

И. Ф. Цисарь, В. Г. Нейман

**КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ
ЭКОНОМИКИ**

МОСКВА ДИАЛОГМИОН 2008

УДК 681.324
ББК 32.97

Ц73

Цисарь И. Ф., Нейман В. Г.

Ц73 КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИКИ. – М.: “Издательство ДИАЛОГ-МИФИ”, 2008. – 384 с.

ISBN 978-5-86404-219-9

В книге представлена современная практическая технология компьютерного моделирования экономических систем, необходимая для понимания причинно-следственных связей в экономике, прогнозирования, планирования, принятия решений менеджерами. Комплекс детально разработанных примеров моделирования представляет интерес для преподавателей, студентов, аспирантов и профессионалов почти любой экономической специальности.

Тематика примеров моделирования охватывает исследование процессов рыночного равновесия, проектирование оптимальной ставки налогообложения бизнеса, анализ динамики циклов и кризисов, оптимальное планирование в фирмах, банках, страховых компаниях и пенсионных фондах.

Модели реализованы на персональных компьютерах в популярных программных системах финансистов Excel, Matlab и SIMULINK, а также Project Expert с применением алгоритмов математической оптимизации и имитационного моделирования экономической динамики.

Учебное пособие

Цисарь Игорь Францевич (канд. экон. наук, доцент ГУУ),
Нейман Владимир Генрихович (канд. т. наук, проф. МЭЛИ)
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИКИ

Редактор О. А. Голубев
Корректор В. С. Кустов
Макет Н. В. Дмитриевой

Подписано в печать 28.01.2008.

Формат 60x84/16. Бум. офс. Печать офс. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 22,32. Уч.-изд. л. 14,17. Тираж 1 000 экз. Заказ 199.

ООО “Издательство ДИАЛОГ-МИФИ”

115409, Москва, ул. Москворечье, 31, корп. 2. Т.: (495) 320-30-77, 320-43-77

[Http://www.dialog-mifi.ru](http://www.dialog-mifi.ru). E-mail: zakaz@dialog-mifi.ru

ООО “Подольская периодика”

142100, г. Подольск, Московская обл., ул. Кирова, 25

ISBN 978-5-86404-219-9

© Цисарь И. Ф., Нейман В. Г., 2008

© Оригинал-макет, оформление обложки.

ООО “Издательство ДИАЛОГ-МИФИ”, 2008

Предисловие

Человек всегда моделировал: мысленно, физически, знаками, в том числе математически.

Будущий экономист знаком с моделированием с раннего детства, особенно если он имел котенка. Для своего любимца он делал модель мышки: бумажный шарик или бантик на веревочке. Кот ловил модель мышки. Это были грубые модели. Они отражали мало факторов реальности: только объем и движение от руки будущего менеджера. Более адекватную реальности модель приходится покупать в зоомагазине. Она уже имеет много общих с реальной мышкой показателей: форму мышки, хвостик, глазки, пищит при сжатии, пахнет мышкой.

У кота инстинкт. Он с рождения знает, что нужно будущему менеджеру – simulation, имитационное моделирование. Котенок обучается своему хищному бизнесу, имитируя будущую охоту, играет в деловые игры с моделью мышки. Он затаился, прогнозирует ситуацию, готовится к прыжку, внезапно прыгает, хватая модель и уносит в укромное место. Но пир не состоится. По главному интересному для кота признаку резиновая модель отличается от вкусной, мясистой мышки.

К Рождеству будущий менеджер ловит снежинки, чтобы развесить их на елке и окнах. Но они тают. Тогда менеджер моделирует: вырезает снежинки из бумаги. Форма похожа, и бумага не тает.

Если будущий экономист вышел не из политработников, философов, а из мастеровых (плотников, закройщиков, металлостов), то он знает поговорку "семь раз отмерь – один отрежь". Не выполнишь это правило – испортишь материал, ничего не заработаешь, да и за испорченный материал заплатишь. Пока за испорченные экономики никто не платил.

Мера – это модель. Если вам надо сделать на даче скамеечку ребенку, то она должна быть высотой до его колена. Вы приставляете к его ноге прутик и отрезаете его на высоте колена. Прутик – натурная модель колена и ножек будущей скамейки. Если вы приставили к ноге линейку, отсчитали высоту в сантиметрах и передали ее по телефону в мастерскую, вы передали знаковую, числовую, математическую модель.

Модель (мера) позволяет семь раз отмерить (промоделировать) и лишь один раз отрезать. В экономике же, особенно в период реформ, вначале режут (устанавливают законы, нормы, ставки), а затем, через несколько лет или десятилетий, измеряют. Оказалось не так отрезали. Если голова отлетела, а хвост увяз, меняют их местами. Социально-экономическая система управляется (режется) методом проб и ошибок. Отрезанный неправильно брус плотнику не восстановить. Реформаторам легче. Экономика – живая система. Она восстановится через десятки лет даже после неверного отреза-

ля. Но мы учим студентов перед принятием решения все же семь раз проodelировать, чтобы не разрушать экономику, социум и не мучить людей.

В профобразовании студент должен понимать, знать, уметь. На младших курсах студенту преподавали математику в экономике – экономикоматематический анализ и моделирование. Возможно, студент понимал и гал эти дисциплины, но за 30 лет работы в экономике мы ни разу не встретили экономистов, способных выполнять экономико-математическое моделирование. Мы принимали на работу специалистов по экономической ки-рнетике, выпускников всем известных университетов с красными дипломами, но у них даже душа не лежала к моделированию работы ни едприятий, ни отраслей, ни банков, ни страховых компаний и пр. Они изучали симплекс-методы, методы потенциалов, множители Лагранжа, мо-ли Солоу, ящики Вудворта, игры Неймана, магистрали, но практически ставались нулями. Вероятно, им не хватало практики, практики моделиро-ния, чувства модели.

Современный компьютерный парк вузов, рыночное программное обес-ечение и масса разноавторных моделей позволяют восполнить этот пробел. менно поэтому пособие посвящено не экономико-математическому, практическому компьютерному моделированию. Конечно, оно основано а знаниях экономики, математики, компьютеров, программных систем и ограммирования.

Государственный стандарт высшего профессионального образования ызывает активизировать практический, лабораторный компонент образо-ния. "Реализация основной образовательной программы подготовки ди-томированного специалиста должна включать выполнение студентом ла-раторно-практических работ по дисциплинам специальности, включая к обязательный компонент выполнение практических заданий на персо-льных компьютерах с использованием пакетов прикладных программ. ги навыки включают в себя: способность к ведению исследовательской боты, абстрактному логическому мышлению, использованию методов ддукции и дедукции и к критическому анализу; умение выявлять и пре-юлевать неструктурированные проблемы в незнакомых условиях и при-знять навыки решения возникающих проблем; умение определять и рас-авлять приоритеты в условиях ограниченных ресурсов и строить работу соблюдением жесткого графика; способность адаптироваться к новому."

Содействовать внедрению этих важнейших требований стандарта призвана настоящая методика компьютерного моделирования экономики примерами моделирования конкретных систем.

Цель примеров лабораторного моделирования – улучшить понимание студентом причинно-следственных связей в экономике, закрепить знания оретического курса и дать навыки в технологии практического анализа,

прогнозирования и планирования. Именно при выполнении компьютерного моделирования, манипулируя моделями и факторами, студент начинает осознавать, что мы преподаем лишь на достигнутом уровне понимания экономики. Компьютерный практикум моделирования дает студентам опыт исследовательской работы, учит основам проектирования аналитических, прогнозных и плановых моделей, знакомит с методами организации, планирования и обработки результатов экспериментов.

В век CD-ROM и Интернета студент, конечно, может написать курсовую работу, но это еще не значит, что он ее написал сам. Лабораторное же моделирование как активный метод обучения заставляет работать самостоятельно и выявляет любознательных.

Студентам предлагается не только пересказывать и переписывать экономическую практику и теорию (всегда несовершенную), но и поковыряться в моделях, поэкспериментировать, подумать, составить отчет об эксперименте даже на не совсем адекватных моделях. На исследовательской работе студент активен: он добывает, проверяет, изучает информацию о поведении объекта. К сожалению, из-за нехватки учебного времени и сложности разработки моделей часть работ приходится выполнять не в исследовательском, а в демонстрационном режиме, что оставляет студента в пассивном состоянии, но позволяет просмотреть больше моделей и развивает кругозор.

Достоинство компьютерных моделей в полной управляемости модели и условий эксперимента, что невозможно в условиях натурального эксперимента. Недостаток в том, что они субъективнее натуральных моделей. Можно заложить в лабораторную модель нереальные связи, а значит, получить неверные выводы. Но другого инструмента у экономиста практически нет. Риск неадекватности модели остается. И все же компьютерные модели строже отражают основные положения описательных моделей теоретических курсов, позволяют студенту быстро манипулировать факторами и связями, видеть и понимать последствия возможных решений или неподконтрольных менеджеру событий.

В деловых играх случайные факторы и действия конкурентов развивают реакцию, интуицию, ситуационное мышление, способность принимать решения, но затемняют теорию.

В отличие от деловых игр познавательная лабораторная модель с сильной абстракцией извлекается из реальной случайной и конкурентной среды. Она должна прояснить причинно-следственные связи, облегчить понимание процесса, влияния главных факторов и предсказать последствия принимаемых решений.

Представленные в книге компьютерные модели подготовлены на основе профильных учебников, публикаций, фирменных материалов производителей и разработок разных авторов. Они используются в Государственном университете управления, Российской академии предпринимательства, Эко-

номико-финансовом институте, Московском экономико-лингвистическом институте, Международной академии маркетинга и менеджмента, Московской международной высшей школе бизнеса "МИРБИС", а также в учебных центрах банков.

Примеры моделирования и лабораторные работы подготовлены для дисциплин математика в экономике, экономико-математическое моделирование, информационные системы в экономике, информационные технологии управления. Преподаватели основных экономических дисциплин также с успехом применяют их в курсах макро- и микроэкономики, экономики и финансов предприятий, госфинансов, цен и ценообразования, налогов и налогообложения, банковского, страхового дела и др.

Тематика работ охватывает исследование процессов рыночного равновесия, проектирование оптимальной ставки налогообложения бизнеса, анализ динамики циклов и кризисов, оптимальное планирование в фирмах, банках, страховых компаниях и пенсионных фондах, имитационное моделирование различных инвестиционных проектов.

Компьютерные модели реализованы в популярных программных системах экономистов Excel, Matlab и SIMULINK, а также Project Expert с применением алгоритмов математической оптимизации и имитационного моделирования экономической динамики.

Авторы учебников могут включать примеры моделирования в качестве лабораторных работ в свои курсы, а студенты и аспиранты совершенствовать модели и углублять исследования. Некоторые работы приобретены организациями, предприятиями и финансовыми институтами в качестве протипов для своих автоматизированных систем управления.

В книге можно выделить 5 разделов:

1. Основы методики и технологии компьютерного моделирования.
2. Моделирование в популярном пакете Excel.
3. Моделирование экономической динамики в пакетах Matlab-SIMULINK.
4. Имитационное моделирование в системе Project Expert.
5. Моделирование динамики систем в пакетах iThink и STELLA.

В каждом разделе решаются как типовые проблемы из вузовских учебников, так и еще не решенные и не попавшие в учебники проблемы.

Компьютерные программы моделей можно получить у автора Игоря Францевича Цисаря по адресу cisar37@mail.ru (тел. 8-499-943-19-29).

1. Основные понятия моделирования в экономике

1.1. Определение модели

Модель – это специально подобранный объект, который имеет с реальным объектом некоторые общие свойства, интересующие исследователя.

В процессе исследования, проектирования, принятия решения, управления модель заменяет оригинал. Операции, свойства, решения, заключения, принятые для модели, далее применяются к оригиналу.

Подчеркнем, что у модели и оригинала совпадает лишь ограниченное количество свойств. Исследователь определяет интересующие его свойства оригинала и подбирает модель, обладающую этими свойствами. Несущественные для целей исследования и проектирования свойства модели и оригинала могут различаться существенно.

1.2. Примеры моделей

Первичная фанерная модель самолета или автомобиля используется конструкторами и дизайнерами для проектирования экономичной и элегантной формы проектируемого истребителя или самосвала. Существенно лишь равенство свойства формы, но не материалов и агрегатов будущего изделия.

Компьютерная модель в салоне причесок подбирает лишь нравящуюся вам форму прически, но не диету или шампунь, дающие здоровье волос.

Скорость заполнения резервуаров водой может сравниться с темпом поступления средств на счета клиентов банка. Физические же свойства воды и денег несопоставимы.

1.3. Типы моделей

Модели бывают натуральные и знаковые.

Натуральная модель – это реальный (физический, биологический, химический и др.) объект, характеристики которого изменяются по тем же законам, по которым изменяются и показатели экономической системы.

Например, медик короля Людовика Франсуа Кенэ построил первые табличные модели макроэкономики Франции по аналогии с системой кровообращения человека. Экономисты начала XX в. моделировали товарно-денежные потоки в виде системы трубопроводов, насосов и резервуаров.

Знаковая модель состоит из графических объектов (схемы, графики, символы, формулы и т. д.), связываемых определенными правилами и преобразованиями. Например, чертежи изделий, схемы финансовых потоков, формулы дисконтирования и наращивания процентов по ссудам – это знаковые модели.

Математическая (знаковая) модель составляется на языке математики использованием математических законов и правил.

Компьютерная модель записывается на языке программирования компьютера и выполняется преобразованием знаков в электрические сигналы последующим обратным преобразованием сигналов на язык, понятный человеку, т. е. отображением символов алфавита и графиков на дисплее или распечатке.

1.4. Отношение модели и реальной экономики

Отношение модели и реальной экономики в процессе исследования, прогнозирования или планирования представлено на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Схема отношения модели и реальной экономики

При анализе реального экономического объекта применяется процедура абстракции. Мы отвлекаемся от всех несущественных для решения проблемы факторов. Выделяем только важные (по мнению исследователя) объекты, показатели и причинно-следственные связи. Затем подбираем математические и программные объекты, свойства (поведение) которых совпадают показателями реального объекта. Это математическая или компьютерная модель реального экономического объекта.

Серией компьютерных экспериментов мы исследуем модель и получаем подтверждение или опровержение наших предэкспериментальных гипотез о поведении модели. Выводы о поведении модели менеджер применяет реальному объекту, т. е. принимает плановое или прогнозное решение, полученное с помощью исследования модели.

1.5. Цели и задачи моделирования

- Исследование и изучение на моделях экономических процессов и законов.
- Предсказание последствий принимаемых решений.
- Автоматизация расчетов в проектировании, прогнозировании, планировании, управлении, подготовке решений.

1.6. Эффективность моделирования

- Модель удобнее для исследования, так как позволяет исключить влияние второстепенных и случайных факторов.
- Познавательные эксперименты в экономике практически невозможны, поскольку невозможно локализовать объект.
- Замена натуральных экспериментов модельными предотвращает разрушение реальных экономик при отрицательных результатах экспериментов. Примеры теоретически необоснованных, не проверенных моделированием экспериментов многочисленны. Это построение коммунизма в соцстранах, рынка в бывших соцстранах, регулирование методом проб и ошибок цен, налоговых ставок, курсов валют и многое другое.
- Снижение трудоемкости и сроков разработки анализов, прогнозов и планов.

1.7. Моделируемые объекты и системы

С появлением электронной вычислительной техники моделирование используется для анализа, прогнозирования и планирования практически всей иерархии экономических систем и объектов от мировой экономико-экологической системы (модели Римского клуба) до отдельных рабочих мест.

Показатели мировой экономики прогнозируются институтами Организации Объединенных Наций. Аналитические департаменты Международного валютного фонда моделируют финансовое состояние стран. Они разрабатывают стабилизационные антикризисные программы. Многие попавшие в кризис страны считают эти программы вредными.

Региональные объединения стран (Европы, Африки, Юго-Восточной Азии и др.) применяют компьютерное моделирование для планирования и координации развития своих регионов.

Международные картели отраслевых производителей (нефти, каучука, металлов и др.) моделируют прогнозы развития при разных вариантах мировых цен и объемах добычи, производства и экспорта.

Развитие национальных экономик отдельных стран на 20 и 50 лет моделировалось в США и Европе еще с 60-х гг. прошлого века. Модели включают до нескольких тысяч показателей.

Широко распространено моделирование развития отдельных отраслей, особенно в государственных секторах экономики. Моделирование отдельных предприятий используется для анализа, прогнозирования и планирования почти по всем балансовым показателям. Моделирование экономического состояния отдельных подразделений предприятий позволяет улучшить координацию работы подразделений, выявить точки затрат и прибыли. Моделирование цикла жизни отдельных продуктов особенно полезно в маркетинге. Используется моделирование для управления отдельными ресурсами, например производственной мощностью, персоналом, финансами.

1.8. Моделируемые цели и критерии субъектов экономики

Наиболее часто в моделях используются следующие цели и критерии менеджеров:

- максимизация прибыли, рентабельности;
- снижение затрат;
- минимизация налогов;
- обеспечение устойчивости в нестабильной среде;
- расчет экономических параметров операций (например, точки безубыточности или баланса ресурсов) и др.

1.9. Место моделирования в системах управления экономическими объектами

Типовая схема системы управления экономическим объектом представлена на рис. 1.2. Она отражает информационно-технологические этапы управления.

Контур управления экономическим объектом включает этапы: учета, отчетности, анализа, прогноза, планирования управленческого решения. Экономический объект полностью контролируется и управляется системой с обратной связью. Рынки и внешняя среда неподвластны системе управления данным объектом. Показатели этих подсистем можно лишь прогнозировать, но не управлять ими.

Хотя вся система управления занимается обработкой информации, информация – это модель реальных процессов, на каждом из этапов применяются специфические средства моделирования. Любой учет (бухгалтерский, управленческий, финансовый, складской...) – это простейшее модель-

2. Методика и технологические этапы разработки моделей

Моделирование не самоцель, а инструмент для решения проблем. Его применяют, когда необходимо понять, объяснить еще не понятую проблему или решить с помощью компьютера поставленную задачу. На пути исследователя много неясностей, недостатка знаний, препятствий, сомнений и растерянности. Уверенность в решении проблем менеджеру придает знание основ методики и технологии моделирования. Далее кратко рассмотрим основные технологические этапы решения проблем с помощью компьютерного моделирования. Следует отметить, что этот раздел, как и многие дисциплины, скучен для студентов, которые еще не работали по специальности. Они еще не понимают, зачем и для чего им вбивают знания и терроризируют зачетами и экзаменами. Но работающие студенты, получающие второе высшее образование, уже получили опыт столкновения с проблемами и просят опоры методик и систематизации. Сразу отметим, что дано лишь перечисление пунктов методики и технологии без подтверждения их примерами. Но далее при моделировании конкретных экономических систем и в лабораторных работах мы постараемся раскрыть и подтвердить каждый пункт методики и технологии моделирования.

2.1. Определение проблемы и проблемной системы

"Есть проблема!" – это первый возглас исследователя или менеджера, призывающий к ее решению моделированием. Примеры возникающих проблем: велики издержки производства, падает объем продаж, дефицит товара на рынке, перепроизводство, затоваривание, инфляция, финансовый кризис в стране или мировой финансовый кризис.

После фиксации еще смутной проблемы следует этап ее коллективного уточнения, формулировка, которую может понять большинство членов бригады, решающей проблему или задачу.

Далее уточняется проблемная система, т. е. перечень внутренних и внешних систем, подсистем, объектов, факторов, показателей и причинно-следственных связей, которые влияют на решение проблемы. Это описательная модель (иногда теория или гипотеза) проблемной системы, на основе которой далее строятся математические и компьютерные модели для анализа, прогнозирования и планирования.

2.2. Разработка модели решения проблемы

Под технической моделью проблемной системы будем понимать любую формальную модель: графическую, табличную, математическую, алгоритмическую.

Определение объекта моделирования

Прежде всего необходимо определить границы объекта моделирования, выделить его из проблемной среды. Обычно объект проблемы – это предприятие, продукт, процесс, сектор экономики и др.

Определение внешней среды объекта

Внешняя среда объекта определяется перечнем факторов и систем, действующих на объект: налоговая система, конкуренты, погода, процентная ставка ЦБ и др. В моделях влияние внешней среды будет задаваться экзогенными (внешними к объекту) переменными и параметрами.

Определение системы управления объектом

Необходимо выделить систему управления объектом, ее полномочия и характер управленческих решений. Это может быть министерство, директор, плановый отдел, кредитный комитет банка, собственник, его жена и др.

Система управления характеризуется методами принятия решений: интуицией, эмоциями, подражанием авторитетам, анализом, прогнозом, пропорциональностью, оптимальностью.

Детализация описания подсистем и элементов модели

Детальная разработка модели осуществляется декомпозицией каждой подсистемы, т. е. расчленением ее на составляющие подсистемы, объекты, элементы. Далее определяются причинно-следственные связи элементов. При этом используется метод обратного движения от следствия к причине. Всегда полезно схемное моделирование в виде построения граф-схем, блок-схем, таблиц.

Раскрытие иерархии подсистем сверху вниз производится до уровня, когда вы сможете:

- увидеть интересующие исследователя внутрисистемные (эндогенные) показатели;
- описать элемент отдельной формулой;
- моделировать поведение элемента стандартной компьютерной подпрограммой или спецоборудованием.

После выделения элементов готовится описание их поведения, связывающее выходные показатели элемента с входными (влияющими факторами) и фиксированными или переменными параметрами. По мере уточнения знаний об объекте описание задается словесно, графически, таблично, математической формулой.

2.3. Оценка параметров моделей элементов

После получения формул объектов необходимо определить численные значения констант (параметров) формул. Это позволит во время моделирования по входным переменным вычислять выходные переменные элементов, иначе говоря, имитировать их поведение.

Для оценки параметров моделей используются следующие методы: нормативные, экспертные, статистические, поисковые, регрессионные, анализ временных рядов и др. Эти методы будут продемонстрированы ниже на конкретных примерах.

2.4. Планирование экспериментов и выбор алгоритмов подготовки решений

Когда докомпьютерная модель готова, мы вспоминаем, зачем она нам нужна. Нам надо понять влияние факторов на поведение системы, разработать прогнозы, составить наилучшие планы. Здесь мы должны выбрать уже не модели, а процедуры управления моделями, алгоритмы исследования моделей и оптимизации планов. Обычно применяются методы: аналитические, численные, имитационные, эвристические, экспертные, оптимизационные и др. За полвека однозначная терминология так и не устоялась.

Математики, алгоритмисты и программисты хорошо поработали, но пока не дали быстрых, эффективных и универсальных алгоритмов для решения любых задач. Выбор алгоритма оптимизации зависит от типа моделей: условной или безусловной оптимизации, линейные или нелинейные, статические или динамические, детерминированные или стохастические, целочисленные, дискретные и др.

Наиболее доступны экономистам следующие методы и алгоритмы оптимизации: поиск на сетке, покоординатный поиск (Гауса – Зайделя), симплекс-методы, градиентные методы, случайный поиск (Монте-Карло) и др. Некоторые из этих методов мы применим в нижеследующих примерах моделирования. Эти методы изучаются на младших курсах экономических вузов. К сожалению, если моделирование преподается на младших курсах, студенты еще не забыли математику, но еще не знают экономику. Студенты старших курсов разбираются в экономике, но уже забыли математику.

2.5. Разработка компьютерной модели

Выбор и доработка программного обеспечения

После того как докомпьютерная модель определена, необходимо выбрать программное обеспечение для реализации модели на компьютере. Это могут быть прикладные программы, например табличные процессоры Excel, Lotus; пакет моделирования систем массового обслуживания GPSS, пакеты для моделирования экономической динамики IThink или Poversim, пакеты моделирования математических и технических систем Matlab и SIMULINK и многое другое. Можно применить универсальные языки программирования типа Pascal, C++, но тогда трудоемкость программирования интерфейса менеджера с моделью превысит трудоемкость программирования самой модели в 5–10 раз.

Почти всегда, даже в таких специализированных пакетах экономистов, как Excel, приходится программировать недостающие вам процедуры. Для этого специализированные пакеты имеют встроенные языки программирования. В MS Office это Visual Basic for Application, в Matlab-язык m-файлов, в бухгалтерских системах разных поставщиков свои языки макросов.

Компьютерная реализация модели

В соответствии с правилами выбранного программного обеспечения вводятся формулы, функции, процедуры и данные модели. Разрабатывается программа интерфейса пользователя для управления моделью и вывода результатов расчетов.

2.6. Компьютерное моделирование, прогон программ

Подготовка плана численных и имитационных экспериментов

В зависимости от целей исследования или планирования намечается план модельных экспериментов. Составляется перечень и числовые значения параметров и входных переменных, для которых будут выполнены расчеты. Например, намечается просчитать показатели предприятия при различных ценах на товары, оценить прибыль инвестора при различных сочетаниях ценных бумаг в портфеле.

Подготовка исходных данных (экзогенных переменных и начальных условий)

Эндогенные – это переменные, изменяемые внутри модели. Экзогенные – это внешние к модели переменные, задаваемые вне модели и воздей-

твующие на нее. Например, налоговые ставки задаются законом и являются внешними по отношению к модели предприятия.

Начальные условия задаются в динамических моделях в основном как величины запасов ресурсов и фондов на момент планирования и моделирования.

Компьютерные расчеты

Запускается модель, выводятся на экран и печать результаты расчетов в виде таблиц и графиков.

Оценка результатов моделирования и отладка модели

Первые результаты почти всегда неверны, поэтому предусматривается этап отладки модели. Результаты моделирования сравниваются с поведением реального объекта. Степень совпадения результатов говорит об адекватности модели объекту. Модель почти всегда дорабатывается. Все этапы разработки модели многократно циклически повторяются. Трудоемкость отладки иногда в несколько раз превышает трудоемкость первоначальной разработки модели.

Эксплуатация готовой модели

Готовая модель передается пользователям: плановикам, менеджерам, исследователям, аналитикам. Результаты моделирования по готовой модели применяются к реальному объекту для управления или заключений о его функционировании.

Разработка планов дальнейшего моделирования

Выполняется по оценке результатов для совершенствования модели и расширения сферы ее применения.

3. Моделирование, организация и методика лабораторных работ

Техническое обеспечение моделирования – это персональные компьютеры любой современной конфигурации.

Операционная среда моделирования включает:

- текстовый редактор MS Word для оформления отчетов;
- электронные таблицы Excel для выполнения статических и несложных динамических задач;
- систему моделирования SIMULINK и систему Matlab для управления экспериментами и обработки результатов;
- систему имитационного моделирования финансовой деятельности предприятия Project Expert.

Организация работ предусматривает:

1. Проверку преподавателем готовности студента к выполнению работы. Проверяется знание практической актуальности и теории исследуемой проблемы; состава и принципов функционирования лабораторной модели, компьютерной техники и программного обеспечения, методики выполнения работ.
2. Выполнение работы в компьютерном классе.
3. Подготовку и оформление отчета.
4. Защиту отчета у преподавателя.

Правильная последовательность выполнения работ стимулирует заинтересованность студента. Вначале целесообразно выполнить остроактуальные и простые работы, например проектирование налоговой ставки. На этих примерах студенты приобретают опыт по технике эксперимента в вышеуказанных программных средствах и созревают для выполнения более сложных по технике и экономическому содержанию работ.

Организация рабочих мест студентов и преподавателя должна обеспечить удобство преподавания и восприятия материала обучения. Преподавателю из центра зала удобно видеть как экраны, так и трудности студентов. Он может быстро перемещаться и помогать студентам. В одном финансовом вузе рабочие места оформили как места банковских операционистов: крутые стойки и экраны, повернутые от центра к стенкам, т. е. закрыты от клиентов, а значит, и от преподавателя. Автор, как каскадер, карабкался и выкручивался, чтобы взглянуть на экран и помочь студентам. Результат – травма ребра.

Работа интересна, когда студент осознает практическую или теоретическую нерешенную проблему и решает ее в лабораторной работе. Соблюдается принцип обучения практика (проблема) – теория – практика. Преподаватель сочетает гипотетические учебные ситуации и анализ реальной экономической информации.

В соответствии с вышеизложенной технологией моделирования каждая работа включает типовые этапы и элементы.

Определение проблемы. Экономическая практика все время порождает проблемы, поэтому и лабораторные работы целесообразно начинать с определения проблемы. Вначале проблема определяется в нечетких формулировках. Все знают, что проблема существует, но точно сформулировать ее не могут. Постепенно проблема уточняется и формулируется строже. От интуитивной модели и здравого смысла мы постепенно переходим к математической и компьютерной модели.

Цель работы. Цель любой лабораторной работы – получение информации и навыков. В конкретной работе это анализ, исследование или проверка зависимостей, получение опыта анализа, прогнозирования, планирования эматических объектов или показателей. Типовыми будут: проверка влияния факторов, причинно-следственных связей, оценка возможных управленческих решений. В развитие работы можно модифицировать проблему, цель, модель, дать новый пример подобной проблемы, расширить круг вопросов и предметную область.

Лабораторная модель должна быть очень простой и малоразмерной, т.е. содержать как можно меньше элементов и факторов, чтобы выделить только главные для понимания причинно-следственных связей. Поэтому лабораторные модели "вырезались" из промышленных моделей даже с потерей адекватности реальной экономике. Используются нижеследующие типы моделей.

Описательная (словесная, текстовая, вербальная) модель. Она обычно задана учебником, здравым смыслом или интуицией.

Графическая модель обычно задается блок-схемой, отражающей материальные, денежные и информационные связи объектов и процессов.

Табличная модель обычно разрабатывается как аналитическая, прогнозная или плановая электронная таблица. Она заполняется данными и формулами для вычисления производных показателей.

Математическая модель представляется в виде системы уравнений: алгебраических, интегральных, дифференциальных – или логических выражений. Вид модели обычно предопределяет и метод ее решения.

Компьютерная модель задает программные правила получения решения.

Система управления экспериментом включает интерфейс исследователя с моделью, средства планирования экспериментов и обработки результатов. Здесь в каждой работе приводятся средства отображения информации об объектах и их показателях, средства ввода параметров и экзогенных переменных, средства обработки результатов, планирования экспериментов и модификации моделей.

Порядок выполнения работы задается списком заданий для исследования и инструкциями по управлению экспериментом. Соблюдается вечный образовательный принцип обучения – от простого к сложному.

Анализ результатов работы и подготовка отчета. Регистрация результирующих показателей моделирования производится либо непосредственно в электронных таблицах, либо в виде графиков. На начальном этапе работ чрезмерная автоматизация обработки экспериментов нецелесообразна, поскольку студент почти не участвует в эксперименте, ему не над чем задуматься.

В отчете студент приводит таблицы и графики экспериментальных зависимостей показателей, делает выводы о причинно-следственных связях и взаимном влиянии факторов, сравнивает полученные результаты с теоретическими положениями учебников, статистикой и экономической практикой, формулирует предложения для планирования, управленческих решений, законодательства и возможных дальнейших направлений исследований.

Контрольные вопросы для допуска к защите и для защиты работ. По каждой работе составлен перечень контрольных вопросов для оценки готовности студента к лабораторной работе. В перечень вопросов включается формулировка исследуемой проблемы, описание лабораторной модели, средства управления экспериментом, последовательность выполнения работы, требования к анализу результатов и оформлению отчета. После выполнения работы оформленный отчет защищается устно у преподавателя.

Поскольку работы между собой независимы, для удобства ссылок преподавателей и студентов к каждой работе прилагается отдельный список литературы, рекомендуемой студентам для изучения. Также по работам локализована нумерация рисунков, графиков, таблиц и формул.

4. Оптимальная ставка налога, имитационное моделирование

4.1. Постановка задачи

В первой работе методами имитационного моделирования мы будем искать оптимальную ставку налогообложения прибыли. Здесь используется простейший метод поиска на сетке факторов. Планирование экспериментов заключается в изменении факторов с постоянным шагом и построении экспериментальных графиков зависимости ставки от факторов. Оптимальные величины ставок определяются не алгоритмически (программой), а визуально по графикам.

Определение проблемы

Государство стремится увеличить налоги, чтобы наполнить бюджет для выполнения своих социально-экономических и оборонных функций.

Бизнес жалуется, что налоговое бремя велико, поэтому и налоговые ставки надо уменьшить.

Экономисты утверждают, что большие налоги сдерживают развитие экономики, а значит, и будущее наполнение бюджета.

Проблема. Теория и практика не знают величину приемлемой для всех налоговой ставки.

Задача. Обосновать величину налоговой ставки.

Рабочая гипотеза. Поступления в бюджет за определенный период времени будут наибольшими не при максимальной, а при оптимальной для бюджета ставке налога, т. е. с ростом налоговой ставки поступления в бюджет будут сперва увеличиваться, а затем уменьшаться.

Цель работы. Исследовать зависимость поступлений в бюджет от величины налоговой ставки.

Уточнение и ограничение проблемы. Несмотря на массу налогов и терминов, источником развития бизнеса и источником налогового наполнения бюджета в конечной инстанции является прибыль, т. е. превышение доходов над расходами.

4.2. Лабораторная модель

Выделение проблемной системы (объекты и функции)

Законодатель объявляет ставку налога.

Бюджет получает налоговые отчисления от прибыли предприятий.

Предприятия по налоговой ставке на прибыль отчисляют средства в бюджет.

Описательная модель

Государство объявляет ставку налога на прибыль и получает от фирм средства в бюджет. Фирмы обладают собственным капиталом, производят прибыль, отчисляют по налоговой ставке средства в бюджет. Постналоговая прибыль как нераспределенная прибыль полностью включается в собственный капитал фирмы. Дивиденды не выплачиваются, никаких других отчислений от прибыли не производится. Вся прибыль распределяется только на два потока: в бюджет, а остаток – в собственный капитал фирмы.

Математическая модель

Сумма налоговых поступлений в бюджет за моделируемый период представлена формулой

$$BD_t = \sum_{t=tb}^{t=tf} PRF_t * TXRT ,$$

где BD_t – сумма поступивших в бюджет средств от начала моделирования к концу года t , руб; t – время, год (для запасов этот момент – конец года, для потоков это интервал времени определенного года); tf – последний (final) год моделирования; tb – начальный (begin) интервал моделирования; PRF_t – доналоговая прибыль (profit), полученная предприятием за год t , руб./год; $TXRT$ – ставка налога на прибыль (tax rate).

Капитализируемый предприятием за период моделирования остаток прибыли:

$$CP_t = \sum_{t=tb}^{t=tf} PRF_t * (1 - TXRT) .$$

Прибыль за t год:

$$PRF_t = CP_t * RN ,$$

где RN – рентабельность капитала предприятия. Задается как параметр предприятия, исходное данное.

Табличная модель

На рис. 4.1 в табличном процессоре Excel представлена блок-схема имитационной модели налоговых отношений государства и фирм. Стрелки показывают направления финансовых (сплошная линия) и информационных (пунктир) потоков.

Табличная модель каждого объекта встроена в блок-схему табличного процессора Excel. Дается показатель и его исходное или вычисляемое значение.

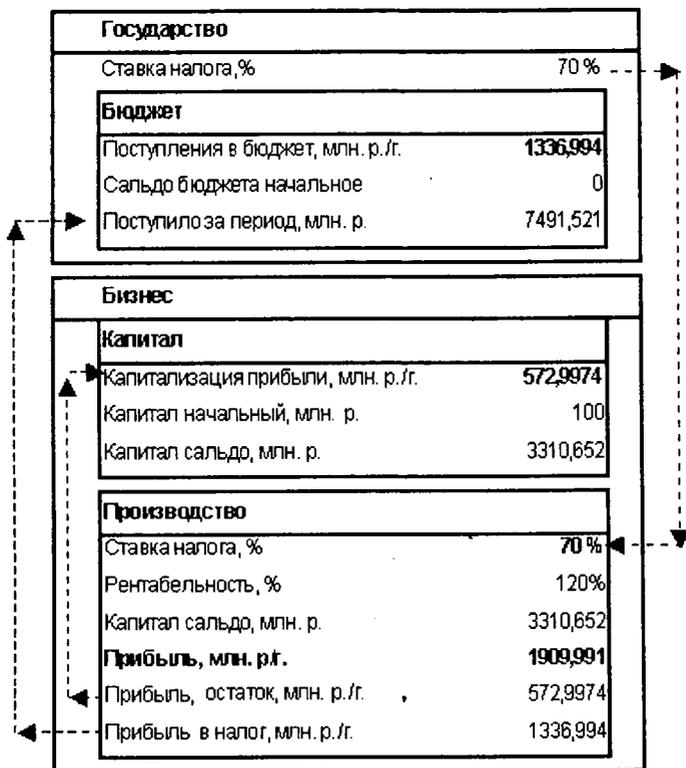


Рис. 4.1. Блок-схема имитационной модели налоговых отношений госбюджета и бизнеса (млн. р. – миллионы рублей, г. – годы)

Компьютерная модель представлена в виде Excel-таблицы-схемы (рис. 4.1) с введенными для вычислений формулами, отражающими вычисление показателей за 1 год.

Полный экран окон лабораторной модели представлен на рис. 4.2.

Метод решения

Выполняется имитационное моделирование процесса развития предприятия и накопления налоговых средств в бюджете во времени. Временной цикл организуется языком программирования Visual Basic for Application (VBA).

Исходные данные для параметров, переменных и показателей модели

В качестве исходных данных задаются числовые значения: налоговой ставки, рентабельности, начального капитала фирм и интервала моделирования.

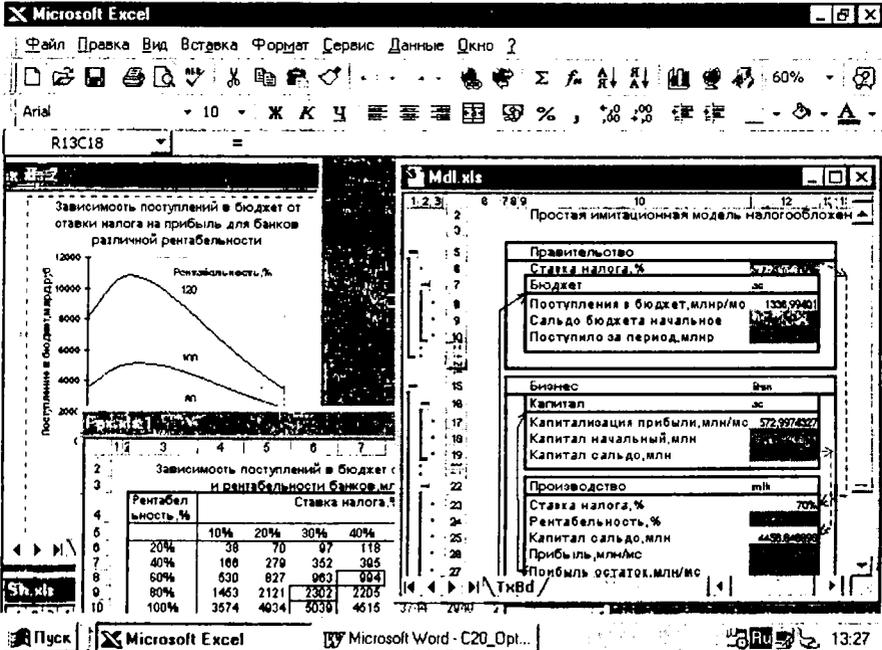


Рис. 4.2. Экран эксперимента с окнами блок-схемы, табличными и графическими результатами экспериментов

Средства управления экспериментом включают программы автоматического ввода экзогенных факторов и отображения таблиц и графиков отчислений в бюджет и роста капитала предприятия. На первых этапах работы полная автоматизация планирования экспериментов и обработки результатов нецелесообразна, поскольку студент получает готовые результаты, не проявив активности, творчества, поиска.

Техника выполнения. Устанавливать для предприятий различные ставки налогов, измерять поступления в бюджет и характеристики развития предприятий и экономики.

Задание 4.1. Однофакторный имитационный эксперимент

Исследовать зависимость налоговых поступлений в бюджет (BD) за фиксированный период времени от величины налоговой ставки на прибыль предприятий ТХРТ.

Запустив модель, наблюдаем на экране компьютера изменение показателей предприятий и бюджета во времени: рост поступлений прибыли, отчислений по налогу в бюджет и капитализацию нераспределенной прибыли предприятием. Устанавливая различные ставки, каждый раз прогоняем модель.

Студент:

1. Запускает модель. Программа выводит таблицу (табл. 4.1) изменения показателей во времени и строит один из графиков (рис. 4.3). Меняет ставку налога.

Таблица 4.1

Время, год	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Капитал сальдо,млн	100	136	185	252	342	465	632	861	1170	1592	2165
Прибыль,млн/год	0	120	163	222	301	411	558	759	1033	1404	1910
Прибыль остаток,млн/год	0	36	49	66	90	123	167	228	310	421	573
Прибыль в налог,млн/год	0	84	114	155	211	287	390	532	723	983	1337
Поступило за период,млнр	0	84	198	354	564	852	1243	1775	2497	3481	4818

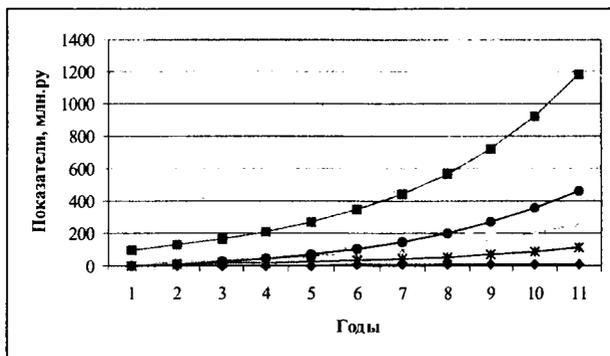


Рис. 4.3. Поступление средств в бюджет при разных налоговых ставках

2. Повторяет пп. 1–2. Наблюдает изменение показателей в таблицах и графиках.
3. Анализ. По мере увеличения ставки поступления в бюджет увеличиваются, а затем уменьшаются. Имеется ярко выраженный максимум, т. е. оптимальная для бюджета ставка налога. Имитация подтверждает и уточняет логическую словарную модель здравого смысла: отнимешь в

налоги много сегодня, – значит, лишишь бизнес развития и завтра получишь в бюджет меньше или вообще ничего не получишь.

Задание 4.2. Двухфакторный имитационный эксперимент

Исследовать зависимость бюджетно-оптимальной ставки от эффективности работы фирмы.

В качестве показателя эффективности выберем рентабельность, т. е. отношение доналоговой прибыли к капиталу.

1. Студент меняет параметр рентабельности фирмы и ставку налога.
2. Запускает модель. Программа записывает величину поступивших в бюджет средств за период моделирования в таблицу по форме табл. 4.2.

Таблица 4.2

Зависимость поступлений в бюджет от ставки налога и рентабельности фирмы, млн. руб.

Рентабельность, %	Ставка налога, %						
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %
20	38	70	97	118	136	150	161
40	166	279	352	395	416	420	414
60	530	827	963	994	960	890	802
80	1453	2121	2302	2205	1966	1675	1384
100	3574	4934	5039	4515	3744	2949	2241
120	8086	10647	10318	8717	6772	4960	3481

3. Повторяет пп. 1–2. Программа по табличным данным строит серию экспериментальных графиков (рис. 4.4).

Анализ результатов

Чем выше рентабельность банка, тем ярче выражена оптимальная ставка налогообложения. С ростом рентабельности оптимальная ставка уменьшается, стремясь к фиксированной величине, на нашем графике, примерно, к 23 %. Более отчетливо движение оптимальной ставки видно в таблице, где максимальные поступления в бюджет окружены рамками.

Возможные управленческие решения

Анализ результатов имитации будет неожиданным для стран с прогрессивным налогообложением сверхприбылей корпораций: чем выше рентабельность, тем выгоднее бюджету уменьшить ставку налога. Фирмы с низкой рентабельностью целесообразно облагать более высокими налогами. Выбраковывать, как это делает крестьянин с малопродуктивным скотом,

а заводы – с неэффективным оборудованием. Разумеется, урожай не собирают, пока он не созрел, и молодым фирмам необходим льготный период.

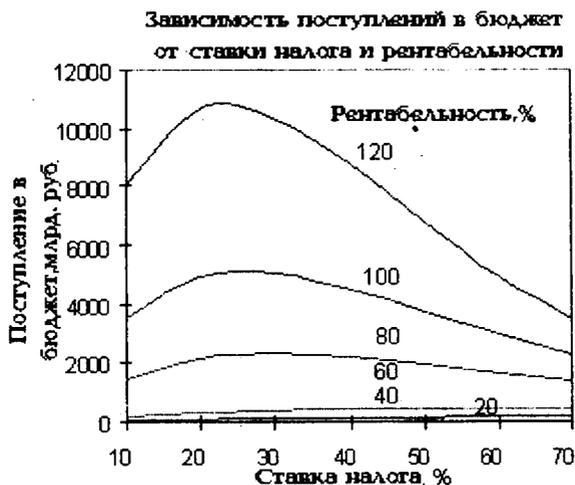


Рис. 4.4. Зависимость поступлений в бюджет от ставки налога и рентабельности бизнеса

Расширения работы: можно проследить зависимость ставки от других факторов: горизонта планирования, лага капиталоотдачи, начального капитала банка и др.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Определение проблемы поиска наилучшей ставки налогообложения прибыли.
2. Систему проблемных моделей: словарная, графическая, табличная, математическая.
3. Порядок выполнения работ.
4. Таблицы измеренных показателей.
5. Графические зависимости поступлений в бюджет от величины налоговых ставок и рентабельности предприятий.
6. Заключение. Сравнение теоретических, действующих в экономике и экспериментальных данных. Предложения по управленческим или законодательным решениям. Предложения по модификации, расширению модели и организации работ.

Контрольные вопросы для допуска и защиты работы

1. Почему актуальна проблема проектирования налоговых ставок?
2. Сформулировать цель работы.
3. Перечислить объекты и функции проблемной системы.
4. Начертить графическую модель объектов и потоков в системе.
5. Начертить табличную модель вычисления показателей системы.
6. Написать и пояснить формулу налоговых поступлений в бюджет.
7. Написать и пояснить формулу вычисления прибыли предприятия.
8. Написать и пояснить формулу вычисления капитала предприятия.
9. Рассказать о структуре и функциях элементов компьютерной модели.
10. Объяснить метод имитационного решения задачи.
11. Перечислить исходные данные для параметров, переменных и показателей модели.
12. Перечислить средства управления экспериментом и отображения результатов.
13. Объяснить графики зависимости поступлений в бюджет от изменения ставки налога на прибыль.
14. Объяснить графики изменения оптимальной ставки налога для предприятий различной рентабельности.
15. Какие ставки налога на прибыль предприятий установили бы вы?

5. Оптимальные бизнес-планы, план по продукции, технология оптимизации

5.1. Постановка задачи

При управлении экономикой и разработке бизнес-планов фирм менеджеры всегда стремятся к наилучшим (оптимальным) решениям. Выполняя лабораторные работы по оптимизации, студент овладевает знаниями и технологией принятия этих решений.

Далее представлены работы по оптимизации бизнес-планов математическими компьютерными методами линейного и нелинейного программирования с помощью программы Excel Solver (Поиск решения). Ряд примеров взяты из документации фирмы Microsoft и уже имеются в компьютерах студентов и преподавателей (большинство об этом не знает). В составе Microsoft Excel, в папке Examples\Solver, находится книга с примерами (Solvsamp.xls) использования процедуры поиска решения (Solver.xla). Чтобы применить любой из шести примеров (Структура производства, Транспортная задача, График занятости, Управление капиталом, Портфель ценных бумаг), откройте книгу, перейдите к нужному листу и выберите Поиск решения в меню Сервис. В примерах уже подобраны целевая и влияющие ячейки, а также ограничения.

В этой первой работе детально рассматривается технология разработки модели и решения задач с помощью программы Excel Поиск решения. В последующих работах больше внимания уделяется экономическим проблемам, а не программным технологиям.

Примеры в Excel очень просты, но их трудно читать и понимать экономистам по двум причинам. Во-первых, примеры разрабатывались и переводились, вероятно, математиками-механиками-программистами. Терминология, мягко говоря, неудачная. Например, в задаче об оптимальном портфеле ценных бумаг rate of return (доходность) переведено как "скорость оборота". Во-вторых Solver использует только абсолютные ссылки, перегруженные знаками доллара. Очень редко удастся использовать и имена экономических показателей для обозначения диапазонов ячеек таблиц.

Остальные работы построены на материалах текущей экономики РФ.

Определение проблемы

На заводе электромедицинских приборов склад готовой продукции туст. Гуляй – не хочу. Идем по цехам. Пройти невозможно. Все проходы забиты продукцией – незавершенной. Спрос есть, производственные мощ-

ности есть, но завод стоит. Нет реализации, прибыли, зарплаты, развития. Финансовый директор в трансе – громадная кредиторская задолженность. В чем причина?

Составили прекрасный план производства продукции, но не учли объемы запасов материалов и комплектующих на складах и ограниченные возможности поставщиков узлов и деталей. На поточной линии запустили в производство серию кардиографа матери-плода. Не хватило сомописцев. Сгрузили "незавершенку" в проходы цеха.

Перенастроили линию на серию индикаторов стадии наркоза. Выполнили две трети плана – не хватило дисплеев. Сгрузили "незавершенку" в проходы цеха.

Запустили энцефалографы – не хватило усилителей биопотенциалов и т. п.

На автомобильном заводе сборочный конвейер работает "с колес". Не учли возможностей поставщиков. На разные модели автомобилей не хватило то резины, то электрики, то двигателей. Конвейер стоит. Срочно доставляют комплектующие самолетами, переплачивают, растет себестоимость продукции.

Проблема: менеджеры и плановики разрабатывали план производства продукции без учета ресурсов, т. е. запасов материалов и комплектующих на складах и возможностей поставщиков.

Цель работы

1. Научиться составлять наилучший (оптимальный) план производства продукции с учетом ограниченного обеспечения материальными ресурсами.
2. Освоить методику и технологию оптимизации планов в табличном процессоре Excel с помощью программы Поиск решения (Solver).

Выделение проблемной системы

План производства продукции обычно представляется в виде таблицы, включающей перечень продукции и плановые объемы производства в натуральном выражении (штуки, тонны, литры и т. д.).

При разработке плана уточняется цель производства: максимизация прибыли, максимизация реализации, снижение затрат и пр.

Возможные объемы производства зависят от обеспеченности тремя видами ресурсов: трудом, машинами и оборудованием, материалами и комплектующими.

Для небольшой лабораторной модели выбирается проблемная система, включающая номенклатуру продукции с искомыми плановыми объемами, критерием производства принимаем максимизацию прибыли, из ресурсов будем учитывать лишь ограничения по комплектующим узлам и деталям.

Модель берем из фирменной документации по Excel.

Постановка задачи. Предприятие выпускает телевизоры, стерео- и акустические системы, используя общий склад комплектующих. Каждому типу изделий соответствует своя норма прибыли. Запас комплектующих на складе ограничен. Задача сводится к определению количества каждого вида изделий для получения наибольшей прибыли, т. е. оптимальное соотношение объемов выпуска разных типов изделий в плане.

Следует учитывать уменьшение удельной прибыли при увеличении объемов производства в связи с дополнительными затратами на сбыт.

5.2. Лабораторная модель

Табличная модель

Обычно план по номенклатуре составляется в виде таблицы. Вначале структура документа вчерне составляется на бумаге или сразу в виде электронной таблицы. Пример приведен в табл. 5.1.

Таблица 5.1

	A	B	C	D	E	F	H
7				Наименование продукции			
8				Телевизор	Стереосист.	Ак. сист.	
9	План производства, шт.->			160	200	80	
10	Наименование комплектующих	Запас на складе, шт.	Расход по плану, шт.	Нормы расхода ресурсов			
11	Шасси	450	360	1	1	0	
12	Кинескоп	250	160	1	0	0	Уменьшение
13	Динамик	800	800	2	2	1	коэф.
14	Блок пит.	450	360	1	1	0	отдачи
15	Элек. плата	600	600	2	1	1	0,9
16							
17	Прибыль по видам изделий:			7219,6697	5887,0402	1810,7358	
18	Прибыль всего:			14917,446			

Плановики, разрабатывая план производства продукции, располагают номенклатуру в первом столбце, как это принято в прайс-листах. Но следуя фирменному примеру, имеющемуся в ваших компьютерах и составленному явно не экономистами, а математиками или программистами, примем расположение плановой номенклатуры в строке.

Наименование продукции расположено в строке 8 листа Excel (телевизор, стереосистема, акустическая система). В строке 9 расположены ячейки искомого плана. Мы должны назначить количество изделий в плане производства.

Цель производства – максимально возможная прибыль вычисляется в ячейке D18.

Искомые величины: плановое количество продукции и прибыль – окружены сплошной жирной рамкой. Необходимые для расчета плана исходные данные окружены пунктирными рамками. Промежуточные результаты расчетов не выделяются рамками.

В колонке А приводится наименование комплектующих изделий, необходимых для производства продукции. Рядом, в колонке В, задан как исходные данные запас комплектующих на складе. Это можно также представить как ежемесячная, квартальная или годовая мощность (возможность) поставщиков комплектующих.

