

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ

СИМПОЗИУМ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

В работе симпозиума по моделированию народного хозяйства, созданного Сибирским отделением АН СССР 22—26 июня 1970 г., в г. Новосибирске приняли участие около 400 советских и зарубежных ученых. На обсуждение было представлено 87 докладов.

Пленарное заседание открыли директор Института математики СО АН СССР акад. Л. С. Соболев и председатель оргкомитета симпозиума акад. Л. В. Канторович, обратившиеся к участникам с теплым приветствием.

А. Г. Аганбегян (ИЭ и ОПП СО АН СССР) обобщил опыт работы Института экономики и организации промышленного производства над проблемой построения взаимосвязанной системы народнохозяйственных моделей. Как сообщил докладчик, разрабатываемая в институте система состоит из четырех звеньев.

1. С помощью динамических межотраслевых моделей рассчитываются возможные варианты темпов и пропорций развития народного хозяйства на перспективу в целом. Главное при этом заключается в анализе факторов, определяющих эффективность развития общественного производства. С 1965 г. численно реализуется 30-отраслевая динамическая модель. Завершается работа над 180-отраслевой моделью. 2. Результаты, полученные с помощью этих моделей, вводятся затем в оптимальную межрайонную модель, на основе которой определяются контуры схемы размещения производства, распределения капитальных вложений и рабочей силы по районам страны в отраслевом разрезе и на перспективный период. Экспериментальные расчеты проводятся по ней с 1968 г. и сейчас близки к завершению. 3. Эта обобщенная информация является исходной для перехода к основному звену перспективных народнохозяйственных расчетов — построению и оптимизации программ, охватывающих взаимосвязанный комплекс отраслей (топливно-энергетический, аграрный и др.). С 1965 г. в институте решено около 50 отраслевых задач и теперь предстоит перейти от отдельных отраслевых моделей к укрупненным моделям программных комплексов. 4. Система территориальных моде-

лей включает в себя межотраслевые модели экономического района, модели по развитию групп взаимосвязанных отраслей в районе и, наконец, модели формирования территориально-производственных комплексов, в которых рассматривается каждое конкретное предприятие. В институте ведутся, в частности, такие расчеты на примере энергопромышленных комплексов Центральной Сибири. Центр тяжести исследований перемещается теперь в сторону согласования моделей всей описанной системы.

Обзорный характер носил также доклад С. М. Меньшикова (ИМЭМО АН СССР). В нем описывались работы по моделированию макроэкономики США, которые ведутся в Институте мировой экономики и международных отношений с 1968 г. Построенные модели можно разделить на две группы: модели А и Б — для долгосрочного прогнозирования, модели В, Г и Д — для краткосрочного. Модель А опирается на межотраслевой баланс США. Экономика США разбита на 22 крупные отрасли. Валовые капиталовложения представлены 15 различными видами вложений в оборудование и 7 видами строительства. Личное потребление подразделено на закупки легковых автомобилей, других товаров длительного пользования, товаров кратковременного пользования и потребительских услуг. В модели более ста уравнений. В настоящее время завершена серия пробных расчетов с этой моделью по прогнозированию на период до 1980 г., причем задается несколько вариантов роста государственного потребления. Модель Б отличается более простой структурой. В ней экономика США представлена без отраслевого деления. Рассматривается валовой национальный продукт (в неизменных ценах) и его крупные компоненты. Для оценки элементов конечного продукта использованы экспоненциальные уравнения (всего в модели — 10). Первые расчеты сделаны на период с 1960 г. по 2000 г. В модели В прослеживается движение экономики США от квартала к кварталу. Модель состоит из 6 линейных уравнений. Рассматриваются только главные элементы валового национального продукта и национального дохода.

Модель использовалась для анализа циклического механизма в США в послевоенный период, расчета воздействия государственной политики на экономику и для прогнозирования конъюнктуры на 6—8 кварталов вперед. Модель Г является краткосрочным видоизменением модели А. На базе модели Г сделаны расчеты влияния изменения государственных расходов всех видов (и в различной товарной структуре) на формирование валового и конечного продукта США. Получена система мультипликаторов, позволяющих анализировать влияние изменений отраслевой структуры государственных закупок. Модель Д предназначена для кратковременного прогноза экономики США одновременно в неизменных и текущих ценах. В основной части модели — 24 уравнения, некоторые из которых нелинейны. Программа решения этой модели реализована методом итерации, осуществлены пробные расчеты по имитации циклического развития США в 1953—1968 гг. и по прогнозированию на период до 1984 г. В настоящее время ведется сопоставление полученных результатов с аналогичными опытами в США.

