

# ЭКОНОМИКА И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Основан в 1965 году  
Выходит 6 раз в год  
Москва

Том XXIV, Выпуск 2  
МАРТ — АПРЕЛЬ, 1988

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Смирнов А. Д. Реформа и рациональность экономики . . . . .	197
Ясин Е. Г. Административная система или экономический механизм . . . . .	209
Белох Н. В., Русаков В. П. Сбалансированность и согласование интересов . . . . .	221
Попов В. В. О механизме формирования периодических циклических колебаний в капиталистической экономике . . . . .	231

*Из творческого наследия Н. Д. Кондратьева*

От редакции . . . . .	243
Кондратьев Н. Д. Проблема предвидения . . . . .	245
Кондратьев Н. Д. Тезисы работы, посвященной законам экономической динамики капиталистического хозяйства . . . . .	268

### НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

Медведев П. А. Качество планирования и пути его повышения . . . . .	271
Левицкий Е. М. Затраты на научно-технический прогресс и развитие экономики . . . . .	279

### ОТРАСЛЕВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

Бавилов А. П., Волконский В. А., Эскин В. И. Особенности образования ренты и нормативов природных затрат в добывающих отраслях (на примере нефте- и газодобычи) . . . . .	287
Арбузова Н. И., Данилов В. Л., Шлосман С. Б., Шульман И. И., Айзенштадт В. В. Об обосновании оптимальных объемов резервирования в нефтедобывающей промышленности . . . . .	298

### МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Мовшович С. М. Регулирование цен при наличии очередей . . . . .	305
Березнева Т. Д. О сходимости процессов регулирования цен при монотонной функции спроса . . . . .	313

### МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Кравцов М. К., Емеличев В. А. Некоторые вопросы полиэдральной комбинаторики в обобщенных транспортных задачах . . . . .	319
---	-----

Староверов О. В. Устойчивые смеси . . . . .	327
<b>ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ</b>	
Сутт Ю. В. Опыт моделирования хозяйственного механизма функционирования строительной организации . . . . .	336
<b>ИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА</b>	
Малков Л. П., Панпэ Я. Ш. Основные социально-экономические механизмы развития промышленности обработки данных в США . . . . .	345
<b>ЗАМЕТКИ И ПИСЬМА</b>	
Лашков И. А., Постников Л. Л. Экономический потенциал и цена новой техники	356
Ананских П. И. Измерение и учет лага . . . . .	360
Минкин М. Б. Об агрегировании номенклатуры изделий . . . . .	363
<b>НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ</b>	
Общее собрание Отделения экономики АН СССР, посвященное 70-летию Октября . . . . .	371
К обоснованию общей концепции перестройки управления экономическим и социальным развитием аграрного сектора СССР . . . . .	374
<b>КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ</b>	
Ковшов Г. Н. Лившиц В. Н. Системный анализ экономических процессов на транспорте	378
Шубкина И. П. Португал В. М., Павленков М. Н. Автоматизация годового планирования машиностроительного производства . . . . .	380
Издательство «Финансы и статистика» выпустило в свет . . . . .	381

**Редакционная коллегия:**

**Н. П. Федоренко** — главный редактор, **С. А. Айвазян,**  
**В. Е. Астафьев, Э. Ф. Баранов, В. Б. Безруков, В. Д. Белкин,**  
**М. В. Брябрин, В. А. Волконский, О. В. Голованов,**  
**Е. Г. Гольштейн** — зам. главного редактора, **В. Г. Гребенников,**  
**Ф. Г. Гурвич** — зам. главного редактора, **В. С. Дунаева,**  
**В. Т. Иванов, Д. М. Казакевич, Е. З. Майминас, В. Л. Макаров,**  
**Н. Б. Мирносецкий, Ю. В. Овсиенко** — зам. главного редактора,  
**Н. Я. Петраков, Б. П. Суворов, Р. М. Энтов, О. М. Юнь,**  
**Ю. В. Яременко**

---

Адрес редакции: 117418, Москва, ул. Красикова, 32, Тел. 129-08-00

Зав. редакцией *Н. А. Балашова*

# ECONOMICS AND MATHEMATICAL METHODS

Founded in 1965  
Yearly 6 Issues  
Moscow

Volume XXIV, Issue 2

MARCH — APRIL, 1988

## CONTENTS

### THEORETICAL AND METHODOLOGICAL PROBLEMS

Smirnov A. D. The reform and the rationality of the economy . . . . .	197
Jasin E. G. The economic mechanism versus of the administrative system . . . . .	209
Beloh N. V., Rusakov V. P. The balance and coordination of interests . . . . .	221
Popov V. V. On the mechanism of periodic cyclic fluctuations in the capitalist economy . . . . .	231

#### *The heritage of N. D. Kondratieff.*

From the editors . . . . .	243
Kondratieff N. D. The problem of prevision . . . . .	245
Kondratieff N. D. Abstracts from a paper on the laws of the economic dynamics of capitalism . . . . .	268

### NATIONAL ECONOMIC PLANNING AND FORECASTING

Medvedev P. A. The efficiency of planning and ways of its improvement . . . . .	271
Levitzky E. M. Investment in scientific and technological progress and economic development . . . . .	279

### SECTORAL PLANNING AND MANAGEMENT

Vavilov A. P., Volkonsky V. A., Eskin V. I. Rent and normative indicators of incremental costs: a special case of the mining and oil industry . . . . .	287
Arbusova N. I., Danilov V. L., Shlosman S. B., Shulman I. I., Aisenshtadt V. V. On determining the optimal level of reserves in oil-extracting industry . . . . .	298

