

НАУЧНЫЙ СОВЕТ "МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В ПРОБЛЕМАХ
РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ"

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР АН СССР

МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
В ПРОБЛЕМАХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
РЕСУРСОВ

НЕКОТОРЫЕ МОДЕЛИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
СИСТЕМ

С б о р н и к

Москва - 1977

Под редакцией
члена-корреспондента АН СССР
Н. Н. МОИСЕЕВА

Предисловие

Работы, включенные в настоящий сборник статей, проводились в Институте математики АН СССР. Эти работы посвящены математическому моделированию процессов регионального развития. В первых двух статьях предлагается динамическая модель социально-экономической системы капиталистического типа. Особое внимание в этой модели уделяется описанию экономических механизмов, регулирующих развитие системы. В третьей статье сборника рассматривается процесс планирования развития региона в социалистическом хозяйстве. Исследуются также возникающие при этом специальные задачи оптимального управления.

Сборник статей посвящен математическому моделированию процессов регионального развития. В первых двух статьях предлагается динамическая модель социально-экономической системы капиталистического типа. Особое внимание в этой модели уделяется описанию экономических механизмов. В третьей статье рассматривается процесс планирования развития региона в социалистическом хозяйстве.

Н.Н.Моисеев, А.А.Петров, И.Г.Поспелов.

В области моделирования производственно-экономических систем на

глобальном уровне, скажем, хозяйства страны в целом - в настоящее
подробно разработаны модели двух основных типов. К первому относ-

тимизационные модели планирования. Эти модели позволяют изучать

качественные особенности развития народного хозяйства, но они опи-

санно схематизируются в виде функций ответственного пред-

приятия, регулирующие и управляющие механизмы описываются неявно,

механизмы, обеспечивающие максимум этой функции, наконец, такие важные

факторы как трудовые или природные ресурсы обычно считаются заданными.

Второй тип моделей образуют так называемые модели равновесия.

Более подробно, чем в оптимизационных моделях описывается производст-

ная сфера человеческой деятельности и рассматривается структура

челской системы, однако, эти модели по своей сути статичны. Они

лишь стационарные состояния экономики.

В последние годы появились и вызвали широкий интерес математичес-

кие модели нового типа - так называемые, модели глобальной динамики. Их

повлечение связано с именами Дж.Форрестера и его последователей (// I - //

В глобальной динамике, в отличие от упомянутых выше традиционны

ко-математических моделей, больше внимания уделяется описанию процессов

непрямой ответственности сферы таких, как рост населения, расхождение

ных ресурсов, загрязнение окружающей среды, и, кроме того, в явном

описывается связь регулируемые протекание этих процессов. Два

обстоятельства представляются самыми устойчивыми моделями

динамики, несмотря на то, что в ходе разрабатываемых работ

(//5//6) в работах Форрестера, Мейоза и др. был выявлен ряд весьма

важных недостатков.

Настоящая работа также может быть отнесена к направлению глобал-

динамики. В ней предлагается общая схема модели социально-экономичес-

кой системы в масштабе отдельной страны. Конкретная реализация этой схе-

мы в виде математической модели представлена в следующей статье

по сборника. Основная цель построения модели - исследовать влияние эконо-

мических и социальных механизмов на протекание процессов производства, по-

средствия, роста населения, использования природных ресурсов, а также на

связанные с научно-техническим прогрессом. При этом мы предпо-

лагаем, что структура ответственных отношений в рассматриваемой социально-

экономической системе остается неизменной.

Для целей моделирования удобно выделить в обществе две системы -

к управлению и систему управляющую (//2//). К управляемой системе от-

носятся основные процессы, из которых состоит деятельность общества. Это

включает производство /с технологической точки зрения/, процессы потре-

бования ресурсов и роста населения, а также процессы

моделирования человека и окружающей среды. Совершенство моделей,

описывающих эти процессы, мы определяем в первый уровень модели /"уровень

экономический/, который представляет собой описание динамики производств

и общества.

Управляющая система представляет собой совокупность социальных,

экономических и политических механизмов, которые регулируют развитие про-

изводительности и система распределения материальных благ. Любая моде-

лирование функционирование управляющей системы, мы, в свою очередь,

различаем на два уровня /они образуют, соответственно, второй и третий

уровни модели/.