Л. В. Канторович рассмотрел модели роста управляемой экономики. Очевидно, что управление сложной динамической экономической системы обязательно должно включать обратные связи, учитывать изменение условий, фактические реакции отдельных звеньев системы. В докладе указывалось, что соответствующие математические модели должны быть не только средством расчета плана развития системы, но и включать схему функционирования этой системы, в частности, оперативного корректирования плана, взаимосвязи работы отдельных звеньев, комплекс необходимых экономических показателей. Л. В. Канторович, отдавая должное сложности проблемы, считает перспективным построение и анализ математических моделей как эффективного средства для подхода к изучению вопросов организации управления в плановой экономике и в количественном и в качественном аспектах. В докладе обсуждались некоторые из этих подходов. Была описана линейная динамическая модель перспективного планирования (ее структура, критерий оптимальности, динамическая система оценок, норматив эффективности, структура цен). Выводы из этой модели могут быть, по мнению докладчика, использованы в процессе не только планирования, но и управления, контроля за выполнением плана, при рассмотрении фактических действий экономических единиц.

Далее Л. В. Канторович обратился к непрерывным моделям роста. Как известно, в экономических исследованиях уже ряд лет применяются такие модели, построенные на глобальных экономических показателях (национальный доход, основ-

ные фонды, фондоемкость и др.). Таковы модели Е. Домара, Я. Тинбергена, недавние работы Т. Купманса, Д. Гейла, М. Калецкого, Л. В. Канторович предпринял попытку связать эти модели с описанной им дискретной линейной динамической моделью.

Последние десятилетия характеризуются интенсивным развитием линейных и, шире, выпуклых оптимизационных моделей. Их можно разделить на статические и динамические. Существует также промежуточная категория моделей, в которых переменные зависят от времени и технологически допустим широкий диапазон изменений во времени. В этих моделях внимание сосредотачивается на пути с постоянным или пропорциональным изменением натуральных и стоимостных переменных в отдельности либо вместе. Такова и модель, представленная Т. Купмансом (США). В отличие от известной модели фон Неймана здесь первоначальный запас капитала должен быть выбран таким образом, чтобы неизменность количественных переменных во времени являлась результатом оптимизации, отражающей допущенные общественные предпочтения в отношении как структуры, так и времени потребления. В результате оценки, подразумеваемые в таком оптимальном состоянии, отражают дефицитность труда и других ресурсов, а также и капитала. Сходство с результатами аналогичных исследований однопродуктовых моделей с одним ресурсом предполагает, что предложенный метод может быть распространен на непрерывные состояния пропорционального роста с постоянной технологией либо с общим темпом экономического развития во всех процессах. В докладе описаны случаи для односторонней модели, соответствующая дезагрегированная модель, определено и проанализировано ее оптимальное непрерывное состояние, даны эквивалентные характеристики этого состояния, которые могут помочь в интерпретации модели и вычислении решения, высказаны предложения о возможных применениях модели.

Л. Р. Клейн (США) охарактеризовал три основные системы счетов — счета национального дохода и продукта, межотраслевые балансы (или балансы затрат-выпуска), счета капитала и финансовых операций типа «поток-запас», а также взаимосвязи между этими видами счетов. Затем он кратко остановился на истории развития моделирования: макроэкономических моделях конечного спроса и основных видов платежей по источникам поступлений и использованию — первых моделях Тинбергена, Уортонской и Брукингской моделях, модели Министерства торговли США, модели Федеральной резервной системы; статических и динамических моделях затрат-выпус-

ка — ранних моделях Леонтьева, современных моделях; моделей воспроизводства фондов — новой Уортонской модели и др. Далее Клейн показал осуществимость построения макроэкономической модели с включением баланса затрат-выпуска. Обсуждая перспективы разработки полных систем общественных счетов — проблемы размерности, получения исходных данных, технических изменений, докладчик особо остановился на возможностях применения этих счетов (имитация структурных изменений — разоружение, тарифы, косвенные налоги, субсидии; экономическое планирование; анализ общей экономической политики).