### MATHEMATICAL ANALYSIS OF ECONOMIC MODELS

Movshovitch S. M. Price regulation and queues . . . . .	305
Berezneva T. D. On the convergence of price regulation processes under monotone demand function . . . . .	313

### OPTIMIZATION METHODS

Kravtsov M. K., Yemelitchev V. A. Some problems of polyhedral combinatorics in the generalized transportation problems . . . . .	319
--	-----

### STATISTICAL METHODS AND THE PROBABILITY THEORY

Staroverov O. V. Stable group mixes . . . . .	327
	195

**APPLICATIONS**

Sutt Yu. An experience of modeling the economic mechanism of a construction firm . . . . . 336

**FROM FOREIGN EXPERIENCE**

Malkov L. P., Pappe J. Sh. Basic social-economic mechanisms of data processing industry in the USA . . . . . 345

**NOTES AND LETTERS**

Lashkov I. A., Postnikov L. L. The economic potential and prices on new machinery and equipment . . . . . 356  
Ananskih P. I. The measurement and the adjustment for lags . . . . . 360  
Minkin M. B. On aggregating the nomenclature of outputs . . . . . 363  
Balandin V. S. On one procedure of comparing alternatives using a set of indicators . . . . .  
Bayalinov E. B. On the economic interpretation of dual variables in linear-fractional programming . . . . .

**NEWS AND EVENTS**

A special session of the Economic department of the USSR Academy of Sciences in commemoration of the 70th anniversary of the Great October Socialist Revolution . . . . . 371  
On substantiating the general concept of restructuring the system of control over the economic and social development of the USSR agricultural sector . . . . . 374

**BOOK REVIEWS**

Kovshov G. N. Livshitz V. N. Systems analysis of the economic processes in transportation . . . . . 378  
Shubkina I. P. Portugal V. M., Pavlenkov M. N. Automation of annual planning procedures in machinery construction . . . . . 380  
New books, published by «Finansi i statistika» . . . . . 381

**ОТРАСЛЕВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ  
И УПРАВЛЕНИЕ**

**ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ РЕНТЫ И НОРМАТИВОВ  
ПРИРОСТНЫХ ЗАТРАТ В ДОБЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЯХ**

(на примере нефте- и газодобычи)

*Вавилов А. П., Волконский В. А., Эскин В. И.*

(Москва)

Задача перехода на интенсивный путь хозяйственного развития требует глубокого преобразования всех сторон управления народным хозяйством. Важнейшая роль в этом процессе принадлежит системе экономических измерений. Ее основные элементы — это цены и нормативы замыкающих, или приростных, затрат (в дальнейшем НПЗ), применяемые для оценки экономической эффективности хозяйственных мероприятий в плано-проектной практике\*.

Наиболее последовательное и полное определение НПЗ дает оптимизационная теория в форме двойственных оценок в задачах оптимального планирования. Согласно этой теории, НПЗ отражает эффект от дополнительной единицы продукции в народном хозяйстве или затраты, связанные с ее производством.

В [1] предлагается перестройка системы оптовых и закупочных цен на основе НПЗ. Авторы далеки от мысли, что во всех ситуациях цены должны строиться по принципу приростных затрат. Но, с одной стороны, в условиях централизованного установления цен практически на все основные виды продукции использование в качестве базы цены НПЗ вместо среднеотраслевых затрат представляется важным и даже необходимым шагом в сторону совершенствования системы цен в народном хозяйстве. С другой, такая перестройка вполне реалистична и достаточно теоретически и практически подготовлена для очередного массового пересчета цен. Этого нельзя сказать, например, о построении цен по принципу плановой сбалансированности.

Сейчас расчеты замыкающих затрат исходят из фактических данных о приростных затратах или фактической эффективности использования продукции в замыкающей сфере ее потребления. Совершенствование структуры производства и потребления продукции с помощью цен часто представляют себе следующим образом. Производственные объекты, затраты которых оказываются выше установленной цены, должны быть закрыты (или должны перейти на выпуск другой продукции, по иной технологии и т. д.). Наоборот, если затраты укладываются в цену, это служит их оправданием, каковы бы они ни были. На такие представления опирается критика НПЗ как базы цен, которые якобы будут оправдывать сколько угодно высокие фактические затраты.

Однако этот взгляд на роль цены отражает лишь ее воздействие на производителей продукции. Исходя из него, необходимо было бы установить цены на уровне не только приростных, но и затрат худшего из действующих объектов, если каждый из них необходим для удовлетво-

\* Понятия нормативов замыкающих и приростных затрат считаются эквивалентными как оценки, вытекающие из плана. В дальнейшем термины «приростные затраты» и «предельные затраты» применяются в том же значении, что и НПЗ. Под термином «замыкающие затраты» не имеются в виду затраты на худшем участке (хотя иногда они могут и совпадать).

ния общественной потребности, иначе цены сразу станут фактором, порождающим несбалансированность.

Более реалистично предположить, что сокращение производства на нерентабельных объектах идет постепенно лишь в меру его расширения на рентабельных объектах и ввода новых, более эффективных технологий. При этом имеется в виду, что цены оказывают воздействие в этом смысле не только на производителя, но и на потребителя, стимулируя применение ресурсосберегающих технологий. Именно тогда может быть обосновано установление цен на уровне НПЗ, рассчитанных по фактическим затратам на прирост производства.