Любая второго уровня модели, которая мы называем уровнем экономиче-

ских механизмов, описывают сложившиеся в обществе, постоянные по своей

лирование основных процессов, описанных на первом уровне модели. Источником этих связей являются относительно независимые действия большого количества людей, каждый из которых управляет лишь небольшой частью всей системы. В социалистическом обществе к таким связям можно отнести механизмы дезагрегирования и реализации плана, в капиталистическом - механизмы рыночного обмена.

На третьем уровне - уровне социально-политических отношений, описывается формирование и реализация централизованных, управляющих или регулирующих воздействий на общественные процессы. Этот уровень, как правило, можно отождествить с государством.

Таким образом, модель имеет трехуровневую структуру, отражающую иерархию общественных явлений. Первый уровень описывает управляемую систему, второй и третий - управляющую. Связи блоков для модели капиталистического общества изображены на рис. I. Подчеркнем, что это схема именно модели, а не самой социально-экономической системы. Связи на рис. I графически показывают взаимную зависимость величин, фигурирующих в различных группах уравнений (блоках), а не фактические материальные и информационные потоки, циркулирующие в обществе x)

x) Если бы мы составляли схему самой системы, то следовало бы, например, направить поток потребительских продуктов непосредственно из блока производства в блок потребления. В этом случае систему распределения потребительских продуктов нужно изображать как регулятор, управляющий потоком этих продуктов на основе информации о потребностях, производственных возможностях и других факторах.

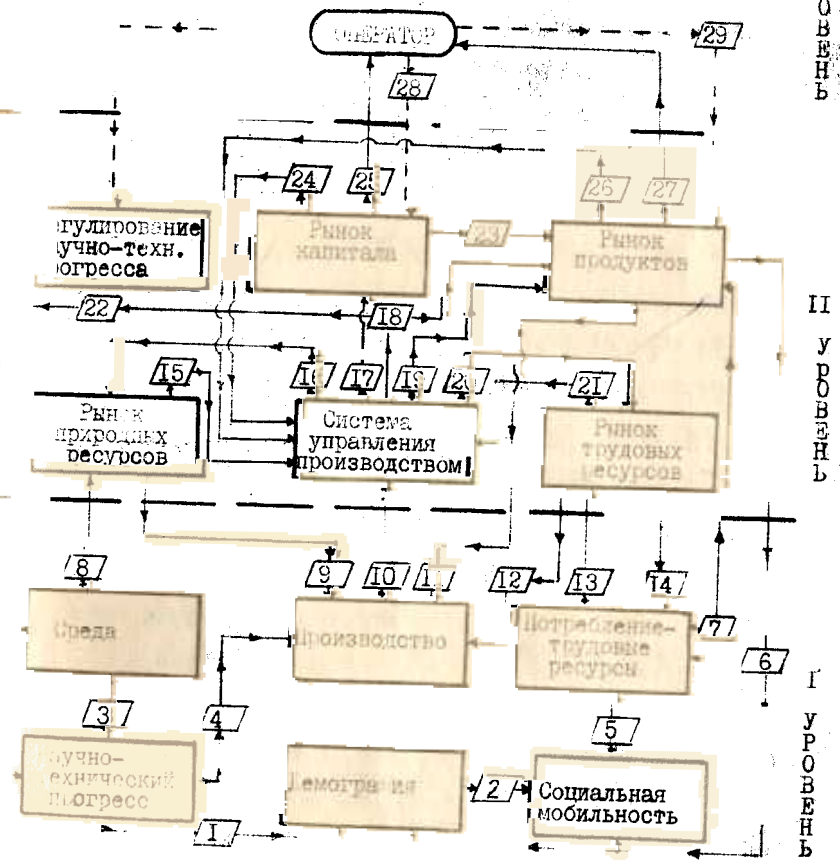


Рис. I
СХЕМА МОДЕЛИ

→ основные величины /см. следующую страницу/
- -> величины, определяемые оператором