Исходными данными для расчетов являются нормы расхода комплектующих на производство одного изделия. Они задаются в матрице диапазона D11:F15 и готовятся технологами-нормировщиками.

Плановые затраты комплектующих на производство всех типов изделий не должны превышать запасов на складе. Они вычисляются в колонке С как сумма произведений планового количества продуктов на удельные нормы затрат комплектующих.

Прибыль по каждому типу изделий вычисляется в строке 17.

Исходным данным является коэффициент уменьшения отдачи. Он отражает убывающую эффективность роста продаж за счет роста затрат на рекламу и другие затраты в системе маркетинга и сбыта.

Математическая модель

Математики сделали очень многое для развития экономической теории и инструментария экономистов. Но определение проблемы и экономическую постановку задачи для математиков и программистов дают экономисты. Не дурно, если экономисты могут на основе своих расчетных таблиц составить экономико-математическую постановку задачи для математиков и программистов.

Нашу плановую табл. 5.1 экономист составил почти интуитивно.

Посмотрим на таблицу в представлении значений и формул и составим математическую модель.

Введем обозначения:

i – номер строки, ресурса;

j – номер столбца, продукта;

X_j – искомое плановое количество j -го продукта;

P_j – прибыль (profit) на единицу j -го продукта;

B_i – ограниченный (boundary = граница) запас i -го ресурса на складе;

R_{ij} – норма расхода i -го ресурса на единицу j -го продукта;

C_i – плановая сумма расхода i -го ресурса по всем продуктам;

$$C_i = \sum_{j=1}^m R_{ij} * X_j .$$

В общем виде наша модель экономико-математической постановки задачи будет выглядеть следующим образом:

Целевая функция (максимизировать прибыль)

$$P = \sum_{j=1}^n P_j * X_j \rightarrow \max$$

при ограничениях $C_i \leq V_i$ и неотрицательных количествах продуктов $X_j \geq 0$.

Формулы табличной модели

После составления плановой таблицы необходимо связать показатели формулами для вычислений. Представление формул и чисел исходных данных дано в табл. 5.2.

Таблица 5.2

A	B	C	D	E	F	H
7			Наименование продукции			
8			Телевизор	Стереос.	Ак. сист.	
9	План производства, шт. ->		159,896909638319	200	80,206180723	
10	Наименование комплек- тующих	Запас на складе, шт.	Расход по плану, шт.	Нормы расхода ресурсов		
11	Шасси	450	=D\$9*D11+E\$9*E11+\$F\$9*F11	1	0	
12	Кинескоп	250	=D\$9*D12+E\$9*E12+\$F\$9*F12	1	0	Уменьшение
13	Динамик	800	=D\$9*D13+E\$9*E13+\$F\$9*F13	2	1	коэф.
14	Блок пит.	450	=D\$9*D14+E\$9*E14+\$F\$9*F14	1	0	отда- чи
15	Элек. плата	600	=D\$9*D15+E\$9*E15+\$F\$9*F15	2	1	0,9
16						
17		Прибыль по видам изделий:	=75*МАКС(D9;0)^H\$15	=50*МАКС(E9;0)^H\$15	=35*МАКС(F9;0)^H\$15	
18		Прибыль всего:	=СУММ(D17:F17)			

Переключение листа в режим представления формул или значений (результатов вычисления) производится в меню Сервис > Параметры > Параметры окна > формулы.

В колонке С (Плановый расход комплектующих) введены формулы вычисления суммы произведений норм расхода ресурсов на плановое количество продукции.

В строке 17 (Прибыль по видам изделий) числа 75, 50 и 35 означают прибыль на единицу продукции, которая умножается на количество изделий по плану и корректируется возведением в степень коэффициентом уменьшения прибыли из ячейки Н15.

В строке 18 суммируется прибыль по всей продукции из строки 17.

5.3. Программа оптимизации Поиск решения (Solver)

Для вызова программы оптимизатора выберите команду меню Сервис > Поиск решения. Если команда Поиск решения отсутствует в меню Сервис, то надо установить эту надстройку.

Установка программы Поиск решения

В меню Сервис выберите команду Надстройки.

В диалоговом окне Надстройки установите флажок Поиск решения. Если диалоговое окно Надстройки не содержит команду Поиск решения, нажмите кнопку Обзор и укажите диск и папку, в которых содержится файл надстройки Solver.xla (как правило, это папка Library\Solver folder), или запустите программу Setup, если найти файл не удастся.

Надстройка, указанная в диалоговом окне Надстройки, остается активной до тех пор, пока она не будет удалена.

Настройка экономико-математической модели

Для обработки таблицы Excel оптимизатором необходимо вызвать его диалоговое окно Поиск решения (рис. 5.1) и настроить экономико-математическую модель. Отличие экономико-математической постановки задачи оптимизации в табличном процессоре от традиционной экономико-математической постановки состоит в том, что в формулах задаются не символьные обозначения переменных и параметров, а координаты ячеек таблицы, в которых хранятся эти переменные. Excel позволяет писать в формулы символьные имена ячеек, но программа Поиск решения в 70 % случаев имена не воспринимает. Приходится использовать координатные ссылки на ячейки.

Диалоговое окно Поиск решения

Окно Поиск решения (рис. 5.1) вызывается командой меню Сервис > Поиск решения.

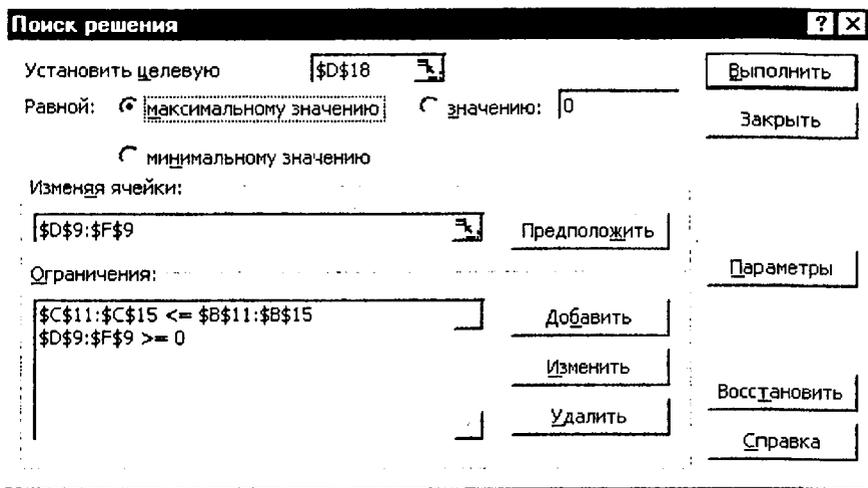


Рис. 5.1. Диалоговое окно Поиск решения

Поле **Установить целевую ячейку** служит для указания целевой ячейки, значение которой необходимо максимизировать, минимизировать или становить равным заданному числу. Эта ячейка должна содержать формулу. В нашем примере это ячейка D18 (Прибыль).

Кнопка **Равной** служит для выбора варианта оптимизации значения целевой ячейки (максимизация, минимизация или подбор заданного числа). Чтобы установить заданное число, введите его в поле. В нашем примере для максимизации прибыли мы нажимаем кнопку **максимальному значению**.

Поле **Изменяя ячейки** служит для указания ячеек, значения которых меняются в процессе поиска решения до тех пор, пока не будут выполнены наложенные ограничения и условие оптимизации значения ячейки, указанной в поле **Установить целевую ячейку**. В поле **Изменяя ячейки** вводятся имена или адреса изменяемых ячеек, разделяя их запятыми. В нашем примере введен диапазон ячеек D9:F9, содержащий искомые величины плана производства продукции. Изменяемые ячейки должны быть прямо или косвенно связаны с целевой ячейкой. Допускается установка до 200 изменяемых ячеек.

Поле **Предположить** используется для автоматического поиска ячеек, лежащих на формулу, ссылка на которую дана в поле **Установить целевую ячейку**. Результат поиска отображается в поле **Изменяя ячейки**.

Поле **Ограничения** служит для отображения списка граничных условий поставленной задачи. В нашем примере это величины диапазона расхо-

да комплекствующих C11:C15. Они не должны превышать запаса на складе B11:B15.

Команда **Добавить** служит для отображения диалогового окна **Добавить ограничение**.

Команда **Изменить** служит для отображения диалогового окна **Изменить ограничение**.

Команда **Удалить** служит для снятия указанного курсором ограничения.

Команда **Выполнить** служит для запуска поиска решения поставленной задачи.

Команда **Закрыть** служит для выхода из окна диалога без запуска поиска решения поставленной задачи. При этом сохраняются установки, сделанные в окнах диалога, появившихся после нажатий на кнопки **Параметры**, **Добавить**, **Изменить** или **Удалить**.

Кнопка **Параметры** служит для отображения диалогового окна **Параметры** поиска решения, в котором можно загрузить или сохранить оптимизируемую модель и указать предусмотренные варианты поиска решения.

Кнопка **Восстановить** служит для очистки полей окна диалога и восстановления значений параметров поиска решения, используемых по умолчанию.

Ввод и редактирование ограничений

Диалоговые окна изменения и добавления ограничений одинаковы, рис. 5.2.

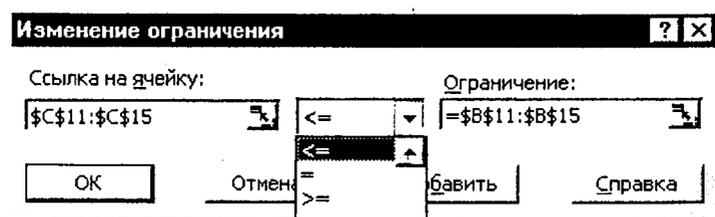


Рис. 5.2. Диалоговое окно **Изменение ограничения**

В поле **Ссылка на ячейку** вводится адрес или имя ячейки или диапазона, на значения которых накладываются ограничения.

Выберите из раскрывающегося списка условный оператор, который необходимо разместить между ссылкой и ее ограничением. Это знаки операторов: не более, не менее, равно и т. д.

В поле **Ограничения** введите число, формулу или имя ячейки или диапазона, содержащих или вычисляющих ограничивающие значения.

Чтобы приступить к набору нового условия, нажмите кнопку **Добавить**.

Чтобы вернуться в диалоговое окно **Поиск решения**, нажмите кнопку **ОК**.

Условные операторы целого и двоичного типа можно применять только при наложении ограничений на изменяемые ячейки.

Флажок **Линейная модель** в диалоговом окне Параметры поиска решения позволяет задать любое количество ограничений. При решении нелинейных задач на значения изменяемых ячеек можно наложить двоичное или целочисленное ограничение с верхней, нижней или обеими границами. Верхнюю, нижнюю или обе границы допустимо наложить только на 100 других ячеек. Когда не хватает ячеек для ограничений, приходится нелинейную модель преобразовывать в линейную, например как в работе по оптимальному планированию финансовых портфелей банков.

Настройка параметров алгоритма и программы

Настройка параметров алгоритма и программы производится в диалоговом окне Параметры поиска решения (рис. 5.3).

Рис. 5.3. Диалоговое окно Параметры поиска решения

В окне устанавливаются ограничения на время решения задач, выбираются алгоритмы, задается точность решения, предоставляется возможность для сохранения вариантов модели и их последующей загрузки. Значения и состояния элементов управления, используемые по умолчанию, подходят для решения большинства задач.

Поле **Максимальное время** служит для ограничения времени, отпускаемого на поиск решения задачи. В поле можно ввести время (в секундах),

не превышающее 32 767; значение 100, используемое по умолчанию, подходит для решения большинства лабораторных работ.

Поле **Предельное число итераций** служит для управления временем решения задачи, путем ограничения числа промежуточных вычислений. В поле можно ввести время (в секундах), не превышающее 32 767; значение 100, используемое по умолчанию, подходит для решения большинства простых задач.

При достижении отведенного временного интервала или при выполнении отведенного числа итераций на экране появляется диалоговое окно Текущее состояние поиска решения.

Поле **Относительная погрешность** служит для задания точности (допустимой погрешности), с которой определяется соответствие ячейки целевому значению или приближение к указанным границам. Поле должно содержать число из интервала от 0 до 1. Низкая точность соответствует введенному числу; содержащему меньше количество десятичных знаков, чем число, используемое по умолчанию, например 0,0001. Высокая точность увеличит время, которое требуется для того, чтобы сошелся процесс оптимизации. Чем меньше введенное число, тем выше точность результатов.

Поле **Допустимое отклонение** служит для задания допуска на отклонение от оптимального решения, если множество значений влияющей ячейки ограничено множеством целых чисел. При указании большего допуска поиск решения заканчивается быстрее.

Поле **Сходимость результатов поиска решения** применяется только к нелинейным задачам. Когда относительное изменение значения в целевой ячейке за последние 5 итераций становится меньше числа, указанного в поле Сходимость, поиск прекращается. Условием сходимости служит дробь из интервала от 0 до 1. Лучшую сходимость характеризует большее количество десятичных знаков, например 0,0001 – это меньшее относительное изменение, чем 0,01. Чем меньше это значение, тем выше точность результатов. Лучшая сходимость требует больше времени на поиск оптимального решения.

Флажок **Линейная модель** служит для ускорения поиска решения линейной задачи оптимизации или линейной аппроксимации нелинейной задачи.

Флажок **Неотрицательные значения** позволяет установить нулевую нижнюю границу для тех влияющих ячеек, для которых она не была указана в поле **Ограничение** диалогового окна **Добавить ограничение**.

Флажок **Автоматическое масштабирование** служит для включения автоматической нормализации входных и выходных значений, качественно различающихся по величине, например максимизация прибыли в процентах по отношению к вложениям, исчисляемым в миллионах рублей.

Флажок **Показывать результаты итераций** служит для приостановки поиска решения для просмотра результатов отдельных итераций.

Кнопки **Оценки** служат для указания метода экстраполяции (линейная или квадратичная), используемого для получения исходных оценок значений переменных в каждом одномерном поиске.

Линейная служит для использования линейной экстраполяции вдоль касательного вектора.

Квадратичная служит для использования квадратичной экстраполяции, которая дает лучшие результаты при решении нелинейных задач.

Кнопки **Разности** (производные) служат для указания метода численного дифференцирования (прямые или центральные производные), который используется для вычисления частных производных целевых и ограничивающих функций.

Прямые используются для гладких непрерывных функций.

Центральные используются для функций, имеющих разрывную производную. Несмотря на то что данный способ требует больше вычислений, он может помочь при получении итогового сообщения о том, что процедура поиска решения не может улучшить текущий набор влияющих ячеек.

Кнопки **Метод поиска** служат для выбора алгоритма оптимизации (метод Ньютона или сопряженных градиентов).

Кнопка **Ньютона** служит для реализации квазиньютоновского метода, в котором запрашивается больше памяти, но выполняется меньше итераций, чем в методе сопряженных градиентов. Здесь вычисляются частные производные второго порядка.

Кнопка **Сопряженных градиентов** служит для реализации метода сопряженных градиентов, в котором запрашивается меньше памяти, но выполняется больше итераций, чем в методе Ньютона. Данный метод следует использовать, если задача достаточно велика и необходимо экономить память, а также если итерации дают слишком малое отличие в последовательных приближениях.

Для решения линейных задач используются алгоритмы симплексного метода. Для решения целочисленных задач используется метод ветвей и границ.

Команда **Сохранить модель** служит для отображения на экране диалогового окна Сохранить модель, в котором можно задать ссылку на область ячеек, предназначенную для хранения модели оптимизации. Данный вариант предусмотрен для хранения на листе более одной модели оптимизации. Первая модель сохраняется автоматически.

Команда **Загрузить модель** служит для отображения на экране диалогового окна Загрузить модель, в котором можно задать ссылку на область ячеек, содержащих загружаемую модель.

Сохранение и загрузка модели

Обычно преподаватель предлагает для лабораторных работ разные варианты моделей. Работающий экономист также варьирует модели: расширяет, усложняет их. Поиск решения предоставляет возможность сохранения вариантов моделей и быстрой их загрузки.

Сохранение модели оптимизации:

- В меню Сервис выберите команду Поиск решения.
- Нажмите кнопку Параметры.

Нажмите кнопку Сохранить модель. Появляется окно Сохранить модель (рис. 5.4).

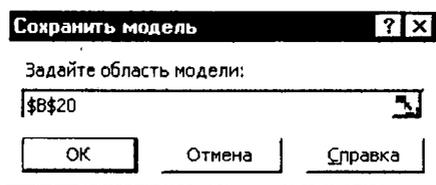


Рис. 5.4. Диалоговое окно Сохранить модель

В поле Задайте область модели введите ссылку на верхнюю ячейку столбца, в котором хотите разместить модель оптимизации.

Значения элементов управления диалоговых окон Поиск решения и Параметры поиска решения записываются на лист. Чтобы использовать на листе несколько моделей оптимизации, нужно сохранить их в разных диапазонах (столбцах).

Предлагаемый диапазон содержит ячейку для каждого ограничения, а также еще 3 ячейки. Можно также ввести ссылку только на верхнюю ячейку столбца, в котором следует сохранить модель.

Диалоговое окно Загрузить модель используется для задания ссылки на область загружаемой модели оптимизации. Ссылка должна адресовать область модели целиком, недостаточно указать только первую ячейку.

Загрузка модели оптимизации

Перед тем как использовать данную процедуру, необходимо сохранить хотя бы одну модель.

1. В меню Сервис выберите команду Поиск решения.
2. Нажмите кнопку Параметры.
3. Нажмите кнопку Загрузить модель. Появляется окно, аналогичное окну Сохранить модель.
4. Введите ссылку на область модели.

Диалоговое окно Загрузить модель используется для задания ссылки на область загружаемой (ранее сохраненной) модели оптимизации. Ссылка олжна адресовать область модели целиком, недостаточно указать только ервую ячейку.

Вычисления и результаты решения задачи

Для запуска оптимизатора нажмите кнопку Выполнить в окне Поиск ешения.

Программа начинает работать, в строке сообщений (слева внизу листа) оявляется сообщение Постановка задачи... Ваша таблица с моделью и па-аметрами алгоритма автоматически приводится к стандартам постановки здач математического программирования. Это преимущество Excel. В дру-их пакетах вам пришлось бы оторваться от экономической сути задачи и зниматься формальной математической постановкой задачи. После этапа остановки решается задача.

Чтобы прервать поиск решения, нажмите клавишу Esc. Microsoft Excel ересчитает лист с учетом найденных значений влияющих ячеек.

По окончании счета появляется диалоговое окно Результаты поиска ре-ения (рис. 5.5).

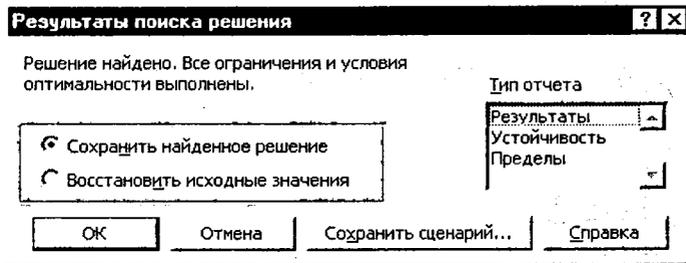


Рис. 5.5. Диалоговое окно Результаты поиска решения

Нажав соответствующую кнопку, можно сохранить найденное решение о влияющих ячейках модели или восстановить исходные значения.

Поле **Тип отчета** служит для указания типа отчета, размещаемого на гдельном листе книги.

Отчет **Результаты** используется для создания отчета, состоящего из це-евой ячейки и списка влияющих ячеек модели, их исходных и конечных ачений, а также формул ограничений и дополнительных сведений о на-аженных ограничениях.

Отчет **Устойчивость** используется для создания отчета, содержащего зедения о чувствительности решения к малым изменениям в формуле мо-ели или в формулах ограничений. Такой отчет не создается для моделей,

значения в которых ограничены множеством целых чисел. В случае нелинейных моделей отчет содержит данные для градиентов и множителей Лагранжа. В отчет по нелинейным моделям включаются ограниченные затраты, фиктивные цены, а также диапазоны ограничений.

Отчет **Пределы** используется для создания отчета, состоящего из целевой ячейки и списка влияющих ячеек модели, их значений, а также нижних и верхних границ. Такой отчет не создается для моделей, значения в которых ограничены множеством целых чисел. Нижним пределом является наименьшее значение, которое может содержать влияющая ячейка, в то время как значения остальных влияющих ячеек фиксированы и удовлетворяют наложенным ограничениям. Соответственно верхним пределом называется наибольшее значение.

К сожалению, эти отчеты очень неудобны. Они перегружены плохо читаемыми абсолютными ссылками со знаками доллара. Желает лучшего и перевод с английского на русский.

Кнопка **Сохранить сценарий** служит для отображения диалогового окна Сохранение сценария, в котором можно сохранить сценарий решения задачи, чтобы использовать его в дальнейшем с помощью диспетчера сценариев Microsoft Excel. В поле Название сценария введите имя сценария. Чтобы создать сценарий, не сохраняя найденное решение и не отображая результатов на листе, сохраните сценарий в диалоговом окне Результаты поиска решения, а затем выберите Восстановить исходные значения.

Просмотр промежуточных результатов поиска решения

Режим пошагового решения задач используется при отладке моделей. В лабораторных работах его полезно использовать, чтобы студенты почувствовали процесс сходимости решения к оптимуму.

В диалоговом окне Поиск решения нажмите кнопку Параметры.

Чтобы получить возможность просмотра текущих значений влияющих ячеек каждой итерации, установите флажок Показывать результаты итераций, нажмите кнопку ОК, а затем кнопку Выполнить.

На экране появится диалоговое окно Текущее состояние поиска решения (рис. 5.6), а влияющие ячейки листа изменят свои значения.

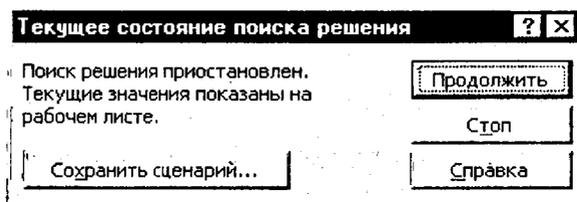


Рис. 5.6. Диалоговое окно Текущее состояние поиска решения

Чтобы остановить поиск решения и вывести на экран диалоговое окно с результатами поиска решения, нажмите кнопку Стоп.

Чтобы выполнить следующую итерацию и просмотреть ее результаты, нажмите кнопку Продолжить.

Возникающие проблемы и сообщения процедуры поиска решения

При моделировании или отладке моделей не все получается, как задумано. Нередко студенты вскрикивают за экраном, получив от компьютера неожиданное сообщение, что он не может решить задачу. Студент теряется. Терчислив некоторые ситуации, мы поможем студенту.

Оптимальное решение не найдено.

Поиск решения может остановиться до достижения оптимального решения по следующим причинам.

Пользователь прервал процесс поиска.

Команда Показывать результаты итераций в диалоговом окне Параметры поиска решения выбрана перед Выполнить.

Пользователь нажал кнопку Стоп в режиме пошагового выполнения итераций, по истечении времени, отведенного на работу процедуры, или поле выполнения заданного числа итераций.

Установлен флажок Линейная модель в диалоговом окне Параметры поиска решения, в то время как решаемая задача нелинейна.

Значение, заданное в поле Установить целевую диалогового окна Поиск решения, неограниченно увеличивается или уменьшается. Необходимо уменьшить значения полей Максимальное время или Итерации в диалоговом окне Параметры поиска решения.

В случае задач, значения в которых ограничены множеством целых чисел, необходимо уменьшить значение в поле Допустимое отклонение диалогового окна Параметры поиска решения, что позволит найти лучшее решение.

В случае нелинейных задач необходимо уменьшить значение в поле Сходимость диалогового окна Параметры поиска решения, что позволит продолжать поиск решения, когда значение в целевой ячейке изменяется медленно.

Если значения влияющих ячеек или значения влияющей и целевой ячейки различаются на несколько порядков, необходимо установить флажок Автоматическое масштабирование в диалоговом окне Параметры поиска решения. Внесите нужные изменения и запустите процедуру поиска решения снова.

Если найденное решение нелинейной задачи существенно отличается от ожидаемого результата, запустите процедуру поиска решения с другими начальными значениями влияющих ячеек. Если задать такие значения влияющих ячеек, которые близко расположены от экстремальной точки целевой функции, можно значительно сократить время поиска решения.

Итоговые сообщения процедуры поиска решения

1. Если поиск решения успешно завершен, в диалоговом окне Результаты поиска решения выводится одно из следующих сообщений:

Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.

Все ограничения соблюдены с установленной точностью, и найдено заданное значение целевой ячейки.

Поиск свелся к текущему решению. Все ограничения выполнены.

Относительное изменение значения в целевой ячейке за последние 5 итераций стало меньше установленного значения параметра Сходимость в диалоговом окне Параметры поиска решения. Чтобы найти более точное решение, установите меньшее значение параметра Сходимость, но это займет больше времени.

2. Если поиск не может найти оптимальное решение, в диалоговом окне Результаты поиска решения выводится одно из следующих сообщений:

Поиск не может улучшить текущее решение. Все ограничения выполнены.

В процессе поиска решения нельзя найти такой набор значений влияющих ячеек, который был бы лучше текущего решения. Приблизительное решение найдено, но либо дальнейшее уточнение невозможно, либо заданная погрешность слишком высока. Измените погрешность на меньшее число и запустите процедуру поиска решения снова.

3. Поиск остановлен (истекло заданное на поиск время).

Время, отпущенное на решение задачи, исчерпано, но достичь удовлетворительного решения не удалось. Чтобы при следующем запуске процедуры поиска решения не повторять выполненные вычисления, установите переключатели Сохранить найденное решение или Сохранить сценарий.

4. Поиск остановлен (достигнуто максимальное число итераций).

Произведено разрешенное число итераций, но достичь удовлетворительного решения не удалось. Увеличение числа итераций может помочь, однако следует рассмотреть результаты, чтобы понять причины остановки. Чтобы при следующем запуске процедуры поиска решения не повторять выполненные вычисления, установите переключатель Сохранить найденное решение или нажмите кнопку Сохранить сценарий.

5. Значения целевой ячейки не сходятся.

Значение целевой ячейки неограниченно увеличивается (или уменьшается), даже если все ограничения соблюдены. Возможно, следует в задаче снять одно ограничение или сразу несколько или наложить дополнительные ограничения. Изучите процесс расхождения решения, проверьте ограничения и запустите задачу снова. Например, в задаче об оптимальных портфелях банков, если не наложить ограничение на портфель привлечения ресурсов, банк, как аферист, будет занимать деньги до бесконечности.

6. Поиск не может найти подходящего решения.

В процессе поиска решения нельзя сделать итерацию, которая удовлетворяла бы всем ограничениям при заданной точности. Вероятно, ограничения противоречивы. Исследуйте лист на предмет возможных ошибок в формулах ограничений или в выборе ограничений.

7. Поиск остановлен по требованию пользователя.

Нажата кнопка Стоп в диалоговом окне Текущее состояние поиска решения после прерывания поиска решения в процессе выполнения итераций.

8. Условия для линейной модели не удовлетворяются.

Установлен флажок Линейная модель, однако итоговый пересчет порождает такие значения, которые не согласуются с линейной моделью. Это означает, что решение недействительно для данных формул листа. Чтобы проверить линейность задачи, установите флажок Автоматическое масштабирование и повторно запустите задачу. Если это сообщение опять появится на экране, снимите флажок Линейная модель и снова запустите задачу.

9. При поиске решения обнаружено ошибочное значение в целевой ячейке или в ячейке ограничения.

При пересчете значений ячеек обнаружена ошибка в одной формуле или в нескольких сразу. Найдите целевую ячейку или ячейку ограничения, порождающие ошибку, и измените их формулы так, чтобы они возвращали подходящее числовое значение.

Набрано неверное имя или формула в окнах Добавить ограничение или Изменить ограничение, или в поле Ограничение были заданы целое или двоичное ограничение. Чтобы ограничить значения ячейки множеством целых чисел, выберите оператор целого ограничения в списке условных операторов. Чтобы установить двоичное ограничение, выберите оператор для двоичного ограничения.

10. Мало памяти для решения задачи.

Система не смогла выделить память, необходимую для поиска решения. Закройте некоторые файлы или приложения и попытайтесь снова выполнить процедуру поиска решения.

5.4. Практическая работа

На первых этапах работы полная автоматизация планирования экспериментов и обработки результатов нецелесообразна, поскольку студент получает готовые результаты, не проявив активности, творчества, поиска. После ручного управления экспериментом, когда улучшилось понимание и знание предмета исследования, можно приступить к автоматизации планирования и управления экспериментом.

Задание 5.1. Ручной поиск оптимального плана

Изменяя количество продукции в строке 9, увеличивать прибыль в ячейке D18. При этом студент должен визуально контролировать расход

комплектующих в колонке С. Расход не должен превышать запасов на складе (графа В).

Обычно студенты начинают эту процедуру с энтузиазмом, радостью, счастливыми улыбками и верой в успех. Но через некоторое время скисают. Нос выгашат – хвост увяз. Увеличат прибыль – дадут перерасход комплектующих по складу. Аналогично вел себя начальник планового управления довольно крупного банка, когда пытался вручную оптимизировать план по тысяче активов и пассивов в финансовых портфелях банка. Он не знал, что существуют компьютерные программы оптимизации.

Здесь преподаватель напоминает, что на младших курсах изучались модели, алгоритмы и программы оптимизации, линейное, нелинейное и другие типы математического программирования. Эти программы решат плановую задачу, с которой мучаются студенты, за секунды.

Задание 5.2. Компьютерный поиск оптимального плана

После того как студенты попытались в задании 1 составить оптимальный план вручную и убедились, что это практически невозможно, предлагается составить оптимальный план с помощью программы оптимизации.

Вызвать команду меню Сервис > Поиск решения.

Проверить настройку модели в диалоговом окне (см. рис. 5.1).

Цель – получение наибольшей прибыли, ячейка D18.

Изменяемые данные в диапазоне D9:F9. Это количество выпускаемых изделий каждого вида

Ограничения C11:C15<=B11:B15 введены, чтобы количество использованных комплектующих не превышало их запаса на складе.

Количество выпускаемых изделий не может быть отрицательным: D9:F9 >= 0.

Нажать кнопку Выполнить в окне Поиск решения. Через секунду получаем готовое решение. Студенты получили урок полезности математических методов оптимизации, которые они изучали на младших курсах, сдали, забыли, некоторые возненавидели.

В формулу прибыли на изделие в ячейках D17:F17 входит показатель степени H15, учитывающий уменьшение удельной прибыли с ростом объема производства.

Если значение H15 отлично от 1, задача нелинейна. В окне параметров надо снять флажок линейной модели.

Если изменить H15 на 1,0 (прибыль не зависит от объема производства) и повторно запустить процесс поиска решения, найденное ранее оптимальное решение будет другим. Данное изменение делает задачу линейной. Можно в окне параметров включить флажок линейной модели.

Анализ результатов и решения менеджера

В табл. 5.1 дано оптимальное решение, найденное программой Поиск решения. Достигнута максимальная прибыль при ограничениях ресурсов на складе.

Полностью израсходованы динамики в количестве 800 шт. Полностью израсходованы электронные платы в количестве 600 шт. Ограничения по этим ресурсам сдерживают дальнейшее увеличение прибыли плана по портфелю продукции. Менеджер решает увеличить запасы этих ресурсов на складе, заключить дополнительные договоры с поставщиками.

В то же время почти на 30 % выше плановой потребности запасы на складе по шасси, кинескопам, блокам питания. Заморожены оборотные средства, оборотный капитал, велики расходы по хранению ресурсов на складе, теряется прибыль, предприятию трудно погасить кредиторскую задолженность. Менеджер рекомендует снабженцам избавиться от лишних запасов на складе, улучшить финансовое положение фирмы.

Конечно, после оценки возможностей и вариантов снабженцев план несколько раз надо пересчитать. Программа оптимизации позволяет сделать это за секунды.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Определение проблемы.
2. Плановую таблицу с результатом оптимального плана.
3. Краткую характеристику программы оптимизации Поиск решения.
4. Анализ оптимального плана и решения менеджера.
5. Написать формулы модели для оптимального планирования выпуска продукции.
6. Предложения по модификации, расширению модели и организации работ.

Контрольные вопросы для допуска и защиты работы

1. Почему актуальна проблема оптимального планирования выпуска продукции с учетом ограничений по ресурсам?
2. Сформулировать цель лабораторной работы.
3. Перечислить объекты проблемной системы.
4. Пояснить структуру плановой таблицы.
5. Перечислить исходные данные, переменные и результирующие показатели модели.
6. Дать краткую характеристику программы оптимизации Поиск решения.

6. Выбор поставщиков, план перевозок, транспортная задача

6.1. Постановка задачи

Мой студент – вечерник по курсу "Финансы предприятий" Академии менеджмента – работает далеко от города и поэтому часто опаздывает на занятия, и даже пропускает их. Но он лучше других знает транспортную задачу. Он работает шофером у босса дорожно-строительной фирмы и уже выполняет часть функций финансового директора. Транспортные задачи он решает на ноутбуке в кабине вседорожника, но не как водитель, а как менеджер.

Фирма строит шоссейные дороги в области и прилегающих областях. Фирме необходимы песок, гравий, бетон, асфальт. По мере продвижения дорожного строительства бригады удаляются от старых мест поставки: карьеров, пристаней, железнодорожных станций, бетонных заводов. Возрастают транспортные расходы. Двигаясь вперед по маршрутам дорог, фирма ищет новых поставщиков, заключает контракты с новыми песчаными карьерами, бетонными заводами, транспортными компаниями и частными водителями самосвалов. Несколько раз в неделю наш студент-менеджер пересчитывает транспортную задачу, оценивает затраты на перевозку материалов, готовит предложения по закрытию старых контрактов и заключению договоров с новыми поставщиками. Цель менеджера – снизить затраты на обеспечение дорожного строительства материалами.

Другой студент по второму высшему образованию также прекрасно справлялся с транспортной задачей. Он курьер банка, молодой пенсионер, отставной подполковник зенитно-ракетных войск. Конечно, раньше он решал задачу не как курьер банка, а как офицер управления боем. Если шофер решал задачу несколько раз в неделю, то офицер решал эту задачу ежесекундно. Конечно, решал задачу мощный компьютер автоматизированной системы противовоздушной обороны (человеку не справиться), но офицер хорошо знал задачу и принимал окончательные посткомпьютерные решения.

В упрощенном виде задача заключается в следующем. Десятки зенитно-ракетных полков, дивизионов и батарей защищают стратегические объекты от средств воздушного нападения противника. При нападении сотен самолетов и крылатых ракет противника необходимо уничтожить их, т. е. решить транспортную задачу по доставке ракетами боеголовок к самолетам противника и взорвать их (уничтожить противника). Необходимо максимизировать уничтожение противника при ограниченных ресурсах (боезапасов ракет). Задача специфическая и очень динамичная. Например, когда во

Вьетнаме и Египте противник уничтожал станции наведения ракет наших дивизионов, то даже при наличии ракет запас поставщика (дивизиона) приравнивался к нулю.

Вообще чувствуешь себя прескверно, когда на тебя летят с разных сторон, на разных высотах, со скоростями до трех звуков самые изощренные средства воздушного нападения противника. Их цель – уничтожить тебя и защищаемые тобой объекты. Нет времени принять оптимальное решение. Нет времени даже на то, чтобы довести до исполнителей любое решение. Транспортная задача распределения ракет по целям противника решается мощными компьютерами, и потом электроника передает соответствующие команды на исполнительные механизмы пусковых установок батарей и дивизионов.

В общем случае постановка транспортной задачи заключается в том, что необходимо доставить необходимое количество ресурсов от распределенных в пространстве поставщиков к распределенным в пространстве потребителям. При этом надо обеспечить минимум затрат на транспортировку. Потребности получателей и возможности поставщиков ограничены.

Цели работы

- Научиться составлять наилучший (оптимальный) план перевозок от поставщиков к потребителям с учетом ограниченных ресурсов поставщиков и известной потребности потребителей.
- Освоить методику и технологию оптимизации планов в табличном процессоре Excel с помощью программы Поиск решения (Solver).

Выделение проблемной системы

В проблемную систему включаем следующие объекты и показатели: перечень потребителей и объемы их потребностей, перечень возможных поставщиков и их возможности по объемам поставок, затраты на поставку единицы груза от каждого поставщика к каждому потребителю, критерий – общие плановые затраты на доставку всех грузов от всех поставщиков ко всем потребителям.

Модель берем из фирменной документации по Excel.

Постановка задачи

Требуется минимизировать затраты на перевозку товаров от предприятий-производителей на торговые склады. При этом необходимо учесть возможности поставок каждого из производителей при максимальном удовлетворении запросов потребителей. В этой модели представлена задача доставки товаров с трех заводов на 5 региональных складов. Товары могут доставляться с любого завода на любой склад, однако очевидно, что стоимость доставки на большее расстояние будет большей.

Необходимо определить объемы перевозок между каждым заводом и складом в соответствии с потребностями складов и производственными мощностями заводов, при которых транспортные расходы минимальны.

6.2. Лабораторная модель

Табличная модель

Обычно план перевозок составляется в виде таблицы. Вначале структура документа вчерне составляется на бумаге или сразу в виде электронной таблицы. Пример приведен в табл. 6.1.

Таблица 6.1

	A	B	C	D	E	F	G
6			План по объемам перевозок от завода x к складу y:				
7	Заводы:	План поставок	Казань	Рига	Воронеж	Курск	Москва
8	Белоруссия	300	0	0	0	80	220
9	Урал	260	0	0	180	80	0
10	Украина	280	180	80	20	0	0
11			Поставлено каждому складу				
12	Итого:		180	80	200	160	220
13			Исходные данные для расчета плана				
14		Потребности складов>	180	80	200	160	220
15	Заводы:	Мощность заводов	Стоимость перевозки единицы груза от завода x к складу y:				
16	Белоруссия	310	10	8	6	5	4
17	Урал	260	6	5	4	3	6
18	Украина	280	3	4	5	5	9
19	Результат:	Затраты на перевозку	Стоимость перевозок по каждому складу				
20		3 200 р.	540р.	320р.	820р.	640р.	880р.

В верхней строке электронной таблицы Excel даны имена колонок A, B, C... В первой колонке – номера строк. В колонке A – имена заводов-поставщиков. В строке 7 – имена потребителей.

Искомые показатели окружены сплошной жирной рамкой. Общие плановые затраты на перевозку в ячейке B20 надо минимизировать. Искомая плановая матрица объемов перевозки грузов от каждого поставщика к каждому потребителю расположена в диапазоне C8:G10.

В диапазоне B8:B10 вычисляются планы поставок от каждого завода всем потребителям как суммы по строкам. Плановик во время расчетов наблюдает, чтобы эти суммы не превысили мощностей заводов-поставщиков. В строке 12 вычисляются планы поставок каждому потребителю от всех заводов как суммы по столбцам. Плановик наблюдает, чтобы эти суммы были равны или не меньше заказов потребителей.

В строках 13:18 представлены исходные данные для расчетов. Они окружены пунктирными рамками. В диапазон B16:B18 вводятся мощности за-

водов-поставщиков. В матрицу C16:G18 надо ввести стоимость перевозки единицы груза от каждого поставщика к каждому потребителю. В строку 14 надо ввести плановые потребности складов.

В строке 20 вычисляются стоимость перевозок для каждого склада и общие затраты по транспортировке.

Математическая модель

Введем обозначения:

n – количество поставщиков;

m – количество потребителей;

i – номер строки, поставщика, 1.. n ;

j – номер столбца, потребителя, 1.. m ;

X_{ij} – искомое плановое количество перевозки от i -го поставщика к j -му потребителю;

S_i – план поставок от i -го поставщика всем потребителям, сумма по строке;

$$S_i = \sum_{j=1}^m X_{ij};$$

C_j – план поставок j -му потребителю от всех поставщиков, сумма по столбцу

$$C_j = \sum_{i=1}^n X_{ij};$$

P_{ij} – цена (price) франко-склад единицы груза от i -го поставщика к j -му потребителю; B_i – ограниченная (boundary = граница) мощность i -го поставщика; D_j – ограниченный спрос (demand) j -го потребителя.

В общем виде наша модель экономико-математической постановки задачи будет выглядеть следующим образом: минимизировать затраты на перевозку грузов (целевая функция)

$$P = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} * X_{ij} \rightarrow \min$$

при ограничениях $S_i \leq B_i$, $C_j \leq D_j$ и неотрицательных объемах перевозок $X_{ij} \geq 0$.

Для решения подобных задач математики разработали варианты симплекс-метода, метод потенциалов, венгерский метод и др.

Формулы табличной модели

После составления плановой таблицы необходимо связать показатели формулами для вычислений. Представление формул и чисел исходных данных дано в табл. 6.2.

Таблица 6.2

	A	B	C	D	E	F	G
6			План по объемам перевозок от завода (поставщика) х к складу (потребителю) у:				
7	Заводы:	План поставок	Казань	Рига	Воронеж	Курск	Москва
8	Белоруссия	=СУММ(C8:G8)	0	0	0	80,000000000 181	220,000000000 050
9	Урал	=СУММ(C9:G9)	0	0	180,000000000 0041	80,000000000 184	0
10	Украина	=СУММ(C10:G10)	180,000000000 0413	80,000000000 179	20,000000000 0048	0	0
11			Поставлено каждому складу				
12		Итого:	=СУММ(C8:C10)	=СУММ(D8:D10)	=СУММ(E8:E10)	=СУММ(F8:F10)	=СУММ(G8:G10)
13			Исходные данные для расчета плана				
14		Потребности складов>	180	80	200	160	220
15	Заводы:	Мощность заводов	Стоимость перевозки единицы груза от завода х к складу у:				
16	Белоруссия	310	10	8	6	5	4
17	Урал	260	16	5	4	3	6
18	Украина	280	3	4	5	5	9
19	Результат:	Затраты на перевозку	Стоимость перевозок по каждому складу				
20		=СУММ(C20:G20)	=C8*C16+C9*C17+C10*C18	=D8*D16+D9*D17+D10*D18	=E8*E16+E9*E17+E10*E18	=F8*F16+F9*F17+F10*F18	=G8*G16+G9*G17+G10*G18

Мы суммируем все поставки от каждого завода в диапазоне В8:В10, чтобы проконтролировать, что они не превысят мощность заводов в диапазоне В16:В18. Также суммируем объемы поставок потребителям от всех заводов в строке 12, чтобы проконтролировать, что они не меньше заказов потребителей в строке 14.

В строке 20 мы умножаем матрицу плана объемов перевозок на матрицу стоимости перевозок и суммируем затраты в целевой ячейке В20.

6.3. Практическая работа

Чтобы студент ощутил трудность и вариантность планирования и мощь экономико-математических методов и компьютерных программ, вначале ему предлагается выполнить оптимальное планирование вручную. Затем выполняется компьютерная оптимизация и составление математической модели, которую студент, не понимая, зачем это ему надо, изучал на младших курсах.

Задание 6.1. Ручной поиск оптимального плана

Студентам предлагается составить оптимальный план перевозок вручную. Меняя данные в плане перевозок, диапазон C8:G10, добиться минимальной стоимости перевозок в ячейке B20 и при этом наблюдать, чтобы план поставок в ячейках B8:B10 не превышал мощности заводов в ячейках B16:B18. Поставки каждому складу не должны быть меньше их потребностей.

Обычно студенты начинают эту процедуру с энтузиазмом, радостью, счастливыми улыбками и верой в успех. Но через некоторое время скисают. Нос вытасчат – хвост увяз. Уменьшат затраты – не удовлетворят потребности складов или сделают перерасход поставок от выгодного поставщика.

Здесь преподаватель напоминает, что на младших курсах изучались модели, алгоритмы и программы оптимизации, линейное, нелинейное и другие типы математического программирования. Студенты должны вспомнить специфические алгоритмы решения транспортных задач, например метод потенциалов или венгерский метод. Эти программы решат плановую задачу, с которой мучаются студенты, за секунды.

Задание 6.2. Компьютерный поиск оптимального плана

После того как студенты попытались в задании 6.1 составить оптимальный план вручную и убедились, что это почти невозможно, предлагается составить оптимальный план с помощью программы оптимизации.

Вызвать команду меню Сервис > Поиск решения. Появляется диалоговое окно оптимизатора (рис. 6.1).

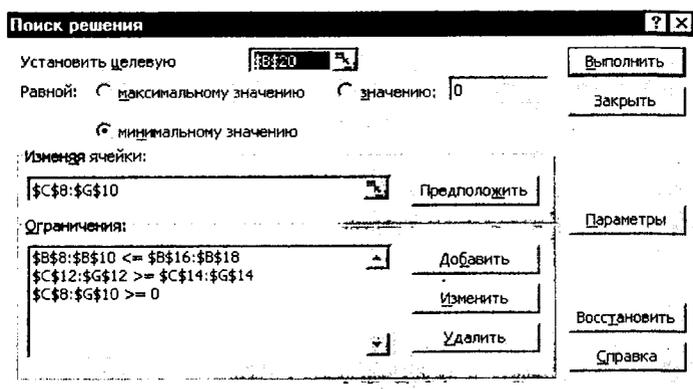


Рис. 6.1. Диалоговое окно Поиск решения с координатно-математической моделью транспортной задачи

Настройка модели (математическая постановка задачи для оптимизатора)

В диалоговое окно Поиск решения, в поле целевой ячейки, вводим ее адрес B20. В поле Изменяя ячейки вводим адреса матрицы искомого плана перевозок C8:G10. В поле Ограничения вводим 3 строки неравенств значений диапазонов: поставки от заводов не должны превышать мощности заводов, поставки потребителям не должны быть меньше потребностей, значения плана не могут быть отрицательными.

Свод параметров модели дан в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Параметр задачи	Ячейки	Семантика
Результат	B20	Цель – уменьшение всех транспортных расходов
Изменяемые данные	C8:G10	Объемы перевозок от каждого из заводов к каждому складу
Ограничения	B8:B10<=B16:B18	Количество перевезенных грузов не может превышать производственных возможностей заводов
	C12:G12>=C14:G14	Количество доставляемых грузов не должно быть меньше потребностей складов
	C8:G10>=0	Число перевозок не может быть отрицательным

После настройки модели и установки параметров алгоритма нажимаем кнопку Выполнить окна Поиск решения. Через секунду оптимальное решение готово. Студенты получили урок полезности математических методов оптимизации.

Анализ результатов и решения менеджера

В табл. 6.1 дано оптимальное решение, найденное программой Поиск решения. Получен план перевозок с наименьшими затратами. Удовлетворены все ограничения.

По Уралу и Украине использованы мощности заводов полностью, по Белоруссии они недоиспользованы. При долгосрочных связях плановик, менеджер могут предложить на будущее увеличить мощности заводов на Урале и Украине и уменьшить их в Белорусии. Затраты на транспортировку уменьшатся.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Определение проблемы.
2. Плановую таблицу с результатом оптимального плана.
3. Анализ оптимального плана и решения менеджера.
4. Формулы модели для оптимизации транспортной задачи.
5. Предложения по модификации, расширению модели и организации лабораторных работ.

Контрольные вопросы для допуска и защиты работы

1. Почему актуальна проблема оптимального плана перевозок?
2. Сформулировать цель работы.
3. Перечислить объекты проблемной системы.
4. Пояснить структуру плановой таблицы.
5. Перечислить исходные данные, переменные и результирующие показатели модели.
6. Дать краткую технологию решения транспортной задачи в программе Excel Поиск решения.

7. Планирование численности персонала, целочисленное программирование, штат отделения банка

7.1. Постановка задачи

По оценке Всемирной туристической организации, Москву посещает 1 млн. туристов в год. В среднем турист оставляет в стране 1 тыс. долларов в день. В аэропорту турист разменивает наличные на местную валюту, снимает деньги дорожным чеком, аккредитивом, по карте с банкомата и др. Банку нравятся эти деньги, и он открывает в аэропорту филиал, отделение или просто торговую точку. Устанавливает банкоматы, открывает обменные пункты валюты, открывает кассы, нанимает персонал кассиров, бухгалтеров, техников по обслуживанию банкоматов.

По дням недели количество авиарейсов и пассажиропоток различны. Бизнесмены и туристы, отпускники, друзья и родственники предпочитают прибывать и уезжать в конце и начале недели (weekend). Поэтому спрос в аэропорту на деньги по дням недели различен. Неравномерна и нагрузка на персонал. Различна потребность банка в персонале по дням недели.

У персонала свои интересы. Он желает иметь и постоянную работу и два выходных дня подряд в неделю (по КЗОТам многих стран).

Проблема менеджера по персоналу: сформировать постоянные штатные бригады для обслуживания неравномерного спроса, обеспечить каждому сотруднику два смежных выходных дня, при этом стремиться минимизировать численность всего персонала или затраты на заработную плату.

Аналогичные задачи обеспечения работниками неравномерного календарного спроса возникают перед менеджерами парков культуры, железнодорожных и автодорожных компаний, нарядов милиции и др. Обратная задача формирования поездов и бригад при увеличении спроса в рабочие дни стоит перед метрополитеном и другими организациями. В планировании подвижного состава смежными выходными днями можно считать дни регламентного обслуживания, планового ремонта или модернизации локомотивов.

Цели работы

1. Научиться оптимально планировать постоянные штатные бригады для обслуживания неравномерного известного календарного спроса, обеспечивая каждому работнику два смежных выходных дня и минимизируя численность всего персонала и затраты на заработную плату.

2. Освоить методику и технологию оптимизации планов в Excel с помощью программы Поиск решения (Solver).

7.2. Лабораторная модель

В проблемную систему включаем следующие объекты и показатели:

- персонал;
- бригады, включающие персонал;
- спрос на услуги или товары или конкретное количество сотрудников, необходимое для удовлетворения спроса;
- ограничения по условиям работы в виде потребности в двух последовательных выходных днях;
- цель менеджмента – выполнение работ при минимальных расходах на заработную плату персонала.

Описательная модель

Зарплата всех сотрудников принята одинаковой. Необходимо определить требуемое количество постоянных работников в каждой бригаде для удовлетворения спроса на работы при минимальных расходах на зарплату и минимальном количестве работников, если зарплата у всех одинакова.

Замечание. В документации Excel задача представлена некорректно. Она формулируется как задача календарного планирования занятости персонала. На самом деле календарь работы бригад задан в виде матрицы занятости. Необходимо определить количество человек в каждой бригаде.

Табличная модель

Обычно план численности персонала разрабатывается в виде таблицы. Вначале структура документа вчерне составляется на бумаге или сразу в виде электронной таблицы. Пример приведен в табл. 7.1.

В верхней строке электронной таблицы Excel даны имена колонок А, В, С... В первой колонке – номера строк.

Исходные данные для расчетов в таблице окружены пунктирной рамкой. Искомые показатели окружены сплошной жирной рамкой.

В графе А проставлены присвоенные бригадам номера. Для математической постановки задачи номер бригады задается индексной переменной $i = 1..n$, где n – количество бригад.

В графе В названы смежные выходные дни бригад.

В графу D вводятся вручную или компьютерной программой искомые планируемые количества человек в каждой бригаде X_i .

В ячейке D15 отображается количество работников во всех бригадах.

В ячейке D19 задана дневная зарплата работника. Она у всех одинакова.

В ячейке D20 вычисляется дневной фонд зарплаты всех работников. Это критерий качества плана (целевая функция), он подлежит минимиза-

7. Планирование персонала, целочисленное программирование, штат отделения банка

ции. При равенстве зарплаты работников также будет минимизироваться и их численность.

Таблица 7.1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
5	Номер (i) бригады	Выходные дни бригады		Количество работников	Вс	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	
6				$X_i = ?$				Дни (j) работы бригад $S_{ij} = 1$				
7	1	Воскрес., понедельник		3	0	0	1	1	1	1	1	
8	2	Понедельник, вторник		5	1	0	0	1	1	1	1	
9	3	Вторник, среда		7	1	1	0	0	1	1	1	
10	4	Среда, четверг		4	1	1	1	0	0	1	1	
11	5	Четверг, пятница		6	1	1	1	1	0	0	1	
12	6	Пятница, суббота		0	1	1	1	1	1	0	0	
13	7	Суббота, воскресенье		0	0	1	1	1	1	1	0	
14					Плановое количество работников в день $X_j = ?$							
15	Всего постоянных работников:			25	22	17	13	14	15	19	25	
16					Ежедневная потребность в работниках V_j							
17					22	17	13	14	15	18	24	
18					Превышение потребности:							
19	Дневная оплата работника:			40 р.	0	0	0	0	0	1	1	
20	Дневной фонд зарплаты:			1000 р.	Обозначения:		- дано,		- найти			

В диапазон F7:L13 как исходные данные вводится календарь рабочих и выходных дней бригад. Это матрица S_{ij} , где j – номер дня недели. Нуль элемента матрицы означает выходной день, единица – рабочий.

В диапазоне F15:L15 вычисляется общее количество работников, занятых в конкретный день недели.

В диапазон F17:L17 вводится потребность в общем количестве работников в конкретный день недели. Это известный спрогнозированный спрос, заданный в переменной V_j .