Например, в настоящее время часть топлива добывается, видимо, с излишне высокими затратами и мероприятия по снижению энергоемкости продукции в народном хозяйстве оказываются значительно более эффективными, чем добыча этой части топлива для удовлетворения повышенных потребностей. В таких условиях приростные затраты на топливо, исчисленные на основе фактических расходов, будут, скорее всего, выше оптимальных оценок. Конечно, в той мере, в какой можно оптимизировать планы производства и потребления продукции, следует это сделать до или одновременно с расчетом НПЗ. Однако речь идет не о расчете, оторванном от реальности, а о тех планах, которые послужат руководством практике, иначе цены будут содействовать несбалансированности хозяйства. НПЗ и цены при этом, возможно, окажутся повышенными по сравнению с оптимальным уровнем. Зато во всех планово-проектных и хозяйственных расчетах они продемонстрируют эффективность сокращения излишней добычи за счет энергосберегающих мероприятий и смогут стать опорой для проведения ресурсосберегающей политики. Когда такая политика принесет плоды и объемы добычи примут рациональные размеры, уровни НПЗ, рассчитанные по фактическим данным, приблизятся к уровням оптимальных оценок.

В топливно-энергетических отраслях НПЗ (закрывающие затраты) рассчитываются, как правило, на основе оптимизационных отраслевых моделей и оптимального топливно-энергетического баланса.

Поскольку далеко не во всех отраслях природопользования разработаны оптимизационные модели, позволяющие получать двойственные оценки продукции и ресурсов, а также из-за значительной неопределенности исходных данных для анализа и количественных оценок НПЗ применяются упрощенные схемы и методы. Эти более простые схемы дают возможность выделить главные факторы и взаимосвязи, определяющие НПЗ, оценить их устойчивость, согласовать с привычными экономическими категориями.

Традиционный расчет приростных затрат связан с описанием происхождения дифференциальной земельной ренты. При фиксированной технологии эксплуатации земельных ресурсов каждый участок характеризуется заданными максимальным объемом производства и удельными затратами\*. Участки ранжируются и с ростом потребности вовлекаются в разработку в порядке повышения удельных затрат. Цена устанавливается по затратам худшего из используемых в данный период участков (закрывающий участок), а участки с более низкими уровнями затрат получают ненулевую ренту. Так что вместо приростных часто говорят о замыкающих затратах.

Эта простейшая схема образования дифференциальной ренты (рента I) почти никогда не применяется, поскольку объем и рентабельность продукции на каждом участке можно повысить с помощью тех или иных технико-экономических мероприятий. Более адекватное описание зависимости удельных затрат от роста объемов производства состоит в том, что для каждого участка  $i$  всегда имеется возможность увеличения выпуска  $x_i$  за счет перехода к более интенсивным способам ведения хозяйства.

---

\* В издержках необходимо учитывать как текущую, так и капитальную составляющие, так что речь идет о приведенных затратах (более подробно об этом см. ниже).

Поэтому удельные затраты на дополнительную единицу продукции повышаются с ростом выпуска: функция  $Z_i = Z_i(x_i)$  выпукла вниз.

Оптимальный режим производства характеризуется такими его объемами на всех участках, при которых предельные затраты  $Z_i(x_i)$  на изготовление дополнительной единицы продукции на них равны. Однако при

этом средние затраты  $\bar{Z}_i(x_i) = 1/x_i \int_0^{x_i} Z_i(\xi) d\xi$  оказываются различными

и превышение предельных затрат над ними  $Z_i(x_i) - \bar{Z}_i(x_i) > 0$  является причиной дифференциальной ренты (рента II).

Если  $P$  и  $Z$  — приростные и средние затраты, то доля ренты в НПЗ

$$r = (P - Z) / P. \quad (1)$$

Она может быть выражена также через отношение  $Z = P / Z$

$$r = 1 - 1/Z. \quad (1')$$

За последние 10–15 лет было осознано, что механизм образования ренты в добывающих отраслях промышленности с ограниченными запасами полезных ископаемых значительно отличается от рассмотренных выше традиционных схем [2–4].

Как известно, при учете затрат существенно различную роль играют текущие затраты, связанные с эксплуатацией имеющихся производственных мощностей, и капитальные затраты на создание новых мощностей. Ситуация извлечения ограниченного запаса требует уточнения не только понятия ренты, но и понятий капиталоемкости, производственной мощности и приведенных затрат. Ее главное отличие от положения в отраслях, не связанных с добычей ограниченного запаса ресурса (обрабатывающие отрасли, сельское хозяйство), состоит в следующем. Для последних, как правило, годится представление о стабильном режиме эксплуатации единицы мощности с примерно постоянными (в течение достаточно длительного времени) объемом выпуска и себестоимостью продукции без дополнительных капитальных вложений. Пусть  $K$  — капитальные затраты на создание единицы производственной мощности;  $I$  — эксплуатационные издержки, включая затраты на капитальный ремонт оборудования;  $A$  — удельные амортизационные отчисления на реновацию, обеспечивающие их простое воспроизводство;  $E$  — норматив соизмерения (приведения, дисконтирования) ценностей во времени.