Серия долгосрочных моделей была предложена М. Аугустинович (ВНР). Такой серии относительно агрегированных макроэкономических моделей, служащих для центрального планирования, отводится определяющая роль в системе координированных моделей долгосрочного планирования. Модели этой серии должны, во-первых, быть способны даже в самостоятельном виде обеспечить планирующий центр уже в начальный период планирования, до работы всего аппарата, собственными исходными расчетами, вскрыть критические пункты, на исследование которых следует ориентировать работу по планированию; во-вторых, обладать способностью воспринимать на дальнейших этапах планирования результаты плановой работы, проводимой в отдельных частных отраслях, контролировать и синтезировать их, выполнять организационную и методическую координационную роль; в-третьих, обеспечивать возможность увязки этих моделей с моделями, обслуживающими плановую работу отдельных областей, т. е. представлять собой центральное ядро двух- или многоступенчатой системы моделей планирования. Лишь таким образом может быть обеспечена непрерывность, сопоставимость результатов, полученных на различных этапах плановой работы на основе различных источников. Описывая схему такой серии моделей, М. Аугустинович указала на наличие в некоторых из них родственного черта с другими моделями, разработанными в Венгрии для целей долгосрочного планирования.

На пленарном заседании были рассмотрены также вопросы разработки системы моделей государственного планирования (Г. Келер, ГДР), построения межотраслевой и региональной динамической модели для планирования экономики (П. Махтур, Индия), макроэкономической модели роста ЧССР (В. Стрнад и З. Тлустый, ЧССР), проблемы выбора оптимальной нормы капиталовложений (Б. Хорват, ФНРЮ) и др.

На симпозиуме работали две секции.

Круг обсуждавшихся на них проблем был примерно одинаков — проблемы общей методологии моделирования, построения межотраслевого баланса и национальных счетов, прогнозирования и др. Во второй секции уделялось лишь несколько большее внимание математическим аспектам моделирования.

Общеметодологические аспекты моделирования народного хозяйства рассматривались Э. Ф. Барановым, В. И. Даниловым-Данильяном, М. Г. Завельским, В. Ф. Пугачевым (ЦЭМИ АН СССР) и др. Их позиции по вопросам разработки и создания системы оптимального планирования социалистической экономики уже нашла отражение на страницах нашего журнала*.

Межотраслевому балансу, основы которого были заложены советской статистикой еще в 20-е годы и который является в настоящее время наиболее разработанной частью экономико-математического инструментария, было посвящено наибольшее количество докладов.

Обобщение накопленного опыта, определение того общего, что объединяет развитие этого метода в различных странах, и выявление специфических особенностей, которые в перспективе могут иметь международное значение, а также критический анализ формальных построений — важное направление работ по дальнейшему развитию межотраслевых исследований. В. М. Симчера (Институт экономики мировой социалистической системы АН СССР) предпринял попытку такого обобщения. В докладе показано, что если раньше межотраслевые расчеты ограничивались анализом структуры народного хозяйства и структурных зависимостей, то теперь они гораздо шире и охватывают ряд принципиально новых областей: планирование и прогнозирование, межотраслевой анализ эффективности общественного производства, ценообразование, технический прогресс и др. Особо актуально применение метода межотраслевого анализа в практике экономического планирования и прогнозирования; в этом направлении немалых успехов достигли в истекшие годы социалистические страны. И тем не менее необходимы дальнейшее совершенствование схем межотраслевых расчетов и приближение их к нуждам практики, сравнительная характеристика достижений различных стран, их критический анализ и применение в планировании и прогнозировании социалистических стран, решение проблем стандартизации и улучшения межотраслевой информации.

В СССР, как известно, накоплен значительный опыт разработки межотрасле-

* См. наш журнал — 1970 г., т. VI, вып. 4 (в разделе «Научная жизнь»), 1969 г., т. V, вып. 6 и др.

вых балансов на пятилетний период. Опыт применения этого метода на длительную перспективу весьма ограничен. В. А. Новичков, Н. М. Емельянова, Л. С. Чернова (НИЭИ при Госплане СССР) сообщили об исследованиях, проведенных в их институте, по определению перспектив развития народного хозяйства до 1990 г. на основе укрупненной модели межотраслевого баланса.