В диапазоне F19:L19 вычисляется превышение количества работников над потребностью их в конкретный день недели. Это облегчает визуальный анализ вариантов плана.

Математическая модель

Введем обозначения:

n – количество бригад;

i – номер бригады;

X_i – искомое плановое количество работников в i -той бригаде;

m – количество дней в неделе;

j – порядковый номер дня недели: 1 = воскресенье, 2 = вторник ...

C_{ij} – признак рабочего или выходного дня, календарная матрица;

$C_{ij} = 1$ – рабочий день;

$C_{ij} = 0$ – выходной день;

V_j – общая потребность в персонале (все бригады) по дням недели для выполнения работ;

S_j – плановое количество персонала (все бригады) по дням недели для выполнения работ:

$$S_j = \sum_{i=1}^n X_i * C_{ij} ;$$

где P – дневная ставка зарплаты одного работника, одинакова для всех; W – дневной фонд зарплаты всего персонала.

Критерий, цель оптимизации плана – минимизация дневного фонда зарплаты постоянного персонала бригад (целевая функция):

$$W = \sum_{i=1}^n X_i * P \rightarrow \min$$

при ограничениях $S_j \geq V_j$.

Для решения подобных задач математики разработали варианты алгоритмов целочисленного программирования, один из них реализован в программе Поиск решения Excel.

Формулы табличной модели

После составления плановой таблицы необходимо связать причинно-следственные показатели формулами для вычислений. Представление формул и чисел исходных данных дано в табл. 7.2.

В ячейке D15 функцией СУММ(D7:D13) вычисляется количество работников во всех бригадах.

В ячейке D20 формулой D15*D19 вычисляется дневной фонд зарплаты всех работников. Это критерий качества плана (целевая функция), он подлежит минимизации. При равенстве зарплаты работников также будет минимизироваться и их численность.

Таблица 7.2

A	B	C	D	E	F	...	L
5	Номер (i) бригады	Выходные дни бригады	Количество работников		Vc		Cб
6			$X_i = ?$				
7	1	Воскрес., понедельник	2,999999999999		0		1
8	2	Понедельник, вторник	5		1		1
9	3	Вторник, среда	7,0		1		1
10	4	Среда, четверг	4,0		1		1
11	5	Четверг, пятница	6		1		1
12	6	Пятница, суббота	0		1		0
13	7	Суббота, воскресенье	2,7E-16		0		0
14					Плановое количество работников в день $X_j = ?$		
15	Всего постоянных работников:		=СУММ(D7:D13)		=D\$7*F7+D\$8*F8+D\$9*F9+...		=D\$7*L7+D\$8*L8+...
16					Ежедневная потребность в работниках V_j		
17					22		24
18					Превышение потребности		
19	Дневная оплата работника:		40		=F15-F17		=L15-L17
20	Дневной фонд зарплаты:		=D15*D19	Обозначения:	<input type="checkbox"/> - дано,	<input type="checkbox"/>	- найти

В каждой ячейке диапазона F15:L15 вычисляется общее количество работников, занятых в конкретный день недели. Формулой для каждого дня недели задается скалярное произведение вектора количества работников в бригадах X_i (колонка D) на вектор признака работы в конкретный день недели C_i (колонки F:L). В таблице приведены сокращенные формулы только для воскресенья и субботы. Пример суммы произведений для воскресенья дан в ячейке F15 как $=D$7*F7+D$8*F8+D$9*F9+...$

В диапазоне F19:L19 вычисляется превышение количества работников над потребностью в конкретный день недели. Формула для воскресенья в ячейке F19 = F15 - F17 и субботы в ячейке L19 = L15 - L17.

Управление экспериментами

Осуществляется вручную и с помощью программы оптимизации Поиск решения. Изменяемыми данными являются количество работников в бригадах. Для расширения экспериментов, где есть над чем подумать менеджеру по персоналу, можно менять дневную зарплату, динамику прогноза потреб-

ности в персонале, вводить в качестве ограничений дополнительные условия в рабочий календарь и др.

7.3. Практическая работа

Чтобы студент ощутил трудность и вариантность планирования и мощь экономико-математических методов и компьютерных программ, ему вначале предлагается выполнить оптимальное планирование вручную. Затем выполняется компьютерная оптимизация, смена условий плановых экспериментов и составление математической модели, которую студент, не понимая, зачем это ему надо, изучал на младших курсах.

Задание 7.1. Ручной поиск оптимального плана

Студентам предлагается составить оптимальный план количества работников в бригадах вручную. Меняя данные в графе Количество работников (диапазон D7:D13), добиться минимального Дневного фонда зарплаты (ячейка D20). Контролировать превышение ежедневного количества работников над потребностью в диапазоне F19:L19. Для всех дней недели оно должно быть положительным.

Обычно студенты начинают эту процедуру с энтузиазмом, радостью, счастливыми улыбками и верой в успех. Но через некоторое время скисают. Нос вытаскают – хвост увяз. Уменьшают число штатных работников и фонд зарплаты – не удовлетворят ежедневной потребности в услугах. Увеличат штат – удовлетворят потребность в услугах, но возрастает фонд зарплаты и недогруженные работники догружаются пивом в соседнем баре.

Здесь преподаватель напоминает, что на младших курсах изучались модели, алгоритмы и программы оптимизации, линейное, нелинейное и другие типы математического программирования. Студенты должны вспомнить специфические алгоритмы решения целочисленных задач о назначениях. Эти программы решают плановую задачу, с которой мучаются студенты, за секунды.

Задание 7.2. Компьютерный поиск оптимального плана

После того как студенты попытались в задании 7.1 составить оптимальный план вручную и убедились, что это почти невозможно, предлагается составить оптимальный план с помощью программы оптимизации.

Вызвать команду меню Сервис > Поиск решения. Появляется диалоговое окно оптимизатора (рис. 7.1).

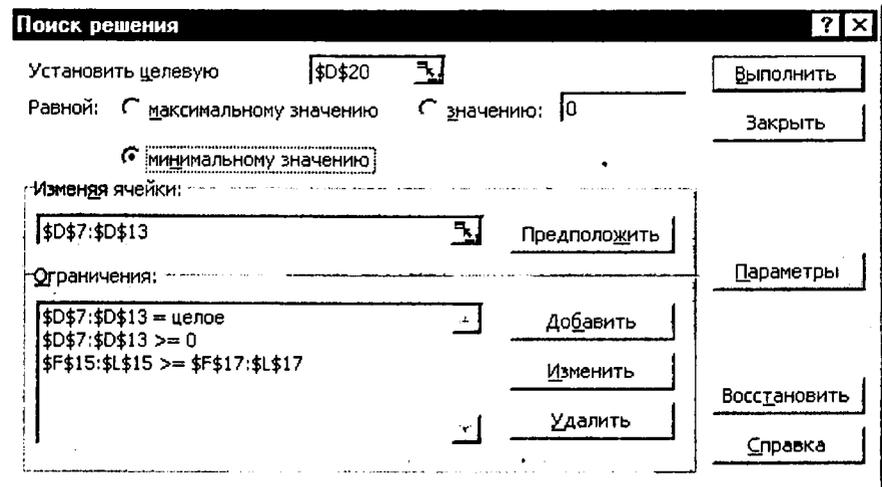


Рис. 7.1. Диалоговое окно Поиск решения с координатно-математической моделью задачи планирования персонала

Настройка модели (математическая постановка задачи для оптимизатора)

В диалоговое окно Поиск решения, в поле целевой ячейки, вводим адрес D20 Дневного фонда зарплаты. В поле Изменяя ячейки вводим адреса диапазона искомого плана количества работников в бригадах D7:D13. В поле Ограничения вводим 3 строки условий, ограничивающих область допустимых решений нашей задачи.

Мы гуманны и не будем рвать людей на части. Работники в бригадах могут быть не совсем здоровы, но обязательно целы. Это задается первым ограничивающим равенством D7:D13 = целое и является сигналом комплексу программ Поиск решения для применения алгоритма целочисленного программирования.

Второе ограничение выполняет хороший кадровый менеджер – он не принимает на работу плохих работников, а только хороших. Количество людей в бригадах не может быть отрицательным числом: D7:D13 >= 0.

Третье неравенство гарантирует 100 %-е обслуживание. Плановое количество работников не должно быть меньше потребности в работниках: F15:L15 >= F17:L17.

Свод параметров модели дан в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Параметр задачи	Ячейки	Пояснения
Результат	D20	Цель – минимизация расходов на оплату труда
Изменяемые данные	D7:D13	Число работников в группе
Ограничения	D7:D13>=0	Число работников в группе не может быть отрицательным
	D7:D13=Целое	Число работников должно быть целым
	F15:L15>=F17:L17	Число ежедневно занятых работников не должно быть меньше ежедневной потребности
Вариант графика	Строки 7– 13	1 означает, что данная группа в этот день работает

После настройки модели и установки параметров алгоритма нажимаем кнопку Выполнить окна Поиск решения. Через секунду оптимальное решение готово. Студенты получили урок полезности математических методов оптимизации.

В табл. 7.1 дано оптимальное решение, найденное программой. Получен план комплектования бригад с наименьшим фондом зарплаты. Удовлетворены все ограничения. Выбор линейной модели в диалоговом окне параметров ускоряет получение результата.

Студентам предлагается провести следующую серию экспериментов. Несколько раз выполнить оптимизацию, каждый раз сохраняя найденное решение. Общее минимальное количество работников в штате будет оставаться неизменным, но план по составу бригад почти в каждом эксперименте будет различен. Это, вероятно, связано со спецификой грубости решения целочисленных задач, регулируемого параметром Допустимое отклонение, минимальное значение которого ограничено в программе Поиск решения одним процентом.

Задание 7.3. Расширить права, увеличив ограничения

В табл. 7.1 оптимального состава бригад количество персонала в шестой и седьмой бригадах равно нулю, т. е. бригады с выходными по субботам и воскресеньям отсутствуют. Это не устраивает персонал. Люди желают хотя бы периодически иметь общегосударственные выходные дни в субботу и воскресенье. Чтобы удержать персонал, фирма вынуждена пойти навстречу работникам, возможно даже за счет увеличения фонда зарплаты.

Чтобы расширить права работников на выходные, менеджер персонала по согласованию с профсоюзом должен ввести в модель дополнительные ограничения. Они согласились, что достаточно иметь группу с субботне-воскресным выходным днем из четырех человек. В этом случае людей периодически будут переводить из других бригад в воскресную бригаду для общегосударственных выходных. Введем в программу дополнительные ограничения по расширению прав персонала.

Вызвать команду меню Сервис > Поиск решения. Появляется диалоговое окно оптимизатора (рис. 7.2).

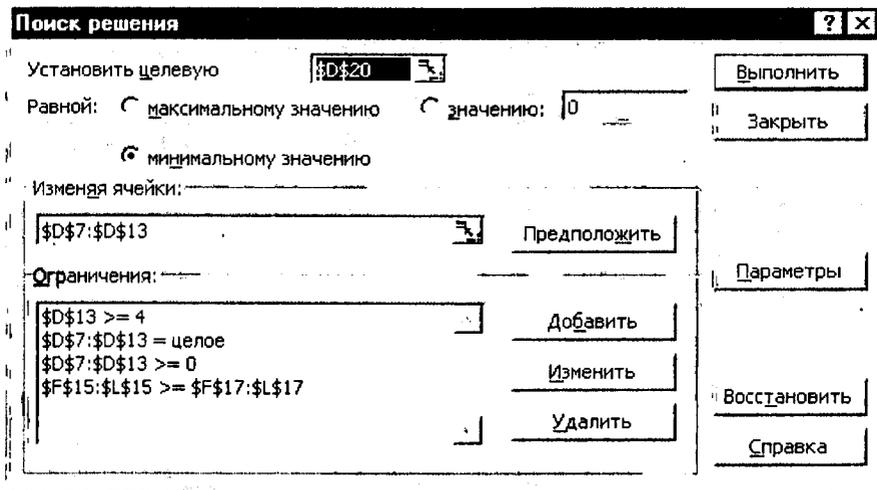


Рис. 7.2. Диалоговое окно Поиск решения с координатно-математической моделью задачи планирования персонала

Нажмем кнопку Добавить ограничения и для седьмой бригады введем ограничение $D13 \geq 4$, т. е. в субботне-воскресной бригаде по штату должно быть не менее четырех человек.

Нажимаем кнопку Выполнить окна Поиск решения. Через секунду оптимальное решение готово (табл. 7.4).

Таблица 7.4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
4													
5	Номер (i)	Выходные дни	Количество	Вс	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб			
6	бригады	бригады	работников										
7			$X_i = ?$	Дни (j) работы бригад $C_{ij} = 1$									
8	1	Воскрес., понедельник	0	0	0	1	1	1	1	1			
9	2	Понедельник, вторник	11	1	0	0	1	1	1	1			
10	3	Вторник, среда	4	1	1	0	0	1	1	1			
11	4	Среда, четверг	0	1	1	1	0	0	1	1			
12	5	Четверг, пятница	9	1	1	1	1	0	0	1			
13	6	Пятница, суббота	0	1	1	1	1	1	0	0			
14	7	Суббота, воскресенье	4	0	1	1	1	1	1	1	0		
15	Всего постоянных работников:			28	Плановое количество работников в день $X_j = ?$								
16					24	17	13	24	19	19	24		
17					Ежедневная потребность в работниках V_j								
18					22	17	13	14	15	18	24		
19	Дневная оплата работника:			40р.	Превышение потребности:								
20	Дневной фонд зарплат:			1 120р.	2	0	0	10	4	1	0		
21					Обозначения: <input type="checkbox"/> - дано, <input type="checkbox"/> - найти.								

Плановое количество персонала выросло с 25 до 28 человек, дневной фонд зарплаты вырос с 1 000 до 1 120 руб.

Анализ результатов

Составить оптимальный план персонала вручную даже на компьютере трудоемко, долго, практически невозможно. Программа оптимального целочисленного программирования составляет оптимальный план за секунды.

Оптимальный план обеспечивает минимальный фонд зарплаты персонала и выполнение календарного объема работ. При одинаковой зарплате сотрудников также обеспечивается минимальный штат персонала.

Предложение в отдельные дни всегда превышает спрос. Есть резервы для снижения затрат на содержание персонала. Но уже надо использовать другие средства менеджера персонала. Например, нанимать на пиковые дни студентов и среди недели предоставлять им выходные учебные дни и др.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Определение проблемы планирования количества персонала при неравномерном календарном спросе на персонал.
2. Плановую таблицу с результатом оптимального плана.
3. Анализ оптимального плана и решения менеджера.
4. Формулы модели для оптимизации состава бригад при неравномерном спросе.
5. Предложения по модификации, расширению модели и организации лабораторных работ.

Контрольные вопросы для допуска и защиты работы

1. Почему актуальна проблема планирования численности персонала при неравномерном календарном спросе на персонал?
2. Сформулировать цели работы.
3. Перечислить объекты проблемной системы.
4. Пояснить структуру плановой таблицы.
5. Перечислить исходные данные, переменные и результирующие показатели модели.
6. Дать краткую характеристику технологии решения задачи планирования численности персонала в программе Excel Поиск решения.

8. Оптимальный план затрат на рекламу

Лабораторная работа преподается в дисциплинах: маркетинг, финансы предприятий, финансовый менеджмент, моделирование финансовой деятельности, прогнозирование и планирование в рыночной экономике и др.

8.1. Постановка задачи

При разработке годового финансового плана деятельности фирмы необходимо определить расходы на рекламу для получения наибольшей прибыли.

Определение проблемной системы. Предварительно проблемная система должна включать:

- планируемые показатели сокращенного баланса расходов, доходов и прибыли фирмы;
- модели (формулы) причинно-следственных связей объемов продаж, доходов и прибыли в зависимости от затрат на рекламу.

Цели лабораторной работы

1. Научиться планировать оптимальные объемы затрат на рекламу для увеличения объема продаж и получения наибольшей прибыли.
2. Освоить методику и технологию оптимизации планов в табличном процессоре Excel с помощью программы Поиск решения (Solver).
3. Создать лабораторную модель.

Уточнение, ограничение проблемы, описательная модель. Для начала упростим задачу годового планирования и будем определять расходы на рекламу для получения наибольшей прибыли в одном 1-м квартале года. Предполагается, что увеличение рекламы вызывает увеличение продаж без временного лага (запаздывания, последствия, отклоняющего аргумента), т. е. в этом же квартале.

8.2. Лабораторная модель

Табличная модель

Обычно план-прогноз движения средств разрабатывается в виде таблицы. Вначале структура документа составляется вчерне на бумаге или сразу в виде электронной таблицы. Вариант разработки плана приведен в Excel табл. 8.1.

Искомые показатели таблицы окружены сплошной жирной рамкой. Это затраты на рекламу и производственная прибыль. Мы должны при разработке плана изменением объема затрат на рекламу добиться наилучшей прибыли. Исходные данные окружены пунктиром. Это коэффициент сезонного изменения объемов продаж, затраты на торговый персонал, цена и себестоимость изделия.

Таблица 8.1

	A	B
2		1 квартал
3	Сезонность	0,9
5	Число продаж, шт.	4465
6	Выручка от реализации	178605
7	Себестоимость	111628
8	Валовая прибыль	66977
10	Торговый персонал	8000
11	Реклама	17093
12	Косвенные затраты	26791
13	Суммарные затраты	51884
15	Произв. прибыль	15093
16	Норма прибыли	8 %
18	Цена изделия	40
19	Себестоимость изделия	25

Формулы табличной модели

После составления плановой таблицы необходимо связать причинно-следственные показатели формулами для вычислений. Представление формул и чисел исходных данных дано в табл. 8.2.

Таблица 8.2

	A	B
2		1 квартал
3	Сезонность	0,9
5	Число продаж, шт.	$=35*B3*(B11+3000)^{0,5}$
6	Выручка от реализации	$=B5*B\$18$
7	Себестоимость	$=B5*B\$19$
8	Валовая прибыль	$=B6-B7$
10	Торговый персонал	8000
11	Реклама	17093,0626384427
12	Косвенные затраты	$=0,15*B6$
13	Суммарные затраты	$=СУММ(B10:B12)$
15	Произв. прибыль	$=B8-B13$
16	Норма прибыли	$=B15/B6$
18	Цена изделия	40
19	Себестоимость изделия	25

Если в ячейки введены числа, то это исходные (внешние, экзогенные) данные. Если в ячейке формула, то это вычисляемый (эндогенный) показатель.

Свод формул с пояснениями дан в табл. 8.3.

Таблица 8.3

Строка	Содержимое	Пояснение
3	Фиксированное значение	Сезонная поправка объема продаж
5	$=35*B3*(B11+3000)^{0.5}$	Ожидаемое число продаж: в строке 3 – сезонная поправка; в строке 11 отражены затраты на рекламу
6	$=B5*B8$	Выручка от реализации: произведение числа продаж (5 строка) на цену изделия (ячейка B18)
7	$=B5*B9$	Себестоимость: произведение числа продаж (5 строка) и затрат на изделие (ячейка B19)
8	$=B6-B7$	Валовая прибыль: разность выручки от реализации (строка 6) и себестоимости (строка 7)
10	Фиксированное значение	Расходы на торговый персонал
11	Фиксированное значение	Средства на рекламу
12	$=0.15*B6$	Косвенные затраты в фонд корпорации: 15 % выручки от реализации (строка 6)
13	$=SUM(B10:B12)$	Суммарные расходы: затраты на персонал (10 строка), рекламу (11 строка) и косвенные затраты (12 строка)
15	$=B8-B13$	Производственная прибыль: валовая прибыль (8 строка) за вычетом суммарных затрат (13 строка)
16	$=B15/B6$	Норма прибыли: отношение прибыли (15 строка) и выручки от реализации (6 строка)
18	Фиксированное значение	Цена изделия
19	Фиксированное значение	Затраты на изделие

Управление экспериментами

Осуществляется вручную или с помощью Таблицы подстановок и программы оптимизации Поиск решения. Управляющими данными являются суммы затрат на рекламу в ячейке B11. Управление осуществляется с целью максимизации прибыли в ячейке B15.

Для расширения экспериментов можно менять число периодов планирования, динамику прогноза фиксированных расходов, цены и себестоимость, вводить ограничения для показателей и др.

8.3. Практическая работа

Чтобы студент ощутил трудность и вариантность планирования и мощь экономико-математических методов и компьютерных программ, ему вначале предлагается выполнить оптимальное планирование вручную. Затем выполняется компьютерная оптимизация и смена условий плановых экспериментов.

Задание 8.1. Предварительный анализ элементов модели

Прогнозиста и плановика всегда преследует препротивное ощущение неуверенности. Будущее однозначно непредсказуемо. Но они его предсказывают, готовят варианты решений. Менеджеры принимают решения. Вы спроектировали плановую таблицу, но вы не уверены, достаточно ли факторов включено в модель, правильно ли отражены причинно-следственные связи в модельных формулах элементов. Вы не математик. Вы экономист. Даже при наличии готовой формулы вы не чувствуете поведение показателей. Будет ли показатель иметь экстремум? Встретим ли мы унимодальность или многоэкстремальность? Насколько сильно влияние факторов? Поэтому плановик, чтобы почувствовать модель, проверяет поведение ее отдельных элементов и показателей.

Зависимость продаж от затрат на рекламу

В нашем примере аналитики, статистики и эконометристы задали плановикам формулу зависимости объема продаж от затрат на рекламу в строке Число продаж как

$$=35*V3*(B11+3000)^{0.5}.$$

Чтобы понять и почувствовать силу влияния факторов, лучше воспользоваться графиком.

Задание. Построить график зависимости числа продаж от затрат на рекламу.

Составить таблицу влияния фактора методом Excel Таблицы подстановки для одной функции с одним аргументом. Решение дано в нижней таблице на рис. 8.1.

Планируя эксперимент, установим начальное значение затрат на рекламу 6000 руб. и будем задавать следующие числа арифметической прогрессией с шагом 4000 руб. Введем в ячейку I23 число 6000, а в J23 – 10000. Отселектируем обе ячейки. Протянем прямоугольную рамку курсора за правый нижний угол с крестиком вдоль строки. Мы получили ряд чисел арифметической прогрессии. Это план однофакторного имитационного эксперимента.

В ячейку H24 введем формулу нашей функции. Она отображается в строке формул листа Excel вверху рисунка. Отселектируем диапазон с числами и формулой. Исполнить команды меню Данные > Таблица подстановки. Появится диалоговое окно Таблица подстановки (рис. 8.2).

Введем в поле *Подставлять значения по столбцам* в ячейку B11, т. е. мы будем менять затраты на рекламу в нашей главной таблице. Щелкнем кнопку ОК.

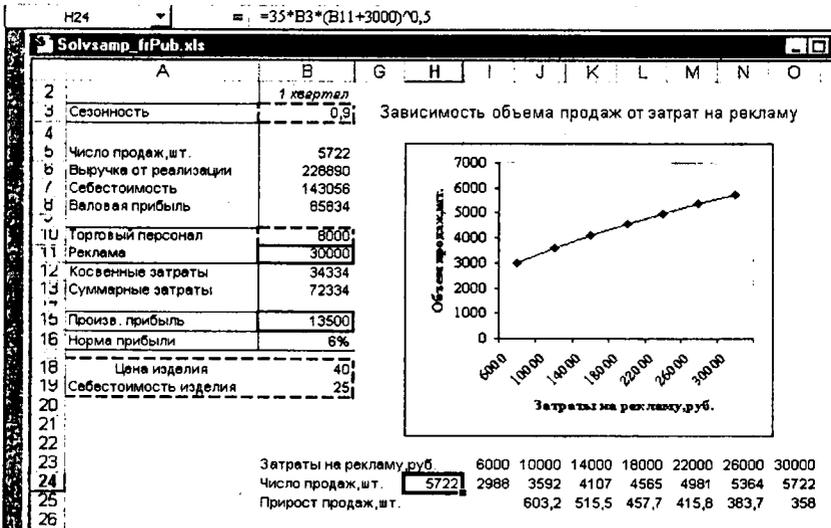


Рис. 8.1. Зависимость количества продаж от затрат на рекламу

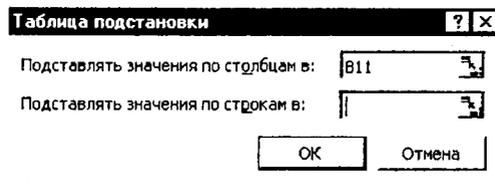


Рис. 8.2. Диалоговое окно Таблица подстановки

Числами заполняется строка Число продаж. Известными студентам из курса информатики способами построим над таблицей график. Наблюдаем и анализируем зависимость продаж от затрат на рекламу. Продажи растут. Экстремума нет. Значит, оптимальное решение в этой системе "реклама – продажи" невозможно. Крутизна зависимости с ростом затрат убывает, т. е. наблюдается убывающая эффективность фактора. Для количественной оценки убывающей эффективности фактора введем в строку 25 формулы оценки прироста продаж на каждом шаге эксперимента вычитанием из строки 24 предыдущего значения из последующего. На интервале исследования прирост продаж убывает от 600 до 300.

Зависимость прибыли от затрат на рекламу

Бесконечное увеличение затрат на рекламу будет бесконечно увеличивать объем продаж. Но изменение прибыли, вероятно, будет иметь макси-

мум, поскольку увеличение затрат на рекламу в конце концов съест всю прибыль. Исследуем эту зависимость.

Методом построения прогрессии заполним строку затрат на рекламу в табл. 8.4. Каждое число копируем в ячейку рекламы табл. 8.1 и после пересчета таблицы копируем число производственной прибыли в соответствующую ячейку строки прибыли табл. 8.4. По данным этой таблицы построим график (рис. 8.3).

Таблица 8.4

Затраты на рекламу, руб.	6000	10000	14000	18000	22000	26000	30000
Прибыль, руб.	12895	14324	14964	15083	14825	14278	13500

Зависимость прибыли от затрат на рекламу имеет ярко выраженный максимум. Менеджер получит оптимальный план, если он определит затраты на рекламу в 18 000 руб. При этом будет получена прибыль 15 000 руб.



Рис. 8.3. Зависимость прибыли от затрат на рекламу

Студент почувствовал влияние факторов на отклики (критериальные показатели) и теперь уверенно может использовать быстрые компьютерные алгоритмы программной оптимизации планов.

Задание 8.2. Программный поиск оптимального плана на один период

Для поиска оптимального плана использовать программу Excel Поиск решения. В меню Сервис выполните команду Поиск решения. Появится диалоговое окно (рис. 8.4).

Задайте B15 (прибыль за 1-й квартал) в поле Установить целевую ячейку.

Выберите поиск наибольшего значения и укажите в качестве изменяемой ячейки B11 (расходы на рекламу в 1-м квартале). Запустите процесс поиска решения.

В процессе решения задачи в строке состояния будут отображаться сообщения. Через некоторое время появится сообщение о том, что решение

найденно. В соответствии с найденным решением (см. табл. 8.1), затратив 17 093 руб. на рекламу в 1-м квартале, можно получить наибольшую прибыль, которая составит 15 093 руб. Это решение точнее полученного ранее графического решения.

Рис. 8.4. Диалоговое окно Поиск решения одноperiodной оптимизации без ограничений

Задание 8.3. Разработка многоэтапного оптимального плана без ограничений

После того как студенты освоили одноэтапную, статическую оптимизацию плана, можно перейти к многоэтапной, динамической оптимизации и определить бюджет на рекламу в каждом квартале, соответствующий наибольшей сумме годовой прибыли. Форма поквартального годового плана представлена в табл. 8.5.

Таблица 8.5

	A	B	C	D	E	F
2		1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал	Всего
3	Сезонность	0,9	1,1	0,8	1,2	
5	Число продаж, шт.	3592	4390	3192	4789	15962
6	Выручка от реализации	143662	175587	127700	191549	638498
7	Себестоимость	89789	109742	79812	119718	399061
8	Валовая прибыль	53873	65845	47887	71831	239437
10	Торговый персонал	8 000	8 000	9 000	9 000	34 000
11	Реклама	10 000	10 000	10 000	10 000	40 000
12	Косвенные затраты	21 549	26 338	19 155	28 732	95 775
13	Суммарные затраты	39 549	44 338	38 155	47 732	169 775
15	Произв. прибыль	14 324	21 507	9 732	24 099	69 662
16	Норма прибыли	10 %	12 %	8 %	13 %	11 %
18	Цена изделия	40				
19	Себестоимость изделия	25				

Формулы таблицы поквартального годового плана представлены в табл. 8.6. Формулы по кварталам идентичны, поэтому для компактности таблицы мы не отображаем 3-й и 4-й кварталы.

Таблица 8.6

	A	B	C	F
2		1 квартал	2 квартал	Всего
3	Сезонность	0,9	1,1	
5	Число продаж, шт.	$=35*B3*(B11+3000)^{0,5}$	$=35*C3*(C11+3000)^{0,5}$	=СУММ(B5:E5)
6	Выручка от реализации	=B5*\$B\$18	=C5*\$B\$18	=СУММ(B6:E6)
7	Себестоимость	=B5*\$B\$19	=C5*\$B\$19	=СУММ(B7:E7)
8	Валовая прибыль	=B6-B7	=C6-C7	=СУММ(B8:E8)
10	Торговый персонал	8000	8000	=СУММ(B10:E10)
11	Реклама	10000	10000	=СУММ(B11:E11)
12	Косвенные затраты	=0,15*B6	=0,15*C6	=СУММ(B12:E12)
13	Суммарные затраты	=СУММ(B10:B12)	=СУММ(C10:C12)	=СУММ(B13:E13)
15	Произв. прибыль	=B8-B13	=C8-C13	=СУММ(B15:E15)
16	Норма прибыли	=B15/B6	=C15/C6	=F15/F6
18	Цена	40		
19	Себестоимость изделия	25		

Ручной поиск оптимального плана

Будущий менеджер должен почувствовать, как не просто составлять оптимальный план, поэтому студентам предлагается составить план вручную, т. е. не используя программ поиска оптимального решения. Надо найти наилучшее распределение затрат на рекламу по кварталам. Студенты подбирают числа плана квартальных затрат на рекламу в строке 11, добиваясь наибольшей суммы годовой прибыли в ячейке F15. Поскольку задаваемая в 3 строке сезонная поправка входит в расчет числа продаж (строка 5) в качестве множителя, целесообразно увеличить затраты на рекламу в 4-м квартале, когда прибыль от продаж наибольшая, и уменьшить соответственно в 3-м квартале.

Программный поиск оптимального плана

После того как студенты убедились, что почти невозможно составить оптимальный план вручную, предлагается составить оптимальный план с помощью программы оптимизации Поиск решения.

Настройка модели в окне Поиск решения

В меню Сервис выполните команду Поиск решения. Появится диалоговое окно для настройки модели оптимизатора (рис. 8.5).

Задайте F15 (общая прибыль за год) в поле Установить целевую ячейку Выберите поиск максимального значения. Задайте в качестве изменяемых ячеек B11:E11 (расходы на рекламу в каждом квартале). Поле Ограничения пусто.

Рис. 8.5. Окно настройки модели оптимизации

Задача является нелинейной задачей оптимизации средней степени сложности. Нелинейность уравнения связана с операцией возведения в степень в формуле строки числа продаж. Поэтому, нажав кнопку Параметры, задаем в окне настройки алгоритмов нелинейную задачу и выбираем методы Ньютона или градиентный.

После настройки модели и установки параметров алгоритма нажимаем кнопку Выполнить окна Поиск решения. Через секунду оптимальное решение готово. Студенты получили урок полезности математических методов оптимизации.

В табл. 8.7 дано оптимальное решение, найденное программой. Получен план с максимальной годовой прибылью от поквартальных годовых инвестиций в рекламу. Годовая прибыль увеличена до 79 706 руб. при годовых затратах на рекламу 89 706 руб.

Таблица 8.7

	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал	Всего
Сезонность	0,9	1,1	0,8	1,2	
Число продаж, шт.	4465	6670	3528	7938	22601
Выручка от реализации	178605	266805	141120	317520	904050
Себестоимость	111628	166753	88200	198450	565031
Валовая прибыль	66977	100052	52920	119070	339019
Торговый персонал	8 000	8 000	9 000	9 000	34 000
Реклама	17 093	27 016	12 876	32 721	89 706
Косвенные затраты	26 791	40 021	21 168	47 628	135 607
Суммарные затраты	51 884	75 036	43 044	89 349	259 313
Произв. прибыль	15 093	25 016	9 876	29 721	79 706
Норма прибыли	8 %	9 %	7 %	9 %	9 %
Цена изделия	40				
Себестоимость изделия	25				

Задание 8.4. Оптимальный план с ограничением бюджета рекламы

Наиболее близкие к жизни модели учитывают также ограничения, накладываемые на те или иные величины. Эти ограничения могут относиться к ячейкам результата, ячейкам изменяемых данных или другим величинам, используемым в формулах для этих ячеек. Итак, бюджет покрывает расходы на рекламу и обеспечивает получение прибыли, однако наблюдается тенденция к уменьшению эффективности вложений. Поскольку нет гарантии, что данная модель зависимости прибыли от затрат на рекламу будет работать в следующем году (учитывая существенное увеличение затрат), целесообразно ввести ограничение расходов, связанных с рекламой. Предположим, что расходы на рекламу за 4 квартала не должны превышать 40 000 руб. Добавим в рассмотренную задачу соответствующее ограничение.

Настройка модели в окне Поиск решения

В меню Сервис выполните команду Поиск решения и в диалоговом окне (рис. 8.6) нажмите кнопку Добавить. Введите в поле Ссылка на ячейку ссылку F11 (общие расходы на рекламу) листа Excel. Содержимое этой ячейки не должно превышать 40 000 руб. Выберите устанавливаемое по умолчанию отношение \leq (меньше или равно). В поле Ограничение, расположенном справа, введите число 40 000. Нажмите кнопку ОК и затем Выполнить.

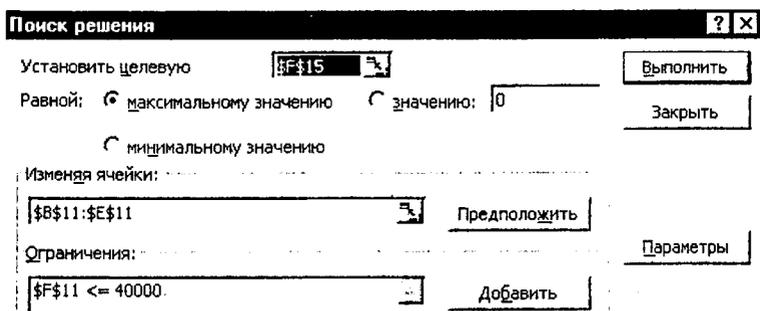


Рис. 8.6. Окно настройки модели оптимизации с ограничением

В табл. 8.8 дано оптимальное решение, найденное программой. Годовой бюджет на рекламу в 40 000 руб. не превышен, ограничение соблюдено. В соответствии с найденным решением на рекламу будет выделено 5117 руб. в 3-м квартале и 15 263 руб. – в 4-м квартале. Прибыль увеличится с 69 662 руб. (при равномерных вложениях по 10 000 руб. в квартал, табл. 5) до 71 447 руб. при одинаковом годовом бюджете на рекламу.

Таблица 8.8

	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал	Всего
Сезонность	0,9	1,1	0,8	1,2	
Число продаж, шт.	3193	4769	2523	5676	16161
Выручка от реализации	127709	190776	100906	227039	646430
Себестоимость	79818	119235	63066	141899	404019
Валовая прибыль	47891	71541	37840	85140	242411
Торговый персонал	8 000	8 000	9 000	9 000	34 000
Реклама	7 273	12 346	5 117	15 263	40 000
Косвенные затраты	19 156	28 616	15 136	34 056	96 965
Суммарные затраты	34 430	48 963	29 253	58 319	170 965
Произв. прибыль	13 461	22 578	8 587	26 820	71 447
Норма прибыли	11 %	12 %	9 %	12 %	11 %
Цена изделия	40				
Себестоимость изделия	25				

Изменение ограничений

Поиск решения позволяет экспериментировать с различными параметрами задачи для определения наилучшего варианта решения. Например, изменить ограничения, можно оценить изменение результата. Попробуйте изменить ограничение на рекламный бюджет с 40 000 до 50 000 руб. и посмотрите, как изменится при этом общая прибыль.

В меню Сервис выберите пункт Поиск решения. В списке Ограничения уже задано ограничение $\$F\$11 \leq 40\,000$. Нажмите кнопку Изменить. Измените в поле значение с 40 000 на 50 000. Нажмите кнопку ОК, а затем – Выполнить. Найденное решение представлено в табл. 8.9.

Таблица 8.9

	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал	Всего
Сезонность	0,9	1,1	0,8	1,2	
Число продаж, шт.	3486	5208	2755	6198	17646
Выручка от реализации	139450	208314	110182	247910	705856
Себестоимость	87156	130196	68864	154944	441160
Валовая прибыль	52294	78118	41318	92966	264696
Торговый персонал	8 000	8 000	9 000	9 000	34 000
Реклама	9 249	15 298	6 678	18 776	50 000
Косвенные затраты	20 917	31 247	16 527	37 187	105 878
Суммарные затраты	38 166	54 545	32 205	64 962	189 878
Произв. прибыль	14 127	23 573	9 113	28 004	74 817
Норма прибыли	10 %	11 %	8 %	11 %	11 %
Цена изделия	40				
Себестоимость изделия	25				

Прибыль равна 74 817 руб., что на 3 370 руб. больше прежнего значения 71 447 руб. при ограничении 40 000 руб. Для большинства предприятий увеличение капиталовложений на 10 000 руб., приносящее 3 370 руб. (33,7 % рентабельности вложений), является оправданным. Прибыль при таком решении будет на 4 889 руб. меньше по сравнению с задачей без ограничений, однако при этом требуется и на 39 706 руб. капиталовложений меньше.

Анализ результатов

Составить оптимальный план инвестиций в рекламу вручную даже на компьютере трудоемко, долго, практически невозможно. Компьютерная программа оптимального математического программирования составляет план за секунды.

Анализ быстро получаемых вариантов плана позволяет менеджеру осмыслить и прочувствовать влияние ряда факторов на показатели плана, получить дополнительную прибыль за счет разработки научно обоснованного оптимального варианта плана.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Определение проблемы необходимости оптимального планирования рекламного бюджета.
2. Плановую таблицу с результатом оптимального плана квартальных затрат на рекламу.
3. Анализ оптимального плана и решения менеджера.
4. Предложения по модификации, расширению модели и организации лабораторных работ.

Контрольные вопросы для допуска и защиты работы

1. Почему актуальна проблема оптимального планирования затрат на рекламу продукции?
2. Сформулировать цели работы.
3. Перечислить объекты проблемной системы.
4. Пояснить структуру плановой таблицы.
5. Перечислить исходные данные, переменные и результирующие показатели модели.
6. Пояснить формулы плановой таблицы.
7. Дать краткую характеристику технологии решения задачи планирования затрат на рекламу в программе Excel Поиск решения.

9. Инвестиции свободных средств, динамическая оптимизация

Лабораторная работа проводится при изучении дисциплин: финансы предприятий, финансовый менеджмент, моделирование финансовой деятельности, управление портфелем ценных бумаг, прогнозирование и планирование в рыночной экономике, моделирование банковской деятельности.

9.1. Постановка задачи

Фирмы с небольшим собственным капиталом для обеспечения непрерывности производства покрывают потребность в оборотных средствах займами. Растет кредиторская задолженность и процентные затраты на оплату ссуд. Снижается эффективность и ценовая конкурентоспособность предприятия.

Фирмы с достаточным собственным капиталом и значительным производственным циклом работают от собственного капитала и имеют на расчетных и фондовых счетах временно свободные денежные средства. Фирмы инвестируют (продают) на время деньги на денежных рынках и рынках ценных бумаг. Получают процентную или дисконтную прибыль, выплачивают дивиденды, увеличивают капитал, улучшают ценовую конкурентоспособность.

Финансовый менеджер стремится разместить временно свободные денежные средства с наибольшей прибылью. Одновременно он должен обеспечить ликвидность активов, необходимую для удовлетворения текущих потребностей фирмы в денежных средствах. Но на кредитном и бумажных рынках высоколиквидные активы малоприбыльны. Более прибыльны долгосрочные активы, но они малоликвидны. Финансовый менеджер решает проблему оптимального выбора между долями ликвидных и прибыльных активов в инвестиционном портфеле.

Определение проблемной системы

Предварительно проблемная система должна включать:

1. Оценку объемов свободных денежных средств.
2. Прогноз потребности в текущих расходах и поступлениях.
3. Перечень инструментов кредитного и бумажного рынка с их стоимостными характеристиками и прогнозом доходности.
4. Предполагаемые средства решения проблемы: инструментарий экономико-математического, алгоритмического, программного и компьютерного моделирования.

Цели работы

1. Научиться планировать инвестиции временно свободных денежных средств в ценные бумаги с наибольшей доходностью и наименьшим риском потери ликвидности.
2. Освоить методику и технологию оптимизации планов в табличном процессоре Excel с помощью программы Поиск решения (Solver).

9.2. Лабораторная модель

Мы не в состоянии решить большую проблему из-за ограниченного времени на лабораторные работы, ограниченных знаний студентов и преподавателей, ограниченных достижений экономической науки и практики, ограниченного инструментария математики, алгоритмов и компьютерных программ. Поэтому мы вынуждены сузить, ограничить проблему до маленькой модели.

Банк использует свободные средства на расчетном счете предприятия, но они до востребования и в любой момент могут быть сняты. Банк рискует. Предприятие тоже рискует. Оно может оказаться неплатежеспособным. Для погашения обязательств не будет средств на расчетном счете.

Банк стремится закрепить средства на срок и предлагает предприятию перевести часть средств с расчетного счета на депозит. Предприятие это устраивает, но оно предпочитает не депозит, а депозитный сертификат, так как его всегда можно продать при необходимости повысить ликвидность. Обслуживающий банк предлагает 1-, 3- и 6-месячные депозитные сертификаты.

Задача финансового менеджера – на полугодовом интервале планирования с наибольшей доходностью разместить временно свободные денежные средства на расчетном счете в 1-, 3- и 6-месячные депозитные сертификаты фиксированной доходности. При этом менеджер должен обеспечить собственные потребности в средствах и страховой резерв.

Фиксированный неснижаемый остаток на расчетном счете необходим для обслуживания платежей по текущим операциям и обязательствам. В нем заинтересованы и банк и предприятие: снижается риск неплатежей, повышается надежность и доверие предприятия, банка, партнеров.

Необходимо определить 9 сумм: ежемесячные суммы для 1-месячных депозитов; суммы депозитов 1-го и 4-го месяцев для квартальных депозитов; сумму 6-месячного депозита в 1-м месяце. Предполагается, что суммы депозитов и проценты возвращаются (погашаются, поступают) постнумерандо (в конце месяца), а инвестируются пренумерандо (в начале месяца).

Табличная модель

Обычно план-прогноз движения средств разрабатывается в виде таблицы. Это прогнозная или плановая оборотно-сальдовая ведомость для нескольких периодов планового горизонта. В ней отражаются сальдо будущих бухгалтерских счетов на начало периодов, дебетовые и кредитовые обороты (приход и расход средств, поступления и выплаты) и конечные сальдо периодов. Вначале структура документа составляется вчерне на бумаге или сразу в виде электронной таблицы. Пример приведен в табл. 9.1.

Таблица 9.1

	A	B	C	D	E	F	G	H
4								
5		Доход	Срок	Депозиты по месяцам:				
6	1-мес. депозит	1%	1	1, 2, 3, 4, 5 и 6				
7	3-мес. депозит	4%	3	1 и 4				
8	6-мес. депозит	9%	6	1				Доход по процентам
9							Всего	7 700р.
10	Месяц:	1-й месяц	2-й месяц	3-й месяц	4-й месяц	5-й месяц	6-й месяц	Конец
11	Нач. сумма:	400 000р	205 000р.	216 000р.	237 000р.	158 400р.	109 400р.	125 400р.
12	Погаш. деп.:	100 000	100 000	110 000	100 000	100 000	100 000	120 000
13	Проценты:	1 000	1 000	1 400	1 000	1 000	1 000	2 300
14	1-м.депозит:	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	
15	3-м.депозит:	10 000			10 000			
16	6-м.депозит:	10 000						
17	Расходы:	75 000	-10 000	-20 000	80 000	50 000	-15 000	60 000
18	Кон. сумма:	205 000р	216 000р	237 000р	158 400р.	109 400р.	125 400р.	187 700р.

В верхней строке электронной таблицы Excel даны имена колонок А, В, С... В первой колонке – номера строк.

Исходные данные для расчетов в таблице окружены пунктирной рамкой. Искомые показатели окружены сплошной жирной рамкой.

В графе А даны наименования показателей и операций по движению средств на плановом расчетном счете. В диапазоне В6:С8 как исходные данные введены сроки депозитов и их доходность. В колонках В и Г представлены сокращенные оборотно-сальдовые ведомости на каждый месяц полугодического планового периода. В колонке Н – ведомость за 7-й месяц, но уже без инвестиций в депозитные сертификаты. Эта колонка позволяет учесть поступления от предшествующих полугодических инвестиций. В ячейке Н8 вычисляется процентная прибыль по сертификатам за полгода инвестиций. Это цель нашего плана, главный критерий его качества.

В строке 11 дается начальное сальдо для каждого месяца. Оно выполняется копированием конечного сальдо предыдущего месяца из строки 18. Только начальная сумма 1-го месяца не вычисляется, а задается конкретным числом, как начальное условие.

В проекте таблицы поступление средств (дебет счета, входной поток, приход) вычисляется в строках 12 (погашение основных сумм депозитов) и 13 (поступление процентных платежей за пользование депозитом).

В строках с 14-й по 16-ю отводится место для кредитования счета (расходов, выплат) по еще неизвестным при разработке плана инвестициям в 1-, 3- и 6-месячные депозитные сертификаты.

В строке 17 (Расходы) как исходное данное задан прогноз расходов и поступлений на счет по всем другим операциям, кроме операций по депозитным сертификатам. Поступления даны со знаком минус.

В строке 18 вычисляется конечное сальдо каждого месяца как сумма начального сальдо с возвратом основных сумм депозитов и процентов по ним за вычетом инвестиций в депозиты и прогнозируемых расходов.

Формулы таблицы

После составления плановой таблицы необходимо связать причинно-следственные показатели формулами для вычислений. Представление формул и чисел исходных данных дано в табл. 9.2.

Таблица 9.2

	A	B	C	G	H
4					
5		Доход	Срок		
6	1-мес. депозит 0,01		1		Доход по
7	3-мес. депозит 0,04		3		процентам
8	6-мес. депозит 0,09		6		
9				Всего	=СУММ(B13:H13)
10	Месяц:	1-й месяц	2-й месяц	6-й месяц	Конец
11	Нач. сумма:	100000	=B18	=F18	=G18
12	Погаш. деп.:		=B14	=F14	=C14+E15+B16
13	Проценты:		=B14*\$B\$6	=F14*\$B\$6	=G14*\$B\$6+E15*\$B\$7+B16*\$B\$8
14	1-м. депозит:	100000	100000	100000	
15	3-м. депозит:	10000			
16	6-м. депозит:	10000			
17	Расходы:		-10000	-15000	80000
18	Кон. сумма:	=СУММ(B11:B13)-СУММ(B14:B17)	=СУММ(C11:C13)-СУММ(C14:C17)	=СУММ(G11:G14)-СУММ(H11:H13)	=СУММ(H14:H17)

В таблице формулы по месяцам идентичны, поэтому для компактности таблицы мы скрываем 3, 4 и 5-й месяцы.

Управление экспериментами

Осуществляется вручную или с помощью программы оптимизации Поиск решения. Управляющими данными являются суммы инвестиций на покупку депозитных сертификатов в строках 14:16. Управление осуществляется с целью максимизации процентной прибыли в ячейке H8.

Для расширения экспериментов, где есть над чем подумать финансовому менеджеру, можно менять доходность депозитов, динамику прогноза расходов, вводить ограничения для показателей и др.

9.3. Практическая работа

Чтобы студент ощутил трудность и вариантность планирования и мощь экономико-математических методов и компьютерных программ, ему вначале предлагается выполнить оптимальное планирование вручную. Затем выполняется компьютерная оптимизация и смена условий плановых экспериментов.

Задание 9.1. Ручной поиск оптимального плана

Студентам предлагается составить оптимальный план инвестиций в 3 типа депозитных сертификатов вручную. Меняя суммы инвестиций в строках 14:16 необходимо добиться максимального дохода по процентам при соблюдении финансовых ограничений.

Обычно банк при заключении договора на расчетно-кассовое обслуживание требует установить суммы неснижаемых остатков на счетах клиентов. Это повышает надежность и банка и клиента по обслуживанию обязательств. Определим границу сальдо на конец каждого месяца в 100 000 руб. Теперь при планировании инвестиций в сертификаты менеджер должен контролировать, чтобы остатки счета не были меньше 100 000 руб.

Студенты начинают эту процедуру планирования с энтузиазмом, радостью, счастливыми улыбками и верой в успех. Но через некоторое время скисают. Нос вытащат – хвост увяз.

Увеличат инвестиции – возрастут доходы, но выйдут за границы обязательных остатков на счете. Уменьшат инвестиции – упадут доходы, останется недоиспользованной часть средств.

Преподаватель напоминает, что на младших курсах изучались модели, алгоритмы и программы оптимизации, линейное, нелинейное и другие типы математического программирования. Студенты должны вспомнить специфические алгоритмы решения задач оптимизации. Эти программы решат плановую задачу оптимизации за секунды.

Задание 9.2. Компьютерный поиск оптимального плана

После того как студенты попытались в задании 9.1 составить оптимальный план вручную и убедились, что это почти невозможно, предлагается составить оптимальный план с помощью программы оптимизации.

Вызвать команду меню Сервис > Поиск решения. Появляется диалоговое окно оптимизатора (рис. 9.1).

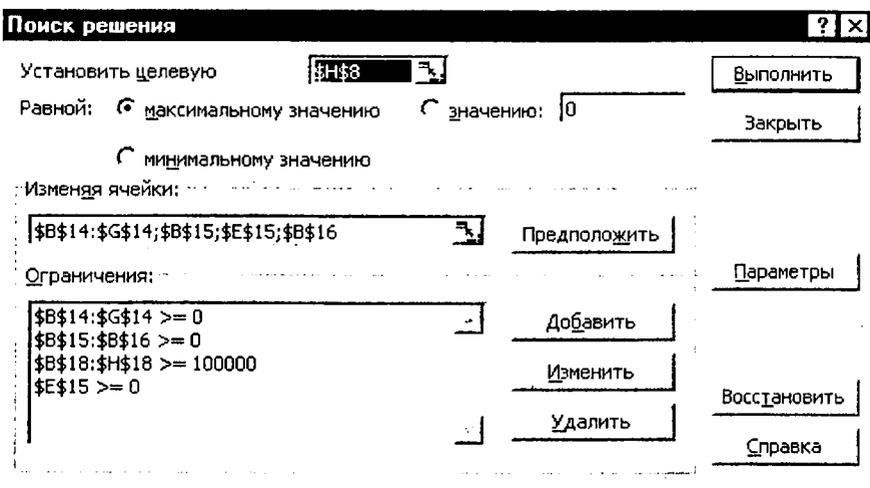


рис. 9.1. Диалоговое окно Поиск решения с координатно-математической моделью задачи планирования инвестиций в депозитные сертификаты

Настройка модели (математическая постановка задачи для оптимизатора).

В диалоговое окно Поиск решения, в поле целевой ячейки, вводим адрес H8 Доход по процентам. В поле Изменяя ячейки вводим адреса ячеек искомого плана инвестиций в депозиты. В поле Ограничения вводим 4 строки условий, ограничивающих область допустимых решений нашей задачи.

Первое, второе и четвертое ограничение требуют, чтобы инвестиции в депозиты были больше нуля, т. е. неотрицательными. В движении средств со счета они будут вычитаться, пойдут по кредиту.

Третье неравенство требует неснижаемого остатка на расчетном счете (альдо на конец месяца) в сумме 100 000 руб. Это обеспечивает надежность (ликвидность) банка и фирмы.

Свод параметров модели дан в табл. 9.3.

Таблица 9.3

параметры задачи		
результат	H8	Цель – получение наибольшего дохода по процентам
изменяемые данные	B14:G14 B15, E15, B16	Сумма по каждому типу депозита
ограничения	B14:G14>=0 B15:B16>=0 E15>=0 B18:H18>=100000	Сумма каждого депозита не может быть меньше нуля Конечная сумма не должна быть меньше 100000 р.

После настройки модели и установки параметров алгоритма нажимаем кнопку Выполнить окна Поиск решения. Через секунду оптимальное решение готово. Студенты получили урок полезности математических методов оптимизации.

В табл. 9.4 дано оптимальное решение, найденное программой. Получен план максимальной доходности инвестиций свободных денежных средств в депозитные сертификаты. Удовлетворены все ограничения.