Если издержки  $I + A$  связаны с каждой единицей производимой продукции, то благодаря капитальным затратам  $K$  единица продукции будет выпускаться не только в текущий год, но и ежегодно в будущем. Поскольку одновременно получаемые ценности должны приводиться с помощью норматива  $E$ , то затраты  $K$  следует исчислять с учетом приведенного объема всей планируемой в перспективе продукции (по единице в год),

т. е. с величиной  $Q = \int_0^{\infty} e^{-Et} dt = 1/E$ . На единицу продукции придется

не  $K$ , а  $K/(1/E) = EK$  из всех затрат, и вся сумма приведенных затрат на дополнительную единицу продукции составит

$$Z = I + A + EK. \quad (2)$$

Для выражения средних затрат  $\bar{Z}$  в (2) надо заменить удельные капитальные затраты  $K$  на удельную фондоемкость  $\Phi$

$$\bar{Z} = \bar{I} + \bar{A} + E\Phi, \quad (3)$$

где  $\bar{I}$  и  $\bar{A}$  — средние текущие издержки и средние реновационные отчисления. Следует подчеркнуть, что формула (2) экономически корректна только при условии, что величина  $Z$  остается неизменной во времени (с точностью до дисконтирования с коэффициентом  $e^{-Et}$ ).

Однако, с экономической точки зрения, единицы продукции, полученные в разные моменты времени, не тождественны. Это как бы единицы разной продукции. И если затратные характеристики  $I_t$ ,  $A_t$ ,  $K_t$ , где  $t$  — номер года, изменяются в дальнейшем, то нельзя рассчитывать приведенный объем продукции, игнорируя динамику затрат, с учетом только общего норматива дисконтирования  $E$ , который соответствует стабильной оценке продукции. Допустим, известно, что величина удельных приведенных затрат  $Z$  в будущем должна расти с темпом  $\rho$ , т. е.  $Z_t = Z_0 e^{\rho t}$ . Тогда при определении удельных капитальных затрат необходимо принимать во внимание будущий объем продукции, который связан с единицей производственной мощности, введенной в момент  $t=0$ . Для этого пригодна формула

$$Q = \int_0^{\infty} e^{(\rho-E)t} dt = \frac{1}{E-\rho}.$$

А уровень затрат следует измерять как

$$Z_t = I_t + A_t + (E-\rho)K_t. \quad (2')$$

Отражение движения затратной оценки с темпом  $\rho$  эквивалентно использованию в качестве норматива приведения и норматива эффективности капитальных вложений значения  $E-\rho$  вместо  $E$ , рассчитанного на стабильность оценки.

Учет динамики затрат особенно актуален для добывающих отраслей (в первую очередь для нефтедобычи, см. ниже).

Исследуем теперь схематически ситуацию в нефтедобыче. Здесь единицей мощности является фонд скважин с их обустройством на подготовленном к эксплуатации месторождении при годовом дебите в год начала эксплуатации, скажем, в 10 тыс. т. Однако режим эксплуатации такой производственной мощности не может быть стабильным, поскольку запас ресурса в недрах с каждым годом убывает вследствие ежегодной добычи. Имея в виду только этот основной фактор, можно считать: если не производится дополнительных вложений, то добыча будет сокращаться пропорционально запасу. Поэтому возникает категория капитальных затрат на поддержание добычи. Их следует рассматривать как затраты на простое воспроизводство, т. е. как аналог амортизационных затрат. Проще всего эта величина может быть определена не для отдельного месторождения, а для нефтеносного района с достаточно большим (практически неограниченным) объемом потенциальных запасов или для всей отрасли. Здесь стабильный режим обеспечивается за счет постоянной разведки и подготовки новых промышленных запасов.

Пусть  $Q$  — объем подготовленных извлекаемых запасов в районе,  $q$  — годовой объем добычи,  $b$  — удельные затраты на разведку и подготовку единицы новых запасов и  $k$  — удельные капитальные затраты на создание новых мощностей при подготовленных месторождениях. Тогда за год без дополнительных капитальных вложений объем подготовленных запасов, а следовательно, и добычи снизится на  $m \cdot 100\%$ , где  $m = q/Q$ . (Параметр  $m$  называют темпом отбора. Это величина, обратная кратности подготовленных извлекаемых запасов.) Поэтому затраты на простое воспроизводство должны включать кроме текущих издержек  $Iq$  еще капитальные вложения в расширение фонда скважин и их обустройство на подготовленных месторождениях в размере  $mkq$ , а также на воспроизводство объема подготовленных запасов, сократившихся в результате изъятия  $q$  т нефти из недр в течение 1 года в размере  $bq$ .

Для простоты будем считать, что расходы на ремонт и замену оборудования включены в текущие издержки  $I$ . Тогда затраты на простое воспроизводство представляют собой сумму текущих издержек  $I$  и капитальных вложений на поддержание добычи  $q$ . Поэтому в равенстве (2) следует положить

$$A = m(k + b/m). \quad (4)$$

Поддержание запасов в объеме  $Q$  — необходимое условие простого воспроизводства хотя бы потому, что ежегодная добыча  $q$  при меньших запасах потребовала бы повышенных затрат на ее поддержание вследствие увеличения отношения  $m$ . Так что запас  $Q$  можно рассматривать как некоторый аналог производственных фондов, стоимость которых равна  $bQ$  (на единицу годовой добычи:  $bQ/q = b/m$ ). Соответственно за стоимость аналога новой единичной мощности нужно принимать не  $k$ , а

$$K = k + b/m. \quad (5)$$

Подставляя (4) и (5) в (2), получаем формулу приведенных затрат

$$Z = I + (m + E)K = I + (m + E) \left( k + \frac{b}{m} \right). \quad (6)$$

Чтобы выразить средние приведенные затраты, необходимо по аналогии с объемом капитальных вложений  $K$  ввести показатель объема производственных фондов, включающий результаты накопления вложений в разведку и подготовку запасов, т. е. суммарную оценку подготовленных запасов. Будем называть его расширенным объемом производственных фондов и обозначать его удельное значение (расширенную фондоемкость)  $F$ . Тогда средние приведенные затраты