Ф. Н. Клоцвог, Э. Б. Ершов, А. А. Конюс, Р. А. Бузунов, Г. М. Абдыкулова (НИЭИ при Госплане СССР) описали простейшую укрупненную динамическую модель межотраслевого баланса с элементами оптимизации. В модель включены материальные показатели в неизменных ценах. Применяемый математический инструментарий ограничивается той степенью сложности, которая предполагает оперирование лишь имеющейся в наличии исходной статистической информацией. Модель допускает различные критерии оптимизации: максимальный рост национального дохода при заданных долях потребления и накопления, максимальный рост народного потребления, минимум затрат при заданных объемах непродовольственной части конечного продукта и т. д. Экспериментальные расчеты по этой модели проведены по 17-ти отраслям народного хозяйства на период 1970—1975 гг.

Самостоятельная разработка развернутого стоимостного и натурального межотраслевых балансов существенно снижает эффективность этого метода в практике планирования и сужает область его применения. В едином натурально-стоимостном балансе могут быть наиболее детально представлены важнейшие межотраслевые связи, вещественный разрез производства и потребления продукции сочетается с отраслевым и организационным разрезами, находит отражение более широкая сфера экономических процессов. Ф. Н. Клоцвог, Р. А. Бузунов, В. А. Агеев (НИЭИ при Госплане СССР) обсудили принципы построения схемы и модели такого баланса, вопросы организации его разработки и выводы, вытекающие из экспериментальных расчетов его.

В. Д. Белкин (Институт экономики АН СССР) рассмотрел методы блочной оптимизации планового межотраслевого баланса и увязки материально-вещественного и финансового его аспектов. Система плановых расчетов содержит ряд относительно автономных блоков, объединенных итеративной блок-схемой. Остовом системы являются пять народнохозяйственных блоков, назначение которых — расчет сбалансированного и реализуемого плана, а также цен. Остальные блоки предназначены для оптимизации отдельных отраслей и отраслевых комплексов; число таких блоков переменное и зависит от количества оптими-

зируемых секторов. В. Д. Белкин сообщил, что отдельные составные части системы опробованы на ЭВМ. Модели строились как на условных, так и на реальных материалах. Таковы расчеты цен производства, оптимизация межотраслевого баланса в части топливных отраслей и расчет рент и цен на топливо, расчеты по оптимизации внешней торговли. Однако расчеты по предлагаемой системе в целом еще предстоит выполнить.

Развитию предложенной Н. Ф. Шатиловым динамической модели межотраслевого баланса* была посвящена группа докладов новосибирских ученых (ИЭ и ОПП СО АН СССР): Н. Ф. Шатилов привел новые результаты использования этой модели и указал направления ее совершенствования; Р. А. Оганян произвел более подробную ее математическую запись; К. К. Вальтух, И. П. Кузнецова рассмотрели возможности использования этой модели для анализа и прогнозирования развития экономики США; М. А. Гершензон, Н. Ф. Шатилов предложили систему экономико-математических показателей, дающих количественную характеристику прямых и косвенных связей, которые неявно учитываются в уравнениях этой модели.

Мэрилендскую межотраслевую модель описал К. А. Алмон (США). Таблица межотраслевых потоков разрабатывается год за годом на десять и более лет. Сейчас работа идет с таблицей на 180 секторов, в основе которой — опубликованная правительством США таблица 1963 г. Очевидно, для прогнозирования 1980 г. нужна более современная база. Идея заключается в том, чтобы, используя статистические данные различных источников, исключить уже известные потоки из соответствующих результирующих строк и столбцов, сбалансировать оставшиеся величины с помощью метода Р. Стоуна. В докладе были рассмотрены уравнения, связывающие инвестиции и рост производства, описана вкратце работа вычислительной программы.

Все большее распространение получает в последнее время *национальное счетоводство*. Национальные экономические счета, несмотря на их сложность, регулярно публикуются во многих странах, а стандартная система этих счетов, разработанная ООН, была недавно пересмотрена. Демографические же счета — важного более новое явление. В представленном на симпозиум докладе Р. Стоуна — сам он не смог приехать — была предпринята интересная попытка объединить систему национальных экономических счетов с системой национальных демографических счетов. В демографиче-

* См. кн. Н. Ф. Шатилова «Моделирование расширенного производства» (М., «Экономика», 1967).