Таблица 9.4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4									
5		Доход	Срок	Депозиты по месяцам:					
6	1-мес. депозит	1%	1	1, 2, 3, 4, 5 и 6					
7	3-мес. депозит	4%	3	1 и 4					
8	6-мес. депозит	9%	6	1					
9								Доход по процентам	
								Всего	16 531р.
10	Месяц:	1-й месяц	2-й месяц	3-й месяц	4-й месяц	5-й месяц	6-й месяц	Конец	
11	Нач. сумма:	400 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	
12	Погаш. деп.:		0	10 000	125 392	49 505	0	144 708	
13	Проценты:		0	100	4 113	495	0	11 824	
14	1-м.депозит:	0	10 000	30 100	49 505	0	15 000		
15	3-м.депозит:	95 292			0				
16	6-м.депозит:	129 708							
17	Расходы:	75 000	-10 000	-20 000	80 000	50 000	-15 000	60 000	
18	Кон. сумма:	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	196 531р.	
19									

Найденное оптимальное решение предполагает получение дохода по процентам в размере 16 531 руб. при вложении максимально возможных сумм в 6- и 3-месячные депозиты с последующим возвратом к 1-месячным. Данное решение удовлетворяет всем поставленным ограничениям.

Студентам предлагается провести серию экспериментов: снижать или увеличивать суммы в строке расходов, менять доходность сертификатов в колонке В, выполнять оптимизацию и наблюдать изменения в процентных доходах и матрице сумм инвестиций в депозиты.

Анализ результатов

Составить оптимальный план инвестиций свободных оборотных средств вручную даже на компьютере трудоемко, долго, практически невозможно. Программа оптимального программирования составляет план за секунды.

Депозитные сертификаты являются эффективным средством вложения временно свободных средств предприятия при управлении оборотными фондами.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Определение проблемы необходимости оптимального планирования инвестиций временно свободных денежных средств в депозиты или ценные бумаги. Плановую таблицу с результатом оптимального плана инвестиций в депозитные сертификаты.
2. Анализ оптимального плана и решения менеджера.
3. Предложения по модификации, расширению модели и организации лабораторных работ.

Контрольные вопросы для допуска и защиты работы

1. Почему актуальна проблема оптимального планирования инвестиций временно свободных денежных средств в депозиты или ценные бумаги?
2. Сформулировать цели работы.
3. Перечислить объекты проблемной системы.
4. Пояснить структуру плановой таблицы.
5. Перечислить исходные данные, переменные и результирующие показатели модели.
6. Пояснить формулы плановой таблицы.
7. Дать краткую характеристику технологии решения задачи планирования инвестиций свободных денежных средств в программе Excel Поиск решения.

10. Оптимизация портфеля ценных бумаг

10.1. Постановка задачи

Банк, паевой фонд, инвестиционная компания, страховая компания, КУАПФ (компания по управлению активами пенсионного фонда) формируют портфель ценных бумаг клиента (инвестора) и управляют им.

Клиент банка имеет инвестиционный капитал и желает получить от него максимальную прибыль при минимальном риске потери средств. Портфельный менеджер банка убеждает клиента, что он не совсем прав. Теория и практика финансовых рынков утверждает, что эти критерии противоречивы и желаемое увеличение прибыли почти всегда сопровождается увеличением рисков. Портфельный менеджер обязуется сформировать оптимальный портфель акций клиента, т. е. наилучший в смысле получения неплохой прибыли при небольшом риске.

Проблемная система

В проблемную систему включаем следующие объекты и показатели:

1. Количество денежных средств инвестора.
2. Цели инвестора.
3. Ассортимент возможных для покупки рыночных активов с их характеристиками доходности и риска.
4. Портфельную теорию и ее прикладной инструментарий.

Цели работы

1. Освоить компьютерную методику формирования оптимальных портфелей ценных бумаг.
2. Получить опыт оптимизации проектов в табличном процессоре Excel с помощью программы Поиск решения (Solver).

10.2. Лабораторная модель

Математическая модель

Инвестор заинтересован в большой доходности портфеля. В одноиндексной (однофакторной) модели Шарпа доходность портфеля определяется по формуле

$$R_p = R_f + (R_m - R_f) * \beta_p,$$

где R_p – доходность портфеля, %; R_f – доходность безрисковых активов, %; R_m – доходность рынка, %; β_p – Бета портфеля – показатель системного, рыночного риска портфеля.

$$V_p = \sum_{i=1}^n W_i * B_i,$$

где W_i – доля актива i в портфеле; B_i – Бета i -й акции; i – номер бумаги в списке портфеля; n – количество бумаг в портфеле.

Риск портфеля определяется дисперсией доходности портфеля:

$$V_p = V_m * V_p^2 + \sum_{i=1}^n W_i^2 * V_i,$$

где V_p – дисперсия доходности портфеля; V_m – дисперсия доходности рынка; V_i – дисперсия доходности i -й бумаги.

Исходными данными для расчета характеристик портфеля являются доходность безрисковых активов (R_f), доходность рынка (R_m), дисперсия (риск) доходности рынка (V_m), Бета каждой акции (B_i), остаточная дисперсия каждой акции (V_i).

Для данной лабораторной работы эти характеристики рынка как ведущего фактора в оценке акций определялись индексом рынка фирмы Standard & Poor's 500, оценивающей характеристики рынка анализом 500 ведущих компаний США.

Исходными данными при анализе портфеля являются также доли акций в портфеле (W_i). Но при формировании портфеля доли акций устанавливаются вручную или компьютерной программой и являются искомыми показателями.

Задачи оптимизации портфелей

1. Максимизация доходности портфеля при ограниченном риске (дисперсии доходности портфеля):

$$R_p \rightarrow \max,$$

$$V_p \leq V_b,$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1,$$

$$W_i \geq 0,$$

где V_b – заданное инвестором ограничение риска портфеля в долях или процентах.

2. Минимизация риска при заданном ограничении уровня доходности портфеля:

$$V_p \rightarrow \min,$$

$$R_p \geq R_b,$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1,$$

$$W_i \geq 0,$$

где R_b – заданное инвестором ограничение по уровню доходности портфеля в долях или процентах.

Табличная модель

Пример таблицы для формирования портфеля ценных бумаг приведен в табл. 10.1.

Таблица 10.1

	A	B	C	D	E	F	G
6	Доходность без риска		6%		Дисперсия рынка		3%
7	Доходность рынка		15%				
9		<i>Бета</i>	<i>ОстДисп</i>		<i>Доля</i>	<i>*Бета</i>	<i>*Диспер.</i>
10	Акция А	0,80	0,04		20,0%	0,160	0,002
11	Акция В	1,00	0,20		20,0%	0,200	0,008
12	Акция С	1,80	0,12		20,0%	0,360	0,005
13	Акция D	2,20	0,40		20,0%	0,440	0,016
14	Казн. Векселя	0,00	0,00		20,0%	0,000	0,000
15							
16	Всего				100,0%	1,160	0,030
17					Доходность		Дисперсия
18	Всего по портфелю:				16,4%		7,1%
19							
20	Максимум доходности: A21:A29			Минимум риска: D21:D29			
21	0,1644			0,070768			
22	5			5			
23	ИСТИНА			ИСТИНА			
24	ИСТИНА			ИСТИНА			
25	ИСТИНА			ИСТИНА			
26	ИСТИНА			ИСТИНА			
27	ИСТИНА			ИСТИНА			
28	ИСТИНА			ИСТИНА			
29	ИСТИНА			ИСТИНА			

Исходные данные для расчетов в таблице окружены пунктирной рамкой. Искомые показатели и варианты моделей для программы Поиск решения окружены сплошной жирной рамкой.

В верхней строке электронной таблицы Excel даны имена колонок А, В, С... В первой колонке – номера строк.

В русскоязычной версии Excel наименования показателей некорректны. Вероятно, перевод делали в ГИБДД. Поэтому дадим 3 варианта названия

показателей: общепринятый финансовый, микрософтовский и русскоязычный из документации.

В 6-й и 7-й строках введены исходные данные по показателям, характеризующим рынок:

Доходность безрисковых активов $R_f = 6\%$ (Risk-free rate, Безопасная скорость);

Доходность рынка $R_m = 15\%$ (Market rate, Биржевая скорость);

Дисперсия рынка $V_m = 3\%$ (Market variance, Биржевые изменения).

Показатель Максимальная доля (Maximum weight) на вашем диске в программе не используется и поэтому исключен из таблицы.

В колонке А приведены наименования акций компаний. В колонке В – исходные данные по Бета акций B_i . В колонке С – исходные данные по остаточной дисперсии акций V_i (ОстДисп, residual variance, ResVar, РезИзм).

В диапазон Доля (Weight) в колонку Е вводятся вручную или программой Поиск решения процентные доли каждой конкретной ценной бумаги в составе портфеля. Это искомый план портфеля. В ячейке E16 вычисляется сумма долей бумаг в портфеле. Она должна быть равна 100 %.

В колонке F вычисляются портфельные Бета для каждой бумаги с учетом ее доли в портфеле. Это произведение элементов векторов Доля и Бета:

$$B_{pi} = W_i * B_i.$$

Бета портфеля (B_p) как скалярное произведение этих векторов суммируется в ячейке F16.

Доля дисперсии каждой бумаги в портфеле вычисляется в колонке G как произведение квадрата весов (долей) бумаг в портфеле на исходные данные остаточной дисперсии V_i :

$$V_{pi} = W_i^2 * V_i.$$

Сумма частных портфельных дисперсий бумаг вычисляется в ячейке G16.

Общая портфельная дисперсия V_p вычисляется в ячейке G18. Доходность портфеля – в ячейке E18. Дисперсия и Доходность являются целевыми (критериальными) ячейками в вариантах задач выбора наилучшего (оптимального) портфеля ценных бумаг.

Формулы табличной модели

После составления плановой таблицы необходимо связать причинно-следственные показатели формулами для вычислений. Представление формул и чисел исходных данных дано в табл. 10.2.

Осуществляется вручную и с помощью программы оптимизации Поиск решения. Изменяемыми данными являются доли (веса) бумаг в портфеле и варианты математических моделей оптимизации.

Таблица 10.2

	A	B	C	D	E	F	G
6	Доходность без риска		0,06		Дисперсия рынка		0,03
7	Доходность рынка		0,15				
9		<i>Бета</i>	<i>ОстДисп</i>		<i>Доля</i>	<i>*Бета</i>	<i>*Диспер.</i>
10	Акция А	0,8	0,04		0,2	=E10*B10	=E10^2*C10
11	Акция В	1	0,2		0,2	=E11*B11	=E11^2*C11
12	Акция С	1,8	0,12		0,2	=E12*B12	=E12^2*C12
13	Акция D	2,2	0,4		0,2	=E13*B13	=E13^2*C13
14	Казн. Векселя	0	0		0,2	=E14*B14	=E14^2*C14
15							
16	Всего				=СУММ(E10:E14)	=СУММ(F10:F14)	=СУММ(G10:G14)
17					Доходность	Дисперсия	
18	Всего по:				=C6*(C7-C6)*F16	=G6*F16^2+G16	
20	Максимум доходности			Минимум риска: 0			
21	=МАКС(\$E\$18)			=МИН(\$G\$18)			
22	=СЧЕТ(\$E\$10:\$E\$14)			=СЧЕТ(\$E\$10:\$E\$14)			
23	=\$E\$10>=0			=\$E\$10>=0			
24	=\$E\$11>=0			=\$E\$11>=0			
25	=\$E\$12>=0			=\$E\$12>=0			
26	=\$E\$13>=0			=\$E\$13>=0			
27	=\$E\$14>=0			=\$E\$14>=0			
28	=\$E\$16=1			=\$E\$16=1			
29	=\$G\$18<=0,071			=\$E\$18>=0,164			

Управление экспериментами

Для исследования влияния исходных данных на характеристики портфеля можно менять любые исходные данные, границы диапазонов которых представлены штриховыми линиями.

10.3. Порядок выполнения работы

Чтобы студент ощутил трудность и вариантность планирования и мощь экономико-математических методов и компьютерных программ, ему вначале предлагается сформировать оптимальный портфель ценных бумаг вручную. Затем выполняется компьютерная оптимизация и смена условий плановых экспериментов.

Выполняется формирование оптимального портфеля с максимизацией доходности при ограниченном риске, измеряемом дисперсией портфеля. Затем минимизируется риск при заданной величине доходности.

Задание 10.1. Ручной поиск оптимальных портфелей

Студентам предлагается составить оптимальные портфели акций вручную. Хотя студенты изучали портфельную теорию, знают математическую

постановку задач выбора оптимальных портфелей и знакомы с алгоритмами и компьютерными программами оптимизации систем, ручные манипуляции с портфелями позволяют им почувствовать движение характеристик портфелей и сложность проблемы выбора наилучших портфелей.

***Сформировать портфель с максимальной доходностью
и минимальным риском***

Менять удельные веса акций в портфеле, т. е. данные в диапазоне Доля, добываясь максимальной доходности портфеля в ячейке E18 и одновременно минимального риска (дисперсии) в ячейке G18. Следить, чтобы сумма весов портфеля в ячейке E16 всегда равнялась 100 %.

К сожалению, в рамках принятой портфельной теории, в введенных в таблицу формулах и в большинстве рыночных реалий доходность и риск изменяются в одном направлении. Они вместе либо увеличиваются, либо уменьшаются. Добиться экстремального улучшения одного из показателей без ухудшения другого не удастся.

***Сформировать портфель с максимальной доходностью
и ограниченным риском***

Задать приемлемое числовое значение риска портфеля (дисперсии). Записать его на бумаге, например 7 %. Менять удельные веса акций в портфеле, т. е. данные в диапазоне Доля, добываясь максимальной доходности портфеля в ячейке E18 и одновременно не превышать заданного значения риска (дисперсии) в ячейке G18. Контролировать, чтобы сумма весов (долей) портфеля в ячейке E16 всегда равнялась 100 %.

***Сформировать портфель с заданным значением доходности
и минимальным риском***

Задать приемлемое числовое значение доходности портфеля. Записать его на бумаге, например 16 %. Менять удельные веса акций в портфеле, т. е. данные в диапазоне Доля, добываясь минимального значения риска (дисперсии) в ячейке G18 и одновременно доходности портфеля в ячейке E18 не менее заданного. Следить, чтобы сумма весов портфеля в ячейке E16 всегда равнялась 100 %.

Обычно студенты начинают ручной выбор портфелей с энтузиазмом, радостью, счастливыми улыбками и верой в успех. Но через некоторое время скисают. Уменьшат риск – падает доходность. Увеличат доходность – увеличивается риск.

Здесь преподаватель напоминает, что на младших курсах изучались модели, алгоритмы и программы оптимизации, линейное, нелинейное и другие типы математического программирования. Эти программы решат задачу, с которой мучаются студенты, за секунды.

Задание 10.2. Компьютерный поиск портфеля с максимальной доходностью и ограниченным риском

После того как студенты попытались в задании 10.1 составить оптимальный план вручную и убедились, что это почти невозможно, предлагается составить оптимальный план с помощью программы оптимизации.

Вызвать команду меню Сервис > Поиск решения. Появляется диалоговое окно оптимизатора (рис. 10.1).

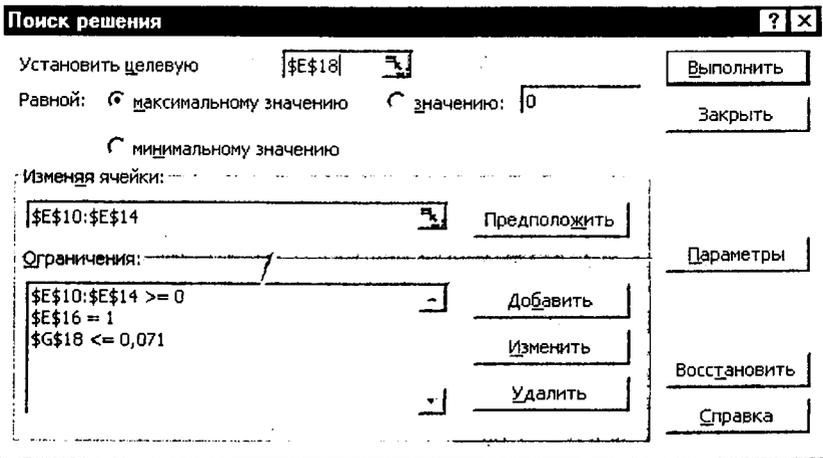


Рис. 10.1. Диалоговое окно Поиск решения с координатно-математической моделью задачи выбора оптимального портфеля

Настройка модели (математическая постановка задачи для оптимизатора).

В диалоговое окно Поиск решения, в поле целевой ячейки, вводим адрес E18 Доходности портфеля. В поле Изменяя ячейки вводим адреса диапазона Доля искомых весов активов в портфеле E10:E14. В поле Ограничения вводим 3 строки условий, ограничивающих область допустимых решений нашей задачи.

Первое ограничение запрещает отрицательные значения долей активов в портфеле:

$$E10:E14 \geq 0.$$

Второе ограничение требует, чтобы сумма долей активов в портфеле составляла 100 %:

$$E16 = 1.$$

Третье неравенство ограничивает портфельный риск на уровне 7,1 %:

$$G18 \leq 0,071.$$

Свод параметров модели дан в табл. 10.3.

Таблица 10.3

Параметр задачи		
Результат	E18	Цель – получение наибольшей доходности
Изменяемые данные	E10:E14	Доля каждой акции
Ограничения	E10:E14>=0	Доли не должны быть отрицательными
	E16=1	Сумма долей должна быть равна 1
	G18<=0.071	Дисперсия портфеля не должна превышать 0,071
Исходные данные	B10:B13	Бета для каждой акции
	C10:C13	Дисперсия для каждой акции

После настройки модели и установки параметров алгоритма нажимаем кнопку Выполнить окна Поиск решения. Через секунду оптимальное решение готово. Студенты получили урок полезности математических методов оптимизации.

Получен портфель максимальной доходности при заданном уровне риска. Удовлетворены все ограничения.

Задание 10.3. Компьютерный поиск портфеля с заданной доходностью и минимальным риском

В строках 21:29 табл. 10.2 сохранены две модели оптимизации портфелей: модель максимизации доходности и модель минимизации риска. Загрузим для решения модель минимизации риска (рис. 10.2).

Вызвать команду меню Сервис > Поиск решения. Появляется диалоговое окно оптимизатора (рис. 10.5).

Нажать кнопку Параметры. В окне Параметры поиска решения нажать кнопку Загрузить модель. В окне Загрузка модели в поле Задайте область модели введите диапазон хранения модели минимального риска D21:D29.

После нажатия ОК появляется окно для подтверждения загрузки новой модели (рис. 10.3). Подтвердите: щелкните ОК. Появится окно неверной формулы ограничений (рис. 10.4). Щелкните ОК. Проверьте модель в окне Поиск решения (рис. 10.5).

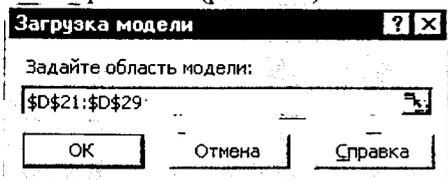


Рис. 10.2. Окно для загрузки модели минимального риска

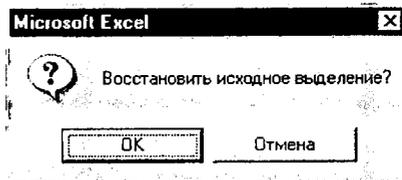


Рис. 10.3. Окно для подтверждения загрузки новой модели

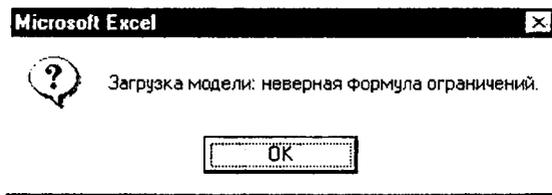


Рис. 10.4. Окно неверной формулы ограничений

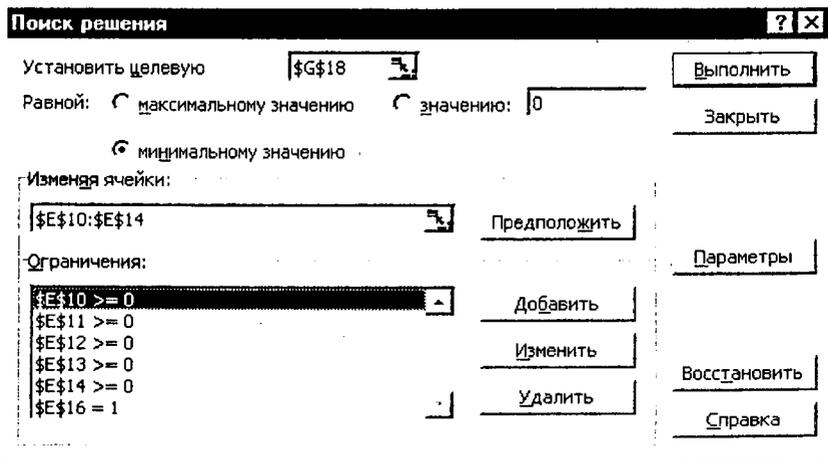


Рис. 10.5. Диалоговое окно Поиск решения с моделью минимизации риска

В модели пропало последнее ограничение по доходности портфеля. Это проблема русификации Excel. Добавьте ограничение с английской точкой в дроби, как показано на рис. 10.6. Выполните Поиск решения. Вы получите портфель минимального риска при заданном уровне доходности.

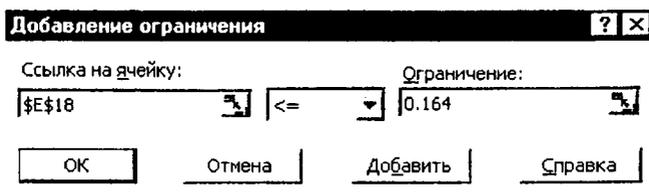


Рис. 10.6. Добавление ограничения с английской записью дроби (с точкой)

Анализ результатов

Составить оптимальный портфель ценных бумаг клиента вручную даже на компьютере трудоемко, долго, практически невозможно.

Программа оптимального нелинейного программирования составляет оптимальный портфель за секунды.

Одноиндексная математическая модель рынка при известных Бета и остаточной дисперсии (несистемный, индивидуальный риск) акций позволяет сформировать оптимальные инвестиционные портфели двух типов: портфель максимальной доходности при ограниченном риске и портфель минимального риска при заданной доходности.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Определение проблемы формирования портфелей ценных бумаг клиентов.
2. Формулы модели для оптимизации портфелей.
3. Таблицу для планирования портфелей.
4. Анализ оптимальных портфелей и решения портфельного менеджера.
5. Предложения по модификации, расширению модели и организации лабораторных работ.

Контрольные вопросы для допуска и защиты работы

1. Почему актуальна проблема формирования портфелей ценных бумаг?
2. Сформулировать цели лабораторной работы.
3. Написать формулы модели для оптимизации портфелей.
4. Перечислить исходные данные, переменные и результирующие показатели модели.
5. Пояснить структуру портфельной таблицы.
6. Пояснить формулы портфельной таблицы.
7. Дать краткую характеристику технологии решения задачи планирования оптимальных портфелей ценных бумаг в программе Excel Поиск решения.

11. Оптимальные портфели, лимиты и балансы банка

Работа выполняется по дисциплинам: банковское дело, управление банковской деятельностью, моделирование банковской деятельности.

Лимиты по привлечению и размещению ресурсов функциональными подразделениями регулярно планируются руководством банка. Плановый баланс банк обязан разработать и опубликовать при эмиссии своих ценных бумаг. Портфели, лимиты и баланс представляют собой одно и то же, т. е. статьи и суммы по активным и пассивным операциям банков. Различие лишь в том, что в портфелях уделяется больше внимания управлению рисками, в лимитах – оперативному управлению ресурсами, в плановом балансе – представлению о будущем финансовом состоянии банка, хотя в настоящее время все банки публикуют плановый баланс "с потолка".

11.1. Постановка задачи

Банковская система является необходимой составляющей экономики каждой страны. Банки обеспечивают непрерывность функционирования и развития сфер производства и потребления.

К сожалению, банковские системы стран периодически потрясают банкротства и кризисы. Иногда кризисные состояния принимают затяжной, хронический характер. В обстановке экономического спада финансовое состояние коммерческих банков ухудшается, что опять же ухудшает состояние экономики.

Почти все авторы по банковским проблемам (аналитики и менеджеры) видят причину банкротств банков в плохом качестве финансовых портфелей, неумелом управлении, планировании.

Под системой портфелей банков понимается вся совокупность текущих контрактов, договоров, обязательств и требований по привлечению и размещению в активах финансовых и материальных ресурсов.

Элементы активов банков характеризуются доходностью и риском потери доходов или основных сумм. Элементы пассивов характеризуются затратностью и риском роста процентных выплат или паническим изъятием депозитов, потерей собственного капитала. Портфели банков также характеризуются доходностью и риском.

При планировании системы портфелей цель банка – добиться максимальной доходности при минимальном риске:

Цель работы

- Научиться составлять наилучшие (оптимальные) планы финансовых портфелей, лимитов и балансов банков в условиях внутренних и внешних рисков, в условиях государственного и международного нормативного регулирования банковской деятельности.
- Освоить методику и технологию оптимизации планов в табличном процессоре Excel с помощью программы Поиск решения (Solver).

Выделение проблемной системы

В проблемную систему включаем следующие объекты и показатели: список текущих и возможных активных и пассивных операций банка с их стоимостными и временными характеристиками, показатели риска и надежности банков, ограничения, накладываемые внешней операционной средой банка. Критерий оптимизации плана.

В нашем случае главными целями при формировании системы портфелей банка являются максимизация прибыли и ликвидности при минимизации портфельного риска.

Из всей совокупности методов исследования и планирования операций финансистам наиболее доступны методы линейного и нелинейного оптимального математического программирования. Эти программы, поставляемые с популярными пакетами Excel, QuatroPro, Lotus уже давно находятся в настольных компьютерах каждого финансиста.

Решение многокритериальных (многоцелевых) задач методами линейного и нелинейного программирования основано на том, что один из критериев задается в виде целевой функции, подлежащей максимизации или минимизации. Для остальных целей выбираются какие-либо приемлемые значения, которые задаются в виде ограничений при решении задачи оптимизации.

Например, в теории оптимального инвестиционного портфеля на рынке ценных бумаг, разработанного Нобелевскими лауреатами Марковицем, Тобиным и др., в качестве ограничения обычно задается норма прибыли, а в качестве цели – минимум риска.

В соответствии с законодательством банк обязан соблюдать экономические нормативы регулирования банковской деятельности, устанавливающие максимально допустимые границы рисков и минимально допустимые границы ликвидности. Поэтому мы просто вынуждены принять нормы риска и ликвидности ЦБ в качестве ограничений. По мере изложения мы будем вводить также другие, собственные цели банка в виде ограничений. В качестве главной цели (целевой функции) выберем максимизацию прибыли.

11.2. Лабораторная модель

Экономико-математическая постановка задачи заключается в математической формализации описания целей банка, причинно-следственных связей финансовых показателей, внутренней и внешней среды банка. Модель должна учитывать как можно больше элементов и связей, чтобы достаточно точно отразить финансовую реальность и чтобы результаты решений были полезны менеджеру, принимающему плановые решения. В то же время модель должна учитывать как можно меньше элементов и связей, чтобы оставаться понятной менеджеру и решаться доступными финансисту математическими методами, программными и компьютерными средствами в приемлемые сроки. Таким образом, модель должна быть одновременно и точным и грубым приближением к действительности.

В математической постановке задачи оптимального планирования системы портфелей банка требуется найти неизвестные векторы активов $A = (A_1, A_2, \dots, A_n)$ и пассивов $L = (L_1, L_2, \dots, L_m)$ банка, максимизирующие линейную форму прибыли системы портфелей:

$$\text{Prf}(A, L) = \sum_{a=1}^n A_a * D_a - \sum_{l=1}^m L_l * E_l \rightarrow \max ,$$

где Prf – прибыль (profit) системы портфелей как цель, критерий оптимизации (максимизации).

Для сокращенного наименования показателей, параметров и переменных моделей применяются англоязычные, а не русские обозначения, поскольку это de facto международный стандарт экономической математики и идентификаторов компьютерных программ.

Обозначения показателей для портфеля размещения ресурсов (активов):

a – сумма инвестиций в отдельный тип активов (assets) в портфеле;

A – общая сумма активов;

D_a – доходность отдельного типа активов;

a – цифровое имя (индекс) отдельного типа активов;

n – количество типов активов в портфеле.

Обозначения показателей для портфеля привлечения ресурсов (пассивов):

L – сумма привлечения по отдельному типу обязательств (liabilities) в портфеле пассивов;

L – общая сумма привлечения ресурсов в пассивах;

E_l – процентные расходы (expenditures) по привлечению отдельного типа ресурсов;

l – цифровое имя отдельного типа пассивов;

m – количество типов пассивов в портфеле.

В качестве ограничений выбираются экономические нормативы инструкции № 110 Центрального банка РФ:

Норматив достаточности капитала (Н1) определяется как отношение собственных средств (капитала) кредитной организации к суммарному объему активов, взвешенных с учетом риска контрагентов.

Собственные средства (капитал) кредитной организации, используемые при расчете обязательных экономических нормативов, определяются как сумма уставного капитала, фондов кредитной организации и нераспределенной прибыли, уменьшенная на затраты капитального характера, допущенные убытки, выкупленные собственные акции и дебиторскую задолженность длительностью свыше 30 дней.

В целях приведения уровня достаточности капитала в соответствие с международными стандартами минимально допустимое значение норматива Н1 устанавливалось в размере:

- с баланса на 01.07.96 – 5 %;
- с баланса на 01.02.97 – 6 %;
- с баланса на 01.02.98 – 7 %;
- с баланса на 01.02.99 – 8 %;
- с 2004 г. – 10 %.

Представим в нашей модели ограничение по этому нормативу в виде неравенства

$$H1 = \frac{OwCp}{\sum_{a=1}^n Aa * Ra} * 100 \% \geq B1 ,$$

где OwCp – собственный капитал (own capital) банка; Ra – нормативный коэффициент риска для каждого типа актива из инструкции № 1 ЦБ; B1 – минимально допустимая величина Н1. Например, согласно вышеприведенной таблице для 1996 г. было установлено B1=5 %, т. е. собственный капитал банка должен был составлять не менее 5 % от суммы активов, взвешенных коэффициентами риска Ra. Для 1997 г. B1=6 % и т. д.

Нормативы ликвидности кредитной организации

Под ликвидностью понимается способность кредитной организации обеспечивать своевременное выполнение своих обязательств. В целях контроля за состоянием ликвидности кредитной организации устанавливаются нормативы ликвидности (текущей, мгновенной и долгосрочной).

Нормативы ликвидности кредитных организаций определяются как соотношение между:

- активами и пассивами с учетом сроков, сумм и типов активов и пассивов и других факторов;
- ликвидными активами (наличными денежными средствами, средствами до востребования, краткосрочными ценными бумагами, другими легко-реализуемыми активами) и суммарными активами.

Норматив мгновенной ликвидности (Н2) представляет собой отношение суммы высоколиквидных активов банка к сумме обязательств банка по счетам до востребования.

Высоколиквидные активы – это денежные средства и средства на счетах до востребования. Обязательства до востребования – это вклады и депозиты до востребования и выпущенные кредитной организацией собственные векселя до востребования.

Минимально допустимое значение норматива Н2 устанавливается в размере:

с баланса на 01.07.96 – 10 %;

с баланса на 01.02.97 – 20 %;

с 2004 г. – 15 %.

Ограничения норматива представим в форме

$$H2 = \frac{\sum_{a=1}^n Aa, hliq}{\sum_{l=1}^m Ll, vct} * 100 \% \geq B2 ,$$

где hliq – признак высоколиквидного (high liquidity) актива; vct – признак пассивов до востребования; B2 – предельное значение Н2 на определенный год. Например, в 2001 г. высоколиквидные активы должны покрывать не менее 20 % обязательств до востребования.

Норматив текущей ликвидности (Н3) представляет собой отношение суммы ликвидных активов банка к сумме обязательств банка по счетам до востребования и на срок до 30 дней.

Ликвидные активы – это средства на счетах до востребования, кредиты и другие платежи со сроком погашения в течение ближайших 30 дней.

Обязательства до востребования и на срок до 30 дней – это вклады и депозиты с истекающим сроком до одного месяца, выпущенные собственные векселя со сроками предъявления до 30 дней, 50 % гарантий и поручительств, выданных кредитной организацией, со сроком исполнения обязательств в течение ближайших 30 дней.

Минимально допустимое значение норматива Н3 устанавливается в раз-

мере:

с баланса на 01.07.96 – 20 %;

с баланса на 01.02.97 – 30 %;

с баланса на 01.02.98 – 50 %;

с баланса на 01.02.99 – 70 %;

с 2004 г. – 50 %.

Ограничения норматива представим в форме

$$H3 = \frac{\sum_{a=1}^n Aa,la}{\sum_{l=1}^m Ll,d30} * 100 \% \geq B3 ,$$

где la – признак ликвидного актива; $d30$ – признак пассивов до востребования и сроком погашения до 30 дней; $B3$ – предельное значение $H3$ на определенный год. Например, в 2001 г. ликвидные активы должны покрывать не менее 70 % обязательств со сроком погашения до 30 дней.

Норматив долгосрочной ликвидности (H4) представляет собой отношение выданных кредитной организацией кредитов сроком погашения выше года к капиталу кредитной организации, а также обязательствам кредитной организации по депозитным счетам, полученным кредитам и другим долговым обязательствам на срок свыше года.

Максимально допустимое значение норматива $H4$ устанавливается в размере 120 %.

Ограничения норматива представим в форме

$$H4 = \frac{\sum_{a=1}^n Aa,y}{OwCp + \sum_{l=1}^m Ll,y} * 100 \% \leq B4 ,$$

где y – признак кредитов, выданных с оставшимся сроком до погашения выше года, а также 50 % гарантий и поручительств, выданных кредитной организацией сроком действия свыше года; y – также признак обязательств кредитной организации по депозитным счетам, кредитам, полученным кредитной организацией, и обращающимся на рынке долговым обязательствам сроком погашения свыше года; $B4$ – предельное значение $H4$, равное 120 %.

Соотношение ликвидных активов и суммарных активов кредитной организации (H5). Минимально допустимое значение норматива $H5$ устанавливается в размере:

- с баланса на 01.07.96 – 10 %;
- с баланса на 01.02.97 – 20 %.

Ограничения норматива представим в форме

$$H5 = \frac{\sum_{a=1}^n Aa,la}{A} * 100 \% \geq B5 ,$$

где B_5 – минимально допустимое значение норматива H_5 на определенный год.

Максимальный размер риска на одного заемщика или группу связанных заемщиков (H_6). Устанавливается в процентах от собственных средств (капитала) кредитной организации.

При определении размера риска учитывается совокупная сумма кредитов, выданных кредитной организацией данному заемщику или группе связанных заемщиков, а также гарантий и поручительств, предоставленных кредитной организацией одному заемщику (группе связанных заемщиков).

Эти требования, т. е. активы, взвешиваются по степени риска, как для норматива H_1 .

Максимально допустимое значение норматива H_6 устанавливается в размере:

с баланса на 01.07.96 – 60 %;

с баланса на 01.02.97 – 40 %;

с баланса на 01.02.98 – 25 %.

Ограничения этого норматива в модель планирования портфелей включать нецелесообразно, поскольку они носят индивидуальный характер и контролируются во время оформления конкретного кредита.

Максимальный размер крупных кредитных рисков (H_7). Устанавливается как процентное соотношение совокупной величины крупных кредитных рисков и собственных средств (капитала) кредитной организации.

Совокупная сумма требований, взвешенных с учетом риска, к одному заемщику (или группе связанных заемщиков) кредитной организации с учетом 50 % сумм забалансовых требований (гарантий, поручительств), имеющих у кредитной организации в отношении одного заемщика (или группы связанных заемщиков), превышающая 5 % капитала кредитной организации, рассматривается в качестве крупного кредита. Решение о выдаче крупных кредитов должно в обязательном порядке приниматься правлением банка либо его кредитным комитетом с учетом заключения кредитного отдела банка. Решение о выдаче должно быть оформлено соответствующими документами.

Сведения о крупных кредитах ежемесячно представляются в Главное управление (Национальный банк) Центрального банка РФ по месту нахождения корреспондентского счета.

Устанавливается, что совокупная величина крупных кредитов, выданных кредитной организацией, включая взаимосвязанных заемщиков, с уче-

ом 50 % забалансовых требований (гарантий, поручительств) не может превышать размер капитала кредитной организации более чем:

- в 1996 г. – в 12 раз;
- в 1997 г. – в 10 раз;
- к 1998 г. – в 8 раз.

Ограничения этого норматива в модель планирования портфелей можно е включать, поскольку они носят индивидуальный характер, и контролируются во время оформления конкретных кредитов.

Максимальный размер риска на одного кредитора (вкладчика) (Н8) устанавливается как процентное соотношение совокупной суммы обязательств кредитной организации по вкладам, полученным кредитам, гарантиям, поручительствам (50 %) и остаткам по расчетным, текущим счетам и чекам по операциям с ценными бумагами одного или взаимосвязанных кредиторов (вкладчиков) к собственным средствам кредитной организации.

Максимально допустимое значение норматива Н8 устанавливается в азмере:

- с баланса на 01.07.96 – 60 %;
- с баланса на 01.02.97 – 40 %;
- с баланса на 01.02.98 – 25 %.

Ограничения этого норматива в модель планирования портфелей можно е включать, поскольку они носят индивидуальный характер и контролируются во время оформления конкретных договоров.

Максимальный размер кредитов, гарантий и поручительств, предложенных банком своим участникам (акционерам) (Н9) соотносится с апиталом банка.

Максимально допустимое значение норматива Н9 устанавливается в азмере:

- с баланса на 01.07.96 – 60 %;
- с баланса на 01.10.96 – 40 %;
- с баланса на 01.01.97 – 20 %.

При этом совокупная величина кредитов, выданных акционерам (пай-икам) кредитной организации, не может превышать с 1 января 1998 г.) % собственных средств (капитала) банка.

Ограничения этого норматива в модель планирования портфелей можно е включать, поскольку они носят индивидуальный характер и контролируются во время оформления конкретных договоров.

Максимальный размер кредитов, гарантий и поручительств, предложенных кредитной организацией своим инсайдерам (Н10). Ограни-чения этого норматива в модель планирования портфелей можно не вклю-

чать, поскольку они носят индивидуальный характер и контролируются во время оформления конкретных договоров.

Максимальный размер привлеченных денежных вкладов (депозитов) населения (Н11) устанавливается как процентное соотношение общей суммы денежных вкладов (депозитов) граждан и величины собственных средств (капитала) банка.

Ограничения этого норматива введем формулой

$$H11 = \frac{\sum_{l=1}^m L_{l,ppl}}{OwCp} * 100 \% \leq B11 ,$$

где ppl – признак вкладов населения (population) в пассивах.

Максимально допустимое значение (B11) норматива Н11 устанавливается в размере 100 %. Вклады населения в рублях и иностранной валюте не должны превышать собственный капитал банка.

Норматив использования собственных средств кредитных организаций для приобретения долей (акций) других юридических лиц (Н12) устанавливается в форме процентного соотношения размеров инвестируемых и собственных средств кредитной организации.

Максимально допустимое значение норматива Н12 устанавливается в размере:

баланса на 01.07.96 – 45 %;

баланса на 01.10.96 – 35 %;

баланса на 01.01.97 – 25 %.

При этом собственные средства кредитной организации, инвестируемые на приобретение долей (акций) одного юридического лица (Н12.1), не могут превышать 10 % капитала банка).

Ограничения норматива введем формулой

$$H12 = \frac{\sum_{a=1}^n A_{a,shr}}{OwCp} * 100 \% \leq B12 ,$$

где shr – признак акций (share) корпораций в активах; B12 – максимально допустимое значение норматива Н12, например с 1997 г. сумма акций корпораций не должна превышать 25 % собственного капитала банка.

Норматив риска собственных вексельных обязательств (Н13) банка. Ограничения этого норматива введем формулой

$$H13 = \frac{\sum_{l=1}^m L_{l,owb}}{OwCp} * 100 \% \leq B13 ,$$

де owb – признак собственных вексельных обязательств (*own bills*) в пассивах. Это выпущенные кредитными организациями векселя и банковские кцепты плюс 50 % забалансовых обязательств кредитной организации из НДС-счета векселей, авалей и вексельного посредничества в рублях и валюте.

Максимально допустимое ($B13$) значение норматива $H13$ устанавливается в размере:

- с баланса на 01.10.96 – 200 %;
- с баланса на 01.03.97 – 100 %.

Центральный банк постоянно совершенствует систему нормативов. По мере поступления новых нормативов или исключения старых можно модифицировать систему ограничений модели согласно изложенной методике.

Собственные и технологические ограничения

Для задач математического программирования характерно использование технологических ограничений в виде требований неотрицательности переменных.

- Введем эти ограничения как
- $Aa > 0,$
- $Ll > 0,$

е. активы и пассивы не могут принимать отрицательные значения.

Во время плановых расчетов необходимо также соблюдать балансовое ограничение

$$A < OwCp + L,$$

оказывающее, что сумма активов не может быть больше суммы пассивов, е. капитала и обязательств банка.

Помимо нормативных ограничений ЦБ на показатели работы банков каждый банк в процессе управления операциями определяет собственные лимиты (ограничения) деятельности и составляющих портфелей активов и пассивов.

Внешние ограничения в виде обязательных нормативов, устанавливаемых ЦБ, ни в коей мере не гарантируют устойчивого развития отдельно взятого банка. Банки вынуждены вырабатывать целую систему внутренних лимитов. Структура лимитов банка отражает уровень риска, который руководство банка готово принять на себя как в результате изменения конъюнктуры рынка, так и в отношении контрагентов.

Из соображений удобства компьютерной реализации и достаточно общего вида представим собственные лимиты банка двусторонними неравенствами для каждого инструмента:

$$A_{a,\min} < A_a < A_{a,\max},$$

$$L_{l,\min} < L_l < L_{l,\max}.$$

При необходимости можно ввести и групповые ограничения.

Табличная модель

Для решения задач разработки планов оптимальной системы финансовых портфелей банков целесообразно использовать стандартное для финансистов банков программное обеспечение табличных процессоров Excel, Quatropro, Lotus или другие электронные таблицы, имеющие Solver (Поиск решения). Эти пакеты позволяют решать сформулированную выше экономико-математическую постановку задачи.

Рассмотрим пример электронных таблиц портфелей банка, обрабатываемых программой оптимизации для Excel.

В прил. 1 представлены примеры портфеля размещения ресурсов банка (таблица активов), портфеля привлечения ресурсов (пассивы) и таблица экономических нормативов ЦБ.

Здесь есть столбцы и строки для ввода исходных данных, отображения получаемого плана, промежуточных и вспомогательных показателей.

В первую колонку таблиц как исходные данные вводятся списки операций и инструментов. Это кандидаты в портфели. Группировка дана по разделам публикуемых отчетных балансов банков и плановых балансов, представляемых в проспектах эмиссии собственных акций. Отбор осуществляется традиционными методами формирования портфелей на основе оценок доходности, затрат и надежности инструментов с учетом обязательств перед акционерами, вкладчиками, зависимости от местных органов и др.

Например, при создании Авиабанка в 1989 г. районные власти поставили условие обеспечить в Уланском переулке г. Москвы работу с населением в режиме отделения Сбербанка. И хотя нормативы ЦБ по обязательным резервам выбрасывали вклады населения из портфеля пассивов, банк работал и работает с населением. Автобанк, несмотря на худое финансовое положение ростовского "Сельхозмаша" и "Ярославских моторов", вынужден был кредитовать заводы-учредители. Председатель правления Мордовпромстройбанка вынужден включить в портфель активов невыгодные республиканские краткосрочные облигации, иначе не получить ему от администрации республики разрешения на постройку офиса в центре г. Саранска.

В колонку План плановик вручную или программа оптимизации вписывает свои решения (варианты плана), т. е. объемы инвестиций по каждому

инструменту активов и объемы по каждому инструменту привлечения ресурсов.

В графе План, % дается процентная структура портфелей для поддержки мышления управляющего и портфельного менеджера. В колонке План, % таблицы нормативов ЦБ программа отображает значения нормативов для сформированной системы портфелей.

В соответствующих графах таблиц вычисляются необходимые показатели плана оптимальной системы портфелей банка: доходы, затраты, резервы, суммы рисков и др. – как по портфелям в целом, так и по отдельным инструментам, группам и субпортфелям.

В графу Лимиты как исходные данные вводятся значения минимально и максимально допустимых объемов привлечения и размещения ресурсов по отдельным инструментам и группам. Эти лимиты задаются самим банком из соображений диверсификации портфелей, прогнозируемых границ локальных рынков, на которых оперирует банк, ограничений внутреннего развития банка и, конечно, вышеупомянутых обязательств.

В следующие колонки вводятся данные рынков по процентной доходности и затратности инструментов, процентные нормативы обязательных резервов в ЦБ и нормы резерва по ссудам.

Данные по доходности и затратности инструментов финансовых рынков определяются аналитиками рынков вне данной модели.

Доходность инструментов должна быть сопоставима. Поэтому после прогноза номинальных ставок вычисляются годовые эффективные ставки, которые затем корректируются ставками налогообложения и темпами инфляции. Последние существенно отличаются для различных групп активов. Доходность валютных активов задается в рублевом эквиваленте. Как исходные данные вводятся нормы обязательных резервов в ЦБ и нормы резерва по ссудам в портфеле активов.

В графу Коэф. риска вводятся по группам коэффициенты риска из инструкции № 1 ЦБ РФ, т. е. они задаются административно и независимо от результатов технического, математического или фундаментального анализа. Они отражают процент возможных потерь основных сумм активов, а не стандартные отклонения от ожидаемой доходности, как это делается в портфельных теориях и методиках для рынка ценных бумаг.

В стоимостном выражении риски, доходы, резервы вычисляются как произведение вектора План на векторы (графы, колонки) этих процентных нормативов.

В таблицку нормативов надежности, в подграфы Мин. и Макс., как исходные данные вводятся предельные значения нормативов Инструкции № 1 ЦБ РФ. Программа математической оптимизации использует их как правые части ограничений-неравенств в задаче нелинейного программирования. При ручном подборе вариантов плана значения результатов в графе План, % сравниваются с предельными значениями нормативов визуально.

Формулы табличной модели

После составления плановой таблицы необходимо связать показатели формулами для вычислений, представленными в математической модели.

Чтобы студент ощутил трудность и неоднозначность планирования и мощь экономико-математических методов и компьютерных программ, ему вначале предлагается выполнить оптимальное планирование вручную. Затем выполняется компьютерная оптимизация с помощью программы Excel Поиск решения.

Задание 11.1. Ручной поиск оптимального плана

Пытаться составить оптимальный план вручную, т. е. без использования программы оптимизации.

В колонке План на основе анализа данных по доходности активов и затратности пассивов, используя любимые экономистами здравый смысл и интуицию, студент меняет цифры привлечения и размещения ресурсов. Пытается добиться увеличения числа в строке Прибыль. По каждому варианту наблюдает, чтобы плановые инвестиции и привлечение ресурсов не вышли за границы лимитов, чтобы плановые показатели экономических нормативов не вышли за границы, установленные ЦБ.

Студент, как и многие банковские работники, убеждается, что разработать вручную оптимальный план очень трудоемко, практически невозможно, вплоть до нервных срывов. Преподаватель предлагает использовать компьютерные программы подготовки оптимальных решений, с помощью которых задача решается за секунды.

Задание 11.2. Компьютерный поиск оптимального плана

С помощью программы Поиск решения Excel разработать оптимальный план системы финансовых портфелей банка. Провести эксперименты при различных исходных данных. Дать анализ результатов планирования.

Настройка модели оптимизации (математическая постановка задачи для оптимизации портфелей банка) довольно трудоемка, ее невозможно вы-

толнить в рамках ресурсов времени, отводимого для лабораторных работ. Воспользуйтесь готовой настройкой.

Вызвать команду меню Сервис > Поиск решения. Появляется диалоговое окно оптимизатора с настройкой модели (рис. 11.1).

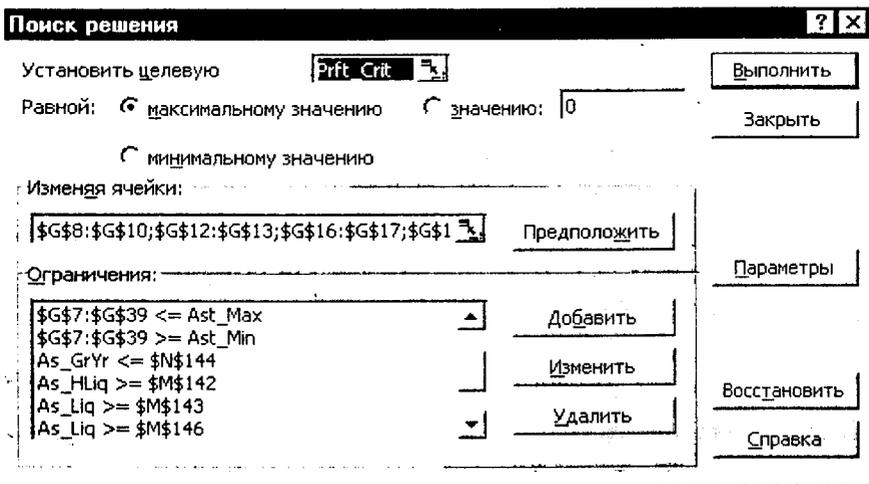


Рис. 11.1. Диалоговое окно Поиск решения с координатно-математической моделью оптимизации портфелей банка

В целевой ячейке задано имя Prft_Crt (критерий прибыли). В ячейке с этим именем вычисляется прибыль системы портфелей.

В поле Изменяя ячейки введены табличные адреса искомого вектора плана системы портфелей.

В поле Ограничения введены собственные ограничения банка и ограничения нормативов ЦБ.

Неприятная недоработка Excel в том, что задаются не относительные, а абсолютные ссылки на показатели плана и только часть показателей удаётся задать именами, а не адресами. Все же экономисту лучше мыслить привычными именами, например As_Liq – ликвидные активы, а не адресами таблицы, например \$M\$143.

После настройки модели и установки параметров алгоритма нажимаем кнопку Выполнить окна Поиск решения. Через секунду оптимальное решение готово. Студенты получили урок полезности и эффективности математических методов оптимизации. Они начинают сожалеть, что уже сдали математические методы, недопоняли, позабыли. Непрочь послушать их еще.

Далее студентам предлагается исследовать изменения в оптимальном плане при изменении исходных данных рынка (например, доходности активов) и изменениях (довольно частых) требований ЦБ. Студенты вводят

в ячейки исходных данных новые числа показателей и наблюдают изменение прибыли и степень достижения ограничений.

Анализ результатов и решения менеджера

В табл. П-1.1 приложения дано оптимальное решение, найденное программой Поиск решения. Получен план портфелей банка с наибольшей прибылью. Удовлетворены все собственные ограничения банка и нормативы ЦБ.

Анализ плана по нормативам ЦБ показывает, что дальнейшее увеличение прибыли невозможно, так как на границу нормативов вышли показатели: Н12 – риск по акциям других юридических лиц, Н11 – риск по вкладам населения, Н4 – долгосрочная ликвидность. В целях дальнейшего увеличения прибыли банк может нарушить нормативы, если, конечно, штраф в ЦБ окажется меньше дополнительной прибыли.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Определение проблемы планирования оптимальной системы финансовых портфелей банка.
2. Формулы модели для оптимизации портфелей банка.
3. Плановую таблицу с результатом оптимального плана.
4. Анализ оптимального плана и решения менеджера.
5. Предложения по модификации, расширению модели и организации работ.

Контрольные вопросы для допуска и защиты работы

1. Почему актуальна проблема оптимального планирования портфелей банка?
2. Сформулировать цель работы.
3. Перечислить объекты и функции проблемной системы.
4. Пояснить структуру плановой таблицы.
5. Перечислить исходные данные, переменные и результирующие показатели модели.
6. Дать краткую технологию решения задачи в программе Excel Поиск решения.

12. Оптимизация портфелей активов страховых компаний

Работа выполняется по дисциплине страховое дело.

12.1. Постановка задачи

Страховая система является необходимой составляющей экономики каждой страны. Страховые компании обеспечивают финансовую устойчивость отдельных фирм и экономики страны в целом при чрезвычайных происшествиях – страховых случаях.

Для защиты страховых резервов от инфляции и роста страховых фондов компании размещают страховые резервы в прибыльных активах. Компании заинтересованы в максимизации прибыли портфеля активов при минимальном риске потери прибыли или основных сумм активов.

С целью обеспечения финансовой устойчивости и гарантий страховых выплат Правила размещения страховых резервов органов страхового надзора обязывают страховые компании размещать резервы на принципах диверсификации, возвратности, прибыльности и ликвидности. Правила устанавливают норматив соответствия инвестиций этим принципам (Сп), который должен быть не меньше 0,510 для резервов по долгосрочному страхованию жизни и 0,490 по резервам иных видов страхования. Если на конец квартала Сп ниже рекомендуемой величины, страховая компания обязана представить в Страхнадзор программу финансового оздоровления.