III
УРОВЕНЬ

II
УРОВЕНЬ

I
УРОВЕНЬ

1. Биологические условия жизни населения.
2. Рождаемость, смертность.
3. Новые источники ресурсов.
4. Новые технологические возможности.
5. Численность и возрастная структура социальных групп.
6. Личное потребление.
7. Спрос на потребительские продукты.
8. Объем наличных природных ресурсов.
9. Объем используемых природных ресурсов.
10. Множество допустимых выпусков продукции.
11. Промежуточные и фондообразующие продукты.
12. Численность занятых.
13. Трудовые ресурсы.
14. Доходы населения.
15. Рента.
16. Спрос на природные ресурсы.
17. Спрос на кредит.
18. Выпуск продукции.
19. Спрос на промежуточные продукты.
20. Спрос на трудовые ресурсы.
21. Ставки заработной платы.
22. Отходы и объем изъятия ресурсов.
23. Спрос на фондообразующие продукты.
24. Норма процента.
25. Налоговые поступления.
26. Цены.
27. Государственное потребление.
28. Ставки налогообложения.
29. Государственный спрос на продукты.

Примечание. На рис. I изображены лишь основные связи и временные, фигурирующие в модели.

§ I.I. Уровень процессов

Основой этого уровня являются блоки "Производство" и "Потребление - трудовые ресурсы".

Производственный цикл рассматривается как процесс преобразования природных ресурсов и промежуточных продуктов в конечные продукты при помощи труда и основных фондов. Часть произведенных продуктов используется как сырье в новом производственном цикле, часть потребляется, часть расходуется на расширение производства, наконец, часть произведенных продуктов может представлять собой отходы в той или иной степени загрязняющие окружающую среду.

В блоке "Производство" описывается изменение во времени объема и технологических характеристик основных фондов. Это изменение происходит в результате естественного выбытия основных фондов со временем, поступления фондообразующих продуктов для организации нового производства, а также в результате процесса внедрения технических новшеств. Они возникают по мере развития научно-технической базы производства. Этот процесс описывается в блоке "Научно-технический прогресс".

Поскольку сырье и другие факторы производства могут быть использованы различным образом и каждый продукт может быть произведен, вообще говоря, различными технологическими

Мы приобретаем различия в потребностях между членами та-
ких групп и рассматриваем группу как однородного потребителя
(потребности которого могут, вообще говоря, изменяться со
временем).

Процесс формирования трудовых ресурсов является сложным
и, по-видимому, на его протекание влияют многие обстоя-
тельства. В настоящей работе мы предполагаем, что объем

трудового ресурса, который социальная группа предоставляет в
распоряжение хозяйства, определяется темным образом тремя

факторами: во-первых, численность трудоспособного населения
в составе социальной группы, во-вторых, средний уровень пот-
ребления членов этой группы и, в-третьих, средний количест-

вом среднего времени, которое располагает каждый член дан-
ной группы. Численность трудоспособного населения зависит от

возрастной структуры, которая, в свою очередь, определяется
процессом естественного прироста населения и перехода людей
из одной группы в другую. Эти два процесса описываются, соот-

ветственно, в блоках "Демография" и "Социальная мобильность".
В последнем из них важную роль играет система образования.

Надо заметить, что протекание четырех указанных выше
процессов: формирования потребностей, формирования трудовых
ресурсов, социальной мобильности и роста населения сильно

зависит от типа социально-экономической системы. Однако,
поскольку наше рассмотрение ограничено рамками заданной

способами, затраты труда, сырья и основных факторов не опре-

делят однозначно объем и ассортимент выпускаемой продукци-
и. Определение этих величин - задача системы управления произ-

водства, размещенной на втором уровне модели. Таким обра-
зом, блок "Производство" определяет фактически лишь мно-
жество возможных векторов выпуска продукции в каждый момент
времени.

Блок "Потребление - трудовые ресурсы" описывает пове-
дение населения, занятого в сфере производства. К этой кате-
гории мы относим, вместе с неработающими членами их семей,

людей, занятых собственно в сфере производства материальных
благ, занятых в системах обслуживания, образования, здраво-
охранения, в сфере науки и техники и, кроме того, тех, кто

стремится работать в указанных отраслях, но в силу социаль-
ных и экономических причин, лишен такой возможности. Все

эти группы населения, во-первых, определяют часть произве-
денной продукции и, во-вторых, являются источником трудовых
ресурсов, которые могут быть использованы в производстве.