ской части модели рассматривались ресурсы и потоки населения, образование и занятость; в экономической части — запасы и потоки продуктов, их использование в производстве и для конечного потребления. Как указал Р. Стоун, модель в целом отражает два аспекта человеческих устремлений в капиталистическом обществе: найти работу, соответствующую индивидуальным возможностям и склонностям, и производить товары и услуги; в модели рассматривалось также распределение доходов, которое возникает из этих двух видов предпочтений. В докладе были приведены численные иллюстрации.

Заметное место заняло на симпозиуме обсуждение проблем *прогнозирования*. В. Г. Гребенников, Г. Г. Пирогов, К. И. Туляков, С. Д. Горшенин (ЦЭМИ АН СССР) описали модель агрегированного динамического анализа типа «спрос-потенциал» (на примере США); Я. М. Лотос (ИЭ АН СССР) — лаговую динамическую модель для системы долгосрочного прогнозирования; О. С. Богданов (ИМЭМО АН СССР) критически рассмотрел опыт моделирования бюджетной и кредитно-денежной политики в США — Брукингскую квартальную модель, модель Федеральной резервной системы и Массачусетского технологического института, модель Л. Турроу.

Б. Н. Михалевский (ЦЭМИ АН СССР) представил дальнейшую разработку первого уровня пятиступенчатой системы моделей среднесрочного народнохозяйственного планирования*. Докладчик распространил результаты М. Бруно** на случай трехфакторной функции Кобба—Дугласа с разновозрастными ресурсами; опираясь на это, он получил уравнение экономического роста с кусочно-постоянными параметрами, а затем сформулировал уравнения для более общего семейства производственных функций со структурным неравновесием.

Отсутствие статистического метода обработки уравнений связи для величин заданных динамическими рядами, заставляет исследователей пользоваться классическим аппаратом множественной корреляции и регрессии, что, естественно, приводит к решениям с затруднительной или совсем невозможной экономической интерпретацией. Б. В. Седелев (НИИ при Госплане СССР) предпринял попытку учесть специфику исходных величин (динамических рядов) — разработал соответствующую экономико-статистическую модель и метод оценки ее параметров. Модель применена для расчета показателей эффективности отдельных факторов в процессе образования валового

национального продукта по данным для ФРГ. Полученные оценки для переменных факторов согласуются с экономическими представлениями о их соотношении и характере роста для ФРГ.

Производственная функция использовалась рядом исследователей как один из основных инструментов при экономическом анализе. Так, в докладе Б. Г. Себрякова, Н. Л. Эфроса (ЛГУ) на основе производственной функции для народного хозяйства СССР за 1959—1968 гг. и односекторной модели роста рассматривались вопросы расчета ряда показателей эффективности общественного производства. Для учета динамики производства в этот период авторы выдвинули предпосылку о линейной однородности народнохозяйственной производственной функции. Показано, что такие функции могут описывать только экономику с падающей средней фондоотдачей, что соответствует общей динамике этого показателя в рассматриваемый период. В то же время наиболее распространенный в расчетах вариант аппроксимации с помощью динамической функции Кобба—Дугласа неприемлем в частности потому, что при этом получается малоправдоподобное соотношение между изменением средней фондоотдачи и темпом роста национального дохода; при использовании этой функции наиболее высокие темпы роста последнего достигаются при прогрессирующем падении фондоотдачи. А. А. Рыбкин, А. Ф. Кандель (ИМЭМО АН СССР) рассмотрели эластичность замены ресурсов в производственных функциях и экономический рост.

Модели равновесия занимают в последние годы видное место среди экономикоматематических исследований. В докладе Д. Гейла (США) был сделан интересный вывод о том, что могут существовать устойчивые состояния равновесия в международной торговле, которые являются «несбалансированными», т. е. объем экспорта и импорта отдельных стран не обязательно должен быть уравновешен. Д. Гейл изучал модель для двух стран с единственным видом товара для внешней торговли, так что в условиях равновесия одна из этих стран в каждый период времени экспортирует постоянное количество такого товара в другую страну и не получает ничего взамен. Вывод заключается в установлении возможности постоянного небаланса торговли в условиях равновесия. Признавая, что опасно пытаться получить общие выводы из единственной очень специальной модели, Д. Гейл выразил тем не менее уверенность, что некоторые из ее элементов будут перенесены в намного более общие модели.