Цель работы

Научиться составлять наилучший (оптимальный) план размещения страховых резервов в активах, т. е. максимизировать прибыль при рискованных ограничениях, заданных нормативами государственного страхового надзора.

Освоить методику и технологию оптимизации планов в табличном процессоре Excel с помощью программы Поиск решения (Solver).

Выделение проблемной системы

В проблемную систему включаем следующие объекты и показатели: список текущих и возможных активных операций страховой компании с их стоимостными и временными характеристиками, показатели риска и надежности компании, ограничения, накладываемые внешней операционной средой компании. Критерий оптимизации плана.

В нашем случае главными целями при формировании системы портфелей компании являются максимизация прибыли и ликвидности при минимизации портфельного риска.

В проблемную систему мы обязаны включить показатели Правил размещения страховых резервов.

12.2. Лабораторная модель

В математической постановке задачи оптимального планирования портфеля активов требуется найти вектор активов

$$A = (A_1, A_2, \dots, A_n),$$

максимизирующий линейную форму прибыли портфеля

$$\text{Prf}(A) = \sum_{a=1}^n \frac{Aa, \%}{100 \%} * A * Da \rightarrow \max ,$$

где Prf – прибыль (profit) системы портфелей как цель, критерий оптимизации (максимизации); A – сумма фонда к размещению в портфеле активов;

n – количество типов активов в портфеле; a – цифровое имя (индекс) отдельного типа активов; Aa – объем инвестиций в денежном выражении в отдельный тип активов в портфеле; Aa, % – процентная доля инвестиций в отдельный тип активов в портфеле; Da – доходность отдельного типа активов.

Ниже представлены ограничения Правил размещения страховых резервов Департамента страхового надзора при Министерстве финансов РФ.

Норматив соответствия инвестиций принципам диверсификации, возвратности, прибыльности и ликвидности вычисляется как отношение надежного возврата части активов к сумме активов портфеля:

$$Cп = \frac{\sum_{a=1}^n Aa * Ra}{A} * 100 \%,$$

где Ra – надежно (reliability) возвращаемая доля актива (задается Правилами для каждой группы активов и называется нормой оценки актива). Эта величина противоположна коэффициентам риска, задаваемым регулирующими органами для активов банков и пенсионных фондов.

Для резервов по долгосрочному страхованию жизни устанавливается $Cп \geq 0,51$; для резервов иных видов страхования необходимо обеспечить $Cп \geq 0,49$.

На территории России компания должна инвестировать не менее 80 % активов:

$$\sum_{a=1}^n Aa, \text{рф}, \% \geq 80 \% .$$

Резерв на расчетном счете в банке

$$\text{Арс}, \% \geq 3 \% .$$

Инвестиции в государственные ценные бумаги

$$\sum_{a=1}^n Aa, \text{sc}, \% \geq 20 \% ,$$

где sc – признак актива в ценных бумагах (security).

Ссуды страхователям

$$\sum_{a=1}^n Aa, \text{ln}, \% \leq 40 \% ,$$

где ln – признак ссуды (loan).

Акции акционерных обществ закрытого типа (АОЗТ)

$$\sum_{a=1}^n Aa, \text{shr}, \% \leq 10 \% ,$$

где shr – признак инвестиций в акции (share).

Компьютерная табличная модель

В табл. 12.1 примера оптимального планирования портфеля активов страховой компании приведены как исходные данные, так и рассчитываемые программой показатели оптимального плана портфеля.

Исходными данными для планирования являются наименования активов, лимиты Правил и собственные лимиты, нормы оценки активов, доходность активов. Эти показатели вводятся в соответствующие графы таблицы.

Предварительный отбор активов как кандидатов в портфель осуществляется традиционными методами в соответствии группам Правил, по которым определены нормы оценки активов.

В колонки лимитов вводятся нормативы Правил.

Результирующий план инвестиций отображается в графе Портфель, план

Критерий оптимизации (прибыль) вычисляется в ячейке Итого-Доход.

Остальные колонки предназначены для вычисления вспомогательных и промежуточных показателей.

После составления плановой таблицы ее показатели связываются формулами для вычислений, представленными в математической модели.

Таблица 12.1

Оптимальный портфель размещения страховых резервов, млрд руб.

Страховые резервы	100		В т.ч. по страхованию жизни			10				
	Лимиты, %		Нормы оценки активов	Доходность, %	Портфель, план	Доход	Оценка актива	Акции АОЗТ и др.		
	не менее	не более								
На территории России:	80				95.00					
Резерв на РС в банке (B9)	3		0.675	40	3.00	1.20	2.03			
Государ. ценные бумаги (B1):	20		0.875							
ГКО				120	20.00	0.00	17.50			
КО				140	20.00	28.00				
Местные ценные бумаги (B2):	5	10	0.500							
МКО, Москва				120	0.00	0.00	2.50			
ОКО, Челябинск				140	5.00	7.00				
Банковские вклады (B3):	5	50	0.550							
Депозиты в Ялосбанке	2			200	2.00	4.00	2.75		2.00	
Депозиты в КБ "Империл"	2			150	3.00	4.50				
Ценные бумаги (B4):	5	40	0.600							
Депосертификаты Ялосбанка	2			300	8.00	24.00	6.00		8.00	
Акции Промстройбанка	2			150	2.00	3.00				
Доли в уставном капитале (B5):	2		0.125							
Пай страховой компании "Руст"				150	2.00	3.00	0.25			
Учредительский взнос АОЗТ "Соло"				150	0.00	0.00			0.00	
Недвижимость (B6):		40	0.588							
Катера прогулочные				250	36.00	90.00	21.17			
Дома в Новороссийске		20		200	0.00	0.00			0.00	
Квартиры (B7):		10	0.663							
Квартиры в Москве				250	10.00	25.00	6.63			
Квартиры в Плисецке				200	0.00	0.00				
Валютные ценности (B8):		10	0.525							
Доллар США				250	0.00	0.00	0.00			
Марка ФРГ				200	0.00	0.00				
Ссуды страхователям		40	нет	350	4.00	14.00				
За рубежом:	5		нет							
Акции Olivetti				200	5.00	10.00				
В траст US Trust Master				170	0.00	0.00				
Итого					100.00	213.70	58.82		10.00	
Акции АОЗТ и др.		10								
Норматив соответствия (Сп)	0.510				Сп портфеля		0.588			

12.3. Практическая работа

Чтобы студент ощутил трудность и неоднозначность планирования и мощь экономико-математических методов и компьютерных программ, ему вначале предлагается выполнить оптимальное планирование вручную.

Затем выполняется компьютерная оптимизация с помощью программы Excel Поиск решения.

Задание 12.1. Составить оптимальный план портфеля активов страховой компании вручную

Пытаться составить оптимальный план вручную, т. е. без использования программы оптимизации.

В колонке Портфель, план на основе анализа данных по доходности активов, используя любимые экономистами здравый смысл и интуицию, студент меняет цифры размещения ресурсов. Пытается добиться увеличения доходности портфеля в ячейке Итого – Доход. По каждому варианту наблюдает, чтобы плановые инвестиции ресурсов не вышли за границы лимитов и чтобы плановые показатели обязательных нормативов не вышли за границы, установленные Правилами страхового надзора.

Студент убеждается, что разработать вручную оптимальный план очень громоздко, практически невозможно. Преподаватель предлагает использовать компьютерные программы подготовки оптимальных решений, с помощью которых задача решается за секунды.

Задание 12.2. Составить оптимальный план портфеля активов страховой компании с помощью компьютерной программы оптимизации

С помощью программы Поиск решения Excel разработать оптимальный план системы финансовых портфелей страховщика. Провести эксперименты при различных исходных данных. Дать анализ результатов планирования.

Вызвать команду меню Сервис > Поиск решения. Появляется диалоговое окно оптимизатора с настройкой табличной модели оптимизации (рис. 12.1).

В целевой ячейке Q52 вычисляется прибыль планового портфеля. В таблице эта ячейка находится на пересечении строки Итого и графы Доход.

В поле Изменяя ячейки введены табличные адреса искомого вектора плана системы портфелей. Это колонка L или графа Портфель, план.

В поле Ограничения введены собственные ограничения компании и ограничения нормативов Страхнадзора.

После настройки модели и установки параметров алгоритма нажимаем кнопку Выполнить окна Поиск решения. Через секунду оптимальное решение готово.

В результате работы программы компьютер создает в колонке Портфель, план инвестиционный портфель максимальной доходности, удовлетворяющий Правилам размещения страховых резервов и собственным ограничениям компании.

Далее студентам предлагается исследовать изменения в оптимальном плане при изменении исходных данных рынка (например, доходности активов) и изменениях требований нормативов регулирования страхового надзора. Студенты вводят в ячейки исходных данных новые числа показателей и наблюдают изменение прибыли и степени достижения ограничений.

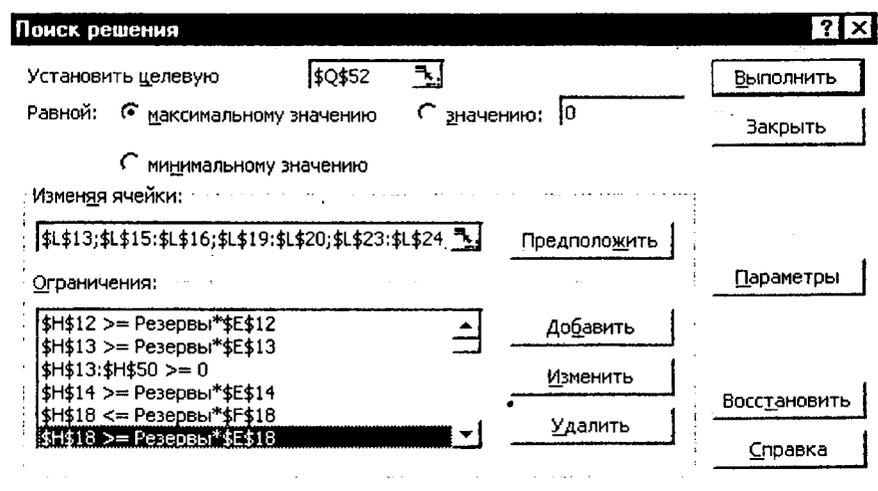


Рис. 12.1. Диалоговое окно Поиск решения с координатно-математической моделью оптимизации портфелей активов страховой компании

Анализ результатов и решения менеджера

В табл. 12.1 дано оптимальное решение, найденное программой Поиск решения. Получен план портфелей активов с наибольшей прибылью. Удовлетворены все собственные ограничения компании и нормативы регулирования.

Компьютерная программа позволяет значительно ускорить разработку портфельных планов. При этом плановики, знакомые с математическими методами оптимизации, приобретают уверенность, что разработанный план является именно оптимальным. Табличная программа помогает лучше понять взаимосвязи между группами активов и портфеля в целом.

С помощью машинных имитационных экспериментов можно лучше выявить пути совершенствования правил государственного регулирования деятельности страховых компаний.

Фактически Правила задают лимиты (окружены в таблице рамкой) лишь для территории России, расчетного счета в банке, государственных ценных бумаг, ссуд страхователям, норматива соответствия и акций АОЗТ с жилищными сертификатами и пр.

Диверсификация, требующая размещения резервов в несколько объектов, не работает, поскольку не определены доли вложений в отдельные объекты. Вы можете вложить в 7 объектов по копейке, а в 8-й – миллиарды.

О диверсификации портфеля страховщик должен позаботиться сам. Примеры собственных лимитов диверсификации в таблице не окружены рамками. В Правилах нет норм оценки для некоторых ключевых активов.

В нормах оценки активов задана точность до тысячных долей, хотя уже по первым значащим разрядам видно, что цифры взяты "с потолка" (экспертно). Излишняя точность расходует бумагу, экран, труд аналитика и время компьютера.

Если у вас не будет долей в уставных капиталах (B5), то норматив соответствия можно не вычислять. Он всегда будет больше 0,5.

К недвижимости (группа B6) приравнены суда с государственной регистрацией. Автору, составляющему план в теплом офисе, приходилось одинаково оценивать и здание и актив (сухогруз "река – море") с верхнепалубным грузом чугунных чушек, прятавшийся неделю за скалой в 9-балльный шторм в Северном море.

Квартальный контроль наличия в портфелях компаний 20 % госбумаг – хороший подарок спекулянтам финансовых рынков, с вождением ожидающим очередного "эффекта отчетности": всплеска и падения цен на госбумаги и связанные с ними рынки. Требование 20 %-ного портфеля госбумаг привело к банкротству многих страховщиков во время дефолта в РФ в августе 1998 г.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Определение проблемы планирования оптимальной системы портфелей активов страховых компаний.
2. Формулы модели для оптимизации портфелей.
3. Плановую таблицу с результатом оптимального плана.
4. Анализ оптимального плана и решения менеджера.
5. Предложения по модификации, расширению модели и организации работ.

Контрольные вопросы для допуска и защиты работы

1. Почему актуальна проблема оптимального планирования портфелей активов страховых компаний?
2. Сформулировать цель работы.
3. Перечислить объекты проблемной системы.
4. Пояснить структуру плановой таблицы.
5. Перечислить исходные данные, переменные и результирующие показатели модели.
5. Рассказать технологию решения задачи в программе Excel Поиск решения.

13. Оптимизация портфелей активов пенсионных фондов

13.1. Постановка задачи

С целью защиты пенсионных резервов от инфляции, удешевления тарифов и увеличения пенсий резервы пенсионных фондов должны инвестироваться в высокодоходные, а значит, рискованные активы.

Требования к надежности фондов и обеспечения текущей ликвидности для своевременной выплаты пенсий вынуждают фонды инвестировать резервы в надежные, но поэтому низкорентабельные активы.

С целью обеспечения устойчивости негосударственных пенсионных фондов (НПФ) законодательство отделяет функцию формирования пенсионных резервов от функции размещения этих резервов в активах. Для размещения пенсионных фондов в активах создаются компании по управлению активами пенсионных фондов (КУАПФ).

Регулирование деятельности НПФ и КУАПФ согласно законодательству осуществляет Инспекция НПФ при Министерстве социальной защиты РФ.

Надежность планового портфеля обеспечивается благодаря учету в модели требований Правил Инспекции НПФ по размещению пенсионных резервов в активах и нормативов надежности и платежеспособности фондов и управляющих компаний. Эти требования представляются в математических моделях в виде ограничений-неравенств.

При планировании системы портфелей цель КУАПФ – добиться максимальной доходности при минимальном риске.

Выделение проблемной системы

В проблемную систему включаем следующие объекты и показатели: список текущих и возможных активных операций с их стоимостными и временными характеристиками, показатели риска и надежности портфеля, ограничения, накладываемые внешней операционной средой НПФ. Критерий оптимизации плана.

В нашем случае главными целями при формировании портфеля активов являются максимизация прибыли и ликвидности при минимизации портфельного риска.

В соответствии с законодательством КУАПФ обязаны соблюдать Правила Инспекции НПФ по размещению пенсионных резервов в активах и нормативы регулирования деятельности НПФ, устанавливающие максимально допустимые границы рисков и минимально допустимые границы ликвидности.

Цель работы

- Научиться составлять наилучший (оптимальный) план размещения активов пенсионного фонда при государственных регулирующих ограничениях параметров портфелей.
- Освоить методику и технологию оптимизации планов в табличном процессоре Excel с помощью программы Поиск решения (Solver).

13.2. Лабораторная модель

В математической постановке задачи оптимального планирования портфеля активов требуется найти вектор активов

$$\bar{A} = (A_1, A_2, \dots, A_n)$$

максимизирующий линейную форму прибыли портфеля

$$\text{Prf}(\bar{A}) = \sum_{a=1}^n \frac{A_a, \%}{100 \%} * A * D_a \rightarrow \max ,$$

где Prf – прибыль (profit) системы портфелей как цель, критерий оптимизации (максимизации); A – сумма фонда к размещению в портфеле активов;

n – количество типов активов в портфеле; a – цифровое имя (индекс) отдельного типа активов; A_a – объем инвестиций в денежном выражении в отдельный тип активов в портфеле; A_a, % – процентная доля инвестиций в отдельный тип активов в портфеле; D_a – доходность отдельного типа активов.

При ограничениях Правил Инспекции НПФ:

A1 ≥ 30 % – в государственные ценные бумаги инвестируется не менее 30 % фонда;

A_a ≤ 10 % – в любой другой объект инвестируется не более 10 % фонда;

N1 ≤ 0,5 – для максимального значения норматива соответствия;

N2 ≥ 0,04 – для минимального значения норматива достаточности собственных средств;

N3 ≥ 1 – для минимального значения норматива соотношения активов фонда и его обязательств.

Технологические ограничения:

$\sum_{a=1}^n A_a, \% = 100 \%$ – сумма процентных долей активов должна равняться 100 %;

A_a ≥ 0 – запрет на отрицательные инвестиции, т. е. займы.

Норматив соответствия вычисляется как отношение риска потери активов к сумме активов:

$$N1 = \frac{\sum_{a=1}^n Aa * Ra}{A} * 100\% ,$$

где Ra – коэффициент риска, задаваемый Правилами для каждой группы активов.

Норматив достаточности собственных средств вычисляется по формуле

$$N2 = \frac{OwCp}{\sum_{a=1}^n Aa * Ra} ,$$

где $OwCp$ – собственный капитал (own capital) компании.

Норматив соотношения активов фонда и его обязательств:

$$N3 = \frac{A}{L} ,$$

где L – современная стоимость (PV – present value) обязательств пенсионного фонда.

Компьютерная табличная модель

В табл. 13.1 примера оптимального планирования портфеля активов НПФ приведены как исходные данные, так и рассчитываемые программой показатели оптимального плана портфеля.

В раздел этой таблицы Показатели экономики как исходные данные вводятся требуемые Правилами показатели макроэкономики, Фонда и Компании. Они необходимы для расчета нормативов деятельности Фонда и Компании.

В раздел Нормативы деятельности фонда и компании, в колонки Мин. и Макс., как исходные данные вводятся лимиты нормативов $N1..N3$ Правил. В колонке План отражаются вычисленные для портфеля значения этих нормативов.

Также вводятся как исходные данные наименования возможных инструментов активов с лимитами, коэффициентами риска и доходности.

Предварительный отбор инструментов рынка активов как кандидатов в портфель осуществляется традиционными методами маркетинга и формирования портфелей на основе оценок доходности, затратности и надежности инструментов. Инструменты включены в группы, по которым в Правилах определены коэффициенты риска потерь активов.

Таблица 13.1

Оптимальный план портфеля активов пенсионного фонда, млрд руб.

Показатели экономики фонда, компании	Лимиты, %			План, прогноз					
	Мин.	Макс.		Структура портфеля, %	Портфель, план	Козф. риска	Риски, млрд руб	Доходность, %	Доход,
Минимальная оплата труда, тыс. руб./мес				80.000					
Собственные средства комп.	0.4			1.000					
Уставной капитал компании (не менее 5000 мин. зарплат)				0.500					
Обязательства фонда(современная стоимость)				9.000					
Активы к размещению				10.000					
Группы активов	Мин.	Макс.	Структура портфеля, %	Портфель, план	Козф. риска	Риски, млрд руб	Доходность, %	Доход,	
Средства на р/с в банке (А7)			0	0.000	0.325	0.000	25	0.000	
Государст. ценные бумаги (А1):	30 %		30	3.000	0.125	0.375			
ГКО		10	10	1.000			85	0.850	
КО		10	10	1.000			70	0.700	
ОГСЗ		10	10	1.000			95	0.950	
Казначейские векселя США(дисконт)			10	0.000	нет	нет	35	0.000	
Местные ценные бумаги (А2):			20	2.000	0.250	0.500			
МКО, Москва		10	10	1.000			90	0.900	
ОКО, Челябинск		10	10	1.000			80	0.800	
Банковские вклады (А3):			20	2.000	0.425	0.850			
Депозиты в КБ Роскредит		10	10	1.000			70	0.700	
Депозиты в КБ Автобанк		10	10	1.000			65	0.650	
Другие ценные бумаги (А4):			10	1.000	0.650	0.650			
Акции АКБ "Оптбанк"		10	10	1.000			90	0.900	
Акции Olivetti, Италия		10	0	0.000	нет	нет	55	0.000	
Недвижимость (А5):			10	1.000	0.450	0.450			
Гаражи в Москве		10	10	1.000			60	0.600	
Квартиры в Москве		10	0	0.000			35	0.000	
Катера прогулочные, Крым		10	10	1.000	нет	нет	60	0.600	
Валютные ценности (А6):			0	0.000	0.465	0.000			
Доллар США		10	0	0.000			30	0.000	
Золото		10	0	0.000			30	0.000	
Итого по портфелю			100	10.000	0.283	2.825	76	7.650	
Нормативы деятельности фонда и компании	Мин.	Макс.		План					
Норматив соответствия, N1 (Риски активов/Активы)		0.50		0.283					
Достаточность собственных средств, N2 (Собственные средства/Риски активов)	0.04			0.354					
Отношение активов Фонда к обязательствам, N3	1.00			1.111					

Нормативы Правил, устанавливающие нижние и верхние лимиты инвестиций в конкретные объекты или группы, вводятся в колонки Мин. и Макс. В математическую модель эти значения вставляются программой как правые части ограничений-неравенств. Правила задают только два ограничения: в государственные ценные бумаги вложить не менее 30 % средств портфеля и в каждый любой объект не более 10 % портфеля. Таким образом установлены жесткие требования диверсификации активов в не менее, чем 10 объектов. Как правило, в колонки лимитов Фонды включают также собственные диверсификаторы или границы рынков и ресурсов.

Критерий оптимизации вычисляется в ячейке Итого по портфелю – Доход. Он подлежит максимизации.

Исходные данные таблицы по доходности финансовых инструментов (графа Доходность, %) можно считать условными, поскольку они изменяются даже в течение торговых сессий. Доходность инструментов должна быть сопоставима. Поэтому после прогноза номинальных ставок вычисляются годовые эффективные ставки, которые затем корректируются ставками налогообложения и темпами инфляции. Последние существенно отличаются для различных групп активов. Доходность валютных активов задается в рублевом эквиваленте. В графе Доход вычисляется ожидаемый годовой рублевый прямой доход по каждому инструменту. Суммарный доход по портфелю (критерий оптимизации) вычисляется в последней строке.

Исходные данные в колонку Коэф. риска, % вводятся по группам из таблицы Нормативы размещения пенсионных активов. В следующей колонке вычисляются риски в стоимостном выражении, т. е. возможные потери активов в миллиардах рублей.

В разделе Нормативы деятельности фонда в колонки Мин. и Макс. вводятся предельные значения нормативов: портфельного риска (N1), покрытия риска собственным капиталом (N2) и балансовой ликвидности Фонда (N3). В колонке План программа показывает значения этих нормативов для сформированного портфеля.

После составления плановой таблицы ее показатели связываются формулами для вычислений, представленными в математической модели.

13.3. Практическая работа

Чтобы студент ощутил трудность и неоднозначность планирования и мощь экономико-математических методов и компьютерных программ, ему вначале предлагается выполнить оптимальное планирование вручную. Затем выполняется компьютерная оптимизация с помощью программы Excel Поиск решения.

Задание 13.1. Составить оптимальный план портфеля активов НПФ вручную

Попытаться составить оптимальный план вручную, т. е. без использования программы оптимизации.

В колонке Планна основе анализа данных по доходности активов, используя любимые экономистами здравый смысл и интуицию, студент меняет цифры размещения ресурсов. Пытается добиться увеличения доходности портфеля в ячейке Итого по портфелю – Доход. По каждому варианту следит, чтобы плановые инвестиции ресурсов не вышли за границы лимитов и чтобы плановые показатели обязательных нормативов не вышли за границы, установленные Правилами инспекции НПФ.

Студент убеждается, что разработать вручную оптимальный план очень трудоемко, практически невозможно. Преподаватель предлагает использовать компьютерные программы подготовки оптимальных решений, с помощью которых задача решается за секунды.

Задание 13.2. Составить оптимальный план портфеля активов НПФ с помощью компьютерной программы оптимизации

С помощью программы Поиск решения Excel разработать оптимальный план системы финансовых портфелей активов НПФ. Провести эксперименты при различных исходных данных. Дать анализ результатов планирования.

Вызвать команду меню Сервис > Поиск решения. Появляется диалоговое окно оптимизатора с настройкой табличной модели оптимизации (рис. 13.1).

В целевой ячейке задано имя Crit (критерий оптимизации). В ячейке с этим именем вычисляется прибыль планового портфеля.

В поле Изменяя ячейки введены табличные адреса искомого вектора плана системы портфелей.

В поле Ограничения введены собственные ограничения КУАПФ и ограничения нормативов Инспекции НПФ.

После настройки модели и установки параметров алгоритма нажимаем кнопку Выполнить окна Поиск решения. Через секунду оптимальное решение готово.

В результате работы программы компьютер создает в колонках Портфель, план и Структура портфеля, % инвестиционный портфель максимальной доходности, удовлетворяющий Правилам размещения активов пенсионных фондов и собственным ограничениям.

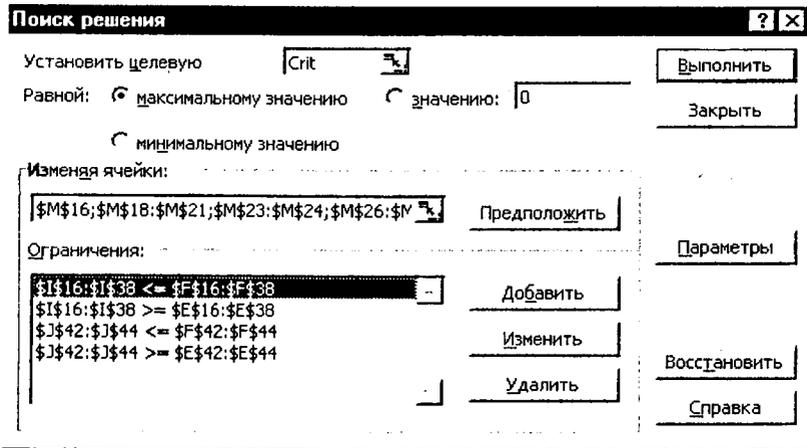


Рис. 13.1. Диалоговое окно Поиск решения с координатно-математической моделью оптимизации портфелей активов пенсионного фонда

Далее студентам предлагается исследовать изменения в оптимальном плане при изменении исходных данных рынка (например, доходности активов) и изменении требований нормативов регулирования НПФ. Студенты вводят в ячейки исходных данных новые числа показателей и наблюдают изменение прибыли и степень достижения ограничений.

Анализ результатов и решения менеджера

В табл. 13.1 дано оптимальное решение, найденное программой Поиск решения. Получен план портфелей активов с наибольшей прибылью. Удовлетворены все собственные ограничения компании и нормативы регулирования.

Компьютерная программа позволяет значительно ускорить разработку портфельных планов. При этом плановики, знакомые с математическими методами оптимизации, приобретают уверенность, что разработанный план является именно оптимальным (наилучшим). Табличная программа помогает лучше понять взаимосвязи между группами активов и портфеля в целом.

С помощью машинных имитационных экспериментов можно лучше выявить пути совершенствования правил государственного регулирования деятельности пенсионных фондов.

Правила разрешают до 70 % активов размещать за рубежом. Фонды США размещают за рубежом около 20 % активов, в Чехии вообще запрещено размещение активов за границей из-за трудности контроля.

Некоторые фонды будут задерживать выплаты пенсий, поскольку на расчетном счете Компании разрешено иметь нуль. Страховой надзор требует от страховых компаний иметь на расчетном счете не менее 3 % резервов.

Нет в Нормативах оценок рисков по зарубежным активам, движимости и др.

Квартальный контроль наличия в портфелях компаний 30 % госбумаг – хороший подарок спекулянтам финансовых рынков, с возделением ожидающим очередного "эффекта отчетности": всплеска и падения цен на госбумаги и связанные с ними рынки. Требования 30 %-го портфеля госбумаг привело к банкротству многих НПФ во время дефолта в РФ в августе 1998 г.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Определение проблемы планирования оптимальной системы портфелей активов пенсионных фондов.
2. Формулы модели для оптимизации портфелей.
3. Плановую таблицу с результатом оптимального плана.
4. Анализ оптимального плана и решения менеджера.
5. Предложения по модификации, расширению модели и организации работ.

Контрольные вопросы для допуска и защиты работы

1. Почему актуальна проблема оптимального планирования портфелей активов пенсионных фондов?
2. Сформулировать цель работы.
3. Перечислить объекты проблемной системы.
4. Пояснить структуру плановой таблицы.
5. Перечислить исходные данные, переменные и результирующие показатели модели.
6. Рассказать о технологии решения задачи в программе Excel Поиск решения.

14. Оценка параметров моделей, эконометрия, статистика

14.1. Постановка задачи

Компьютерная модель – это инструмент экономиста для анализа и подготовки прогнозов и планов. Модель элементарного объекта – это математическое выражение, связывающее входные (независимые) переменные с выходными (зависимыми) переменными с помощью математических операций и параметров. Для вычисления показателей прогнозов и планов необходимо в виде исходных данных иметь численные значения параметров.

Параметры экономической модели – это постоянные величины, связывающие зависимые переменные (функции) с влияющими на них независимыми переменными (факторами, аргументами). Например, зависимость объема продаж от затрат на рекламу можно выразить функцией (моделью)

$$Y = a_1 * X + a_0,$$

где Y – объем продаж, зависимая переменная (функция); X – затраты на рекламу, независимая переменная (фактор); a_1 и a_0 – параметры модели.

Модель используется для прогнозирования объема продаж в зависимости от затрат на рекламу продукции. Параметры модели имеют конкретные числовые значения. Для выполнения с помощью моделей прогнозных и плановых расчетов при различных значениях факторов надо заранее знать величины параметров, предварительно определить их.

Определением параметров моделей в экономике занимается эконометрия, регрессионный анализ. Математики называют это приближением, сглаживанием и аппроксимацией функций, иногда эволюцией (от англ. evaluation). Инженеры по системам управления используют термин "оценка параметров моделей". Цели, методология и технология вычисления параметров моделей у всех специалистов одинаковы. Разная терминология сложилась исторически из-за недостаточной интеграции и диктатуры стандартов в науке.

Для установления параметров прогнозирующих и плановых моделей чаще всего используются нормативные, экспертные и статистические методы.

Нормативы задаются законами, например ставки налогообложения; административными и регулирующими органами, например нормы амортизации и сроки строительства, коэффициенты ликвидности и риска активов банков, страховых компаний и пенсионных фондов.

Экспертные методы используют субъективные заключения авторитетов, экспертов-профессионалов в данной отрасли. Не исключаются рекомендации гадалок, колдунов и гороскопа.

Статистические методы наиболее научно обоснованы и обеспечены методиками и компьютерными программами. Они применяются, когда удастся собрать статистическую числовую информацию об экономических показателях. Предыдущие методы также используют статистический материал, например нормативы регулирования деятельности банков международной торговли, установленные Базельским комитетом Кука, разработаны на основе анализа балансов и портфелей множества обанкротившихся банков.

Цель работы – на основе заданных статистических данных научиться оценивать параметры простейших моделей.

Вначале выполняется оценка параметров для простых линейных однофакторных моделей, а затем – для многофакторных моделей.

Лабораторная среда – это персональный компьютер, операционная система Windows, табличный процессор Excel. Примеры для лабораторной работы взяты из книг по эконометрии.

14.2. Влияние рекламы на объем продаж, однофакторная линейная модель

Анализ, прогнозирование и планирование объема продаж – важнейшие функции менеджера и маркетолога. В планах должны стоять конкретные цифры, которые лучше брать не с потолка, а вычислять с помощью моделей. Числовые параметры моделей лучше определять на основе практической статистики. Учебники насыщены массой факторов и теорий, объясняющих движение объемов продаж, но в лабораторной работе рассмотрим лишь простейшие примеры, обеспеченные статистическими данными.

Задание. На основе статистических данных построить математическую модель зависимости объемов продаж от затрат на рекламу и численно оценить параметры модели.

Методика выполнения задания

Параметры однофакторной линейной модели оцениваются методом наименьших квадратов с использованием графопостроителя Мастера диаграмм.

Порядок выполнения задания

Загрузить Excel, назвать открывшуюся книгу Lin_grg и ввести на первом листе книги исходные данные аналогично показанному в левой части рис. 14.1. В правой части этого рисунка показан примерный вид получаемого решения данной задачи.

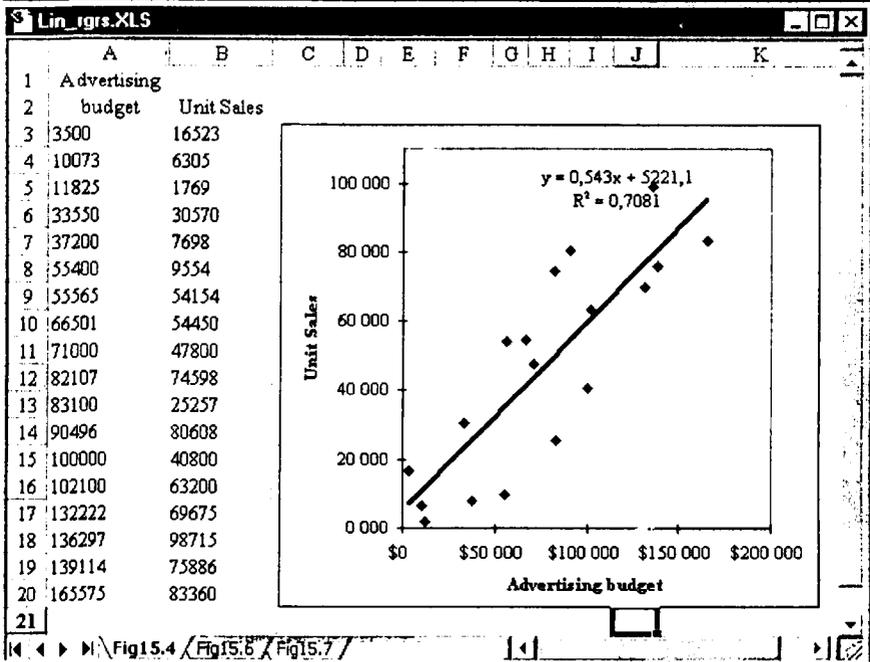


Рис. 14.1. Таблица с исходными данными, графиком и формулой с оценкой параметров линейной модели зависимости объемов продаж от затрат на рекламу

Столбцы чисел представляют статистические данные за прошедший период по затратам на рекламу и объемам продаж продукции. Преподаватель умышленно не переводит с английского наименование показателей, чтобы стимулировать студентов к освоению международной терминологии и добытию полезных статистических данных в зарубежных источниках.

Построить график статистических данных

Выделите обе колонки исходных данных.

Вызовите Мастер диаграмм: меню Вставка > Диаграмма...

Вызывается диалоговое окно Мастера диаграмм (рис. 14.2).

Для первичного анализа статистики обычно рекомендуется выбирать тип диаграммы Точечная. Затем многократно нажимаем кнопку Далее >. По желанию заполняем поля диалогового окна или отвечаем на вопросы. Когда кнопка Далее > исчезнет, нажмем кнопку Готово.

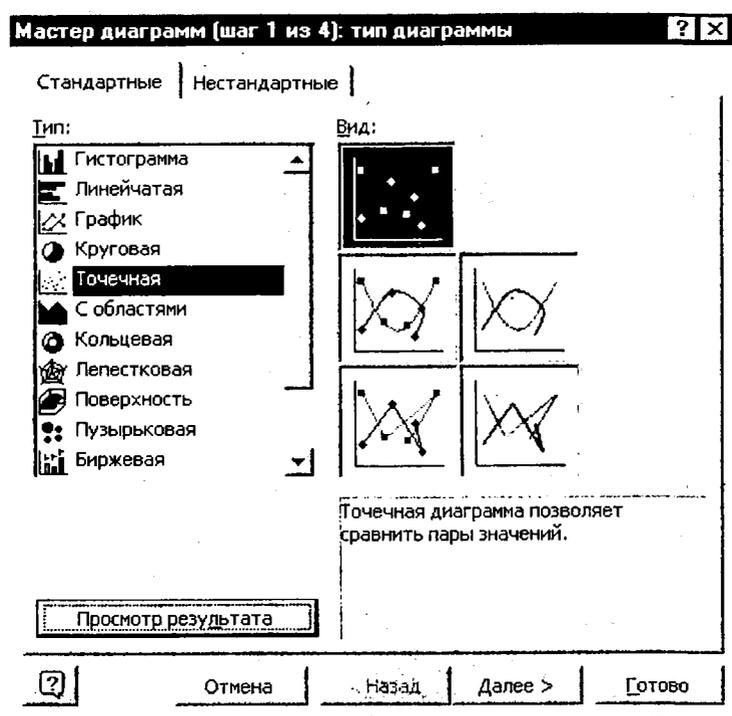


Рис. 14.2. Диалоговое окно Мастера диаграмм

На экране появляется точечная диаграмма. Известными студентам младших курсов методами выбираем удобное место и размер диаграммы.

Построить линию тренда и уравнение с оценкой параметров

Левой кнопкой мыши щелкнуть на любой статистической точке диаграммы.

Правой кнопкой мыши вызвать контекстное меню, в нем – команду Добавить линию тренда. На экране появляется диалоговое окно линий тренда (рис. 14.3).

Выберем линейную линию тренда и перейдем к листу Параметры.

В открывшемся диалоговом окне параметров (рис. 14.4) пометим галочкой опции показывать уравнение на диаграмме и поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации (R^2).

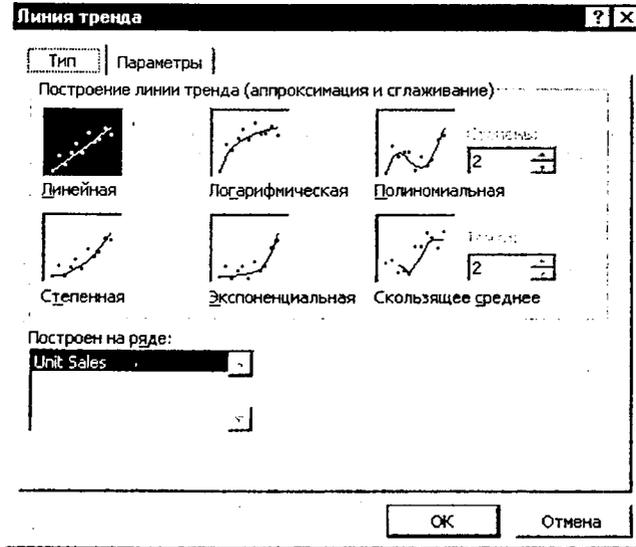


Рис. 14.3. Диалоговое окно линий тренда

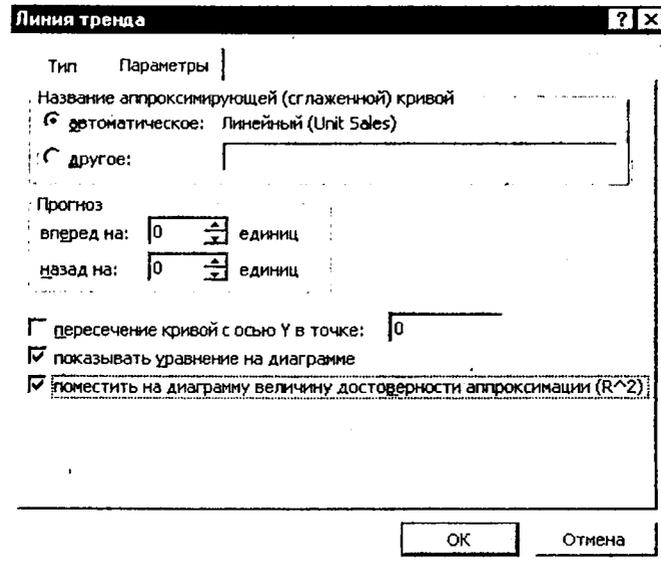


Рис. 14.4. Диалоговое окно параметров отображения результатов анализа регрессии

На экране (см. рис. 14.1) появляется уравнение с числовыми параметрами и коэффициент достоверности оценки параметров. Студент получил, проглотил и забыл готовое решение.

С методической точки зрения для лучшего освоения целесообразно растянуть удовольствие студента от лабораторной работы. Вначале пусть выберут только тренд, потом только уравнение, затем только коэффициент достоверности оценки параметров. У преподавателя и студента появляется время вспомнить теорию и обсудить результаты.

Анализ результатов

В результате обработки статистических данных графическими методами и алгоритмом наименьших квадратов получено уравнение зависимости объема продаж от затрат на рекламу. Получены числовые значения параметров и оценка их достоверности. С увеличением затрат на рекламу объемы продаж увеличиваются. Наша маленькая модель готова для применения в прогнозировании и планировании.

Расширение работы. Студентам рекомендуется предложить модели зависимости объема продаж и от других факторов.

14.3. Влияние цены на объем продаж, однофакторная регрессия

Определение проблемы

В теории и практике экономического равновесия макро- и микроэкономик всегда рассматриваются функции зависимости спроса и предложения от цены товаров. Предполагается, что функцию платежеспособного спроса достаточно точно отражает статистика объемов продаж в зависимости от цены при условии, что предложение всегда не меньше спроса. Имея данные за предыдущий период по объемам продаж и ценам, можно построить модель и оценить ее параметры. В дальнейшем модель используется для прогнозирования и планирования объемов продаж. Мы также будем использовать эту модель в лабораторной работе по исследованию экономического равновесия в системе Matlab_SIMULINK.

Цель работы – на основе заданных статистических данных построить математическую модель зависимости объемов продаж от цены товара и численно оценить параметры модели.

Методика выполнения задания

Полностью совпадает с представленной выше методикой оценки параметров модели зависимости объема продаж от затрат на рекламу.

Заполнить второй лист вашей книги данными в соответствии с рис. 14.5. Здесь добавлен столбец статистических данных по ценам товара.

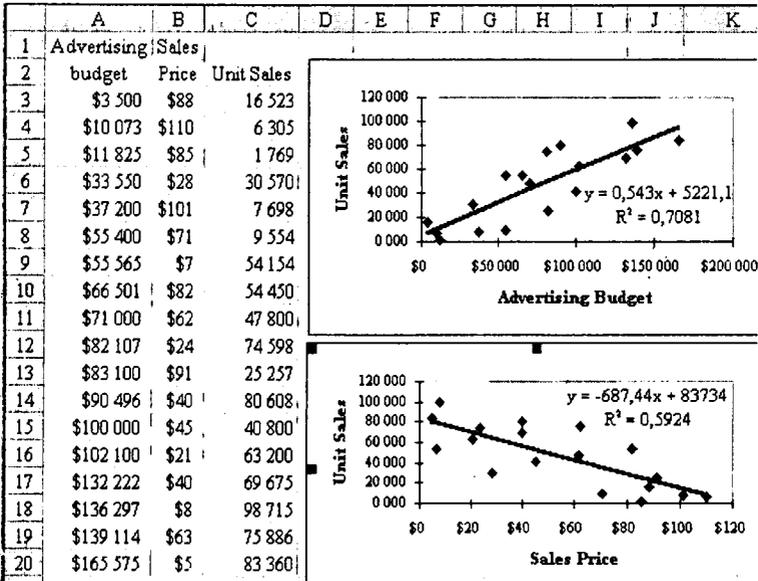


Рис. 14.5. Таблица с исходными данными, графиками и формулами с оценкой параметров линейных однофакторных моделей зависимости объемов продаж от затрат на рекламу и цены товара

Имея опыт решения первой задачи, обычно студенты самостоятельно и быстро решают вторую задачу.

Анализ результатов

В результате обработки статистических данных графическими методами и алгоритмом наименьших квадратов получено уравнение зависимости объема продаж от цены товара. Получены числовые значения параметров и оценка их достоверности.

С увеличением цены объемы продаж уменьшаются, сокращается платежеспособный спрос. Наша маленькая модель готова для применения в прогнозировании, планировании и исследовании рыночного равновесия.

14.4. Совместное влияние затрат на рекламу и цены на объем продаж, оценка параметров двухфакторной линейной модели

Цель работы – на основе заданных статистических данных линейной регрессией оценить параметры двухфакторной модели зависимости объемов продаж от затрат на рекламу и цены.

Методика выполнения задания

Параметры линейной многофакторной модели оцениваются в Excel с помощью статистической функции LINEST (linear estimation – линейная оценка), в русской версии программы она называется ЛИНЕЙН.

Порядок выполнения задания. Загрузить Excel, открыть третий лист рабочей книги и ввести в него исходные данные в соответствии с рис. 14.6.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Advertising	Sales						
2	budget	Price	Unit Sales					
3	\$3 500	\$88	16 523					
4	\$10 073	\$110	6 305					
5	\$11 825	\$85	1 769			LINEST(C3:C20,A3:B20,TRUE,TRUE)		
6	\$33 550	\$28	30 570					
7	\$37 200	\$101	7 698			ЛИНЕЙН(C3:C20;A3:B20;ИСТИНА;ЛОЖЬ)		
8	\$55 400	\$71	9 554		a2	a1	a0	
9	\$55 565	\$7	54 154	-358,4634	0,3818	36842,9713		
10	\$66 501	\$82	54 450					
11	\$71 000	\$62	47 800			Y = -358,46*X2 + 0,38*X1 + 36842,97		
12	\$82 107	\$24	74 598					
13	\$83 100	\$91	25 257					
14	\$90 496	\$40	80 608					
15	\$100 000	\$45	40 800					
16	\$102 100	\$21	63 200					
17	\$132 222	\$40	69 675					
18	\$136 297	\$8	98 715					
19	\$139 114	\$63	75 886					
20	\$165 575	\$5	83 360					
21	X1	X2	Y					

Рис. 14.6. Таблица с исходными данными и применением функции ЛИНЕЙН для оценки параметров модели зависимости объемов продаж от затрат на рекламу и цены товара

Слева в таблице расположены исходные статистические данные. Вверху олонок – названия показателей, внизу, в рамке обозначения факторов, X1 – араты на рекламу, X2 – цена товара и функции Y – объем продаж.

Справа в колонках E:G показан синтаксис функции ЛИНЕЙН в английском и русском вариантах. Ниже даны обозначения параметров модели a_2 , a_1 , a_0 и их вычисленные значения. Затем представлено итоговое уравнение модели.

Функция ЛИНЕЙН рассчитывает статистику для ряда данных с применением метода наименьших квадратов. Функция вычисляет массив параметров и задается в виде формулы массива. Вы должны выделить диапазон, в котором желаете отобразить результаты, ввести функцию и нажать $\text{Ctrl} + \text{Shift} + \text{Enter}$. Формула массива заключается в фигурные скобки. Эту формулу вы видите на экране (см. рис. 14.6) в строке формул. ЛИНЕЙН может также отображать дополнительную регрессионную статистику. Выделенный диапазон для отображения результатов должен содержать количество клеток в первой строке не менее количества определяемых параметров. Если вы желаете получить дополнительные статистические оценки регрессии, то диапазон массива должен содержать не менее пяти строк.

Синтаксис функции:

ЛИНЕЙН(известные_значения_у;известные_значения_х;конст;статистика)

В нашем примере Y задается диапазоном продаж C3:C20, статистические данные факторов рекламы и цены задаются матрицей A3:B20.

Конст – это логическое значение, которое указывает, требуется ли, чтобы константа свободный член a_0 была равна нулю.

Если конст имеет значение ИСТИНА или опущено, то a_0 вычисляется обычным образом.

Если конст имеет значение ЛОЖЬ, то a_0 полагается равным нулю.

Статистика – это логическое значение, которое указывает, требуется ли отобразить в массиве результатов дополнительную статистику по регрессии.

Если статистика имеет значение ИСТИНА, то функция ЛИНЕЙН возвращает дополнительную регрессионную статистику.

Если статистика имеет значение ЛОЖЬ или опущена, то функция ЛИНЕЙН возвращает только коэффициенты a_i и постоянную a_0 .

Дополнительная регрессионная статистика включает: стандартные значения ошибок для параметров, коэффициент детерминированности, стандартную ошибку для оценки Y, F-статистики и др.

Неприятная особенность функции, что она принимает последовательность независимых переменных в порядке увеличения их номера (столбца), а параметры выводит в обратном порядке.

Анализ результатов

В результате обработки статистических данных функцией ЛИНЕЙН методами и алгоритмом наименьших квадратов получены числовые значения параметров и оценка их достоверности. Получено уравнение зависимости объема продаж от цены товара и затрат на рекламу.

С увеличением цены объемы продаж уменьшаются, сокращается платежеспособный спрос, а с увеличением затрат на рекламу продажи увеличиваются.

Наша маленькая модель готова для применения в прогнозировании, планировании и исследовании рыночного равновесия.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Определение проблемы оценки параметров моделей.
2. Технологию оценки параметров однофакторных моделей с использованием мастера диаграмм.
3. Технологию оценки параметров многофакторных моделей с использованием функции ЛИНЕЙН.
4. Формулы моделей зависимости продаж от затрат на рекламу и цены.
5. Графики функций.
6. Заключение: сравнение теоретических, действующих в экономике и экспериментальных данных; предложения по использованию результатов работы; предложения по модификации, расширению и организации лабораторной работы.

Контрольные вопросы для допуска и защиты работы

1. Почему актуальна проблема оценки параметров моделей?
2. Сформулировать цель работы.
3. Написать примеры формул моделей и пояснить их элементы.
4. Рассказать о порядке выполнения работы в Excel.
5. Дать характеристику исходных данных для оценки параметров моделей.

15. Экономическая динамика, введение в MATLAB/SIMULINK

Excel – прекрасный, почти святой, инструмент экономиста. Недаром на его иконке изображены два скрещенных меча. В нем много статистических, финансовых функций, есть оптимизатор и др. Но для анализа, прогноза и планирования экономической динамики он слабо приспособлен. А ведь вся экономическая теория рассматривает в основном именно динамические проблемы, гипотезы и закономерности. Для организации хорошего приложения в Excel экономисту приходится отвлекаться от экономики и заниматься серьезным программированием в Visual Basic for Application. Прекрасные экономические идеи студентов, аспирантов и преподавателей безвозвратно запутываются в сети циклов, условных и безусловных переходов, объектов, методов, подпрограмм и функций.

В то же время в математических и технических вузах РФ широко преподается математический программный инструмент MATLAB. Для него как надстройки (Toolboxes) разработаны многие спецприложения для анализа технических систем управления. Он также предоставляет экономистам финансовый пакет FinancialToolbox, связь с Excel – ExcelLink, связь с Word – Notebook.

Особый интерес для экономистов представляет инструмент SIMULINK, разработанный специально для моделирования динамических систем. Он имеет библиотеку стандартных графических блоков со встроенными математическими функциями. Иногда его называют инструментом графического или визуального программирования. Студент или исследователь "таскает" мышью из библиотеки блоки в окно модели, соединяет их информационными линиями. Создав модель, студент запускает ее и наблюдает результаты моделирования в окнах графопостроителей и цифровых дисплеев.

В пособии дается очень краткое описание технологии работы в MATLAB, поскольку на русскоязычном рынке есть несколько прекрасных книг. Несколько шире знакомим с SIMULINK, поскольку специальных учебников для экономистов по нему нет. Да поможет вам Help! Хотя он достаточно скромнен и объясняет лишь параметры блоков и технику манипуляций с объектами и методами. Предполагается грамотность пользователя в своей области и знание основ моделирования систем.

Программный комплекс MATLAB/SIMULINK предназначен для решения математических и инженерных задач. Он широко применяется при разработке систем управления. MATLAB разработан и поставляется фирмой

Math Works, Inc. Фирма рекламирует его как язык технических вычислений. Экономисты используют его для исследования, анализа, планирования и прогнозирования экономической динамики. В компьютерном классе с MATLAB/SIMULINK студенты могут выполнять лабораторные работы по многим экономическим дисциплинам.

Версии MATLAB R2007b и SIMULINK 7.0 известны на российских рынках с сентября 2007 г. MATLAB развивается и требует все больше оперативной памяти. Фирма рекомендует не менее 128 Мбайт. Некоторые вузы не успевают обновлять компьютерный парк по скорости процессоров и объемам памяти. Не хватает денег. Приходится преподавать на старых версиях. Поэтому мы будем перемешивать примеры для новых и старых версий. Экономическая суть задач не изменится, немного меняется технология моделирования.

MATLAB – это матричная лаборатория, матричные объекты, матричные алгоритмы и матричные вычисления. Таблица экономических показателей – это матрица. Строка и графа – это векторы, т. е. матрица. Одно число – тоже матрица единичной размерности.

MATLAB работает почти во всех областях математики и инженерии. Он используется для решения алгебраических и дифференциальных уравнений, интегрального исчисления, символьных вычислений и др.

На базе MATLAB разработаны прикладные пакеты для многих профессий. Это SIMULINK для моделирования систем управления; средства цифровой обработки изображений, поиска решений на основе нечеткой логики; аппарат построения и анализа нейронных сетей; средства финансового анализа и целый ряд других добавок (Add Ins). Всего их более 30, и они называются Toolboxes – наборы инструментов.