Отметим сразу, что если в обществе имеется класс и социаль-
ные группы в процессе производства не участвующие, то их
поведение в блоке "Потребление - трудовые ресурсы" не рас-

сматривается.
Население, занятое в сфере производства, мы разделим
на несколько социальных групп или слоев, которые отличает-

ся друг от друга типом выполняемого ими трудового ресурса.

структуры общественных отношений, мы будем считать характеристики этих процессов неизменными во времени.

Блок "Среда" описывает динамику природных ресурсов и их влияние на жизнедеятельность человека (в биологическом смысле). Этот блок может рассматриваться как связующее звено с более общей системой моделей. Для наших целей природные ресурсы удобно разделить на два типа - "ресурсы - мощности" и "ресурсы - запасы". Источники ресурсов первого типа могут использоваться в течение долгого времени, но с ограниченной интенсивностью. К этому типу можно отнести, например, природные источники энергии и землю (как территории).

Источники ресурсов-запасов, в принципе, могут эксплуатироваться с очень большой интенсивностью, но общий объем изъятых из каждого источника ресурса ограничен. К этому типу относятся, например, запасы минерального сырья.

Ресурсы биосферы и ее компонент (воды, воздуха) относятся к промежуточному типу. При малой интенсивности эксплуатации они ведут себя как ресурсы мощности, возмещая изъятие, при большой - как ресурсы - запасы, необратимо разрушаясь.

В заключение заметим, что набор и схема связей блоков первого уровня одинаковы для всех социальных систем - от характера системы зависят только внутренняя структура блоков (особенно блоков "Потребление - трудовые ресурсы" и "Социальная мобильность").

§ 1.2. Уровень экономических механизмов

В отличие от уровня процессов, состав и структура второго уровня модели коренным образом меняются в зависимости от типа изучаемой социально-экономической системы. В настоящей работе мы будем рассматривать модель капиталистического общества с экономическими механизмами рыночного типа ^{х)}.

Выбор этого объекта объясняется в основном тем, что на более поздней монополистической стадии развития капитализма, тем более, в социалистической формации механизмы регулирования в обществе становятся гораздо сложнее и многообразнее. Конечно, и на ранней стадии развития капитализма общественные отношения не были однородными, но для исследования общих закономерностей развития этой формации представляется возможным и целесообразным рассмотреть гипотетическое общество, в котором частная собственность на средства производства и ^{на} товарно-денежные отношения являются не только основным, но и единственным типом общественных отношений.

Главными механизмами, регулирующими течение указанных выше процессов, являются механизмы распределения ресурсов и продуктов, а также система управления производством.

Мы будем моделировать рыночные экономические механизмы, исходя из следующих предположений.

^{х)} Модель производственной системы социалистического общества, близкая к нашей, в смысле подхода к описанию общественных явлений, была предложена ранее в /8/.

1°. Ресурсы (трудовые и природные) и производственные продукты распределяются путем продажи и покупки. Поэтому эти ресурсы и продукты мы будем называть "товарами", а системы распределения - "рынками".

2°. Все продавцы и потребители данного вида товара продают и покупают его по одной и той же цене. Покупка оплачивается платежными средствами едиными в том смысле, что они могут быть использованы любым потребителем для покупки любого товара.

3°. Цена на товар определяется соотношением спроса и предложения, хотя мы не считаем, что рынки постоянно находятся в состоянии равновесия. При этом мы предполагаем, что единственным фактором, ограничивающим объем покупки некоторого вида товара является покупательная способность потребителя. Это означает, что цены на товары всегда находятся на таком уровне, что платежеспособный спрос на любой товар при этих ценах удовлетворяется полностью.

Все товары можно разделить на четыре категории: трудовые ресурсы, природные ресурсы, продукты промежуточные и потребительские (в том числе предназначенные для государственного потребления) и, наконец, фондообразующие продукты. В соответствии с этой классификацией мы выделяем четыре рынка - рынок трудовых ресурсов, рынок природных ресурсов, рынок продуктов и рынок капитала (механизмы последнего рынка определяют объем средств, выделяемых для покупки фондо-

образующих продуктов. Фактическое распределение этого вида товара происходит на рынке продуктов).