В. Л. Макаров (ИЭ и ОПП СО АН СССР) рассмотрел в чистом виде опти-

* См. наш журнал — 1967 г., т. III, вып. 5; 1968, т. IV, вып. 1.

** «Intern. Econ. Rev.», 1968, v. 9, № 1.

мально-равновесные состояния в динамической экономической системе, оставив вне исследования конкретный механизм достижения или реализации этих состояний. В модели имеется управляющий орган, который контролирует систему, типа налоговой. Формально «налоговая система» аналогична матрице распределения в модели Эрроу—Дебре. Кроме того, имеются производители и потребители, действующие независимо. По мнению докладчика, при определенных условиях управляющий орган, пользуясь только «налоговой системой», может обеспечить реализацию оптимального (в смысле определенного критерия) пути.

Различные аспекты построения моделей равновесия обсуждали: И. В. Романовский (ЛГУ) — общий подход к магистральным теоремам, А. М. Рубинов (ИМ СО АН СССР) — характеристические цены оптимальных траекторий, Дж. Цукуни (Япония) — траекторию оптималь-

ного роста в динамической модели затрат-выпуска с нелинейной функцией конечного спроса.

Ряд интересных докладов был представлен и по другим проблемам. Например, Э. Маленво (Франция) остановился на вопросах теории планирования личного и общественного потребления. В розданном участникам симпозиума докладе М. Калецкого (Польша) исследовались проблемы теории эффективности капиталовложений*. И. Санди (Голландия) описал программную модель для двойственной экономики.

Симпозиум еще раз показал плодотворность подобных международных встреч экономистов-математиков.

* Доклад представляет собой основную часть статьи, опубликованной в нашем журнале (1970, т. VI, вып. 3).

НАУЧНЫЙ СЕМИНАР ПО ПРОБЛЕМАМ ЛОКАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Научный семинар по проблемам локальных взаимодействий в экономических системах, созданный по инициативе ЦЭМИ АН СССР и Вычислительного центра Тартуского государственного университета, проходил в поселке Сангасте Эстонской ССР с 21 февраля по 1 марта 1970 г. В его работе приняли участие ученые ЦЭМИ АН СССР, ИПУ (Института проблем управления) АН СССР, МГУ, Института математики АН СССР, ИИПИ (Института проблем передачи информации) АН СССР, Тартуского государственного университета и некоторых других институтов и организаций.

Целью семинара был широкий обмен мнениями по теоретическим принципам функционирования систем, состоящих из большого числа элементов, при условии, что каждый из них взаимодействует лишь с относительно малым числом элементов, входящих в систему. В рамках этой общей проблемы могут быть выделены два основных аспекта: во-первых, при заданной структуре локальных взаимодействий исследуются теоретически наиболее вероятные состояния, достигаемые системой в целом; во-вторых, отыскивается процедура локальных взаимодействий, приводящая к состоянию, обладающему заданными свойствами.

Всего было зачитано и обсуждено 13 докладов.

Общей постановке проблемы локальных взаимодействий под углом зрения важнейших аспектов экономической теории посвятил свое выступление руководитель семинара А. И. Каценелнбойген (ЦЭМИ АН СССР). Докладчик обратил

внимание на то, что проблема функционирования развитой социалистической экономики связана с органическим сочетанием вертикальных и горизонтальных отношений. В области создания математических моделей функционирования экономики с гибкими вертикальными отношениями имеются значительные успехи (так называемое «блочное программирование»). Значительно хуже обстоит дело с анализом механизмов горизонтальных отношений. Здесь возникают большие трудности, поскольку горизонтальные отношения представляют собой упорядоченный процесс локальных взаимодействий, который должен быть увязан с вертикальными механизмами. В связи с этим точка зрения на горизонтальные отношения как синоним неупорядоченных, стихийных взаимодействий является неправильной.

Группа докладов была связана с проблемой локальных взаимодействий в собственно экономических моделях. В. М. Полтерович (ЦЭМИ АН СССР) рассмотрел систему, включающую ряд участников, каждому из которых приписывается функция полезности и начальный вектор ресурсов. Он привел условия, обеспечивающие последовательность сделок (актов обмена, состоящих в перераспределении ресурсов) между участниками, которые приводят к тому или иному заданному состоянию: максимуму суммарной полезности, точке Парето и т. п.

С конструктивным обзором моделей равновесия (специальной модели Гейла с нелинейными целевыми функциями участников; общей модели производства и