$$\bar{Z} = \bar{I} + (\bar{m} + E)F. \quad (3')$$

В нефтедобыче при действующей системе амортизационные отчисления на реновацию далеко не покрывают капитальных вложений на поддержание добычи, и обычная формула  $C + EK$  дала бы заниженную оценку приведенных затрат. Так, в последние годы добыча нефти практически не увеличивается и почти весь объем капитальных вложений направляется на поддержание ее достигнутого уровня. В то же время амортизационные отчисления на реновацию составляют только немногим более 20% суммы капитальных вложений на добычу, разведку и подготовку запасов. Одна из причин этого несоответствия в том, что капитальные вложения в разведку и подготовку запасов не отражаются в приросте производственных фондов и, естественно, никак не связаны с амортизационными отчислениями. Однако даже если учитывать только капитальные вложения на добычу, то отчисления на реновацию составляют менее 50% их объема.

Считая величины  $I$ ,  $k$ ,  $b$  заданными, легко найти оптимальное значение темпа отбора  $m$  в условиях, когда нет ограничений на объемы затрат и выпуска и требуется добиться минимума удельных приведенных затрат. Из (6) и уравнения  $dZ/dm = 0$  имеем  $m = \sqrt{bE/k}$ . Используя последнее равенство для выражения параметра  $b$  через  $m$  и  $k$  и подставляя его в (5) и (6), получим

$$K = k \left( 1 + \frac{m}{E} \right),$$

и

$$Z = I + \frac{(m + E)^2}{E} k. \quad (6')$$

Это соотношение и следует считать общественно необходимыми, общественно оправданными затратами, если нет дополнительных ограничений на спрос или капитальные вложения и т. д.

Чтобы учесть динамику затратных характеристик, следует в (6') так же, как в (2'), заменить норматив приведения на  $E - \rho$

$$Z_t = I_t + \frac{(m + E - \rho)^2}{E - \rho} k. \quad (6'')$$

При  $m = 0$  выражение (6') превращается в традиционную формулу  $Z = I + Ek$ .

Соотношения (6') или (6'') позволяют определить величину приведенных затрат и без предположения о стабильном объеме добычи, поддерживаемом разведкой и подготовкой новых запасов, в частности в ситуации, когда вообще не предполагается дальнейшего прироста промышленных запасов, или для оценки приведенных затрат по разработке отдельных подготовленных месторождений.

Рассмотрим сначала случай стабильности затратных характеристик. Пусть к моменту  $t$  темп отбора достиг значения  $q_t/Q_t = m$ . Если после этого момента не делается никаких капитальных вложений, то объемы запасов  $Q_t$  и добычи  $q_t$  будут сокращаться экспоненциально

$$q_{t+\tau} = q_t e^{-m\tau}, \quad \tau > 0,$$

а приведенный объем будущей добычи составит

$$\bar{Q}_t = q_t \int_0^{\infty} e^{-(m+E)\tau} d\tau = \frac{mQ_t}{m+E}. \quad (7)$$

Создание дополнительной единичной мощности в момент  $t$  вызовет перераспределение объемов будущей добычи во времени и прирост приведенного объема  $\bar{Q}_t$  на

$$\frac{d\bar{Q}_t}{dq_t} = \frac{d}{dm} \left( \frac{m}{m+E} \right) = \frac{E}{(m+E)^2} \quad (8)$$

единиц. Поскольку затраты на создание единицы мощности равны  $k$ , то приведенные затраты на единицу приведенного объема добычи  $Z$  будут выражаться формулой (6').

Для учета динамики затрат следует заменить  $E$  на  $E - \rho$  в (7) и (8). Это приводит к (6'').

Выражения (6'), (6'') свидетельствуют о необходимости совершенно иного подхода к оценке эффективности затрат на создание дополнительных мощностей на подготовленных месторождениях по сравнению с обычной формулой  $I + Ek$ . Такой подход позволяет по-новому взглянуть и на выбор стратегий нефтедобычи.

Сопоставим два возможных пути освоения ресурсов некоторого нефтеносного района.

**Стратегия А.** Высокие темпы отбора нефти из месторождений с малой капиталоемкостью единичной новой мощности и практически полным отказом от вовлечения в разработку месторождений со средней и высокой удельной капиталоемкостью.

**Стратегия Б.** Умеренные темпы отборы нефти из месторождений с малой капиталоемкостью, вовлечение в разработку месторождений со средней и даже высокой удельной капиталоемкостью.

На обеих стратегиях достигается одна и та же плановая динамика добычи нефти для района в целом. Соответствующие стратегиям А и Б изменения темпа отбора от вовлеченных в разработку запасов нефти и удельной капиталоемкости для района в целом приведены в табл. 1.

Детальный расчет показывает, что дисконтированные капитальные и эксплуатационные затраты на 20-летнем горизонте планирования равны 508 и 336 млн. руб. для стратегий А и Б. Равенство для обеих стратегий плановой динамики добычи нефти для района в целом свидетельствует о предпочтительности стратегии Б.

В табл. 2 указаны значения приведенных затрат, рассчитанных по обычной формуле  $I + Ek$  и по (6'') для стратегий А и Б.