Для взаимодействия с MS Word как живой книгой используется программа Notebook. Для взаимодействия с любимцем экономистов – MS Excel используется программа ExcelLink.

Установка MATLAB, файловая система

Возможна сетевая или локальная установка MATLAB. Полная версия на двух CD-ROM занимает около 1,5 Гбайт на жестком диске. Для лабораторных работ по экономике достаточно 400 Мбайт. Можно задать индивидуальную конфигурацию системы, пометив галочкой в диалоговом окне инсталляции только необходимые программы. Для "вычеркивания" раздела из списка достаточно убрать галочку в соответствующей строке, щелкнув на ней левой кнопкой мыши. Наличие в списке ядра MATLAB при первоначальной установке является обязательным.

При изменении потребностей пользователя конфигурацию можно изменить. Надо повторить процедуру установки, пометив галочкой дополнительные программы.

При завершении установки на Рабочем столе компьютера появляется ярлык MATLAB со значком в форме трехмерного матлабовского графика.

В окне проводника Windows на рис. 15.1 можно ознакомиться с файловой системой MATLAB.

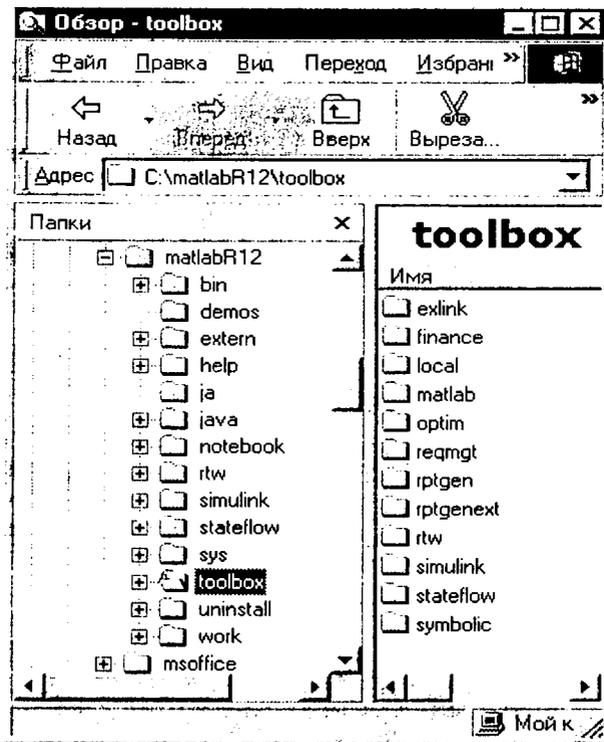


Рис. 15.1. Файловая система MATLAB

В левом окне проводника в папке matlabR12 мы видим системные и прикладные файлы. Экономиста интересуют приложения. Первое из них – это папка demos. В ней сосредоточены демонстрационные примеры для скорейшего понимания и усвоения техники MATLAB. К сожалению, там только технические демонстрации, экономики нет.

Далее папка help с обширной помощью в форматах HTML и pdf для всех продуктов, работающих в среде MATLAB.

Notebook – это пакет для совместной работы с MATLAB и MS Word. Вы можете в Word писать программы для MATLAB. Из текстового процессора Word вы можете запускать MATLAB, и он передаст в Word результаты вычислений или графику. Документ Word становится живой книгой.

Далее идут системные файлы SIMULINK.

Toolbox (набор инструментов) – это специальные профессиональные программные системы, созданные на базе MATLAB и работающие на его ядре.

В правом окне проводника выделена файловая система Toolbox. Ее состав зависит от нашего выбора приложений во время установки MATLAB. Мы выбрали лишь наиболее полезные пакеты для лабораторных работ по экономике.

Exlink – для совместной работы MATLAB и Excel.

Finance – это пакет для финансовых вычислений. Здесь больше финансовых функций и программ, чем в Excel, но интерфейс для экономиста в Excel удобнее.

Optim – большой пакет с разнообразием алгоритмов для задач большой размерности. Вероятно, хорош для математиков, далеких от практических экономических задач. В Excel небольшое разнообразие алгоритмов оптимизации, недостаточная размерность задач, но прекрасный для экономистов интерфейс, позволяющий быстро решать аналитические, прогнозные и плановые задачи.

Rptgen – генераторы отчетов.

Rtw(real time workshop) – генератор кодов на языках C, ADA и др. из программ MATLAB, SIMULINK и др.

Stateflow – рекомендуется для моделирования событийных систем управления. К сожалению, применение его в экономике пока неизвестно.

Symbolic – пакет для символьных математических преобразований формул и уравнений.

Типы файлов.

При работе с SIMULINK в основном используются файлы трех типов.

m-файлы (с расширением .m) – файлы, содержащие тексты программ на языке MATLAB. В виде m-файлов реализованы все библиотечные функции MATLAB. По умолчанию m-файлы открываются с помощью собственного редактора/отладчика MATLAB.

mdl-файлы (с расширением .mdl) – файлы моделей SIMULINK. Они могут быть открыты либо с помощью SIMULINK (в виде графического окна с

блок-схемой), либо в виде текста с помощью редактора/отладчика MATLAB.

MAT-файлы (с расширением .mat) – файлы данных, хранящиеся в рабочем пространстве (Workspace) MATLAB. Они либо вводятся вручную в командном окне, либо записываются в эту оперативную память из любого пакета MATLAB или из любого приложения, взаимодействующего с MATLAB, например Excel или Word. Любые приложения могут читать эти данные.

Запуск MATLAB, интерфейс: окна, меню, кнопки

Для запуска MATLAB надо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на его ярлыке.

При загрузке MATLAB появляется заставка (рис. 15.2).

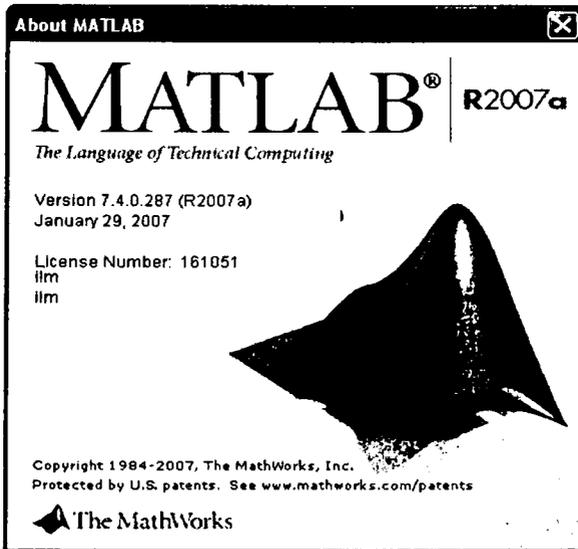


Рис. 15.2. Логотип MATLAB

Затем появляется рабочий стол MATLAB с вложенными окнами (рис. 15.3). Чтобы студенты не путали рабочие столы MATLAB и Windows, будем называть стол MATLAB главным окном.

Слева в главном окне расположено окно **Launch Pad** – стартовая площадка для освоения MATLAB. Мы видим здесь продукты, которые заказали во время инсталляции. Раскроем папки продуктов и увидим папки **Help** (текстовая помощь), **Demos** (демонстрационные примеры), **Product Page**

(Web-страница продуктов фирмы MathWorks, Inc. на сайте фирмы в Интернете).

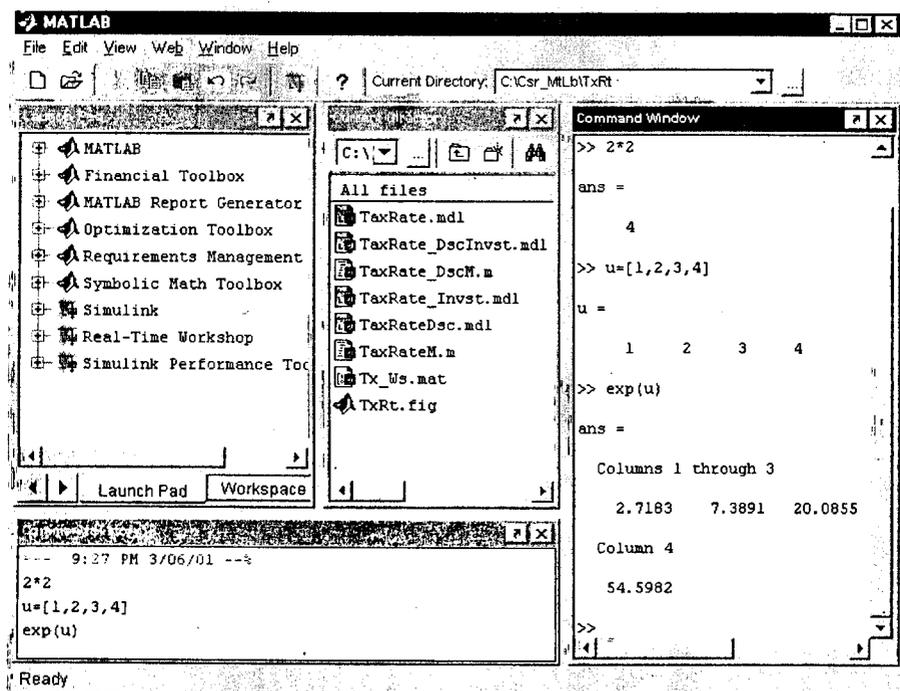


Рис. 15.3. Окна MATLAB

В этом же окне можно переключиться на лист **Workspace**. Это рабочее пространство MATLAB. В этой оперативной памяти сохраняются все данные рабочей сессии MATLAB, SIMULINK и других инструментов. Их всегда можно просмотреть или обработать любым инструментом.

В центре расположено окно **Current Directory** – текущий, рабочий справочник (папка). Терминология сохранилась от старой операционной системы MS DOS. Чтобы MATLAB мог увидеть вашу программу (m-файл) или функцию, надо установить текущей папку, в которой находится эта функция.

Внизу находится окно **Command History** (история команд) – это протокол вашей работы.

Справа расположено **Command Window** – окно для ввода и исполнения команд.

Окно MATLAB представляет собой стандартное окно Windows-приложения и содержит все основные компоненты такого окна:

- строку заголовка с кнопками управления окном;
- строку меню (основное меню приложения);
- панель инструментов;
- рабочее поле;
- строку состояния;
- вертикальную и горизонтальную полосы прокрутки.

Строка меню MATLAB содержит следующие команды:

File (файл) – команды для работы с файлами и настройки системы;

Edit (правка) – команды редактирования информации, отображенной в рабочем поле окна;

View (вид) – команды управления форматом окна;

Web – связь по Интернету с фирмой по многим вопросам приобретения, регистрации, консультаций, применения MATLAB;

Window (окно) – список открытых окон приложения;

Help (справка) – команды вызова средств поддержки пользователя.

Команды меню File

New – создать;

Open – открыть;

Close Launch Pad – закрыть окно начального знакомства с MATLAB;

Import Data – прием данных из других приложений;

Save Workspace As... – сохранить рабочую область как...;

Set Path – выбор рабочей папки;

Preferences (предпочтения) – настройка форматов чисел, экрана и других параметров для умолчания, то, что обычно в офисных продуктах делается в меню Сервис;

Print – печать;

Print Selection – печать выделенного.

Далее – список файлов, открывавшихся в прошлом и текущем сеансе работы с MATLAB. Вначале этот список пуст.

Exit MATLAB – выход из MATLAB.

Команды меню Edit

Они аналогичны командам офисных пакетов.

Команды **Clear** стирают содержимое окон: командного, истории и рабочего пространства.

Команды меню View (вид)

Здесь расположены команды показа или скрытия окон, а также команда **Undock**, которая позволяет вывести любое текущее окно из главного окна на рабочий стол Windows.

Help – справочная система

Help browser – это Web browser, встроенный в экран MATLAB и отображающий документы в формате Интернета HTML. Все продукты MathWorks Inc. можно получить по Интернету.

Предоставляется также справочная система в формате PDF. Для просмотра документации в формате PDF необходимо установить программу чтения файлов такого формата Acrobat Reader из семейства продуктов Adobe компании Adobe Systems Inc. Эта программа входит в комплект поставки MATLAB и может быть установлена по желанию пользователя в процессе установки пакета. Формат PDF является, пожалуй, наиболее удобным для получения "твердой" копии документации.

Справочник по функциям MATLAB содержится в разделе Reference. В нем – сведения о назначении и параметрах, а также примеры использования функций MATLAB, входящих в состав рабочей конфигурации пакета.

Изменение конфигурации приводит к изменению списка функций, по которым может быть получена справка.

Чтобы получить полную информацию по интересующему разделу, достаточно щелкнуть в соответствующей строке. В поле просмотра появится список функций, входящих в этот раздел, с указанием назначения каждой из них. Щелкнув на нужной функции, можно получить о ней более подробные сведения.

Ниже строки меню расположены кнопки команд меню. Они стандартны для Windows-приложений. Но предпоследняя (перед кнопкой ?) зеленая с красным левым нижним уголком – это кнопка вызова SIMULINK.

Editor/debugger – редактор/отладчик программ.

Для автоматизации управления экономическими экспериментами с моделями SIMULINK приходится писать программы на языке MATLAB. Программы (m-файлы) пишутся и отлаживаются в редакторе/отладчике. Он вызывается, когда из меню File MATLAB мы открываем новый или существующий m-файл.

Для примера окно отладчика с программой управления экспериментами над имитационной моделью налогообложения показано на рис. 15.4.

Программа пишется как в обычном текстовом редакторе. В меню имеется лишь два раздела, относящиеся к отладке: Debug и Breakpoints.

Для выполнения лабораторных работ на отлаженной модели экономики наиболее полезна команда Run из раздела Debug. Она запускает про-

грамму на исполнение и манипуляции с моделью SIMULINK. Этой же программой обрабатываются и отображаются результаты экспериментов.

```

C:\Csr_MtLb\TxRt\TaxRateM.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
1 %Optimal profit tax rate simulation
2 %File: C:\Csr_MtLb\TxRt\TaxRateM.m and TaxRate.mdl
3 %*****
4 %Set model Path
5 path(path,'C:\Csr_MtLb\TxRt')
6 %*****
7 %Load and Run TaxRate.mdl
8 open_system('TaxRate')
9 TaxRate=[0:0.05:0.4]
10 for Rntb = 0.2:0.1:1
11 sim('TaxRate')
12 plot(TaxRate, ScopeData(end,2:end))
13 hold on
14 grid
15 end
16 hold off
17 %***** end TaxRateM.m program *****
Ready
  
```

Рис. 15.4. Окно отладчика с программой управления экспериментами над имитационной моделью налогообложения

Breakpoints – точки останова. Ими помечают строки программы для останова и анализа поэтапного исполнения программы при ее отладке.

Простые вычисления в командном режиме

В MATLAB можно различать два режима работы: вычисления в командном режиме и исполнение программ, записанных на его языке.

В командном окне представлен символ `>>`, означающий готовность MATLAB к исполнению команд оператора. Они выполняются как в любом калькуляторе, например Бейсика или Excel.

В командном окне (см. рис. 15.3) мы ввели выражение $2*2$. Чтобы его вычислить (исполнить), нажмите клавишу Enter. Получим ответ `ans = 4`. Затем MATLAB показал знак готовности к исполнению новых команд `>>`.

Вместо числа мы можем ввести матрицу или вектор, например:

```
u = [1,2,3,4].
```

Нажмем клавишу исполнения Enter и получим ответ

```
u = 1 2 3 4.
```

MATLAB может вычислять практически все математические функции. Например, на рис. 115.3 в окне он использует наш вектор `u` и вычисляет вектор экспоненциальных функций `exp(u)` в векторной переменной `ans`.

Можно ввести последовательность команд. Если команда не заканчивается символом точки с запятой (;), то она выполняется сразу же после нажатия клавиши Enter.

Использование разделителя в виде точки с запятой позволяет вводить в рабочем поле последовательность команд, которая будет выполнена только в том случае, если после очередной команды не стоит этот символ. Если выполнение команды приводит к вычислению некоторого значения (скалярного или матрицы), то оно запоминается в рабочей области MATLAB в переменной с именем ans (от англ. answer – ответ). Значение, занесенное в переменную ans, выводится на экран сразу после вычисления в форме ans = значение (число, вектор, матрица).

Программирование в MATLAB, управление SIMULINK

Программа на языке MATLAB пишется в редакторе/отладчике или в любом другом текстовом редакторе. Язык прост и похож по конструкциям (см. рис. 15.4) на большинство языков программирования. Он использует широкий набор функций MATLAB, но здесь уже надо знать их математический и экономический смысл и синтаксис.

В нашей программе налоговая модель SIMULINK запускается функцией sim('TaxRate') в строке 11. Результаты моделирования в SIMULINK переданы в рабочую область MATLAB в матрицу ScopeData, и программа функцией plot (строка 12) чертит графики результатов моделирования в SIMULINK. Программа управляет экспериментами над моделью, задавая вектор налоговых ставок (строка 9) и меняя рентабельности модели бизнеса в цикле for (строки 10–15).

16. Работа в SIMULINK

SIMULINK – это компьютерная программная система для моделирования систем управления. SIMULINK работает под управлением MATLAB и использует для моделирования все его возможности. Им моделируют линейные, нелинейные, непрерывные, дискретные и гибридные системы.

Модель исследуемой системы составляется в виде блок-схемы. Блоки таскаются мышью из библиотеки типовых блоков SIMULINK, являющихся моделями элементов технических или экономических систем. Каждый типовой блок является объектом с графическим начертанием, графическим и математическим символом, выполняемой программой и числовыми или формульными параметрами. Блоки соединяются линиями, отображающими движение материальных, финансовых и информационных потоков между объектами.

Модели могут быть иерархическими, т. е. включать подсистемы в виде одного блока. Двойным щелчком мыши на блоке подсистемы открываем содержимое этой подсистемы (более низкий уровень иерархии).

После построения модели можно моделировать, используя различные методы интегрирования дифференциальных уравнений, как из меню SIMULINK, так и из командной строки MATLAB. Используя блок Scope (графопостроитель) или Display (числовое отображение), можно просмотреть результаты моделирования.

Результаты моделирования могут быть переданы в рабочую область MATLAB для последующей обработки и визуализации. Рабочая область (Workspace) – это оперативная память MATLAB, она энергозависима. В ней сохраняются все результаты моделирования, пока вы не выдернули штепсель питания компьютера из розетки или Чубайс не отключил электричество.

Запуск SIMULINK

SIMULINK запускается из MATLAB. Его лейбл представлен на рис. 16.1. Есть два варианта запуска SIMULINK:

1. В командном окне MATLAB ввести команду SIMULINK.
2. В строке инструментов главного окна MATLAB щелкнуть по кнопке SIMULINK (зеленая с красным пятнышком слева внизу, слева от знака ?).



Рис. 16.1. Логотип SIMULINK

Браузер библиотеки блоков SIMULINK

На экране появляется браузер библиотеки блоков SIMULINK (рис. 16.2).

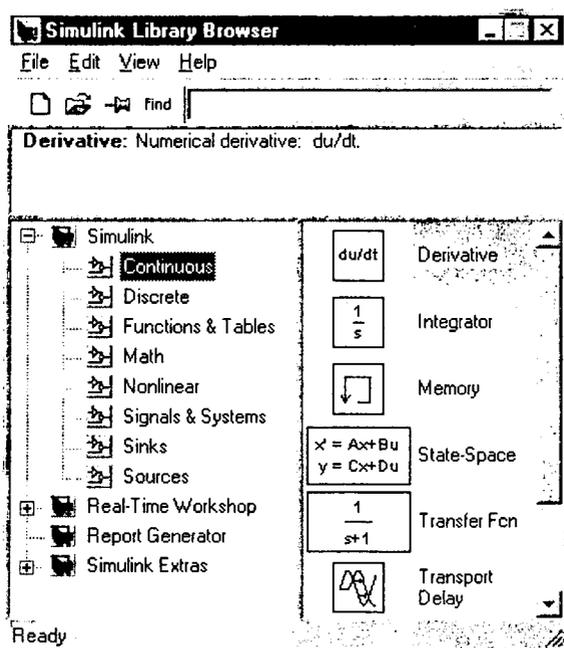


Рис. 16.2. Библиотека типовых блоков SIMULINK

Браузер изображает библиотеки блоков тулбоксов (в том числе и библиотеки SIMULINK) в виде трехуровневого иерархического дерева. Уровни иерархии следующие:

- тулбокс (например, SIMULINK);
- библиотека (например, Continuous);
- блок (например, Integrator).

Для открытия соответствующего уровня иерархии служит знак '+' слева от имени тулбокса или библиотеки.

В верхней части окна браузера расположены 3 кнопки и одно поле ввода:

- Создать новую модель (изображен белый лист);
- Открыть существующую модель (изображена открытая желтая книга);
- Зафиксировать окно браузера библиотек на переднем плане (похоже на катушку для ниток);
- Поиск блока (find).

Для поиска необходимо ввести в поле справа от кнопки имя или часть имени блока. После нажатия кнопки блок будет найден.

В правом окне браузера показано графическое изображение блоков с формулами математической модели блоков или графическим типом вырабатываемого сигнала и названием (именем) типового блока, принятым в теории управления.

При разработке модели мы будем мышью перетаскивать (копировать) картинки блоков из библиотеки в окно нашей модели.

Окно модели и меню

Окно модели SIMULINK (рис. 16.3) – это типовое окно Windows-приложений.

В меню **Edit** добавлены команды установки параметров блоков и маскирования подсистем.

В меню **Simulation** определены команды начала моделирования и установки параметров режима моделирования.

16.1. Окончание сессии SIMULINK

Традиционными для Windows способами закрываются окна SIMULINK и MATLAB.

16.2. Создание новой модели

Для создания новой модели используется традиционная для Windows команда меню File > New браузера. Для открытия и редактирования имеющейся модели – File > Open. При этом раскрывается пустое или заполненное моделью окно SIMULINK.

Вначале надо ознакомиться с библиотекой блоков. Нарисовать на бумаге первую редакцию вашей блочной модели. Затем садиться за компьютер.

Создадим поэтапно простейшую модель беспроцентного накопительно-го счета (пенсионного, образовательного, свадебного и др.).

Выполним команду меню File > New. Появляется новое пустое окно модели с именем untitled.

Найдем в библиотеке раздел Continuous (системы непрерывного времени) и в нем Integrator (накопитель). Обычно при слове "интеграл" бухгалтеры падают в обморок, а менеджеры хватаются за пистолет. Интеграл – это всего лишь накопитель, аккумулятор ваших денежных или материальных средств.

Мышью затащим Integrator в окно модели (рис. 16.3). Подобную процедуру студенты не раз выполняли на младших курсах при изучении информатики и рисовании финансовых, хозяйственных и бухгалтерских схем в текстовом процессоре Word и табличном процессоре Excel. Стрелка слева указывает на вход интегратора, т. е. возможность подключения входного потока средств. Треугольник справа блока является его выходным сигналом и означает запас (сальдо) в накопителе.

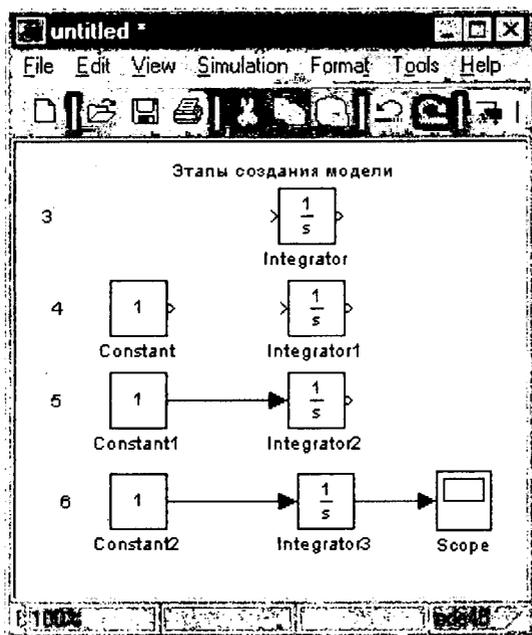


Рис. 16.3. Этапы создания модели

Будем ежемесячно вкладывать в фонд рубли (можно тысячи и миллионы). Для этого из раздела Sources затащим мышью блок-константу.

Создадим линию потока средств от константы к интегратору. Наведем курсор на выход константы. Курсор из стрелки превращается в крест. Протянем мышью до стрелки входа интегратора. Крест раздвигается. Отпускаем кнопку мыши. Произошло соединение блоков. Исчезли знаки входных и выходных портов блоков.

Для просмотра динамики денежек на нашем счете из библиотеки Sinks вытащим в модель графопостроитель Scope. Соединим с ним линией интегратор.

Запустим модель: меню Simulation > Start.

Просмотрим результаты моделирования. Дважды щелкнем по блоку Scope. Увидим график (рис. 16.4).

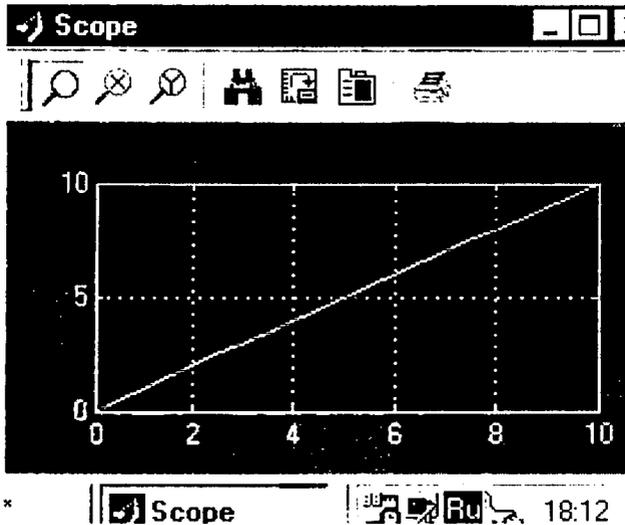


Рис. 16.4. График накопления средств в интеграторе

Ось времени (10 месяцев) обозначена внизу. Вертикальная ось показывает накопление денег при вкладах по рублю в месяц. За 10 месяцев мы накопим 10 руб.

Редактирование модели

Для выполнения операций над объектами модели (блоками, линиями, именами) их надо выделить (селектировать).

Выделение одного объекта. Для выделения объекта необходимо щелкнуть на нем мышью. Появляются черные метки в углах выделенного блока или в начале и конце линии.

Выделение нескольких объектов. Для выделения нескольких объектов *по одному* необходимо нажать клавишу Shift и щелкнуть на каждом из выбираемых объектов. Если щелкнуть по объекту повторно, он становится невыделенным.

Для выделения нескольких объектов *с помощью объединительного бокса* установите курсор в начало области блоков, которые хотите объединить. При нажатой клавише протащите мышью по диагонали в конец диапазона. Пунктирный прямоугольник окружит выбранные блоки и линии. Отпустите клавишу мыши. Блоки и линии, попавшие в бокс, будут выделены.

Выделение всей модели. Для выделения всех объектов в активном окне выберите команду Select All в меню Edit или нажмите Ctrl + A.

Операции с блоками

Блоку как объекту присущи методы, т. е. операции, которые может выполнять либо он, либо которые могут выполняться над ним. Выделите блок и вызовите контекстное меню правой кнопкой мыши. Вы увидите набор разрешенных для блока операций.

Копирование блоков из одного окна в другое. При создании и редактировании модели необходимо копировать блоки из библиотеки или другой модели в текущую модель. Выполнение данной операции состоит из следующих шагов.

Откройте требуемую библиотеку или окно модели.

Переместите требуемый блок в окно создаваемой (редактируемой) модели. Для этого установите курсор *внутри* пиктограммы блока, нажмите и удерживайте левую клавишу мыши. Переместите курсор в требуемое окно и отпустите клавишу мыши.

Данную операцию можно также выполнить, используя команды Copy и Paste из меню Edit:

- Выделите блок, который необходимо скопировать.
- Выберите команду Copy из меню Edit.
- Сделайте активным окно, в которое необходимо скопировать блок.
- Выберите команду Paste из меню Edit.

SIMULINK присваивает имя каждому из скопированных блоков. Первый скопированный блок будет иметь такое же имя, как и блок в библиотеке. Каждый последующий блок будет иметь то же имя с добавлением порядкового номера. При копировании блок получает те же значения параметров, что и исходный блок.

Копирование блоков внутри модели

- Нажать клавишу Ctrl.
- Установить курсор на дублируемый блок, нажать левую клавишу мыши и переместить копию блока в новое положение.
- Отпустить клавишу мыши и клавишу Ctrl.

Данную операцию можно выполнить, нажав правую клавишу мыши и переместив копию блока в новое положение.

При дублировании новые блоки получают значения всех параметров старых блоков.

Перемещение блоков внутри модели

Для перемещения одного блока внутри окна модели необходимо переместить блок в новое положение. SIMULINK автоматически перерисует линии связи к перемещенному блоку.

Для перемещения нескольких блоков, включая соединительные линии, необходимо выполнить следующие действия:

- Выделите блоки и линии.
- Переместите блоки и линии в новое положение и отпустите клавишу мыши.

Изменение размера блока

Выделить блок. Навести курсор на любую угловую метку. Стрелка курсора раздвоится.левой кнопкой мыши таскайте ее. Размер блока будет меняться.

Удаление блоков

Выделите удаляемые блоки и нажмите клавишу Del или Backspace. Можно выбрать команду Clear.

Изменение ориентации блоков

В исходном положении сигнал проходит через блок слева направо (слева – входы, справа – выходы). Для изменения ориентации выделенного блока необходимо в меню Format использовать команды:

Flip Block – поворот блока на 180°;

Rotate Block – поворот блока по часовой стрелке на 90°.

Имена блоков

Все имена блоков в модели должны быть уникальными и содержать минимум один символ. Если блок ориентирован слева направо, то имя находится по умолчанию под блоком, справа налево – над блоком, сверху вниз – слева от блока, снизу вверх – справа от блока.

Для изменения имени блока необходимо щелкнуть на нем и отредактировать его, используя клавиши управления курсором, клавиши Del,

Backspace, Enter. Для окончания редактирования необходимо щелкнуть в любом другом месте окна.

Для изменения шрифта необходимо выделить блок, затем выполнить команду Font из меню Format. Далее необходимо выбрать шрифт из предложенного списка.

Для изменения местоположения имени выделенного блока есть две возможности:

- Лево́й кнопкой мыши передвинуть имя на противоположную сторону блока.
- Выполнить команду меню Format > Flip Name. Имя переместится на противоположную сторону блока.

Спрятать имя можно командой меню Format > Hide Name. Показать – командой Format > Show Name.

Задание параметров блока

Установка значений параметров блока выполняется в диалоговом окне блока. Для вызова диалогового окна блока необходимо дважды щелкнуть на блоке. Пример окна параметров константы приведен на рис. 16.5. У константы лишь один параметр – ее значение. У нас стоит 1 руб. Можем заметить единицу на любое число. Другие блоки могут иметь больше параметров, понять и подобрать которые удастся не сразу.

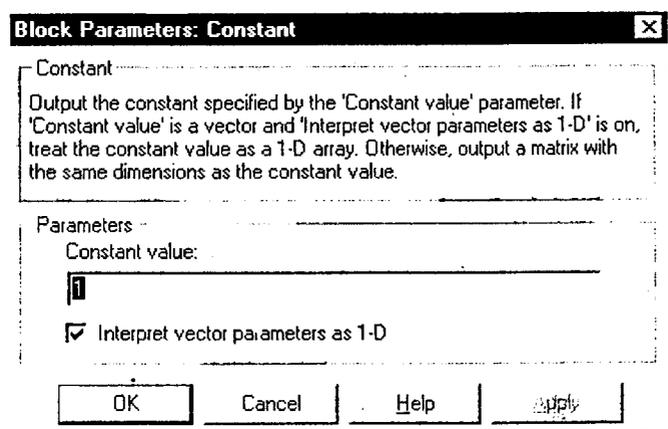


Рис. 16.5. Диалоговое окно установки параметров блока

Операции с линиями

Сигналы (материальные, денежные и информационные потоки) в модели передаются по линиям. Каждая линия может передавать скалярный или векторный сигнал. Линия соединяет выходной порт одного блока с входным

портом другого блока. Линия может также соединять выходной порт одного блока с входными портами других блоков посредством разветвления линии.

Создание линии между блоками. Для соединения выходного порта одного блока с входным портом другого блока необходимо выполнить следующие действия.

Наведите курсор на выходной порт с правой стороны блока. Стрелка заменится перекрестием.

Левой кнопкой мыши передвиньте курсор к входному порту второго блока. Перекрестие заменится двойным перекрестием.

Отпустите клавишу мыши. SIMULINK заменит символы порта соединительной линией с отображением направления передачи сигнала стрелкой.

Линии можно рисовать как от входного порта к выходному, так и наоборот, от выходного порта к входному.

SIMULINK рисует горизонтальные и вертикальные сегменты линий. Для создания диагональной линии нажмите и удерживайте клавишу Shift во время рисования.

Отсоединение блока от линий. Нажмите клавишу Shift и переместите блок в новое положение. Связи разорвутся. Неудобно, что рвутся все связи, а не одна.

Создание новой ветви линии. Разветвляющаяся линия начинается на существующей линии и передает ее сигнал к входному порту другого блока.

Установите курсор на точку линии, с которой должна начинаться разветвляющаяся линия.

Нажав и удерживая клавишу Ctrl, нажмите и удерживайте левую клавишу мыши.

Проведите линию к входному порту требуемого блока, затем отпустите клавишу Ctrl и клавишу мыши.

Создание разветвляющейся линии также возможно с помощью правой клавиши мыши.

Создание сегмента линии. Линии могут быть нарисованы посегментно. В этом случае для создания следующего сегмента линии необходимо установить курсор в конец предыдущего сегмента и нарисовать следующий сегмент.

Перемещение сегмента линии. Установите курсор на сегмент, который необходимо переместить.

Нажмите и удерживайте левую клавишу мыши.

Переместите курсор к новому положению сегмента.

Отпустите клавишу мыши.

Нельзя переместить сегмент, подключенный непосредственно к порту блока.

Разделение линии на сегменты. Выделите линию, щелкнув по ней мышью.

Установите курсор в точку, в которой линия должна быть разделена на два сегмента.

Удерживая клавишу Shift, нажмите и удерживайте клавишу мыши. Курсор примет вид окружности. На линии образуется излом.

Передвиньте курсор в новое положение излома.

Отпустите клавишу Shift и клавишу мыши.

Перемещение излома линии. Установите курсор на излом, затем нажмите и удерживайте левую клавишу мыши. Курсор примет вид окружности с центром в точке излома.

Передвиньте курсор в новую позицию.

Отпустите клавишу мыши.

Метки линий (сигналов)

Метка (имя, идентификатор) сигнала размещается над или под горизонтальной линией, слева или справа от вертикальной линии. Метка может быть расположена в начале, в конце или посередине линии.

Создание метки. Для создания метки сигнала необходимо дважды щелкнуть на линии и ввести текст метки. Щелкнуть надо точно на линии, иначе будет создан комментарий к модели, а не метка. Для завершения редактирования щелкните мышью в любой другой части модели.

Редактирование метки. Для редактирования метки сигнала необходимо ее выделить щелчком мыши. Традиционным для Windows способом изменить текст. Щелкнуть мышью за пределами контура метки.

Перемещение метки. Выделить метку. Протащить за контур стрелкой мыши к новому положению у линии.

Копирование метки. Передвинуть метку при нажатой клавише Ctrl к новому положению на линии.

Удаление метки. Для удаления метки нажмите и удерживайте клавишу Shift, выделите метку и удалите ее, нажав клавишу Del или Backspace.

Распространение метки. Распространение меток линии – это автоматический перенос имени метки к сегментам одной линии, разорванным с помощью блоков From/Goto, Mix.

Для распространения метки создайте во втором и последующих сегментах линии метки с именем <. После выполнения команды Update Diagram из меню Edit в этих сегментах автоматически будут проставлены метки.

Комментарии

Комментарии дают возможность вводить текстовую информацию о модели и ее составных частях. Комментарии можно вводить в любом свободном месте модели.

Для создания комментария дважды щелкните в любом свободном месте модели, затем введите комментарий в появившемся прямоугольнике.

Все операции с комментариями аналогичны операциям с метками, но они не привязаны к линиям или блокам.

Для изменения шрифта необходимо выделить комментарий, затем выбрать команду Font из меню Format. Далее выберите в окне диалога шрифт и его атрибуты: размер и т. д.

Сводные таблицы действий по редактированию блок-схем

Обозначения: ЛКМ – левая клавиша мыши, ПКМ – правая клавиша мыши. Действия мышью и клавиатурой при манипуляции блоками:

Задача	Действие
Выделение блока	ЛКМ
Выделение нескольких блоков	Shift + ЛКМ
Двигать блок	Двигать ЛКМ
Копирование блока	Ctrl + ЛКМ и переместить или ПКМ и переместить
Соединение блоков	ЛКМ
Отсоединение блока	Shift + переместить блок

Действия мышью и клавиатурой по манипуляции линиями:

Задача	Действие
Выделение линии	ЛКМ
Выделение нескольких линий	Shift + ЛКМ
Создание разветвляющейся линии	Ctrl + нарисовать линию или ПКМ + нарисовать линию
Создание диагональной линии	Shift + нарисовать сегмент
Перемещение сегмента линии	Переместить сегмент ЛКМ
Перемещение излома	Переместить излом ЛКМ
Создание сегмента линии	Shift + переместить линию

Действия мышью и клавиатурой по манипуляции метками сигналов:

Задача	Действие
Создание метки сигнала	Двойной щелчок по линии, затем ввести метку
Копирование метки сигнала	Ctrl + переместить метку
Перемещение метки сигнала	Переместить метку
Редактирование метки сигнала	Щелкнуть по метке, затем редактировать
Удаление метки сигнала	Shift + щелкнуть по метке, затем нажать Del

Действия мышью и клавиатурой по манипуляции комментариями:

Задача	Действие
Создание комментария	Двойной щелчок в модели, затем ввести текст
Копирование комментария	Ctrl + переместить комментарий
Перемещение комментария	Переместить комментарий
Редактирование комментария	Щелкнуть по тексту, затем редактировать
Удаление комментария	Shift + выделить комментарий, затем нажать Del

Создание подсистем

Если возрастают сложность и размер модели, ее можно упростить, сгруппировав блоки в подсистемы. Использование подсистем дает следующие преимущества:

- сокращение количества блоков, выводимых в окне модели;
- объединение функционально связанных блоков вместе;
- возможность создания иерархических блок-схем.

Для создания подсистем существуют следующие возможности:

- добавить блок **Subsystem** в модель, затем открыть этот блок и создать подсистему в открывшемся окне подсистемы;
- выделить часть блок-схемы модели и объединить ее в подсистему.

Создание подсистемы добавлением блока **Subsystem.** Скопируйте блок **Subsystem** из библиотеки **Connections** в модель.

Откройте блок **Subsystem**, дважды щелкнув по нему.

В пустом окне подсистемы создайте подсистему. Используйте блоки **In** и **Out** для создания входов и выходов подсистемы.

Создание подсистемы группировкой существующих блоков. Если модель уже содержит блоки, которые необходимо объединить в подсистему, ее можно создать группировкой этих блоков:

- Выделите объединительным боксом блоки и соединительные линии, которые необходимо включить в подсистему.
- Выберите команду **Create Subsystem** из меню **Edit**. **SIMULINK** заменит выделенные блоки блоком **Subsystem**.

Если открыть блок **Subsystem**, **SIMULINK** отобразит подсистему. **SIMULINK** добавляет блоки **In** и **Out** для отображения входа и выхода в систему более высокого уровня.

Сохранение модели и вызов текста схемы

Для первой записи модели на диск необходимо выполнить команду **Save As** из меню **File**. Выбрать папку для файла и дать ему имя. **SIMULINK** записывает модель путем генерации специального файла с расширением **.mdl**. Его можно просмотреть в редакторе-отладчике **MATLAB**. Для этого в окне текущего справочника **MATLAB** щелкните мышью по имени файла, правой кнопкой вызовите контекстное меню, выберите команду **Open as Text**. Текст файла откроется в редакторе.

При последующих сохранениях файла используйте команду **Save**. Она перезаписывает содержимое редактируемого файла.

Печать модели выполняется командой **Print** из меню **File** либо командой **Print** в командной строке **MATLAB**.

Моделирование

Запуск моделирования возможен из меню SIMULINK, из командной строки MATLAB, из программного m-файла, управляющего экспериментом.

Для запуска моделирования из меню SIMULINK надо выполнить команду Simulation > Start. Можно использовать кнопки, дублирующие команды меню.

Для запуска моделирования из командной строки вы должны вначале загрузить модель, а затем симулировать. Ниже приведен пример этих двух команд для модели исследования циклов и кризисов перепроизводства parkprdct.mdl.

```
>> open_system('parkprdct')  
>> sim('parkprdct').
```

Для запуска моделирования из m-файла используются эти же команды как функции MATLAB в программах управления экспериментами с моделями SIMULINK.

Параметры и методы моделирования

В процессе моделирования нельзя производить изменения структуры модели, но возможно изменение параметров блоков.

Параметры моделирования устанавливаются в диалоговом окне командой меню Simulation > Simulation Parameters.

В окне Solver устанавливается интервал времени моделирования, выбирается алгоритм дискретного или непрерывного времени, выбирается численный метод решения дифференциальных или конечно-разностных уравнений. Устанавливается необходимая точность решения.

На странице Workspace I/O определяются переменные моделирования, которые надо сохранить в рабочем пространстве или загрузить из него в модель SIMULINK

17. Библиотека блоков SIMULINK

Разделы библиотеки блоков SIMULINK

Continuous (непрерывные) – группа блоков для моделирования систем в непрерывном времени.

Discrete (дискретные) – группа блоков для моделирования систем в дискретном времени.

Functions & Tables (функции и таблицы) – блоки вычисления трансцендентных функций, выражений и функций, заданных таблицами.

Math (математика) – блоки вычисления математических, логических операций и операций отношения, преобразования комплексных и действительных чисел.

Nonlinear (нелинейные) – блоки, реализующие различные нелинейности.

Signals & Systems (сигналы и системы) – блоки для создания обычных и синхронизированных во времени подсистем, блоки памяти, блоки преобразования единичных и векторных линий связи.

Sinks (приемники) – блоки приема и отображения результатов моделирования.

Sources (источники) – блоки, генерирующие экзогенные (внешние к модели) материальные, финансовые и информационные переменные.

Блоки библиотек SIMULINK

Мы пропустим некоторые чисто технические блоки, которые не применяются в экономике. Не надо мучить пытливого студента. Например, увидев на экране блок *Coulomb & Viscous Friction* (Купоновское и вязкое трение), он будет копаться в финансовых словарях и справочниках, надеясь найти что-то типа производственной функции Кобба – Дугласа, налоговых кривых Лаффера – Цисаря или модели бумажного рынка Шарпа – Блэка.

Библиотека Continuous

Integrator – интегратор.

Transfer Fcn – передаточная функция.

State-Space – пространство состояния.

Zero-Pole – нули-полюсы.

Derivative – производная.

Memory – память.

Transport Delay – транспортная задержка.

Variable Transport Delay – переменная транспортная задержка.

Библиотека Discrete

- Unit Delay – единичная задержка.
- Discrete Time Integrator – дискретный интегратор.
- Zero Order Hold – фиксатор нулевого порядка.
- First-Order Hold – фиксатор первого порядка.
- Discrete State-Space – дискретное пространство состояния.
- Discrete Filter – дискретный фильтр.
- Discrete Transfer Fcn – дискретная передаточная функция.
- Discrete Zero-Pole – дискретная передаточная функция в виде нулей и полюсов.

Библиотека Functions & Tables

- Look-Up Table – таблица преобразования (табличное задание функции).
- Look-Up Table(2-D) – двумерная таблица преобразования (табличное задание функции).
- Fcn – функция.
- MATLAB Fcn – функция MATLAB.
- S-Function – S-функция.

Библиотека Math

- Gain – пропорциональное звено.
- Sum – сумматор.
- Dot Product – скалярное произведение.
- Matrix Gain – матричное пропорциональное звено.
- Slider Gain – регулируемый коэффициент передачи.
- Abs – абсолютная величина.
- Trigonometric Function – тригонометрическая функция.
- Math Function – математическая функция.
- Rounding Function – функция округления.
- MinMax – минимум, максимум.
- Product – произведение.
- Combinatorial Logic – комбинаторная логика.
- Logical Operator – логический оператор.
- Relational Operator – операторы отношения.
- Sign – знак.
- Algebraic Constraint – алгебраическое ограничение.
- Complex to Magnitude-Angle – преобразование комплексного числа в модуль-фазу.
- Magnitude-Angle to Complex – преобразование модуля-фазы в комплексное число.
- Complex to Real-Imag – преобразование комплексного числа в действительную и мнимую часть.

Real-Imag to Complex – преобразование действительной и мнимой части в комплексное число.

Библиотека Nonlinear

Rate Limiter – ограничение скорости (темпа, потока).
Saturation – насыщение, ограничение.
Quantizer – квантователь.
Coulomb & Viscous Friction – купоновское и вязкое трение.
Backlash – мертвый ход.
Dead Zone – мертвая зона.
Switch – переключатель.
Manual Switch – ручной переключатель.
Multiport Switch – многопортовый переключатель.
Relay – реле.

Библиотека Signals & Systems

Hit Crossing – пересечение, равенство сигналов.
In – входной порт подсистемы.
Out – выходной порт подсистемы.
Mix – мультиплексор, объединение сигналов.
Demux – демультиплексор, разделение сигналов.
From – приемник перехода.
Goto Tag Visibility – видимость метки перехода.
Goto – передатчик перехода.
Data Store Read – чтение памяти данных.
Data Store Memory – память данных.
Data Store Write – запись в памяти данных.
Enable – разрешение подсистеме.
Trigger – триггер, переключение подсистемы.
Ground – заземление.
Terminator – терминатор.
IC – начальное значение.
Subsystem – подсистема.
Selector – селектор.
Width – ширина вектора.
Merge – объединение.
Bus Selector – шинный селектор.
Data Type Conversion – преобразование типов данных.
Function-Call Generator – генератор вызова функции.
Configurable Subsystem – конфигурируемая подсистема.
Model Info – информация о модели.

Библиотека Sinks

- Scope – осциллограф, индикатор, графопостроитель.
- XY Graph – двухкоординатный график (графопостроитель).
- Display – дисплей, цифровой индикатор.
- To File – в файл.
- To Workspace – в рабочее пространство.
- Stop Simulation – останов моделирования.

Библиотека Sources

- Constant – константа.
- Signal Generator – генератор сигналов.
- Step – скачок, шаг, прирост, ступень.
- Ramp – линейно нарастающий сигнал.
- Sine Wave – синусоидальный сигнал.
- Repeating Sequence – повторяющаяся последовательность.
- Discrete Pulse Generator – генератор дискретных импульсов.
- Pulse Generator – генератор импульсов.
- Chirp Signal – синусоида с нарастающей частотой.
- Clock – время.
- Digital Clock – цифровое время.
- From File – из файла.
- From Workspace – из рабочего пространства.
- Random Number – случайное число.
- Uniform Random Number – однородные случайные числа.
- Band Limited White Noise – белый шум с ограниченной полосой частот.

Характеристика и параметры блоков

В данном разделе приводится краткое описание и параметры блоков библиотеки SIMULINK. В скобках за именем блока дается имя раздела библиотеки. Блоки, применение которых в экономической лаборатории пока маловероятно, в описании не представлены.

Abs (Math) – абсолютная величина.

Описание: выход блока Abs – абсолютная величина от входа.

Параметры: нет.

Algebraic Constraint (Math) – алгебраическое ограничение.

Описание: блок Algebraic Constraint обнуляет входной сигнал путем получения такого выходного сигнала, который, будучи поданным на вход системы, приводит к обнулению входа блока Algebraic Constraint. Для нормальной работы блока система должна иметь обратную связь, чтобы выход блока мог влиять на его вход.

Данный блок можно использовать для решения линейных и нелинейных алгебраических уравнений и систем.

Параметры:

- **Initial Guess** – начальное приближение (по умолчанию равно нулю). Подбором этого параметра можно повысить эффективность решения (чем ближе начальное приближение к значению решения, тем эффективнее).

Backlash (Nonlinear) – нелинейность типа "мертвый ход" (зона нечувствительности).

Описание: блок моделирует нелинейность типа "мертвый ход". Если разница между входной величиной и выходной меньше величины мертвого хода, изменение входной величины не влияет на выходную величину. При достижении этой разницей значения величины мертвого входа выходная величина повторяет изменение входной с разницей в величину мертвого хода. При изменении направления изменения входной величины выходная величина начнет меняться только после изменения входной величины на величину мертвого хода. Примером может быть механическая система с люфтом или экономическая система с зоной нечувствительности к малым изменениям фактора, например величина франшизы при страховании или пропорциональное часам увеличение зарплаты преподавателя по превышении нагрузки свыше плановой на 10 %.

Параметры:

- **Deadband width** – ширина мертвой зоны;
- **Initial output** – начальное значение выхода.

Band Limited White Noise (Sources) – Генератор белого шума с ограниченной полосой частот. В экономике можно использовать как генератор случайных процессов.

Параметры:

- **Noise power** – мощность шума.
- **Sample time** – период дискретизации.
- **Seed** – начальный параметр.

Bus selector (Signals & Systems) – шинный селектор.

Описание: блок Bus selector позволяет переупорядочить сигналы в шине и изменить ее размерность.

В диалоговом окне входные сигналы показаны в окне Signals in the bus. Выходные сигналы выбирают, выделив сигнал в этом окне и нажав кнопку Select. Порядок выбранных сигналов меняют, выделив сигнал в окне Selected signals и нажав кнопку Up или Down. Если в поле Muxed output у-

тановлен флажок, выходом блока будет шина; если не установлен флажок, выходами блока будут отдельные сигналы, не объединенные в шину.

Chirp Signal (Sources) – генератор синусоиды с нарастающей частотой.

Параметры:

- Initial frequency (Hz) – начальная частота.
- Target time (secs) – время нарастания сигнала.
- Frequency at target time (Hz) – конечная частота (в конце интервала нарастания).

Clock (Sources) – время моделирования.

Параметры:

- Display time – выводить время в пиктограмму.
- Decimation – прореживание. Этот параметр задает, через сколько шагов решения дифференциальных уравнений будет обновлено время. Например, при значении этого параметра 1000 и фиксированном шаге интегрирования 1 мс время будет обновляться через каждую секунду времени модели.

Combinatorial Logic (Math) – комбинаторная логика.

Описание: блок Combinatorial Logic преобразует входной двоичный вектор в выходной в соответствии с таблицей истинности.

Параметры:

- Truth table – таблица истинности.

Complex to Magnitude-Angle (Math) – преобразование комплексного числа в модуль и фазу.

Параметры:

- Output – выход (амплитуда, фаза или амплитуда и фаза).

Complex to Real-Imag (Math) – преобразование комплексного числа в действительную и мнимую части.

Параметры:

- Output – выход (действительная часть, мнимая часть или действительная и мнимая части).

Configurable Subsystem (Signals & Systems) – конфигурируемая подсистема.

Описание: блок Configurable Subsystem позволяет представить несколько блоков однородных подсистем, объединенных в одной библиотеке.

Параметры:

- Library name – имя библиотеки пользователя для однородных блоков.

Constant (Sources) – константа.

Описание: блок Constant формирует на выходе постоянную величину.

Параметры:

- Constant value – величина сигнала на выходе блока.

Data Store Memory; Data Store Read; Data Store Write (Signals & Systems) – память данных, Чтение, Запись данных.

Описание: блоки служат для организации общей области памяти для обмена между подсистемами одной системы. В каждой из подсистем, использующих блоки Data Store Read и Data Store Write должен быть определен блок Data Store Memory.

Параметры:

- Data store name – имя блока памяти.
- Initial value – начальное значение.
- Sample time – период дискретизации.

Data Type Conversion (Signals & Systems) – преобразование типа данных.

Описание: блок выполняет преобразование типа входных данных. Используется для определения влияния типа и разрядности данных на результаты моделирования.

Параметры:

- Data type – тип выходных данных.
- Saturate on integer overflow – насыщение при целом переполнении.

Dead Zone (Nonlinear) – нелинейность типа "мертвая зона" (Зона нечувствительности).

Параметры:

- Start of dead zone – начало мертвой зоны.
- End of dead zone – конец мертвой зоны.

Demux (Signals & Systems) – демультимплексор.

Описание: блок предназначен для преобразования вектора в невекторные сигналы.

Параметры:

- Number of outputs – количество выходов.

Derivative (Continuous) – производная.

Параметры: нет.

Digital Clock (Sources) – дискретное время моделирования.

Описание: выход блока – время моделирования, изменяющееся только в заданные интервалы времени.

Параметры:

- Sample time – период дискретизации.

Discrete Filter (Discrete) – цифровой фильтр.

Описание: блок реализует цифровой фильтр.

Параметры:

- **Numerator** – коэффициенты числителя.
- **Denominator** – коэффициенты знаменателя.
- **Sample time** – период дискретизации.

Discrete Pulse Generator (Sources) – дискретный генератор импульсов.

Описание: генератор прямоугольных импульсов. Длительность импульсов и паузы задаются в периодах дискретизации.

