztikai Kiadó V. 1962.
[188] Központi Statisztikai Hivatal (Centralny Urząd Statystyczny) Ipari és termelöi és fogyasztói árak és ararányok vizsgalata (*Badanie cen i proporcji cen przemysłowych, produkcyjnych i konsumpcyjnych*). Budapeszt 1963.
[189] Központi Statisztikai Hivatal (Centralny Urząd Statystyczny). A népgazdaság állóeszközei 1959—61. (*Środki trwałe w gospodarce narodowej 1959—1961*). „Statisztikai Idöszaki Közlemények" 1963, nr 53.
[190] Magyar Gazdaságkutató Intézet (Węgierski Instytut Badania Gospodarki) Különféle textilipari nyersanyagok termelése és áralakulása. (*Produkcja i kształtowanie się cen różnych surowców dla przemysłu tekstylnego*). Budapeszt 1943.
[191] Magyar Kereskedelmi Kamara (Węgierska Izba Handlowa) Tökés árupiacok. A világ müanyagtermelésének fejlodése (*Kapitalistyczne rynki towarowe — rozwój światowej produkcji tworzyw sztucznych*). Praca powielona. Budapeszt 1960.
[192] Országos Tervhivatal — Pénzügyminisztérium — Épitésügyi Minisztérium (Krajowy Urząd Planowania — Ministerstwo Finansów — Ministerstwo Budownictwa) Beruházási Kódex. (*Kodeks Inwestycyjny*). Budapeszt 1963.
[193] Statistischer Bundesamt: *Grosshandelspreise. Grundstoffe Preise, Lohne, Wirtschaftsrechnungen.* (1954—1960) Reiche 9. Teil II., III.
[194] A Magyar Szocialista Munkáspárt VII Kongreszusa. (*VII Kongres Węgierskiej Socjalistycznej Partii Robotniczej*), Kossuth, Budapeszt 1959.
[195] A Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetem 1960. évi tudományos ülésszaka". (Roczna sesja naukowa Wyższej Szkoły Ekonomicznej im. Karola Marksa). „*Közgazdásagi Szemle*" 1960, nr 7, ss. 1087—1104.
[196] Markets for materials. „*Modern Plastics*" 1959 nr 37 ss. 89—112.
[197] Prices. „*Chemical § Enigineering News*" 1950—1960 (stała rubryka).

PAŃSTWOWE
WYDAWNICTWO NAUKOWE

Wydanie I. Nakład 1500+200 egz. Ark. wyd. 32,5. Ark. druk. 24,5. Papier druk. sat. kl. III, 80 g. Oddano do składania 5 IX 1967 r. Podpisano do druku 25 XI 1968 r. Druk. ukończono w grudniu 1968 r. Zam. nr 462/12. S-3/845. Cena zł 55,–

DRUKARNIA UNIWERSYTETU
IM. ADAMA MICKIEWICZA
W POZNANIU

OSTATNIO UKAZAŁY SIĘ NASTĘPUJĄCE PRACE

Z. BARTEL

Ekonometryczna analiza stopy życiowej ludności
1968, s. 164, zł 24.—

O. LANGE

Ekonomia polityczna t. II, wyd. II
1968, s. 300, zł 27.—

Z. KNYZIAK, W. LISSOWSKI

Ekonomika i programowanie inwestycji przemysłowych, wyd. III
1968, s. 338, zł 27.—

Z. PAWŁOWSKI

Teoria prognozy ekonometrycznej w gospodarce socjalistycznej
1968, s. 210, zł 22.—

W NAJBLIŻSZYM CZASIE UKAŻĄ SIĘ NASTĘPUJĄCE PRACE

Z. PAWŁOWSKI

Ekonometria, wyd. II

T. PUCHALSKI

Statystyka. Wykład podstawowych zagadnień z ćwiczeniami

Praca zbiorowa

Korelacja i modelowanie statystyczne w rachunkach ekonomicznych

Cena zł 55,–