Отсюда следует, что (6) дает правильное представление о предпочтительности стратегий, а если при их выборе пользоваться традиционной формулой приведенных затрат  $I + Ek$ , то легко ошибиться. Так, можно предположить, что именно использование традиционного метода оценки затрат явилось одним из факторов, объясняющих отставание в 1980—1985 гг. ввода в разработку в Западной Сибири новых месторождений и

Таблица 1

## Динамика темпа отбора и удельной капиталоемкости для района нефтедобычи

Стратегия	Показатель	Год			
		1995	2000	2005	2010
А	$m$	0,043	0,057	0,06	0,06
	$k$ руб. год/т	146	156	187	208
Б	$m$	0,035	0,035	0,037	0,039
	$k$ руб. год/т	172	203	210	225

Таблица 2

## Динамика удельных приведенных затрат, руб/т

Стратегия	Показатель	Год			
		1995	2000	2005	2010
А	$I + Ek$	25,7	29,5	34,2	36,8
	$I + \frac{(m + E)^2 k}{E}$	47,6	52,9	62,7	68,3
Б	$I + Ek$	27,8	32,2	34,8	38
	$I + \frac{(m + E)^2 k}{E}$	40	46,4	49,2	53,7

концентрацию там эксплуатационного бурения на уже ранее введенных запасах нефти.

Полученный по (6'), (6'') показатель затрат носит приростной характер. Тем не менее он далеко не идентичен НПЗ. Дело в том, что соизмерение получаемых в разное время единиц продукции как равноценных (хотя и с учетом дисконтирования  $e^{-Et}$ ) в условиях извлечения ограниченного запаса ресурса неправомерно. Для обрабатывающих отраслей промышленности и сельского хозяйства такое предположение, видимо, часто бывает приемлемо. Однако в ситуации извлечения ограниченного запаса, как правило, постоянно возрастают удельные приведенные затраты. Обычно открытые месторождения ранжируются и вовлекаются в разработку в порядке увеличения удельных приведенных затрат на добычу первой тонны ресурса  $I + Ek$  (или средних приведенных затрат на единицу приведенного объема добычи за все время разработки месторождения). Вследствие этого, а также из-за роста темпа отбора  $m$  на разрабатываемых месторождениях уровень приведенных затрат  $Z = Z(t)$  со временем повышается\*.

Таким образом, (6), (6'), (6'') не отражают равенства затрат результатам, т. е. объемам добытого ресурса, учтенным в реально меняющихся оценках. Оценки, полученные по (6), (6'), (6''), можно назвать статическими составляющими приростных затрат. Эти показатели имеют важное вспомогательное значение. Они позволяют выявить основные факторы, определяющие НПЗ, и связать их с традиционными среднеотраслевыми показателями. Однако для перехода от статического показателя приростных затрат к НПЗ необходимо учесть еще фактор их динамики. Для простоты и наглядности будем предполагать, что приведенные затраты  $Z(t)$ , производимые в момент  $t$ , дают возможность получить дополнительную единицу ресурса в тот же момент  $t$ . Окончательные выводы от этого не изменятся.

Дальнейшие рассуждения исходят из условия, что потребность в ресурсе задана на все последующие годы. Если рассматривать модели с

\* За счет открытия месторождений с более низкими показателями затрат ( $I$  и  $k$ ) эта закономерность может нарушаться. Однако наиболее «дешевыми» являются обычно самые крупные месторождения, которые открываются преимущественно в первый период интенсивного геологического изучения региона. По мере улучшения изученности региона указанные «аномалии» случаются все реже.

другими ограничениями, определяющими развитие отрасли (например, по капитальным вложениям), это не повлияет на основные выводы, но их математическая форма может измениться.

Извлечение из недр дополнительной тонны ресурса в момент  $t$  связано не только со «статическими» затратами  $Z(t)$ , непосредственно вызвавшими этот прирост, но также с необходимостью в будущем увеличивать темп отбора  $m$  на действующих месторождениях и раньше вовлекать в эксплуатацию более «дорогие» месторождения, т. е. повышать статические затраты  $Z(\tau)$ ,  $\tau > t$ , по добыче каждой тонны ресурса в дальнейшем\*. Приведенная сумма этих дополнительных затрат в перспективе составляет разность между приростными затратами  $P(t)$  и статическими  $Z(t)$ . Она имеет характер дифференциальной ренты более «дешевых» месторождений. Отличие от сельскохозяйственной ренты состоит в том, что здесь различия месторождений по удельным затратам обнаруживаются не одновременно, а только в динамике. Поэтому такая рента названа динамической.

Чтобы рассчитать увеличение будущих затрат вследствие добычи дополнительной единицы ресурса в момент  $t$ ,  $Z(t)$  следует рассматривать как функцию от суммарного объема ресурса, добытого к этому моменту:  $Z(t) = c[v(t)]$ . Предположим, что потребность в ресурсе  $x(\tau) = v_i d\tau$ , где  $v_i$  — производная функции  $v(t)$ , задана для всех будущих интервалов времени  $[\tau, \tau + d\tau]$ ,  $\tau > t$ . Приведенные затраты на интервале  $[\tau, \tau + d\tau]$  составляют  $c[v(\tau)] dv(\tau) = c[v(\tau)] v_i(\tau) d\tau$ . Добыча дополнительной единицы ресурса в момент  $t$  приведет к увеличению этой величины на  $c_v[v(\tau)] v_i(\tau) d\tau$ , где  $c_v = dc/dv$ , а весь приведенный объем затрат возрастает на

$$\Delta = \int_t^{\infty} c_v[v(\tau)] v_i(\tau) e^{-E(\tau-t)} d\tau. \quad (9)$$