Параметры:

- **Amplitude** – амплитуда.
- **Period (number of samples)** – период (количество периодов дискретизации).
- **Pulse width (number of samples)** – ширина импульсов (количество периодов дискретизации).
- **Phase delay (number of samples)** – фазовая задержка (количество периодов дискретизации).
- **Sample time** – период дискретизации.

Discrete State Space (Discrete) – дискретное пространство состояния.

Описание: дискретная система представляется уравнениями в пространстве состояний:

$$x(n+1) = Ax(n) + Bu(n);$$

$$y(n) = Cx(n) + Du(n).$$

Параметры:

- **A, B, C, D** – значение матриц A, B, C, D.
- **Initial condition** – начальное состояние.
- **Sample time** – период дискретизации.

Discrete Time Integrator (Discrete) – интегратор входного сигнала в дискретном времени.

Наличие или отсутствие некоторых выводов интегратора определяется заданием соответствующих параметров.

Параметры:

- **Метод интегрирования:**
 - **Forward Euler** – метод Эйлера вперед;
 - **Backward Euler** – метод Эйлера назад;
 - **Trapezoidal** – метод трапеций.
- **Внешний сброс:**
 - **none** – нет;
 - **rising** – передний фронт;
 - **falling** – задний фронт;
 - **either** – оба фронта.

Источник начального состояния:

- internal – внутренний;
- external – внешний.

Начальное состояние.

Ограничение выхода:

- Верхняя и нижняя граница;
- Показать порт насыщения;
- Показать порт состояния;
- Период дискретизации.

Назначение входов и выходов:

- Вход – вход интегрирования;
- Вход сброса – перепад (передний фронт, задний фронт или оба фронта импульса) устанавливает интегратор в начальное состояние. Включается установкой значения rising, falling или either в поле External reset;
- Вход начального значения – с этого входа при сбросе устанавливается начальное значение интегратора. Включается установкой значения external в поле Initial condition state;
- Выход – выход интегрирования;
- Выход насыщения – если интегратор ненасыщен, выход равен нулю. Если интегратор насыщен, то значение выхода равно величине насыщения. Включается полем Show saturation port;
- Выход состояния – специальный выход, предназначенный для разрыва алгебраических циклов в системе. Включается полем Show state port.

Discrete Transfer Fcn (Discrete) – дискретная передаточная функция.

Параметры:

- Numerator – коэффициенты числителя.
- Denominator – коэффициенты знаменателя.
- Sample time – период дискретизации.

Display (Sinks) – дисплей.

Описание: вывод значения величины сигнала в цифровом виде.

Параметры:

- Format – формат вывода.
- Decimation – период вывода. Если 1 – выводится каждое входное значение, если 2 – выводится каждое второе и т. д.
- Floating display – "плавающий" дисплей. В этом случае вход блока не подключается к модели. Для отображения сигнала необходимо щелкнуть на одной из линий в модели и запустить моделирование.

- Sample time – период дискретизации. Для непрерывных систем
- необходимо ввести -1.

Dot Product (Math) – скалярное произведение.

Описание: блок Dot Product производит вычисление по формуле

$$y = \sum (u1 * u2),$$

где $u1$ и $u2$ – входные векторы; * – оператор поэлементного умножения.

Если $u1$ и $u2$ – скаляры, то блок реализует умножение.

Входные векторы должны иметь одинаковую размерность.

Параметры: нет.

Enable (Signals & Systems) – разрешение.

Описание: блок Enable предназначен для создания подсистем с разрешением. Подсистема с разрешением функционирует только тогда, когда значение сигнала разрешения больше нуля.

Параметры:

- States when enabled – начальное состояние подсистемы в момент перехода из запрещенного состояния в разрешенное;
- held – состояние подсистемы в предыдущий интервал времени, когда подсистема была разрешена;
- reset – сброс состояния подсистемы.
- Show output port – показать выходной порт (он показывает состояние сигнала разрешения).

Fcn (Functions & Tables) – функция.

Описание: блок Fcn вычисляет выражение, заданное в виде выражения языка C. Выражение может состоять:

- из u – значения входной величины блока. Если входная величина вектор, то $u(i)$ – элементы вектора.
 - числовых констант;
 - арифметических операторов (+, -, *, /);
 - операторов отношения (=, !=, <, >, <=, >=). Результатом является 1, если выражение истинно, и 0 – если выражение ложно;
 - логических операторов. Результатом является 1, если выражение истинно, и 0 – если выражение ложно;
 - круглых скобок;
 - математических функций abs, acos, asin, atan, atan2, ceil, cos, cosh, exp, fabs, floor, hypot, In, log, log 10, pow, power, rem, sgn, sin, sinh, sqrt, tan, tanh;
 - переменных рабочего пространства MATLAB.
- Порядок выполнения операций:

1 ()

2 + - (унарные)

3 pow (возведение в степень)

4 !

5 */

6 +-

7 ><<= >=

8 !=

9 & &

10 ||

Параметры:

- Expression – выражение.

First Order Hold (Discrete) – фиксатор первого порядка.

Параметры:

- Sample time – период дискретизации.

From (Signals & Systems) – приемник перехода.

Описание: блок From – приемник сигнала, передаваемого блоком Goto.

Применяется для разрыва линий связи.

Параметры:

- Goto tag – метка перехода (имя сигнала).

From File (Sources) – из файла.

Описание: ввод исходных данных из mat-файла. Файл должен содержать матрицу, имеющую хотя бы две строки. Первая строка – монотонно возрастающие значения времени, остальные строки – значения в соответствующие моменты времени.

Если выходная величина на текущем шаге моделирования попадает между двумя моментами времени, она вычисляется путем линейной интерполяции по двум соседним точкам. Если начальный момент времени больше, чем начальное время моделирования или если конечный момент времени меньше, чем конечное время моделирования, соответствующие недостающие значения будут вычислены путем линейной экстраполяции по двум первым (последним) значениям.

Параметры:

- File name – имя файла.
- Sample time – период дискретизации.

From Workspace (Sources) – из рабочего пространства.

Описание: ввод исходных данных из рабочего пространства в виде матриц или структур.

Исходные данные в виде матриц задаются:

- в виде двух матриц:
 - вектора значений моментов времени;
 - матрицы значений выходных сигналов блока в соответствующие моменты времени;
- в виде одной матрицы, для которой в первой колонке заданы значения моментов времени, в остальных – значения сигналов.

Структура должна иметь поле, задающее моменты времени (в виде вектора-столбца), и поля, задающие значения сигналов, например:

```
var.time={0:0.1:10}
```

```
var.signals=[sin(var.time) cos(var.time)]
```

Параметры:

- Data – исходные данные. Если вектор времени задан отдельно, то он указывается первым: [t,u]. Если значения моментов времени и выходных сигналов задано в одной матрице, то указывается только эта матрица: [U]. Если исходные данные заданы в виде структуры, то сначала указывается поле, задающее моменты времени, затем поля, задающие значения выходных сигналов: [var.time,var.signals].
- Sample time – период дискретизации.
- Interpolate data – интерполировать данные, если заданные моменты времени не совпадают с требуемыми.
- Hold final data value – удерживать на выходе конечное значение выходного сигнала, если конечное значение интервалов времени меньше, чем время моделирования.

Function-Call Generator (Signals & Systems) – генератор вызова функций.

Описание: блок предназначен для выполнения подсистем вызова функций через заданные интервалы времени. Выход блока должен быть подсоединен к управляемой подсистеме.

Параметры:

- Sample Time – интервалы времени между вызовами функции.
- Gain (Math) – пропорциональное звено.

Описание: Пропорциональное звено, реализует закон $y = k * u$.

Параметры:

- Gain – коэффициент передачи.

Goto (Signals & Systems) – передатчик перехода.

Описание: блок Goto – передатчик сигнала. Приемником сигнала является блок From. Применяется для разрыва линий связи.

Параметры:

- Tag – метка перехода (имя сигнала).
- Tag visibility – видимость метки:
 - local – блоки передатчика и приемника должны находиться в одной подсистеме. Метка перехода в изображении такого блока заключается в квадратные скобки;
 - scored – блоки передатчика и приемника должны находиться в одной подсистеме или в любой подсистеме ниже по иерархии моделей от подсистемы, содержащей блок Goto Tag Visibility. Метка перехода в изображении такого блока заключается в фигурные скобки;
 - global – блоки передатчика и приемника могут находиться в любой подсистеме системы.

Goto Tag Visibility (Signals & Systems) – видимость метки перехода.

Описание: блок Goto Tag Visibility задает видимость метки перехода. Блоки передатчика с параметром Tag Visibility, равным scored, и приемника должны находиться в одной подсистеме или в любой подсистеме ниже по иерархии моделей от подсистемы, содержащей блок Goto Tag Visibility.

Параметры:

- Goto Tag – метка перехода (имя сигнала).

Ground (Signals & Systems) – заземление.

Описание: Блок Ground предназначен для блокирования предупреждений о неподключенных входах. Подключается к незадействованным входам других блоков.

Параметры: нет.

Hit Crossing (Signals & Systems) – определение равенства двух сигналов.

Описание: фиксация точек пересечения сигналов.

Параметры:

- Hit crossing offset – смещение поиска нуля.
- Hit crossing detection – определение поиска нуля при возрастании или убывании сигнала.
- Show output port – показать выходной порт.

IC (Signals & Systems) – начальное значение.

Описание: блок IC задает начальное значение сигнала, подключенного к выходному порту блока. На первом шаге моделирования выходной сигнал блока равен значению параметра Initial Condition, затем блок пропускает входной сигнал на выход без изменения.

In (Signals & Systems) – входной порт.

Описание: блок In представляет собой входной порт подсистемы.

Параметры:

- Port number – номер порта.
- Port width – количество векторов входного порта (-1 для вектора с динамической размерностью).
- Sample time – период дискретизации (-1 для непрерывных систем).
- Data type – тип входных данных.
- Signal type – тип сигнала:
 - auto – тип определяется автоматически;
 - real – действительный;
 - complex – комплексный.
- Interpolate data – интерполировать данные, если значения моментов времени сигналов, вводимых через порт, не совпадают с требуемыми.

Integrator (Continuous) – интегратор.

Назначение входов и выходов блока:

- Вход – вход интегрирования.
- Вход сброса – устанавливает интегратор в начальное состояние. Включается установкой значения rising, falling или either в поле External reset.
- Вход начального значения – с этого входа при сбросе устанавливается начальное значение интегратора. Включается установкой значения external в поле initial condition state.
- Выход – выход интегрирования.
- Выход насыщения – если интегратор ненасыщен, значение выхода равно нулю. Если интегратор насыщен, то значение выхода равно величине насыщения. Включается полем Show saturation port.
- Выход состояния – специальный выход, предназначенный для разрыва алгебраических циклов в системе. Включается полем Show state port.

Параметры:

- Внешний сброс:
 - none – нет;
 - rising – по переднему фронту;
 - falling – по заднему фронту;
 - either – по переднему и заднему фронтам.
- Источник начального состояния:
 - internal – внутренний;
 - external – внешний.
- Начальное состояние.
- Ограничение выхода:
 - Верхний и нижний предел ограничения.
 - Показывать порт насыщения.
 - Показывать порт состояния.

- Абсолютный допуск.

Logical Operator (Math) – логический оператор.

Параметры:

- Operator – логический оператор.
- Number of Input Ports – количество входных портов.

Look-Up Table, Look-up Table (2D) (Functions & Tables) – таблица преобразования (табличное задание функции).

Описание: функция, заданная в виде одно- или двумерной таблицы. Значения, не попадающие в заданные точки, интерполируются. Значения, находящиеся вне области заданных точек, экстраполируются.

Параметры блока Look-Up Table:

- Vector of input values – вектор входных величин.
- Vector of output values – вектор выходных величин.

Параметры блока Look-Up Table (2D):

- Row – строки.
- Column – столбцы.
- Table – таблица значений.

Magnitude-Angle to Complex (Math) – преобразование модуля-фазы в комплексное число.

Параметры:

- Input – входные величины.
- Magnitude and angle – модуль и фаза.
- Magnitude – модуль.
- Angle – фаза.
- Magnitude – модуль, если входная величина только фаза.
- Angle – фаза, если входная величина только модуль.

Manual Switch (Nonlinear) – ручной переключатель.

Описание: переключатель можно переключить двойным щелчком мыши.

Параметры: нет.

Math Function (Math) – математическая функция.

Описание: блок вычисляет математические функции.

Параметры:

- Function – функция (exp, log, log10, magnitude^2, square, sqrt, pow, reciprocal, hypot, rem, mod).
- Output signal type (autoreallcomplex) – тип выходного сигнала (определяется автоматически, действительное число, комплексное число).

MATLAB Fcn (Functions & Tables) – функция MATLAB.

Описание: блок вычисляет функцию MATLAB.

Параметры:

- MATLAB function – функция.
- Output width – разрядность выходного вектора. (1 – автоматическое определение разрядности).
- Output signal type {autorealcomplex} – тип выходного сигнала (автомат, действительное число, комплексное число).

Matrix Gain (Math) – матричное пропорциональное звено.

Описание: блок реализует закон

$$y = K * x,$$

где x, y – векторы; K – матрица.

Параметры:

- Gain matrix – матрица коэффициентов передачи.

Memory (Continuous) – память.

Описание: блок Memory реализует задержку на один интервал интегрирования. Выходом блока является его вход на предыдущем шаге интегрирования.

Параметры:

- Initial condition – начальное значение.
- Inherit sample time – наследование интервала дискретизации.

Merge (Signals & systems) – объединение.

Описание: блок Merge комбинирует входные сигналы в скалярный выходной сигнал.

Параметры:

- Number of inputs – количество входных портов.
- Initial output – начальное значение выхода.

MinMax (Math) – выбор минимального или максимального сигнала.

Параметры:

- Function {min|max} – функция (минимум или максимум).
- Number of Input Ports – количество входных портов.

Model Info (Signals & Systems) – информация о модели.

Описание: блок Model Info позволяет выводить различную информацию о модели, как задаваемую пользователем, так и создаваемую SIMULINK.

Параметры:

- Model properties – свойства модели, создаваемые SIMULINK (создатель модели, дата создания, версия и т. д.).
- Editable text – текст, выводимый в пиктограмме блока.
- Horizontal text alignment – горизонтальное выравнивание текста.
- Show block frame – показать рамку блока.

Multiport Switch (Nonlinear) – многопортовый переключатель.

Описание: положение переключателя задается сигналом на управляющем входе. На управляющий вход подается номер замыкаемого контакта.

Параметры:

- Number of inputs – количество входов.

Mux (Signals & Systems) – мультиплексор.

Описание: блок Mux предназначен для преобразования нескольких не векторных сигналов в вектор.

Параметры:

- Number of inputs – количество входов.
- Display options – внешний вид блока.

Out (Signals & Systems) – выходной порт.

Описание: выходной порт подсистемы.

Параметры:

- Port number – номер порта.
- Output when disabled – значение выхода, если подсистема, содержащая порт, запрещена.
- Initial output – начальное значение выхода. Задаёт начальное значение для условно выполняемых систем, если система запрещена.

Product (Math) – произведение.

Описание: блок осуществляет умножение и деление сигналов.

Параметры:

- Number of inputs – количество входных портов. Задаётся число или последовательность знаков * и / для указания функции, выполняемой каждым входом.
- Saturate on integer overflow – насыщение при целом переполнении. Если при умножении целых чисел возникает переполнение, то на выход блока выдается максимальное для данной системы целое число.

Probe (Signals & Systems) – параметры входного сигнала.

Описание: блок предназначен для получения таких параметров входного сигнала, как разрядность входного вектора, период дискретизации, комплексный сигнал или нет. Полученные параметры выводятся на соответствующий выходной порт.

Параметры:

- Probe width – определять размерность входного вектора.
- Probe sample time – определять период дискретизации.
- Probe complex signal – определять комплексный сигнал.

Pulse Generator (Sources) – генератор импульсов.

Описание: блок Pulse Generator реализует генератор прямоугольных импульсов.

Параметры:

- Period (secs) – период импульсов.
- Duty cycle (% of Period) – ширина импульса (% от периода).
- Amplitude – амплитуда.
- Start time – начальное время.

Quantizer (Nonlinear) – квантователь.

Описание: блок Quantizer выполняет квантование входного сигнала по уровню.

Параметры:

- Quantisation interval – интервал квантования по уровню.

Ramp (Sources) – линейно нарастающий сигнал.

Описание: блок Ramp генерирует линейно нарастающий сигнал.

Параметры:

- Slope – скорость нарастания.
- Start time – время начала нарастания.
- Initial output – начальное значение выхода.

Random Number (Sources) – случайное число.

Описание: блок Random Number генерирует нормально распределенные случайные числа.

Параметры:

- Mean – среднее значение.
- Variance – дисперсия.
- Initial seed – начальный параметр генерации.
- Sample time – период дискретизации.

Rate Limiter (Nonlinear) – ограничение скорости, темпа, потока.

Описание: блок Rate Limiter ограничивает нарастающую и убывающую скорость входного сигнала.

Параметры:

- Rising slew rate – граничная скорость нарастания.
- Falling slew rate – граничная скорость убывания.

Real-Image to Complex (Math) – преобразование действительной и мнимой части в комплексное число.

Параметры:

- Input – входная величина.
- Real and imag – действительная и мнимая часть.
- Real – только действительная часть.

- **Imag** – только мнимая часть.
- **Real part** – действительная часть; если входная величина, то только мнимая часть.
- **Imag part** – мнимая часть; если входная величина, то только действительная часть.

Relational Operator (Math) – оператор отношения.

Описание: блок Relational Operator реализует операторы отношения:

Оператор	Выход	
==	ИСТИНА,	Если первый вход равен второму
~=	ИСТИНА,	Если первый вход не равен второму
<	ИСТИНА,	Если первый вход меньше второго
<=	ИСТИНА,	Если первый вход меньше или равен второму
>=	ИСТИНА,	Если первый вход больше или равен
>	ИСТИНА,	Если первый вход больше второго

Параметры:

- **Operator** – оператор отношения.

Relay (Nonlinear) – реле.

Описание: блок Relay реализует релейную нелинейность.

Параметры:

- **Switch on point** – точка включения.
- **Switch off point** – точка выключения.
- **Output when on** – величина выхода во включенном состоянии.
- **Output when off** – величина выхода в выключенном состоянии.

Repeating Sequence (Sources) – повторяющаяся последовательность.

Описание: блок Repeating Sequence реализует повторяющуюся последовательность (генератор повторяющихся сигналов произвольной формы).

Параметры:

- **Time values** – вектор моментов времени изменения сигнала.
- **Output values** – вектор значений выхода в моменты изменения сигнала.

Rounding Function (Math) – функция округления.

Описание: блок Rounding Function реализует округление входного сигнала.

Параметры:

- **Function** – функция округления:
 - **floor** – округление вниз;
 - **ceil** – округление вверх;
 - **round** – округление к ближайшему;
 - **fix** – округление положительных вниз, отрицательных – вверх.

Saturation (Nonlinear) – насыщение.

Описание: блок Saturation реализует нелинейность типа "насыщение" или ограничение сверху и снизу.

Параметры:

- Upper limit – верхняя граница насыщения.
- Lower limit " нижняя граница насыщения.

Scope (Sinks) – осциллограф.

Описание: блок Scope отображает один или несколько однокоординатных графиков. После двойного щелчка по пиктограмме открывается окно осциллографа. В верхней части окна находятся кнопки масштабирования, автомасштабирования и установки опций. В центре окна находится область вывода графиков. В нижней части выводится информация об отрезке времени отображаемых графиков.

Блок Scope может использоваться в качестве "плавающего" осциллографа. В этом случае вход блока не подключается к модели. Для отображения сигнала необходимо выделить одну из линий в модели и запустить моделирование.

Для вывода нескольких сигналов необходимо использовать блок Mux для объединения сигналов в вектор. Количество выводимых сигналов можно также задать в параметрах блока (General-Axes-Number of Axes).

Для изменения параметров необходимо нажать кнопку "Параметры..." в верхней части окна Scope.

Параметры:

- General – Axes:
 - Number of axes – количество отображаемых графиков (осей).
 - Time range – диапазон времени.
- Tick labels – выводить метки на осях:
 - All – на всех осях;
 - None – не выводить;
 - Bottom axis only – только на нижней оси.
- Floating scope – плавающий осциллограф.
- General – Sampling:
 - Decimation – прореживание. Этот параметр задается в поле справа от пункта меню Decimation.
 - Sample time – отображение сигнала только в моменты дискретизации. Период дискретизации задается в поле справа от пункта меню Sample time.
- Data history:
 - Limit rows to last... – ограничивать количество строк до значения, задаваемого в поле справа от этого пункта меню. Ограничение необхо-

димо снимать при моделировании с высокой точностью (с большим количеством шагов), иначе будет отображаться только часть графика;

- Save data to workspace – сохранить значения отображаемого параметра в рабочем пространстве;
- Variable name – имя массива, в котором будут сохранены значения отображаемого параметра.
- Format – формат данных, записываемых в рабочее пространство:
 - Structure with time – структура со временем;
 - Structure – структура;
 - Matrix – матрица.

Selector (Signals & Systems) – селектор.

Описание: блок Selector выполняет переупорядочение входного вектора.

Параметры:

- Elements – вектор, указывающий на порядок элементов выходного вектора.
- Input port width – ширина входного вектора.

S-Function (Functions & Tables) – S-функция.

Описание: блок S-Function предусматривает доступ к S-функции из блок-схемы. S-функция представляет собой особую функцию, описывающую свойства модели, системы или блока. Пользователь может создавать новые блоки, создавая S-функции и используя блок S-Function. Создание S-функций описано в книге "SIMULINK. Writing S-Functions" (файл s-functions.pdf в подкаталоге help\pdf_doc\SIMULINK каталога MATLAB).

Параметры:

- S-function name – имя S-функции.
- S-function parameters – параметры S-функции.

Sign (Math) – знак.

Описание: блок Sign реализует функцию нахождения знака входной величины:

$$y = 1, \text{ если } u > 0;$$

$$y = 0, \text{ если } u = 0;$$

$$y = -1, \text{ если } u < 0;$$

Параметры: нет.

Signal Generator (Sources) – генератор сигналов.

Описание: генерирует синусоидальный, пилообразный, прямоугольный, случайный сигнал.

Параметры:

- Waveform – тип выходного сигнала:
 - sine – синусоидальный,

- square – прямоугольный,
- sawtooth – пилообразный,
- random – случайный.
- Amplitude – амплитуда.
- Frequency – частота.
- Units – единицы: Hertz – герц, rad/sec – радиан/с.

Sine Wave (Sources) – синусоидальный генератор.

Параметры:

- Amplitude – амплитуда.
- Frequency (rad/s) – частота (радиан/с).
- Phase (rad) – фаза (радиан).
- Sample time – Период дискретизации. Для непрерывного сигнала: -1; для дискретного по времени необходимо ввести период дискретизации.

Slider Gain (Math) – регулируемый коэффициент передачи.

Описание: регулируемый коэффициент передачи. После щелчка на блоке появляется окно. Двигая линейкой прокрутки, можно регулировать коэффициент передачи от значения в поле Low до значения в поле High.

State-Space (Continuous) – пространство состояния.

Описание: задание параметров блока в пространстве состояния:

$$x' = Ax + Bv;$$

$$y = Cx + Du.$$

Параметры:

- A, B, C, D – значение матриц A, B, C, D.
- Initial conditions – начальное состояние переменных состояния.

Step (Sources) – скачок.

Параметры:

- Step time – время скачка.
- Initial value – начальное значение.
- Final value – конечное значение.
- Sample time – период дискретизации.

Stop Simulation (Sinks) – останов моделирования.

Описание: блок Stop Simulation останавливает моделирование.

Параметры: нет.

Subsystem (Signals & Systems) – подсистема.

Описание: Блок Subsystem позволяет создать в пределах одной системы другую систему. Этот блок позволяет создавать иерархические системы и группировать блоки, входящие в функционально законченную часть системы, в один блок для повышения наглядности.

Создать подсистему можно двумя путями:

1. Выделить блоки части системы и выполнить команду Create Subsystem меню Edit.
2. Перенести в модель и открыть блок Subsystem, скопировать в него требуемые блоки и соединить их между собой.

Связи подсистемы с системой более высокого уровня осуществляются с помощью блоков In и Out.

Параметры: нет.

Sum (Math) – сумматор.

Параметры:

- Icon shape – вид пиктограммы: round – круглая; rectangular – прямоугольная.
- List of signs – список знаков. Вводится последовательность плюсов, минусов и знака вертикальной черты (|). Знак плюс (+) обозначает суммирующий вход; минус (–) обозначает вычитающий вход, а вертикальная черта – отсутствие входа. Например: "|+–" – первый вход – суммирующий, второй – вычитающий. Суммирующий вход находится слева, а вычитающий – снизу круглой пиктограммы, так как верхний вход пропущен.
- Saturate on integer overflow – насыщение при целом переполнении. Если результат суммирования переполняет разрядную сетку представления числа, на выход выводится максимальное целое число.

Switch (Nonlinear) – переключатель.

Описание: положением ключа переключателя управляет управляющий вход. Вход 1 подключен к выходу, если управляющий вход больше или равен граничному значению Threshold, иначе к выходу подключен вход 2.

Параметры:

- Threshold – порог переключения.

Terminator (Signals & Systems) – терминатор.

Описание: блок Terminator предназначен для блокирования предупреждений о неподключенных выходах. Если выход блока не используется, к нему подключают терминатор.

Параметры: нет.

To File (Sinks) – в файл.

Описание: блок To File выполняет запись значений сигнала в MAT-файл в строчном формате. Время записывается в первую строку.

Параметры:

- Filename – имя файла.
- Variable name – имя переменной в файле.

- **Decimation** – прореживание (в файл записывается только каждый n -й элемент, где n – указанное в этом поле число).
- **Sample time** – период дискретизации (-1 для непрерывных систем).

To Workspace (Sinks) – в рабочее пространство.

Описание: блок To Workspace выполняет запись значений сигнала в рабочее пространство MATLAB. Время моделирования откладывается по строкам, значение переменных – по столбцам.

Параметры:

- **Variable name** – имя переменной.
- **Maximum number of rows** – максимальное количество строк (inf – бесконечность).
- **Decimation** – прореживание (в рабочее пространство записывается только каждый n -й элемент, где n – указанное в этом поле число).
- **Sample time** – период дискретизации (-1 для непрерывных систем).
- **Save Format** – формат записи данных: Structure with time – структура со временем; Structure – структура; Matrix – матрица.

Transfer Fcn (Continuous) – передаточная функция.

Описание: блок Transfer Fcn реализует передаточную функцию.

Параметры:

- **Numerator** – числитель.
 - **Denominator** – знаменатель.
- В этих полях вводятся вектора коэффициентов числителя и знаменателя. Порядок знаменателя должен быть больше или равен порядку числителя.

Transport Delay (Continuous) – транспортная задержка.

Описание: блок задерживает входной сигнал на заданный интервал времени.

Параметры:

- **Time delay** – время задержки.
- **Initial input** – начальное значение.
- **Initial buffer size** – начальная величина буфера.

Trigger (Signals & Systems) – триггер.

Описание: блок Trigger предназначен для создания триггерных (синхронизируемых) подсистем. Такая подсистема выполняется только на тех шагах интегрирования, на которых сигнал на триггерном входе подсистемы изменяется, как задано в параметре Trigger Type. Подсистема не может содержать более одного блока Trigger.

Параметры:

- **Trigger type** – тип триггера (тип управляющего сигнала):

- rising – подсистема выполняется, если управляющий сигнал меняется с негативного или нулевого до положительного или с негативного до нулевого;
- falling – подсистема выполняется, если управляющий сигнал меняется с позитивного или нулевого до негативного или с позитивного до нулевого;
- either – подсистема выполняется при обоих условиях (rising и falling);
- function call – выполнение подсистемы, управляемой S-функцией.
- Show output port – показать выходной порт.
- Output data type – тип выходных данных:
 - auto – тип определяется автоматически;
 - double – двойная точность;
 - int8 – 8-битовое целое.

Trigonometric function (Math) – тригонометрическая функция.

Описание: блок Trigonometric function реализует вычисление тригонометрических функций.

Параметры:

- Function – функция (sin, cos, tan, asin, acos, atan, atan2, sinh, cosh, tanh).
- Output signal type – тип выходного сигнала:
 - auto – тип определяется автоматически;
 - real – действительные числа;
 - complex – комплексные числа.

Uniform Random Number (Sources) – однородные случайные числа.

Описание: блок Uniform Random Number генерирует однородно распределенные случайные числа.

Параметры:

- Minimum – минимальное значение.
- Maximum – максимальное значение.
- Initial seed – начальный параметр.
- Sample time – период дискретизации.

Unit Delay (Discrete) – единичная задержка.

Описание: блок Unit Delay реализует звено задержки на один период дискретизации.

Параметры:

- Initial condition – начальное значение.
- Sample time – период дискретизации.

Variable Transport Delay (Continuous) – переменная транспортная задержка.

Описание: блок реализует переменную транспортную задержку. Величина задержки регулируется сигналом на втором входе.

Параметры:

- Maximum delay – максимальное время задержки.
- Initial input – начальное значение.
- Initial buffer size – начальная величина буфера.

Width (Signals & Systems) – ширина вектора.

Описание: на выходе блока отображается размерность входного вектора.

Параметры: нет.

XY Graph (Sinks) – двухкоординатный график (графопостроитель).

Описание: блок XY Graph осуществляет вывод двухкоординатного графика. Используется для построения фазового портрета систем.

Параметры:

- x_{\min} , x_{\max} , y_{\min} , y_{\max} – минимальные и максимальные значения по координатам x и y .
- Sample Time – период дискретизации. Для непрерывных систем необходимо ввести -1.

Zero Order Hold (Discrete) – фиксатор нулевого порядка.

Описание: блок Zero Order Hold реализует фиксатор нулевого порядка.

Параметры:

- Sample time – период дискретизации.

Zero-Pole (Continuous) – нули-полюсы.

Описание: задание параметров блока в виде полюсов, нулей и коэффициента передачи.

Параметры:

- Zeros – вектор нулей.
- Poles – вектор полюсов.
- Gain – коэффициент передачи.

18. Оптимальная ставка налога

Определение проблемы поиска оптимальной ставки налога на прибыль дано ранее для лабораторных работ, выполняемых в Excel. Далее представлена эта же работа в SIMULINK в непрерывной форме.

Математическая модель

Сумма налоговых поступлений от предприятий за моделируемый период накапливается на бюджетных счетах и представляется интегралом

$$BD(t) = \int_{t=tb}^{t=tf} PRF(t) * TXRT * dt ,$$

где $BD(t)$ – сумма поступивших в бюджет средств от начала моделирования к моменту t , руб.; t – текущее время, год; tf – последний (final) момент моделирования; tb – начальный (begin) момент моделирования; $PRF(t)$ – доналоговая прибыль (profit), получаемая предприятием в момент t , руб./год; $TXRT$ – ставка налога на прибыль (tax rate).

Капитализируемый предприятием за время моделирования остаток прибыли:

$$CP(t) = \int_{t=tb}^{t=tf} PRF(t) * (1 - TXRT) * dt .$$

Прибыль в момент t :

$$PRF(t) = CP(t) * RN ,$$

где RN – рентабельность капитала предприятия. Задается как параметр предприятия, исходное данное.

Компьютерная модель в программе SIMULINK

Компьютерная SIMULINK-модель представляется в виде блок-схемы, содержащей типовые функциональные блоки систем управления и управляемых объектов. В блоки включены компьютерные программы, вычисляющие математические функции. Значки на блоках представляют формулы аналитических выражений передаточных функций как отношение выходной информации к входной.

Вначале студент составляет модель из типовых элементов библиотеки на листе бумаги. Затем за компьютером "таскает" мышью элементы из окна библиотеки в окно модели и соединяет их стрелками, моделирующими материальные, денежные и информационные потоки, запасы и сигналы. Окно модели представлено на рис. 18.1.

На схеме левый блок с именем Бизнес представляет накопитель собственного капитала предприятия, из библиотеки элементов он взят как блок

онные эксперименты для ставки, равной 0 %, с шагом в 10 % и последним экспериментом для 100 %. Для автоматизации экспериментов константу налоговой ставки мы можем заменить на переменную и управлять ее значениями из программного файла Matlab.

Блок Госбюджет представлен интегратором. Он аккумулирует налоговые поступления TxF за период моделирования в виде переменной BdjS. Справа от него блок Score строит график накопления средств от налога в бюджете. Блок Display отображает числовые значения BdjS.

Круглый блок сверху вычисляет прибыль в распоряжении предприятия как разницу между доналоговой прибылью и частью прибыли, отчисляемой по налоговой ставке в бюджет.

Исходные данные для параметров, переменных и показателей модели

В качестве исходных данных задаются числовые значения: налоговой ставки, рентабельности, начального капитала фирм и интервала моделирования.

Метод решения

Выполняется имитационное моделирование процесса развития предприятия и накопления налоговых средств в бюджете во времени решением системы дифференциальных уравнений стандартными средствами Matlab и SIMULINK.

Средства управления экспериментом

Средства отображения информации о показателях экспериментов – это графопостроители Score и индикаторы чисел Display.

Средства управления экспериментом – это диалоговые окна констант-факторов: ставки налога и рентабельности. Двойным щелчком мыши студент открывает окна и меняет значения факторов. Устанавливает для предприятий различные ставки налогов, измеряет поступления в бюджет и характеристики развития предприятий.

На первых этапах работы полная автоматизация планирования экспериментов и обработки результатов нецелесообразна, поскольку студент получает готовые результаты, не проявив активности, творчества, поиска. После ручного управления экспериментом, когда улучшилось понимание и знание предмета исследования, можно приступить к автоматизации планирования и управления экспериментом. Для этого составляется программа на языке Matlab в файле с расширением .m.

Программа управления экспериментами

Это лишь вариант программы. Продвинутый студент, посещавший в детстве садик с компьютерным уклоном, напишет программу получше.

```

%Optimal profit tax rate simulation
% File: C:\Csr_MtLb\TxRt\TaxRate_DscM.m and TaxRate_Dsc.mdl
% =====
path(path,'C:\Csr_MtLb\TxRt') %Set model Path
% =====
open_system('TaxRate_Dsc') %Load TaxRate_Dsc.mdl
TaxRate=[0:0.05:0.7] %План-вектор эксперимента по ставке налога
for Rntb = 0.2:0.2:1 %Цикл и план-вектор по рентабельности
sim('TaxRate_Dsc') %Run model
plot(TaxRate, ScopeData(end,2:end)) %Чертить график поступления
в бюджет
hold on %Разрешить дополнение графика кривыми
grid %Чертить сетку
end
hold off %Запретить дополнение графика
% ===== end TaxRate_DscM.m program =====

```

В m-файле программы за знаком процента всегда идут поясняющие комментарии. Они не являются командами и компьютером не исполняются.

В первой строке программы дается ее назначение или смысловое название. Во второй строке – полное имя .m-файла, содержащего нашу программу для управления экспериментами над SIMULINK-моделью, и имя файл SIMULINK-модели с расширением .mdl.

Четвертая строка устанавливает путь файловой системы к модели.

Шестая строка командой open_system загружает с диска модель в оперативную память.

Седьмая строка присваивает переменной модели TaxRate вектор планов экспериментов по налоговой ставке.

В строках с 8-й по 14-ю выполняется for-цикл для проведения экспериментов при различных величинах рентабельности бизнеса.

В девятой строке командой sim запускается модель и начинается моделирование, имитация налогового взаимодействия государства и предприятия.

После окончания имитации команда plot чертит один график (см рис. 18.5), используя данные рабочего (work space) пространства MATLAB записанные туда графопостроителем Scope. Оператор hold on разрешает дополнять рисунок графиками кривых, рассчитанными для следующих значений циклов рентабельности.

Порядок выполнения работы

Вид экрана лабораторной модели представлен на рис. 18.2.

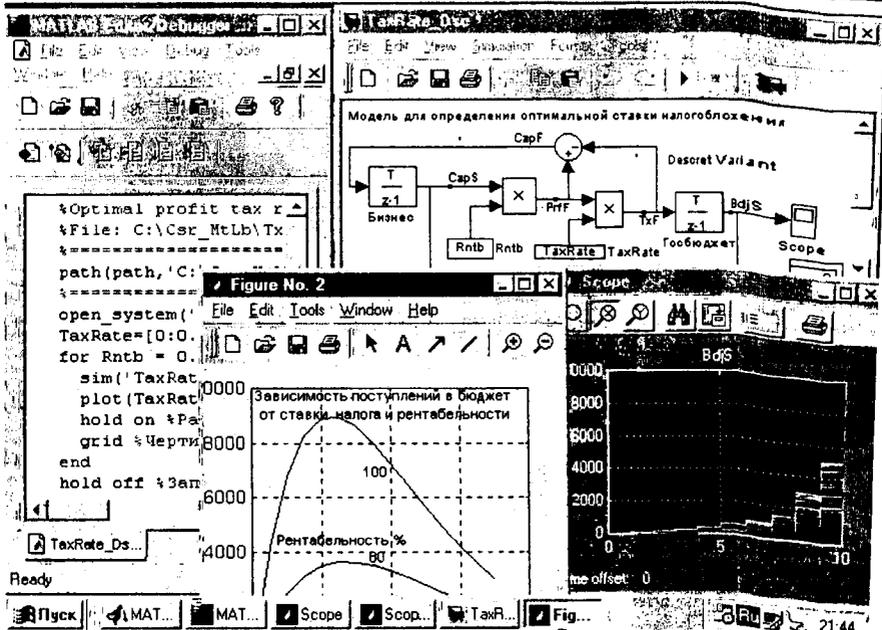


Рис. 18.2. Вид экрана лабораторной модели для исследования оптимальной ставки налогообложения

Слева расположено окно редактора программ с частичной видимостью m-файла программы управления двухфакторным экспериментом. Справа вверху – SIMULINK-модель. Справа внизу – окно Scope с графиками накопления средств в бюджете для различных значений (вектора) налоговых ставок. В центре – окно графиков двухфакторного имитационного эксперимента для различных ставок налога и рентабельности, нарисованного командой plot программы MATLAB.

Задание 18.1. Однофакторный имитационный эксперимент

Исследовать зависимость налоговых поступлений в бюджет за конкретный период времени от величины налоговой ставки на прибыль предприятий.

Запустив модель из меню Simulation, наблюдаем в окнах Scope изменение показателей предприятий и бюджета во времени: рост поступлений прибыли, отчислений по налогу в бюджет и капитализацию нераспределенной прибыли бизнесом. Устанавливая различные ставки налога, каждый раз "прогоняем" модель.

Серия экспериментальных графиков накопления средств в бюджете за время моделирования представлена на рис. 18.3.

Графики изменения капитала представлены на рис. 18.4.

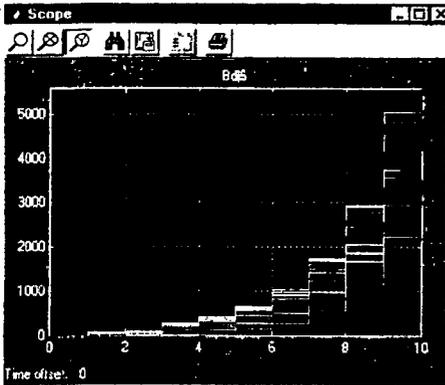


Рис. 18.3. Поступление средств в бюджет

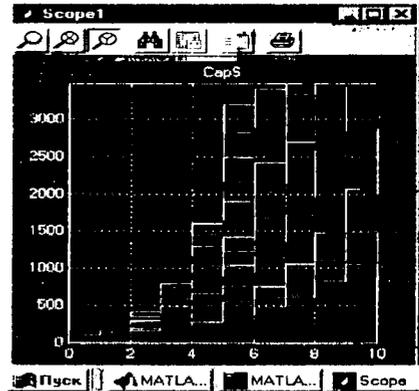


Рис. 18.4. Рост капитала фирмы

По мере увеличения ставки поступления в бюджет увеличиваются, а затем уменьшаются. Имеется ярко выраженный максимум, т. е. оптимальная для бюджета ставка налога. Имитация подтверждает и уточняет логическую словарную модель здравого смысла: отнимешь в налоги много сегодня, — значит, лишишь бизнес развития и завтра получишь в бюджет меньше или вообще ничего не получишь.

Задание 18.2. Двухфакторный имитационный эксперимент

Исследовать зависимость бюджетно-оптимальной ставки от эффективности работы фирмы. В качестве показателя эффективности выберем рентабельность, т. е. отношение доналоговой прибыли к капиталу.

В командном окне MATLAB откроем вышеописанный файл TaxRate_DscM.m. Файл откроется в окне редактора. Этот файл будет управлять двухфакторным экспериментом. Запустим программу командой меню Tools > Run. В результате моделирования MATLAB построит графики зависимости поступлений в бюджет от налоговой ставки и рентабельности предприятий (рис. 18.5).

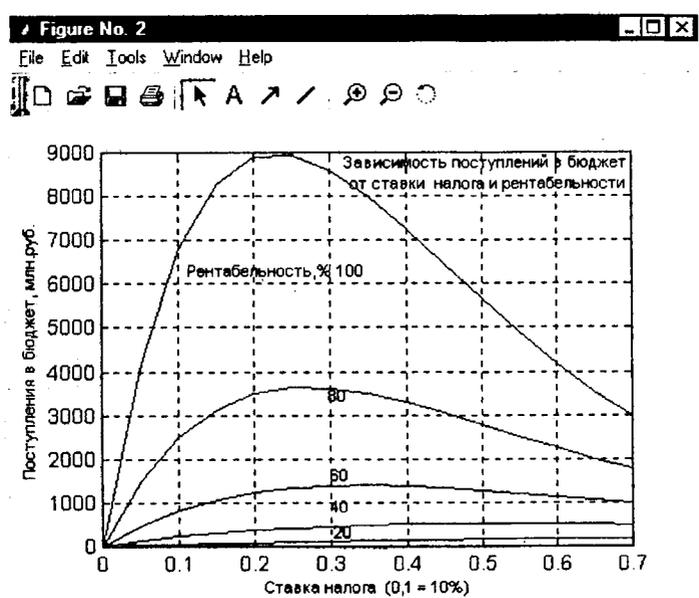


Рис. 18.5. Зависимость поступлений в бюджет от налоговой ставки для предприятий различной рентабельности

Анализ результатов

Чем выше рентабельность предприятия, тем ярче выражена оптимальная ставка налогообложения. С ростом рентабельности оптимальная ставка уменьшается (сдвигается влево), стремясь к фиксированной величине, на наших графиках, примерно, к 23 %.

Анализ результатов имитации будет неожиданным для публики, взволнованной сверхдоходами корпораций, и стран с прогрессивным налогообложением. Чем выше рентабельность бизнеса, тем выгоднее государству уменьшить ставку налога. Предприятия с низкой рентабельностью целесообразно облагать более высокими налогами. Чтобы выбраковывать их, как это делает крестьянин с малопродуктивным скотом, а заводы – с неэффективным оборудованием. Разумеется, урожай не собирают, пока он не созрел, и молодым предприятиям необходим льготный период.

В зависимости от ресурса времени преподаватель может расширить лабораторную работу и предоставить студентам возможность исследовать зависимость движения оптимальной ставки от других факторов: горизонта планирования, лага капиталоотдачи, начального капитала предприятия и др.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Определение проблемы.
2. Проблемные модели: словарная, математическая, графическая.
3. Описание средств управления экспериментом.
4. Порядок выполнения работы.
5. Графики экспериментальных показателей.
6. Сравнение теоретических, действующих в экономике и экспериментальных данных.
7. Предложения по модификации, расширению модели и организации работы.

Контрольные вопросы для допуска и защиты работы

1. Почему актуальна проблема научного обоснования налоговых ставок?
2. Сформулировать цель работы.
3. Перечислить объекты и функции проблемной системы.
4. Начертить графическую модель объектов и потоков в системе.
5. Рассказать о структуре и функции элементов компьютерной модели.
6. Объяснить метод имитационного решения задачи.
7. Перечислить исходные данные для параметров, переменных и показателей модели.
8. Перечислить средства управления экспериментом и отображения результатов.
9. Объяснить графики изменения показателей во времени.
10. Объяснить причины появления оптимальной ставки налога при однофакторном эксперименте.
11. Объяснить характер движения оптимальной ставки налога для предприятий с разной рентабельностью при двухфакторном имитационном эксперименте.

19. Равновесие на конкурентном рынке

Определение проблемы

Основоположник ценовой теории Альфред Маршалл (1842–1924) полагал, что большинство экономических процессов можно объяснить в терминах равновесной рыночной цены. Цена устанавливается при взаимодействии спроса и предложения. Теории хороши во всех учебниках, но и через 80 лет после Альфреда богатейшая и грамотнейшая ОПЕС, регулируя предложение, не может установить приемлемые для потребителей и производителей цены на нефть.

Обычно на бумаге или доске чертят пересечение линий спроса и предложения в зависимости от цены товара. Смещают линии, меняют их крутизну, наблюдают точки новых равновесий. Объясняют ножницы дефицита, инфляцию, перепроизводство и др. Все это много, сразу и даже больше можно делать на компьютере в системе MATLAB_SIMULINK.

Цель лабораторной работы

Исследовать на компьютерной модели гипотезы влияния спроса и предложения на динамику цен рыночного равновесия.

Работа обычно выполняется по курсам: макро- и микроэкономика, ценообразование, моделирование и др.

19.1. Лабораторная модель

Словарная модель

Проблемная система: товар, цены, поставщики, покупатели.

Поставщики поставляют на рынок товар. Чем больше рыночная цена, тем больше поставщиков и товара.

Потребители покупают товар. Чем меньше цена, тем больше покупателей и покупок.

Товар на рынке характеризуется двумя параметрами: количеством и ценой.

Математическая модель

Для первоначального изучения выбирается очень грубая модель: линейная, без запасов, случайностей, прогнозов и прочих затемняющих факторов.

Функция зависимости спроса от цены:

$$D_{md} = D_0 - K_d * P_{rc},$$

где D_{md} – спрос (demand) за текущий интервал времени; D_0 – спрос при нулевой цене; K_d – крутизна линии спроса; P_{rc} – цена (price) товара.

Линия зависимости предложения от цены:

$$Spl = S0 + Ks * Prc,$$

где Spl – предложение (supply) за текущий интервал времени; $S0$ – предложение при нулевой цене; Ks – крутизна линии спроса.

Имитационная модель в SIMULINK

Блок-схема имитационной модели представлена на рис. 19.1.

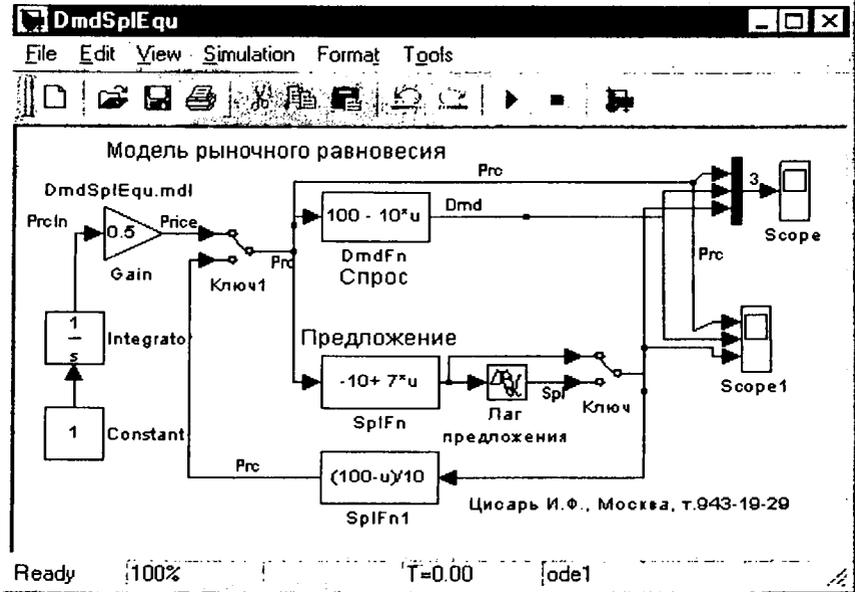


Рис. 19.1. Блок-схема имитационной модели

Экономическое содержание модели представляют лишь 4 блока, расположенные в центре окна.

Спрос представлен одним стандартным блоком с именем $DmdFn$. Он вычисляет значение спроса в зависимости от цены, подаваемой на вход блока.

Обозначения и параметры блока на схеме следующие:

$$u = Prc, D0 = 100, Kd = 10.$$

Предложение представлено тремя стандартными блоками. Собственно функция зависимости количества предлагаемых на продажу товаров от цены реализуется блоком с именем $SplFn$. Он вычисляет значение предложения в зависимости от цены, подаваемой на вход блока.

Обозначения и параметры блока на схеме следующие:

$$u = Prc, S0 = 10, Ks = 7.$$

Блок Лаг имитирует запаздывание поставщика на рынке. Продавец поставляет товар в количестве Spl , определенном на основе цен прошлого интервала времени.

Блок $SplFn1$ имитирует решение поставщика смириться с ценой текущего спроса. Он соглашается продать весь товар по цене, которую диктует линия спроса. Блок реализует функцию, обратную функции спроса, и вычисляет цену Prc , по которой сможет купить весь товар Spl поставщика. Параметры блока одинаковы с параметрами блока $Спрос DmdFn$.

19.2. Средства управления экспериментом

Внутримодельные средства

Кроме вышеописанной экономической части модели в ней присутствуют блоки управления экспериментом.

Отображение результатов моделирования осуществляется блоками $Score$. На схеме модели они расположены справа. Блоки строят графики изменения во времени спроса, предложения и цены.

Слева блоки константы, интегратора и усилителя задают значения цены для построения графиков статических характеристик функций спроса и предложения.

Ключи предназначены для переключения режимов моделирования. Для первого режима моделирования, чтобы построить функции спроса и предложения от цены, мы ставим ключи в верхнее положение. Вычисляются функции и отправляются в рабочее пространство MATLAB для построения крестообразного графика спроса и предложения. Затем для выбора второго режима двойным щелчком левой кнопкой мыши мы переводим ключи в нижнее положение. Начинается процесс собственно имитационного моделирования, т. е. переходный процесс рынка в равновесное состояние.

Внешние средства – программа MATLAB

Автоматизация управления экспериментом осуществляется с помощью программы MATLAB.

```
%Market equilibrium price simulation
%File: C:\Csr_MtLb\DmdSplEquM.m
%1.Simulate static functions, plot its
%2.Simulate price dynamic, plot price Web graphics
%=====
%Set model Path
path(path,'C:\Csr_MtLb\MrktEqPrc')
%=====
```

```

%1.Simulate static functions, plot its
%Load and Run DmdSplEqu.mdl
open_system('DmdSplEqu')
sim('DmdSplEqu') %Write Vars into WS from Scope
%Plot Static features
plot(ScopeData(:,2),ScopeData(:,3:4))
hold on
grid
pause(5) %Пауза для переключения в режим имитации
      %двойным щелчком мыши над ключами
%=====
%2.Simulate price dynamic
sim('DmdSplEqu')
%=====
%3. plot price Web graphics
for i = 2:11 %Цикл черчения паутины движения к равновесию
    line([ScopeData(i-1,2) ScopeData(i,2)],[ScopeData(i,4) ScopeData(i,4)])
    line([ScopeData(i,2) ScopeData(i,2)],[ScopeData(i,4) ScopeData(i+1,4)])
end
hold off
%=====

```

Описание программы

Строки со знаком % представляют комментарий к программе и не выполняются компьютером. Командой path устанавливается путь к модели в файловой системе. Оператор open system загружает модель в SIMULINK.

Функция sim запускает модель. Plot чертит крест графиков спроса и предложения. Hold on разрешает дополнять рисунок новыми графиками. Grid рисует для графиков масштабную сетку. На этом первый этап заканчивается. Функция pause останавливает процесс моделирования на 5 с для установки ключей двойным щелчком мыши в нижнее положение.

Начинается второй этап – моделирование переходного процесса к рыночному равновесию. Sim повторно запускает модель. Идет имитация. Scopes в своих окнах чертят графики показателей и пишут их значения в рабочем пространстве Matlab workspace.

Цикл for, используя данные памяти, чертит линии паутины переходного процесса цены к цене рыночного равновесия.

Общий вид окон эксперимента представлен на рис. 19.2.