Система управления производством представляет собой совокупность механизмов, которые определяют, во-первых, объем и ассортимент выпускаемой продукции в рамках допустимого множества, сформированного в блоке "Производство" и, во-вторых, производственный спрос на трудовые ресурсы, сырье и продукты. Действие всех этих механизмов базируется на следующем принципе: Производственная система стремится максимизировать совокупную прибыль в текущих ценах в каждый момент времени.

Расширение научно-технической базы производства требует затрат трудовых и материальных ресурсов. Процессы, определяющие объем этих затрат, описываются в блоке "Реализация научно-технического прогресса". Отметим, что часть средств, расходованных на расширение научно-технической базы производства, может выделяться централизованным образом системами третьего уровня модели.

Особенностью рыночной экономики является то, что совокупность первого и второго уровня в ней образует замкнутую систему, т.е. изменение всех величин во времени однозначно определяется заданием начальных условий. Для функционирования этой системы не требуется непрерывного поступления централизованных воздействий. (при этом мы предполагаем, как и всюду в дальнейшем, что у рассматриваемого гипотетического общества отсутствуют внешнеэкономические связи).

В 1.3. Уровень социально-политических решений

Как уже говорилось, этот уровень отождествляется с государством. Спецификой регулирующих воздействий, формируемых на этом уровне, является то, что они действуют на процессы первого уровня не непосредственно, а через существующие экономические механизмы. Типичным примером таких воздействий являются налоги и государственные расходы.

Для формирования управляющих воздействий на третьем уровне, в принципе, можно было бы использовать методы теории оптимального управления. Однако, этот подход нам представляется нецелесообразным. На существующем уровне развития науки трудно или даже вообще невозможно дать формальное описание текущих целей государственного управления и регулирования и, тем более таких важных факторов, как информированность и компетентность управляющих органов. В связи с этим в модели для выработки управляющих воздействий мы предлагаем использовать широко используемые в настоящее время методы имитационного моделирования (см. /9/, /10/). Применительно к рассматриваемой задаче это означает, что управляющие воздействия третьего уровня вырабатываются в результате неформальной процедуры, осуществляемой человеком, работающим с моделью (на рис. 1 он обозначен как "оператор"). При этом мы предполагаем, что текущее управление процессами в основном обеспечивается экономическими механизмами, а вмешательство "оператора" происходит эпизодически, при возникновении некоторых особых "критических" ситуаций.

Л и т е р а т у р а .

1. J. Forrester. "World Dynamics". Wright Allen Press, Cambridge, Massachusetts, 1974.
2. D. Meadows и др. "Limits to Growth in a Finite World". Wright Allen Press, Cambridge, Massachusetts, 1974.
3. D. Meadows и др. "Dynamics of Growth in a Finite World". Wright Allen Press, Cambridge, Massachusetts, 1974.
4. J. Forrester. "Life-cycle of Economic Development". Wright Allen Press, Cambridge, Massachusetts, 1972.
5. W. D. Nordhaus. "World Dynamics": Measurement without Data". Jowles Foundation Paper N399, New Haven, Connecticut, 1974.
6. В.А. Геловани, В.А. Бгоров, В.Б. Митрофанов, А.А. Пионтковский. "Решение одной задачи управления для глобальной динамической модели Форрестера". ИИМ АН СССР, Препринт N56, М., 1974.
7. "Процессы регулирования в моделях экономических систем". Сб., Ин. лит., М., 1961.
8. А.Н. Дикалов, Ю.Н. Иванов, В.В. Токарев, Принципы моделирования на ЭЕМ экономического управления. "Автоматика и телемеханика" 1973, N12, 78-93 и 1974, N1, 93-101, М., "Наука".
9. И.Н. Моисеев, Ю.Г. Евтушенко, П.С. Краснощеков, Ю.Н. Павловский. Имитационные системы. "Экономика и организация производства". 1973, N6, Новосибирск, "Наука".
10. Г. Нейлор. "Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем". М., "Мир", 1975.