Поэтому  $P = c[v(t)] + \Delta$ . Беря по частям интеграл (9), получим

$$P(t) = E \int_t^{\infty} c[v(\tau)] e^{-E(\tau-t)} d\tau$$

ИЛИ

$$P(t) = E \int_t^{\infty} Z(\tau) e^{-E(\tau-t)} d\tau. \quad (10)$$

Наиболее простой вид зависимость  $P(t)$  от  $Z(t)$  приобретает, если  $Z(t)$  растет с постоянным темпом  $\rho$

$$Z(t) = Z(0) e^{\rho t}.$$

В этом случае (см. также [5])

$$P(t) = \frac{E}{E - \rho} Z(t), \quad (11)$$

а доля ренты в приростных затратах  $(P - Z)/P = \rho/E$  (естественно, предполагается, что  $\rho < E$ ). Подчеркнем, что в (10), (11) должна учитываться только та часть динамики затрат  $Z(t)$ , которая связана с ухудшением горно-геологических условий, удалением от индустриальных центров и т. д., т. е. зависящая от объема извлеченных из недр ресурсов.

Наоборот, требование учитывать при оценке темпов роста  $\rho$  предельных (статических), а не средних затрат является, по-видимому, не столь обязательным, так как изучение распределения объемов выпуска продук-

\* При выведении формулы (6') предполагалась неизменность параметров  $I$  и  $k$  для отдельного месторождения. Реально эти параметры увеличиваются по мере отработки запаса. Поэтому увеличение статических затрат  $Z(t)$  в будущем на действующих месторождениях может происходить за счет не только повышения темпа отбора  $m$ , но и увеличения  $I$  и  $k$ .

ции по удельным затратам свидетельствует о его значительной устойчивости во времени, а следовательно, об устойчивости отношения показателей предельных (статических затрат) к средним. Такие исследования были проведены для угольной промышленности и черной металлургии [6, 7]. Однако есть основания полагать, что в нефте- и газодобыче само это отношение не должно быть большим, если не учитывать месторождений, разработка которых обусловлена главным образом не экономической целесообразностью, а социальными причинами. Эти основания заключаются в возможности интенсификации добычи на более «дешевых» месторождениях, что должно приводить к сближению показателей предельных затрат (как отражающих, так и не отражающих динамическую ренту, т. е. статических).

Обозначим  $D=P(t)/Z(t)$  — коэффициент динамической ренты. Тогда отношение  $Z$  приростных затрат к средним равно

$$Z=DS, \quad (12)$$

где  $S$  — отношение предельных статических затрат  $Z$  к средним  $\bar{Z}$  в рассматриваемый момент времени (статическая рента).

Из добывающих отраслей доля динамической ренты наиболее значима в нефтедобыче, где на протяжении последних 15 лет наблюдается исклю-

Таблица 3

Коэффициент динамической ренты  $D$  по нефтедобыче на 1982 г.

$E=0,08$		$E=0,1$	
Гипотеза I	Гипотеза II	Гипотеза I	Гипотеза II
2,79	1,9	2,15	1,71

чительно быстрый рост удельных приведенных затрат. Капиталоемкость прироста добычи за 1965–1980 гг. возросла в 3 раза [7, с. 54]. Согласно прогнозам, такие высокие темпы сохранятся до 1990 г. — конца первого периода выполнения энергетической программы [7, с. 176]. В отношении оценок изменения затрат на добычу в последующих периодах нет единогласия.

По оценкам, базирующимся главным образом на характеристиках добычи в перспективных районах, наблюдаемые сейчас высокие темпы роста затрат сохранятся и после 1990 г. Другие оценки основываются на эффектах последовательного замещения нефти и нефтепродуктов в различных сферах их использования [8, с. 117–179]. Второму подходу соответствует снижение темпов роста затрат после 1990 г. до 2–3% в год. В такой ситуации можно использовать предположение, что

$$Z(t) = \begin{cases} Z^0 e^{\rho_1 t}, & t \leq T, \\ Z^T e^{\rho_2 (t-T)}, & t > T. \end{cases}$$

В этом случае формула (9) принимает несколько более сложный вид, чем (11). Запишем ее для показателя  $D$

$$D(t) = \frac{E}{E - \rho_1} - \left( \frac{E}{E - \rho_1} - \frac{E}{E - \rho_2} \right) e^{-(E - \rho_1)T}. \quad (13)$$

На динамическую ренту сильно влияет принятый норматив приведения  $E$  (на уровень приростных затрат он влияет в меньшей степени). В табл. 3 даны значения отношения приростных затрат к средним (коэффициент динамической ренты), соответствующие обоим описанным выше прогнозам динамики затрат на нефтедобычу,  $E=0,1$  и  $0,08$ .

В газодобывающей промышленности механизм возникновения ренты практически не отличается от описанного для нефтедобычи. Следует только подчеркнуть, что капитальные  $K_t$  и текущие  $I_t$  затраты на транспор-

тировку, которые в газодобыче имеют определяющее значение, должны учитываться обычно как  $I_t + EK_t$ , поэтому общая формула статической составляющей приростных затрат на добычу и транспортировку будет выглядеть следующим образом:  $Z = I_d + I_t + mK_d + E(K_d + K_t)$ , где индексы  $D$  и  $t$  обозначают добычу и транспортировку.

Динамическая рента в газодобыче определялась на основе следующих предположений. В обозримом будущем затраты на добычу по сравнению с затратами на транспортировку вырастут незначительно. Последние существенно увеличиваются в связи с началом эксплуатации месторождений на п-ове Ямал. Общий темп прироста непосредственных затрат на добычу и транспортировку принят неизменным во времени (возможно использование (11)) и равным 1,9% в год. Отношение  $D$  по газодобыче в 1982 г. составляет 1,31 при  $E=0,08$  и 1,23 при  $E=0,1$ . Как показывают расчеты, часть ренты, порождаемая разностью между предельными и средними статическими затратами, в нефте- и газодобыче значительно меньше динамической ренты. В нефтедобыче она составляет 16, а в газодобыче 40% всего объема ренты.

Однако эти оценки недостаточно надежны, поскольку при одновременном использовании для расчета ренты формул (3) и (3'), которые содержат показатель  $\Phi$  фондоемкости, и (6), (6'), (6''), оперирующих только показателями удельных капитальных затрат  $K$  и  $b$ , не удастся учесть высокие темпы роста цен на оборудование и строительно-монтажные работы (см. например, [9, 10]). Если принять во внимание этот фактор, то величина  $\Phi$  заметно возрастет, а рента, следовательно, сократится.

Высокая доля динамической ренты в НИЗ нефти (от 40 до 60%) позволяет говорить об актуальности введения в хозяйственную практику рентных платежей, отражающих ограниченность запаса. Фактически такие платежи — плата за истощение ресурсов. Ведь нынешние потребители нефти находятся в более выгодном положении по сравнению с будущими, поскольку имеют доступ к дешевой нефти, которая в дальнейшем иссякнет. Такая дифференциация и может быть устранена введением рентных платежей за истощение ресурсов (динамической ренты). Это реально осуществлять при очередном пересмотре оптовых цен. На нефть можно установить две цены: одну для производителей (единую по всей стране) и другую, значительно выше, для потребителей. Разница между ценами будет представлять собой платежи за истощение ресурсов (динамическую ренту). Они должны уплачиваться в госбюджет с каждой тонны. Разумеется, такой метод имеет свои недостатки. Ведь суммарная величина платежей будет зависеть от объема добычи. Но отличие от действующей системы и преимущество перед ней заключается в едином нормативе платежей на всю нефть. Традиционная дифференциальная рента отражает индивидуальные различия условий дифференцированных нормативов, что связано с большими трудностями.

Оптовую цену на нефть для производителя необходимо использовать при принятии хозяйственных решений, касающихся добычи нефти (очередность вовлечения запасов, повышение темпов отбора и т. д.). Цена для потребителей должна использоваться преимущественно в качестве инструмента для измерения эффективности мероприятий по экономии нефти, углублению ее переработки и т. д. Существующая ситуация, когда цена нефти для всех ее потребителей ниже цены на мазут, представляется неоправданной.

Низкая цена на нефть приводит к тому, что динамическая рента фактически изымается из других сфер экономики. По нашим расчетам, около 30—35% ее поступает через налог с оборота на нефтепродукты, 35—40% — через доходы от внешней торговли, остальное — как прибыль в обрабатывающих отраслях. Введение динамической ренты в явном виде приведет величину доходов в соответствие с объемами используемых ресурсов, позволит правильно оценивать эффективность различного рода хозяйственных мероприятий, не только ресурсосберегающих, но и внешнеторговых.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Вавилов А. П., Волконский В. А., Кузовкин А. И., Павлов Н. В., Петраков Н. Я., Соловьев Ю. П., Ясин Е. Г.* Методы учета ренты в ценах и плановых расчетах // Экономика и мат. методы. 1986. Т. XXII. Вып. 5.
2. *Лейпунский А. И., Орлов В. В., Лыткин В. Б., Троянов М. Ф., Юрова Л. Н.* Пути эффективного использования горючего в ядерной энергетике с быстрыми реакторами // Атом. энергия. 1974. Т. 31. Вып. 4.
3. *Борщевский М. З., Макаров А. А., Ханаева В. Н.* Динамическая задача рационального использования энергетических ресурсов // Оптимальное управление природно-экономическими системами. М.: Наука, 1980.
4. *Эскин В. И., Саховалер Т. А., Фадеев В. П., Шидло Ю. А.* Динамика изменений замыкающих затрат на нефть // Экономика нефтяной промышленности. 1982. № 6.
5. *Шевелев Я. В.* Применение дисконтированных затрат для оценки эффективности хозяйственных мероприятий в ядерной энергетике // Экономика и мат. методы. 1984. Т. XX. Вып. 6.
6. *Мухин А. В.* Анализ динамики замыкающих затрат на уголь и ее факторов // Экономика и мат. методы. 1983. Т. XIX. Вып. 2.
7. *Мухин А. В.* Дифференциация затрат в железорудной промышленности и ее естественные факторы // Рента. Проблемы теории, измерения и функционирования в хозяйственном механизме социалистической экономики. М.: ВНИИСИ, 1984.
8. Энергетический комплекс СССР. М.: Экономика, 1983.
9. *Фальцман В. К.* Мощностной эквивалент основных фондов // Вопр. экономики. 1980. № 8.
10. *Вальгун К. К., Лавровский Б. Л.* Производственный аппарат страны: использование и реконструкция // Экономика и орг. пром. пр-ва. 1986. № 2.

Поступила в редакцию  
3 III 1987