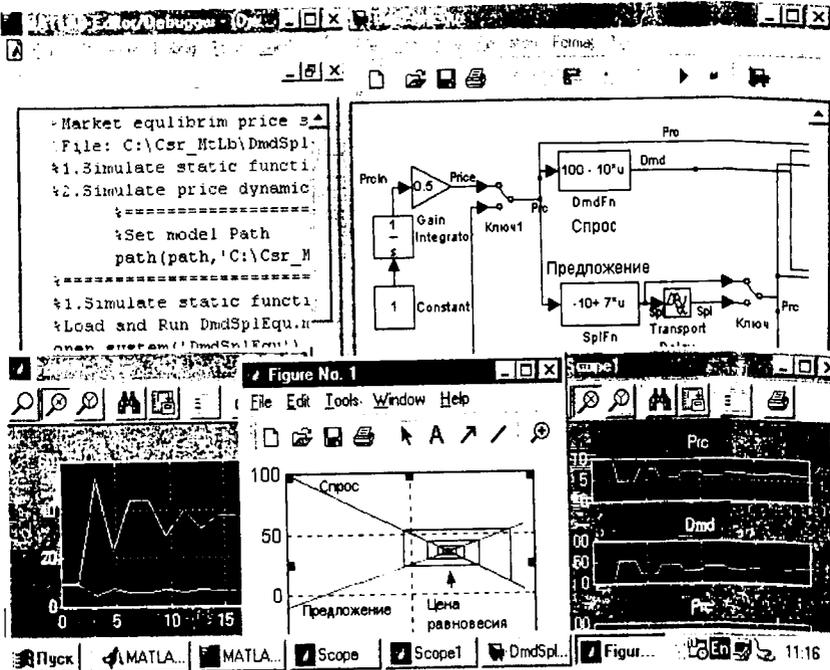


Рис. 19.2. Вид экрана при выполнении лабораторных работ по анализу процессов рыночного равновесия

Слева сверху расположено окно редактора/отладчика MATLAB с m-файлом управления экспериментом. Справа сверху – окно модели SIMULINK. Внизу слева – окно Score, справа – Score1 с графиками изменения цены, спроса и предложения во времени. В центре – график паутины переходного процесса к равновесию на конкурентном рынке, построенный программой MATLAB.

Задание 19.1. Изучить переходный процесс к рыночному равновесию

Из командного окна MATLAB студент открывает m-файл DmdSpl EquM.m. Файл отображается в окне редактора. Запускаем файл из меню Tools > Run. Программа загружает и запускает модель. Наблюдаем графики изменения показателей во времени в окнах Score и паутину движения цены в окне Figure. Графики Score1 представлены на рис. 19.3.

Графики Score представлены на рис. 19.4.

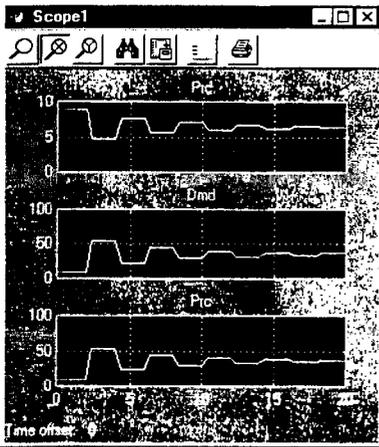


Рис. 19.3. Изменение цены, спроса и предложения во времени

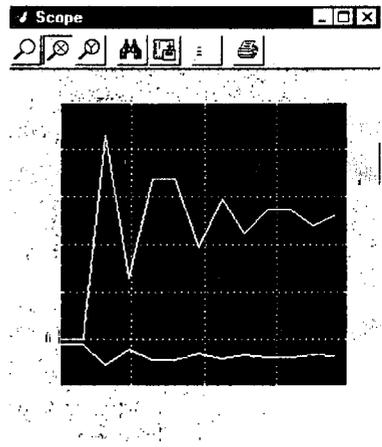


Рис. 19.4. Изменение цены, спроса и предложения в окне Scope

График паутинообразной модели движения к рыночному равновесию представлен на рис. 19.5.



Рис. 19.5. График паутины движения цены к равновесию на рынке

Задание 19.2. Изучить влияние смещения линий спроса и предложения на рыночное равновесие

Для смещения спроса студент меняет значения параметра D_0 в блоках $DmdFn$ и $SplFn1$ и наблюдает движение цены к новому равновесию.

Для смещения предложения студент меняет значения параметра S_0 в блоке $SplFn$ и наблюдает движение к новому равновесию.

Задание 19.3. Изучить влияние крутизны линий спроса и предложения на рыночное равновесие

Для изменения крутизны спроса студент меняет значения параметра K_d в блоках $DmdFn$ и $SplFn1$ и наблюдает движение цены к новому равновесию.

Для изменения крутизны предложения студент меняет значения параметра K_s в блоке $SplFn$ и наблюдает движение к новому равновесию.

При увеличении K_s колебания показателей в системе возрастают. При $K_s = K_d$ параметры колебаний не изменяются во времени. Устойчивое равновесие не достигается. На экране паутина превращается в прямоугольную рамку, т. е. система находится в режиме устойчивых колебаний. При $K_s > K_d$ система неустойчива, процесс расходится, паутина расширяется и уходит из окна. Это противоречит реальной экономике и подтверждает, что модель груба.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Определение проблемы.
2. Иерархию проблемных моделей: словарная, графическая, математическая.
3. Описание средств управления экспериментом.
4. Порядок выполнения работы.
5. Графики экспериментальных показателей.
6. Заключение. Сравнение теоретических, действующих в экономике и экспериментальных данных. Предложения по модификации, расширению модели и организации работы.

Контрольные вопросы для допуска и защиты работы

1. Почему актуальна проблема рыночного равновесия?
2. Сформулировать цель работы.
3. Перечислить объекты и функции проблемной системы.
4. Начертить графическую модель объектов и потоков в системе.
5. Написать и пояснить формулу спроса.

6. Написать и пояснить формулу вычисления предложения.
7. Написать и пояснить формулу вычисления цены.
8. Рассказать о структуре и функциях элементов компьютерной модели.
9. Объяснить метод имитационного решения задачи.
10. Перечислить исходные данные для параметров, переменных и показателей модели.
11. Перечислить средства управления экспериментом и отображения результатов.
12. Объяснить графики изменения показателей во времени.
13. Объяснить графики паутинового движения к равновесию.
14. Объяснить графики паутинового движения к равновесию при смещении спроса и предложения.
15. Объяснить графики паутинового движения к равновесию при изменении крутизны спроса и предложения.

20. Циклы и кризисы

Определение проблемы

Мировую экономику и экономику отдельных стран периодически потрясают кризисы или циклы роста и падения. В учебниках обычно дается описание характеристик и показателей циклов. Фиксируются события, подтолкнувшие к кризису, но причины кризисов остаются нераскрытыми.

Марксизм-ленинизм утверждал, что причина кризисов в капиталистической конкуренции и хаосе. Утверждалось, что с переходом власти в руки рабочих и крестьян кризисы исчезнут. Но кризисы перепроизводства в отраслях не исчезли, они покрывались государством скрытием информации и большими затратами на периодическое уничтожение и восстановление предприятий.

Например, в 1962 г. выпустили 6 млн. швейных машин, а через год – только 1 млн. Шесть заводов уничтожили из-за перепроизводства. То же было с комбайнами, литейным оборудованием и др. Даже по очковым линзам, где мода и технология не менялись 300 лет, каждые 10 лет создавались и уничтожались заводы и цеха. На этих заводах менялся только привод станков для шлифовки линз: ручной, ножной, конский, водяной, паровой, электрический.

Причина циклов и кризисов остается во многом неясной. В этом проблема.

Цель работы

Исследовать причинно-следственный механизм возникновения циклов и кризисов перепроизводства.

Лабораторная модель. Словарная модель определяет проблемную систему, т. е. объекты системы, их функции и связи, а также влияние внешней среды. Это потребители, производители, внешняя среда, система управления.

Математическая модель

Имея SIMULINK с типовыми библиотечными блоками, мы можем не выписывать математическую модель – каждая элементарная модель уже имеет программу, привязанную к блоку. Мы работаем с блоками, а математики и инженеры по автоматике могут по нашей схеме составить уравнения для аналитических решений и вручную или в системе Control System Toolbox оценить запасы устойчивости или необходимые параметры или алгоритмы стабилизации экономической системы.

Блок-схемная имитационная модель SIMULINK представлена на рис. 20.1.

CurDmd >= 0.

Блок производства с его системой управления задаем в виде грубейшей модели. Производство выполняет заказ полностью, но с фиксированным сроком исполнения, задаваемым блоком задержки (лаг исполнения заказа).

Управление экспериментом

Для управления экспериментами модель насыщается блоками Scope отображения информации о показателях процессов и линиями, питающими блоки информацией. Эта инфраструктура эксперимента затуманивает модель, затрудняет мышление экономиста, но приходится терпеть. Полная схема модели представлена на рис. 20.2.

В данной модели смена параметров блоков производится вручную. Диалоговое окно настройки параметров вызывается двойным щелчком мыши на блоке.

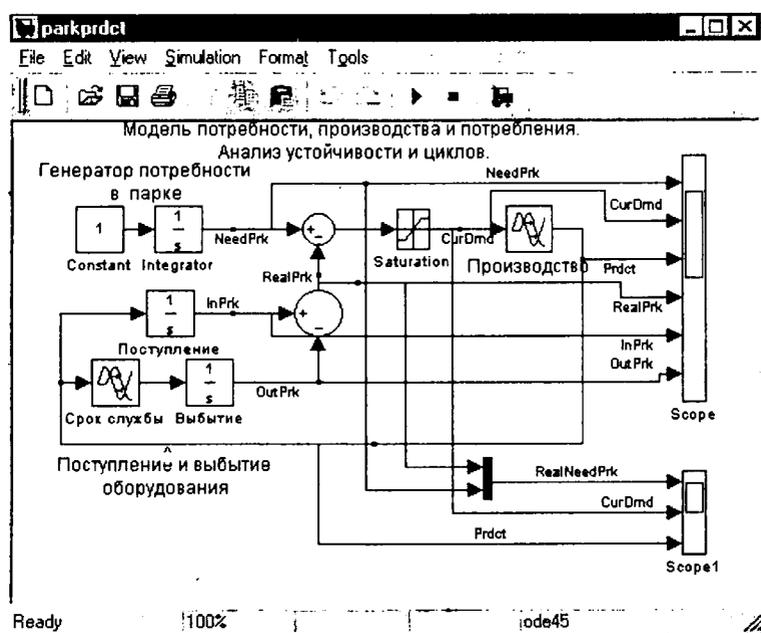


Рис. 20.2. SIMULINK-модель анализа циклов и кризисов с блоками графопостроителей Scope

Полный набор окон эксперимента представлен на рис. 20.3.

Слева сверху расположено окно библиотеки стандартных блоков SIMULINK. Справа – окно модели. Слева внизу – окно графопостроителя Scope1. В центре – командное окно MATLAB. Справа окно Scope.

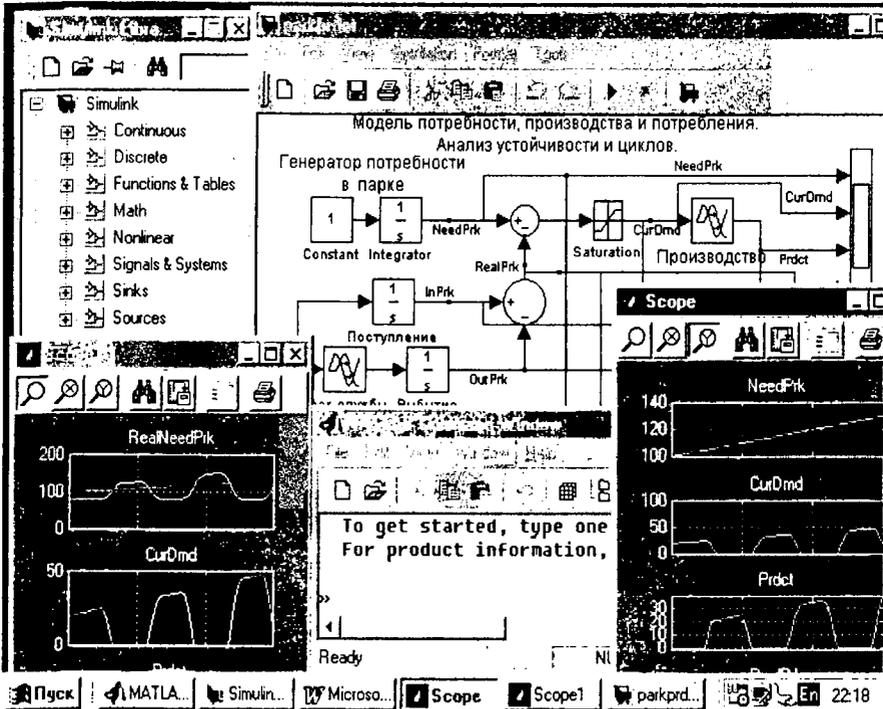


Рис. 20.3. Экран с полным набором окон эксперимента для исследования циклов и кризисов

Задание 20.1. Исследовать влияние производственного лага на устойчивость экономики

Студент на рабочем столе компьютера двойным щелчком мыши на иконке MATLAB загружает его, в командном окне вызывает SIMULINK и открывает файл ParkPrdct.mdl.

Запускает модель из меню Simulation > start. В окнах Scope наблюдает графики изменения показателей экономического развития, представленные на рис. 20.4 и 20.5.

Далее исследуется зависимость устойчивости системы при различных лагах производства. Студент произвольно меняет значения параметра задержки в блоке Производство, запускает модель, наблюдает графики показателей. С увеличением задержки, т. е. отставания реакции производства на спрос, возрастает амплитуда и период колебаний показателей экономиче-

ской системы, т. е. снижается ее устойчивость, возрастает неустойчивость, возможность кризисов.

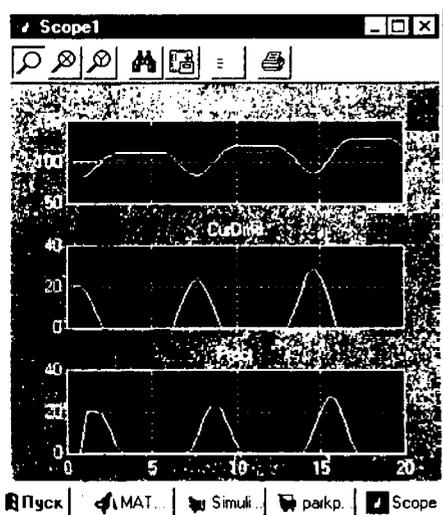


Рис. 20.4. Графики экономической динамики производства, спроса и потребления, Scope1

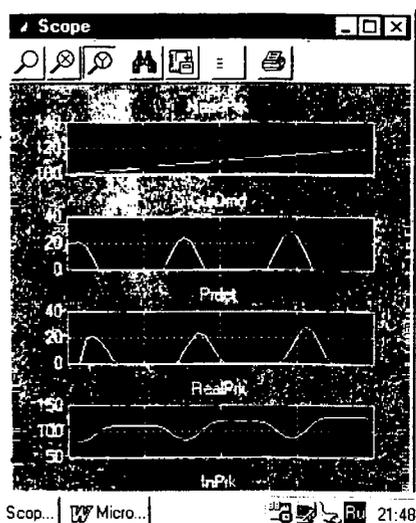


Рис. 20.5. Графики экономической динамики производства, спроса и потребления, Scope

Задание 20.2. Исследовать влияние срока службы изделий на динамику производства

Студент произвольно меняет значения параметра задержки в блоке Срок службы, запускает модель, наблюдает графики показателей. С увеличением задержки возрастает амплитуда и период колебаний показателей экономической системы, т. е. снижается ее устойчивость, возрастает неустойчивость, возможность кризисов. Это характерно для отраслей, производящих товары долгосрочного пользования или длительного хранения. Для товаров разового потребления, не подлежащих длительному хранению, при нулевых задержках производства колебания не возникают. Предложение всегда равно спросу. Система устойчива.

Задание 20.3. Исследовать влияние начального дефицита на устойчивость производства

Под начальным дефицитом понимается разница между необходимым и реальным парком оборудования на момент начала моделирования.

Студент произвольно меняет величину начальных условий на интеграторе блока Поступление, изменяя величину начального реального парка оборудования. Запускает модель, наблюдает графики показателей. С увеличением дефицита возрастает амплитуда колебаний показателей экономической системы, т. е. снижается ее устойчивость, возрастает неустойчивость, возможность кризисов.

В аналитической теории систем автоматического регулирования утверждается, что в системах с отрицательной обратной связью и запаздываниями возможны колебания и неустойчивость, которая усиливается астатизмом, т. е. накоплениями.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Определение проблемы.
2. Проблемные модели: словарную, графическую.
3. Описание средств управления экспериментом.
4. Порядок выполнения работы.
5. Графики экспериментальных показателей.
6. Сравнение теоретических, действующих в экономике и экспериментальных данных.
7. Предложения по модификации, расширению модели и организации работы.

Контрольные вопросы для допуска и защиты работы

1. Почему актуальна проблема циклов и кризисов?
2. Сформулировать цель работы.
3. Перечислить объекты и функции проблемной системы.
4. Начертить графическую модель объектов и потоков в системе.
5. Рассказать о структуре и функциях элементов компьютерной модели.
6. Объяснить метод имитационного решения задачи.
7. Перечислить исходные данные для параметров, переменных и показателей модели.
8. Перечислить средства управления экспериментом и отображения результатов.
9. Объяснить графики изменения показателей во времени.
10. Объяснить причины колебаний в экономической системе.
11. Рассказать о характере зависимости устойчивости системы от параметров модели: срока эксплуатации товаров, лага производства, начального парка изделий в эксплуатации.

21. Разработка имитационной модели финансово-экономической деятельности предприятия с помощью программы Project Expert

21.1. Назначение программы Project Expert

Программа Project Expert, разработанная российской фирмой "Про-Инвест Консалтинг", позволяет создать компьютерную имитационную модель финансовой деятельности предприятия. С помощью выбора многочисленных параметров внешней среды и параметров деятельности предприятия, вводимых пользователем (обычно финансовым менеджером), в диалоговом режиме можно создать достаточно достоверную имитационную модель конкретного инвестиционного проекта и оценить полученные экономические показатели и показатели эффективности инвестиций. Регулируя установленные параметры имитационной модели, можно наблюдать, к каким последствиям приводят принятые решения или изменения внешних факторов.

Следует подчеркнуть, что с формальной точки зрения хозяйственную деятельность любого предприятия можно рассматривать как непрерывную цепь преобразований активов из одной формы в другую. Эти преобразования всегда проходят через деньги. За деньги приобретаются материалы. Произведенная продукция после продажи превращается в деньги. Таким образом, движение денег отражает все, что происходит в экономике. Наблюдая денежные потоки, можно судить о предметах, которые их порождают. Очевидно, целью любой хозяйственной деятельности также являются деньги: расходование некоторой суммы предполагает получение дохода, превосходящего затраты. Это верно как для простой сделки купли-продажи, так и для деятельности огромного завода. В соответствии с этим предприятие для целей финансового анализа можно рассматривать как генератор денежных потоков. Анализ эффективности этого генератора проводится в рассматриваемой программе с помощью методов, широко распространенных в теории и практике финансового менеджмента.

Программа Project Expert как инструмент финансового анализа выполняет две основные функции: во-первых, преобразует описание деятельности предприятия с языка пользователя в формализованное описание денежных

потоков; во-вторых, вычисляет комплекс показателей, по которым финансовый менеджер может судить о результативности принятых решений.

На практике финансовому менеджеру важно не только самому убедиться в обоснованности разработанного плана, но и убедить в этом инвестора, средства которого он предполагает привлечь для расширения деятельности компании или развития нового бизнеса. Чаще всего приходится обращаться к разным инвесторам, имеющим различные взгляды на то, как оценивать эффективность предлагаемых проектов. Для того чтобы инвесторы и авторы проектов легче находили общий язык, выработан общепринятый стандарт, определяющий содержание и форму представления предложений о финансировании. Этот документ, называемый бизнес-планом, является фундаментом любой сделки. Международные финансовые организации опираются в своей практике на стандарт, разработанный специалистами UNIDO (United Nations Industrial Development Organization) – авторитетной организации, созданной ООН. UNIDO занимается выработкой стратегии экономического развития стран с переходной экономикой. Одним из результатов ее деятельности является создание стандартов подготовки инвестиционных решений. Важнейшим результатом применения программы Project Expert для разработки инвестиционного проекта является создание бизнес-плана, удовлетворяющего стандартам UNIDO.

Результаты имитационного моделирования с помощью Project Expert позволяют также подготавливать финансовые отчеты, по которым можно определить состояние фирмы в любой момент времени, причем финансовые отчеты формируются в соответствии с принятыми в мировой практике стандартами бухгалтерской отчетности. Это особенно важно для проектов, в которых используются иностранные инвестиции.

Таким образом, построив при помощи Project Expert имитационную модель финансовой деятельности предприятия, можно решить следующие задачи:

- разработать детальный финансовый план и определить потребность в денежных средствах на перспективу;
- определить схему финансирования предприятия, оценить возможность и эффективность привлечения денежных средств из различных источников;
- разработать план развития предприятия или реализации инвестиционного проекта, определив наиболее эффективную стратегию маркетинга, а также стратегию производства, обеспечивающую рациональное использование материальных, людских и финансовых ресурсов;
- проиграть различные сценарии развития предприятия, варьируя значения факторов, способных повлиять на его финансовые результаты;

- сформировать стандартные финансовые документы, рассчитать наиболее распространенные финансовые показатели, провести анализ эффективности текущей и перспективной деятельности предприятия;
- подготовить безупречно оформленный бизнес-план инвестиционного проекта, полностью соответствующий международным требованиям на русском и нескольких европейских языках.

21.2. Типовая последовательность работ

Работа по созданию имитационной модели финансовой деятельности и ее анализу с помощью программы Project Expert может быть представлена в виде следующих основных этапов:

1. Построение модели.
2. Определение потребности в финансировании.
3. Разработка стратегии финансирования.
4. Анализ финансовых результатов.
5. Формирование и печать отчета.
6. Ввод и анализ данных о текущем состоянии проекта в процессе его реализации.

Этап построения модели является наиболее трудоемким и требует значительной подготовительной работы по сбору и анализу исходных данных. Различные модули Project Expert независимы и доступны пользователю практически в любой последовательности. Однако отсутствие некоторых необходимых исходных данных может блокировать доступ к другим модулям программы. Независимо от того, разрабатывается ли детальный финансовый план или производится предварительный экспресс-анализ проекта, необходимо в первую очередь ввести следующие исходные данные:

- дату начала и длительность проекта;
- перечень продуктов и/или услуг, производство и сбыт которых будет осуществляться в рамках проекта;
- две валюты расчета для платежных операций на внутреннем и внешнем рынках, а также их обменный курс и прогноз его изменения;
- перечень, ставки и условия выплат основных налогов;
- состояние баланса (для действующего предприятия), включая структуру и состав имеющихся в наличии активов, обязательств и капитала предприятия на дату начала проекта;
- описание плана развития предприятия, содержащего инвестиционный план (в первую очередь календарный план работ с указанием затрат и используемых ресурсов) и операционный план (с указанием стратегии

сбыта продукции или услуг, плана производства, плана численности персонала, а также производственных издержек и накладных расходов).

На этапе определения потребности в финансировании следует произвести предварительный расчет проекта, в результате которого определяется эффективность проекта без учета стоимости капитала, а также определяется объем денежных средств, необходимый и достаточный для покрытия дефицита капитала в каждый расчетный период времени с шагом 1 месяц.

На этапе разработки стратегии финансирования предприятия формируется план финансирования на основе установленной на предыдущем этапе потребности в финансировании. Имеется возможность использовать следующие 3 способа финансирования: посредством привлечения акционерного капитала или заемных денежных средств, а также заключение лизинговых сделок. При разработке стратегии финансирования проекта имеется возможность моделирования объема и периодичности выплачиваемых дивидендов, а также стратегии использования свободных денежных средств (например: размещение денежных средств на депозит в коммерческом банке или приобретение акций сторонних предприятий).

Этап анализа эффективности проекта включает автоматическую генерацию стандартных отчетных бухгалтерских документов (отчет о прибылях и убытках, бухгалтерский баланс, отчет о движении денежных средств и отчет об использовании прибыли), на основе которых осуществляется расчет основных показателей эффективности инвестиций и финансовых коэффициентов. Обычно разрабатывается несколько вариантов проектов в соответствии с различными сценариями их реализации. После определения наиболее вероятного сценария проекта он принимается за базовый. На основе базового варианта проекта производится анализ чувствительности и определяются критические значения наиболее важных факторов, влияющих на финансовый результат проекта.

Формирование отчета производится с помощью специального генератора отчета, который обеспечивает компоновку и редактирование отчета по желанию пользователя. В отчет могут быть включены не только стандартные графики и таблицы, но также другие созданные пользователем таблицы, графики и текстовые комментарии.

На этапе контроля за ходом реализации проекта вводится фактическая информация о ходе реализации проекта и формируется отчет о рассогласованиях плановой и фактической информации, которые могут быть использованы в процессе управления проектом.

21.3. Рабочие инструменты программы

Кратко рассмотрим основные рабочие инструменты программы применительно к одной из наиболее широко используемых версий программы Project Expert for Windows 7.11.

После запуска Project Expert на экране появляется окно рабочего стола, на котором в верхней части представлены стартовые элементы основного меню и панели инструментов, позволяющие открыть существующий проект, начать создание нового проекта или завершить работу, а также получить необходимые справки. Рабочий стол на этом режиме остается пустым.

Открытие файла проекта производится обычным для Windows-программ образом, при этом могут открываться файлы проектов (с расширением *rex*), содержащие полную информацию о проекте, включая исходные данные, настройки и результаты вычислений, или файлы шаблонов (с расширением *ret*), содержащие лишь базовую информацию, используемую для создания нового файла проекта.

После открытия файла проекта или создания нового проекта в окне рабочего стола появляются все элементы основного меню и панели инструментов, строка состояния в нижней части, а в центре рабочего стола – окно содержания программы.

Содержание основного меню с указанием команд и их назначений, а также клавишных эквивалентов команд показано в табл. 21.1 (звездочкой отмечены стартовые элементы меню).

Таблица 21.1

Меню	Команда	Назначение
ПРОЕКТ	Новый... *	Создает новый проект
	Открыть... *	Открывает проект
	Закрыть	Закрывает текущий проект
	Сохранить	Сохраняет внесенные изменения в файле проекта
	Сохранить как...	Сохраняет внесенные изменения в любом месте с любым именем и расширением (<i>rex</i> , <i>ret</i>)
	Отправить	Отправляет файл проекта электронной почтой
	Просмотр перед печатью...	Предварительный просмотр документа перед печатью (доступна, если открыты отчетные документы)
	Печать...	Печатает документы (доступна, если открыты отчетные документы)
	Настройка печати..	Настраивает параметры печати документов
	Выход (Alt + F4) *	Завершает работу программы
ОБМЕН	Импорт...	Вводит исходные данные проекта из внешних текстовых файлов или баз данных (формат <i>dbf</i>)
	Экспорт...	Выводит данные из проекта во внешние текстовые файлы или базы данных (формат <i>dbf</i>)

Окончание табл. 21.1

Меню	Команда	Назначение
ОБМЕН	Библиотеки...	Создает библиотеки исходных данных и вводит данные из библиотек в проект
	Audit Expert...	Активизирует диалог обмена с Audit Expert
	Marketing Expert...	Активизирует диалог обмена с Marketing Expert
РЕЗУЛЬТАТЫ	Прибыли-убытки (F5)	Открывает финансовый отчет "Прибыли-убытки"
	Кеш-фло (F6)	Открывает финансовый отчет "Кеш-фло"
	Баланс (F7)	Открывает финансовый отчет "Баланс"
	Финансовые показатели	Просмотр таблицы финансовых показателей
	Эффективность инвестиций (F8)	Просмотр результатов расчета эффективности инвестиций
	Графики	Позволяет построить, просмотреть на экране и распечатать графики любых табличных данных проекта
	Детализация результатов (F11)	Открывает для просмотра соответствующие таблицы
	Таблица пользователя (F12)	Открывает для просмотра соответствующие таблицы
	Пересчет (F9)	Запускает процедуру пересчета проекта с учетом внесенных изменений
	ОКНО	Каскад (Shift + F5)
Мозаика (Shift + F4)		Размещает открытые окна в мозаичном порядке
Упорядочить значки		Упорядочивает значки открытых окон
Закреть все		Закрывает все открытые окна программы
Справка		Справочная информация

Панель инструментов содержит кнопки, с помощью которых можно выполнять некоторые из описанных выше действий, минуя выбор команд основного меню. Названия кнопок, показываемые системой в строке состояния (и в сокращенном виде возле кнопки) при помещении курсора на соответствующую кнопку, являются следующими:

- Создать новый проект;
- Открыть проект;
- Сохранить последние изменения;
- Просмотр перед печатью;
- Печатать отчет;
- Закончить работу с приложением;
- Отчет о прибылях и убытках;
- Отчет о движении денежных средств;
- Показать балансовый отчет;
- Финансовые показатели;
- Интегральные показатели эффективности инвестиций;
- Описание и просмотр графиков;
- Просмотр детализации результатов;

- Просмотр таблицы пользователя;
- Показать календарный план проекта;
- Показать окно содержания;
- Расчет проекта.

При создании нового проекта с помощью соответствующей команды меню или кнопки панели инструментов открывается диалоговое окно, показанное на рис. 21.1. В этом окне вводится название проекта, его вариант (например, базовый) и автор проекта. Наиболее важной для создаваемой модели информацией является Дата начала и Длительность проекта. Все предусмотренные проектом операции, связанные с производством, сбытом или финансированием, не должны выходить за пределы установленного здесь периода. Длительность проекта может находиться в интервале от 2 месяцев до 100 лет. Числовые данные вводятся в поля с прокруткой непосредственно с клавиатуры либо устанавливаются нажатием кнопок прогонки с помощью указателя мыши.

Установка флажка Сжатый производится в случае необходимости сохранения файла проекта в архивированном виде для более экономного использования дискового пространства. В поле "Файл" следует ввести название и местонахождение файла проекта, при этом для выбора требуемой папки местонахождения файла можно использовать кнопку Пролистать. В нижнем поле указывается имя файла шаблона (в большинстве случаев можно оставить файл шаблона, задаваемый по умолчанию).

Новый проект

Название:

Вариант:

Автор:

Дата начала: Длительность: лет мес.

Расположение файла проекта

Сжатый

Файл:

Шаблон:

Рис. 21.1. Диалоговое окно Новый проект

В окне Содержание, открывающем доступ ко всем диалогам программы, представлено 9 разделов, содержащих однотипную информацию, сгруппированную по модулям. Указав мышью на наименование раздела, можно получить доступ к модулям, имеющимся в данном разделе. Вид окна Содержание при выборе раздела *Проект* показан на рис. 21.2.

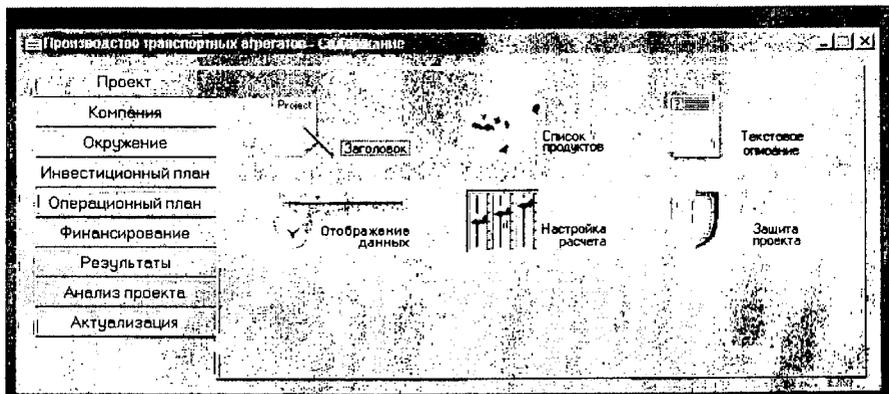


Рис. 21.2. Окно Содержание

Сводный перечень разделов и модулей окна Содержание программы Project Expert, а также их назначение приведены в табл. 21.2.

Таблица 21.2

Раздел	Модуль	Назначение
ПРОЕКТ	Общая информация о проекте и настройка параметров расчета и отображения данных	
	Заголовок	Вводятся: дата начала и длительность проекта; комментарий (текст, поясняющий особенности данного проекта); название и местонахождение файла проекта и флажок Сжатый
	Список продуктов	Вводится полный перечень продуктов или услуг предприятия, реализующего проект, с указанием единицы измерения и даты начала продаж каждого продукта
	Отображение данных	Содержит 2 карточки: Масштаб (расчет – с шагом 1 месяц, отчет – месяц, квартал или год) и Итоговые таблицы (устанавливаются параметры отображения данных в этих таблицах)
	Настройка расчета	Содержит 3 карточки: Ставка дисконтирования (для двух валют проекта), Детализация (состав таблиц в Результатах для детального рассмотрения), Показатели эффективности (выбор параметров расчета показателей эффективности)
	Защита проекта	Устанавливаются пароли для трех категорий пользователей: автора проекта, менеджера проекта и гостя
Текстовое описание	Для формирования структурированного текстового описания особенностей предприятия и проекта для отчета и бизнес-плана	

Раздел	Модуль	Назначение
КОМПАНИЯ	Данные, характеризующие финансово-экономическое состояние предприятия на начало проекта	
	Стартовый баланс	Состоит из двух разделов: <i>Активы</i> и <i>Пассивы</i> . Раздел <i>Активы</i> содержит карточки: Денежные средства, Средства к получению, Запасы готовой продукции, Запасы сырья, материалов и комплектующих, Предоплаченные расходы, Земля, Здания, Оборудование, Нематериальные активы, Незавершенные инвестиции, Инвестиции в ценные бумаги. Карточки раздела <i>Пассивы</i> : Отсроченные налоговые платежи, Счета к оплате, Кредиты, Акционерный капитал, Резервы, Нераспределенная прибыль, Полученные авансы, Добавочный капитал
	Банк. Система учета	Определяет основные правила учета финансовой деятельности предприятия: Начало финансового года, Принцип учета запасов (FIFO, LIFO или по среднему) и флажок Показывать в балансе оборудование, полученное в лизинг
	Структура компании	Вводится, когда требуется анализ деятельности подразделений компании и оценки их вклада в общий финансовый результат
	Текстовое описание	Для формирования структурированного текстового описания особенностей предприятия и проекта для отчета и бизнес-плана
ОКРУЖЕНИЕ	Данные о финансово-экономической среде, в которой планируется реализация проекта	
	Валюта	Выбираются основная и дополнительная валюты проекта, единицы измерения (единицы, тысячи и миллионы) и соотношение между валютами на момент начала проекта
	Учетная ставка	Вводятся ставки рефинансирования по каждой валюте на период действия проекта
ОКРУЖЕНИЕ	Инфляция	Вводятся данные, характеризующие инфляционные факторы внешней среды на каждую группу объектов: сбыт, прямые издержки, общие издержки, заработная плата, недвижимость
	Налоги	Устанавливается налоговое окружение проекта; имеется возможность редактирования параметров налогов, удаления и добавления налогов
	Текстовое описание	Для формирования структурированного текстового описания для отчета и бизнес-плана
ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ПЛАН	Средства для формирования календарного плана работ и описания необходимых ресурсов	
	Календарный план	Производится формирование календарного плана проекта, списка активов, составляется описание используемых ресурсов, определяются другие характеристики начальных инвестиций и подготовки производства. (выбор сроков и способа амортизации активов, описания активов действующего предприятия, построения диаграммы ГАНТТ, формирования годового календаря)
	Список активов	Вводится описание характеристик активов, сформированных в календарном плане
	Ресурсы	Определяется состав и порядок пользования ресурсов, необходимых для проведения мероприятий, предусмотренных календарным планом
	Текстовое описание	Для формирования структурированного текстового описания особенностей инвестиционной стадии проекта для отчета и бизнес-плана

Продолжение табл. 21.2

Раз-дел	Модуль	Назначение
ОПЕРАЦИОННЫЙ ПЛАН		Формируется план основной деятельности, предусмотренной проектом. Вводятся исходные данные о сбыте произведенной продукции и об издержках производственной деятельности предприятия
	План сбыта	Вводятся данные об объемах и условиях продажи продуктов или услуг; могут устанавливаться тенденции изменения цен и специальные условия налогообложения
	Материалы и комплектующие	Детально описываются условия приобретения всех компонентов, используемых в производстве
	План производства	Описывается производственная программа предприятия; вводится информация о прямых издержках производственного периода проекта и формируется график производства
	План персонала	Описываются общие (постоянные) издержки на заработную плату работников предприятия
	Общие издержки	Вводятся постоянные издержки (накладные расходы), не связанные непосредственно с объемом производства (делятся на 3 группы: Управление, Производство, Маркетинг)
	Текстовое описание	Для формирования структурированного текстового описания особенностей операционной стадии проекта
ФИНАНСИРОВАНИЕ		Формирование схемы финансирования проекта (можно описать условия привлечения финансовых ресурсов, порядок обслуживания задолженности и расчетов с акционерами, а также определить условия размещения свободных денежных средств и использования прибыли предприятия)
	Акционерный капитал	Описание условий финансирования посредством продажи акций предприятия
	Займы	Описывает схемы привлечения заемного капитала для финансирования проекта
	Лизинг	Описывает условия проведения лизинговых операций
	Инвестиции	Описывает условия проведения инвестиционных операций (банковские депозиты, ценные бумаги и др.)
	Другие поступления	Описывает финансовые операции, не связанные с прямым привлечением акционерного и заемного капитала, а также внутривиреализационные операции
	Другие выплаты	Описывает расходы, не относящиеся к основной операционной или финансовой деятельности предприятия
	Распределение прибыли	Описывает порядок распределения чистой прибыли
	Льготы по налогу на прибыль	Указывается доля прибыли, освобождаемая от налогообложения
	Текстовое описание	Для формирования структурированного текстового описания особенностей финансирования
РЕЗУЛЬТАТЫ		Приводятся результаты моделирования деятельности предприятия, отражаемые в финансовых отчетах, таблицах и графиках. Эти материалы вместе с поясняющим текстом включаются в бизнес-план
	Прибыли-убытки	Выводит отчет о прибылях и убытках, позволяющий определить, из каких составляющих складывается прибыль предприятия

Раздел	Модуль	Назначение
РЕЗУЛЬТАТЫ	Кеш-фло	Выводит отчет о движении денежных средств, показывающий денежные поступления и выплаты, связанные с основными статьями доходов и затрат
	Баланс	Выводит "Баланс предприятия", отражающий структуру активов, обязательств и собственных средств предприятия на каждом этапе реализации проекта
	Отчет об использовании прибыли	Выводит отчет об использовании прибыли
	Детализация результатов	Открывает доступ к просмотру таблиц, содержащих подробную информацию о различных сторонах финансово-хозяйственной деятельности предприятия
	Таблицы пользователя	Позволяет пользователю самостоятельно формировать необходимые ему финансовые отчеты
	Графики	Позволяет строить и выводить графики на печать
	Отчет	Позволяет выполнить подготовку отчета, в который включаются исходные данные, результаты расчетов и текстовая информация
АНАЛИЗ ПРОЕКТА	Содержит набор инструментов для исследования финансовой эффективности разработанного проекта	
	Финансовые показатели	Приводятся финансовые показатели
	Эффективность инвестиций	Приводятся показатели эффективности инвестиций
	Доходы участников	Приводится анализ доходов участников финансирования проекта
	Анализ чувствительности	Определяется чувствительность показателей эффективности к изменениям различных параметров
	Анализ безубыточности	Определяет объем сбыта, при котором затраты полностью перекрываются доходами от продажи продукции (исследуется зависимость затрат и выручки от объема сбыта)
	Монте-Карло	Производится статистический анализ, позволяющий определить степень воздействия случайных факторов на показатели эффективности проекта
	Разнесение издержек	Позволяет описать происхождение всех видов издержек и доходов, не связанных с реализацией продукции (для анализа эффективности работы подразделений компании и определения себестоимости отдельных видов продукции)
Доходы подразделений	Отражает структуру доходов и затрат, связанных с деятельностью отдельных подразделений и производством каждого продукта	
АКТУАЛИЗАЦИЯ	Содержит средства контроля над ходом исполнения проекта	

21.4. Создание имитационной модели с помощью диалогов окна Содержание

Рассмотрим далее основные особенности процедуры создания и редактирования имитационной модели с помощью разделов и модулей окна Содержание.

Проект

В разделе Проект, изначально доступном после открытия или создания проекта, наиболее важными являются модули Заголовок и Список продуктов. Диалоговое окно модуля Заголовок имеет вид, показанный на рис. 21.3.

Заголовок проекта [X]

Название: Установка для раскатки скважин [OK]

Вариант: Базовый [Отменить]

Автор: ПО "СТРОЙТЕХ" [Справка]

Дата начала: 01.08.2001 [↑] [↓] Длительность: 3 [↑] [↓] лет 0 [↑] [↓] мес.

Комментарий:

Разработчик проекта - Промышленное объединение "Строй Технологии" (именуемое ниже ПО "СТРОЙТЕХ"), обладающее уникальным опытом и технологиями. В рамках программы стратегического развития предприятия ПО "СТРОЙТЕХ" приступил к разработке и производству высокоэффективного оборудования для бестраншейной прокладки коммуникаций: раскатчика и приводной станции.

Файл проекта

Сжатый

c:\Program Files\Project Expert 6\Projects\Samples\EXAMPLE1.PEX (150,46)

Рис. 21.3. Диалоговое окно модуля Заголовок

В этом диалоговом окне отображается информация, введенная при создании нового проекта, причем эта информация в случае необходимости может быть изменена требуемым образом.

В поле Комментарий может вводиться любой текст, поясняющий особенности данного варианта проекта, содержащий заметки, полезные в процессе работы.

В нижней части диалогового окна представлено название файла проекта с указанием полного пути к нему и размер занимаемого им пространства на

диске в килобайтах. Название и местонахождение файла определяется при создании проекта. Проект можно сохранить в файле с другим именем, при этом существующий файл остается без изменений. Для сохранения проекта в файле с новым названием следует ввести команду меню Проект-Сохранить как.

Диалоговое окно модуля Список продуктов имеет вид, показанный на рис. 21.4.

Важнейшим фактором, определяющим содержание проекта, является перечень продуктов или услуг, которые будут представлены на рынок компанией, реализующей проект. Для каждого продукта или каждой услуги устанавливается соответствующая единица измерений. Для производственной продукции объем обычно измеряют в тоннах, метрах, штуках, а для услуг – в часах или в условных единицах. Важность такого выбора обусловлена тем, что с ним непосредственно связано формирование планов производства и сбыта, а также с тем, что производственные издержки относятся к единице производимой продукции, а план сбыта рассчитывается на основании цены единицы продукции.

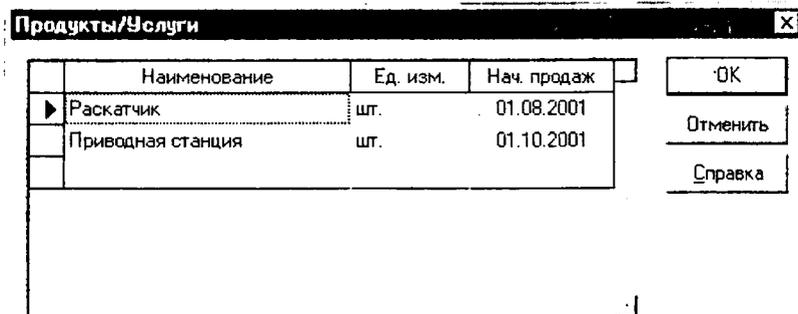


Рис. 21.4. Диалоговое окно Продукты/Услуги

В этом диалоговом окне также устанавливаются даты начала продаж для каждого вида продукции или услуг.

Введенная в этом модуле информация используется программой в разделе Операционный план при планировании стратегии производства и сбыта продуктов/услуг проекта, а также в модуле Стартовый баланс раздела Компания при описании активов и пассивов действующего предприятия. Если проект реализуется на основе действующего предприятия, то в этом диалоговом окне следует в перечень продукции включить наименования как планируемой к производству, так и уже произведенной продукции с указанием продуктов незавершенного производства на дату начала проекта.

Следует отметить, что введенная в этом диалоговом окне дата начала продаж определяет только возможность начала продаж с указанного момента, а в действительности сбыт продукции осуществляется в соответствии с планом, который формируется в модуле План сбыта раздела Операционный план.

Модуль Отображение данных предназначен для указания масштаба представления данных проекта и настройки параметров отображения итоговых таблиц.

Этот диалог содержит две карточки: "Масштаб" и "Итоговые таблицы". С помощью карточки "Масштаб" можно установить режим отображения результатов расчетов в масштабах месяца, квартала или года (сами расчеты производятся с шагом в 1 месяц). С помощью карточки "Итоговые таблицы" устанавливаются параметры отображения данных в итоговых таблицах программы, представленных в разделе Результаты.

Модуль Настройка расчета предназначен для указания параметров расчета показателей эффективности проекта и степени детализации результатов. В его диалоговом окне содержатся 3 карточки: "Ставка дисконтирования", "Детализация" и "Показатели эффективности". С помощью карточки "Ставка дисконтирования" устанавливаются расчетные величины ставок дисконтирования для первой и второй валюты проекта (обычно для рублей и долларов). Как известно, ставка дисконтирования является параметром модели, который позволяет корректировать суммы денежных выплат с учетом различной стоимости денег в разные моменты времени. Ставка дисконтирования используется при расчете показателей эффективности проекта, отображаемых в модуле Эффективность инвестиций в разделе Анализ проекта. Следует отметить, что в финансовых отчетах отображаются недисконтированные денежные потоки (лишь для таблицы "Кеш-фло" данные могут быть отображены с учетом ставки дисконтирования, если в модуле Отображение данных установить флажок "Дисконтировать строки при отображении").

В качестве ориентира при выборе ставки дисконтирования обычно рассматриваются процентные ставки по банковским вкладам, государственным ценным бумагам или другим альтернативным возможностям надежного вложения денег. Показатели эффективности, рассчитанные с учетом ставки дисконтирования, демонстрируют сравнительную эффективность инвестиций в проект по отношению к другим финансовым инструментам, доступным для инвесторов.

Карточка "Детализация" может использоваться для определения состава таблиц, которые необходимо сформировать в результате расчета проекта. Выбор таблицы, содержащей необходимые данные, определяется установкой флажка с наименованием соответствующей таблицы. С помощью кно-

пок Выделить все и Удалить все можно установить или снять все флажки одновременно. Выбранные в этом диалоге таблицы детализации можно просмотреть в модуле Детализация результатов раздела Результаты после выполнения расчета проекта. Если в карточке "Детализация" не установлен ни один флажок, то кнопка Детализация результатов в разделе Результаты недоступна.

Карточка "Показатели эффективности" позволяет сделать выбор подходящих параметров расчета показателей эффективности и получить корректную оценку проекта, учитывающую особенности его реализации. Установка флажка Учитывать проценты по кредитам обеспечивает расчет показателей эффективности инвестиций с учетом выплат, связанных с обслуживанием кредиторской задолженности. При снятом флажке рассчитывается собственная эффективность проекта без учета стоимости денег, привлекаемых для финансирования инвестиционных затрат. В поле с прокруткой, расположенном в центральной части карточки, можно определить процент выплат, которые могут финансироваться за счет поступлений текущего месяца (во многих случаях используется предлагаемая по умолчанию величина 100 %).

В поле с прокруткой, расположенном в нижней части этой карточки, устанавливается период расчета показателей эффективности (по умолчанию указывается полная длительность проекта). Использование этого параметра позволяет оценить эффективность инвестиций не только на момент окончания проекта, но и на предварительных этапах его реализации.

Модуль Текстовое описание этого раздела (а также аналогичные модули разделов Компания, Окружение, Инвестиционный план и Операционный план) предназначен для формирования текстовой части проекта. Представленные в этом модуле диалоги организованы в соответствии с требованиями к структуре бизнес-плана. При подготовке текстового описания проекта удобно пользоваться предложенной схемой, предусматривающей изложение развернутых ответов на поставленные вопросы. Сформированная таким образом текстовая часть проекта в дальнейшем может включаться в состав отчета.

Модуль Защита проекта обеспечивает возможность реализации защиты проекта от несанкционированного доступа с помощью паролей.

Компания

Раздел *Компания* предназначен для ввода данных, характеризующих финансово-экономическое состояние предприятия на начало проекта. Этот раздел используется, если проект реализуется на основе действующего предприятия; при этом необходимо описать состояние его активов и пассивов на момент начала проекта. Если же для реализации проекта создается

новое предприятие, имеющее "нулевой" стартовый баланс, то вновь создаваемые активы предприятия описываются в разделе *Инвестиционный план*.

Наиболее важным модулем этого раздела является модуль **Стартовый баланс**, отражающий начальное финансовое состояние действующего предприятия и детально описывающий статьи активов и пассивов баланса на дату начала проекта.

Вид диалогового окна "Стартовый баланс" с открытой карточкой "Денежные средства" закладки "Активы" показан на рис. 21.5.

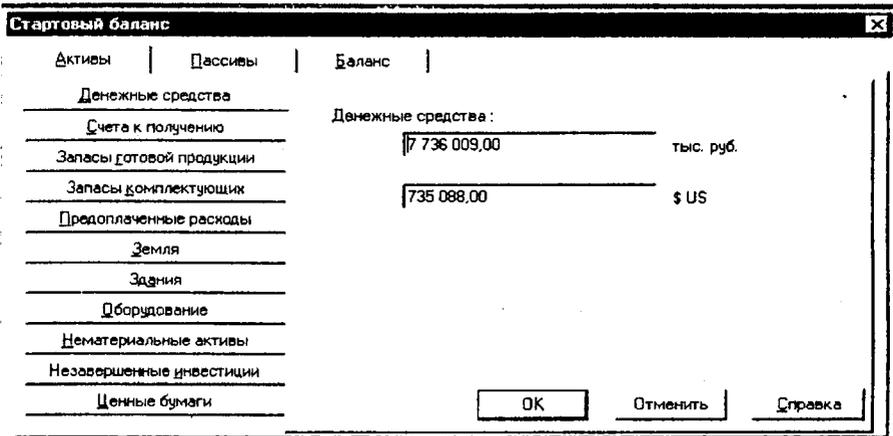


Рис. 21.5. Диалоговое окно Стартовый баланс

Данные по каждой из статей активов и пассивов предприятия на начало реализации проекта вводятся в карточки, которые выбираются с помощью закладок в левой части каждого из разделов диалога. Карточки закладки "Активы" видны на рис. 21.5. Для закладки "Пассивы" предусмотрены следующие карточки:

- Отсроченные налоговые платежи;
- Счета к оплате;
- Кредиты;
- Акционерный капитал;
- Резервы;
- Нераспределенная прибыль;
- Полученные авансы;
- Добавочный капитал.

Введенные данные отображаются в балансе предприятия, который можно просмотреть, выбрав закладку "Баланс".

важным шагом при описании "окружения проекта" даже при отсутствии в проекте экспортно-импортных операций.

В списке Ед. измерения можно выбрать масштаб представления денежных сумм для основной и второй валюты. Система предлагает для выбора 3 возможных значения: 1, 1 000, и 1 000 000, что соответствует представлению сумм в единичном, тысячном и миллионном масштабе выбранного наименования валюты. В поле Курс на момент начала проекта вводится соответствующая величина с учетом выбранных наименований и масштабов измерения валют проекта. В таблице, расположенной в нижней части диалогового окна, вводятся темпы роста/падения курсового соотношения валют в процентах. Знак величины курсовой инфляции показывает направленность изменений курсов валют (положительное значение указывает на рост курса второй валюты по отношению к первой).

Модуль **Ставка рефинансирования** предназначен для ввода ежегодных значений ставки рефинансирования в период действия проекта по каждой из валют. Устанавливаемая ЦБ РФ ставка рефинансирования регулирует стоимость кредитных ресурсов на финансовом рынке. Значения ставки рефинансирования на каждый год проекта вводятся в таблицу, представленную в данном диалоге, при этом предварительно необходимо выбрать закладку, соответствующую виду валюты.

Модуль **Инфляция** обеспечивает ввод данных, характеризующих инфляционные факторы внешней среды, в которой реализуется проект. Поскольку инфляция действует неравномерно на различные группы товаров, услуг, трудовые ресурсы, недвижимость, при разработке проекта следует стремиться оценить тенденции ценообразования по каждой из этих составляющих. Представленная в диалоговом окне таблица предназначена для ввода числовых значений, характеризующих прогнозируемый рост или снижение цен в процентах к предшествующему периоду на каждую группу объектов, подверженных воздействию инфляции:

- Сбыт (продукция или услуги);
- Прямые издержки (материалы, комплектующие и другие переменные издержки, кроме заработной платы);
- Общие издержки (операционные, торговые, административные);
- Заработная плата;
- Недвижимость (здания, сооружения, оборудование).

В модуле **Налоги** предлагается разнообразный набор инструментов для описания налогового окружения проекта. В основном диалоговом окне этого модуля имеются возможности установки параметров каждого вида стандартных налогов из набора, представленного в начальной настройке программы, удаления любого из них или добавления нового, а также формиро-

вания специальных условий начисления и выплат для нестандартных налогов. Все общие налоги, действие которых предполагается в проекте, содержатся в таблице Список налогов. В нижней части диалогового окна отображаются параметры налога, выбранного в таблице.

Инвестиционный план

С помощью раздела *Инвестиционный план* составляется календарный график начальных капиталовложений и подготовительных работ, определяются этапы работ, указываются необходимые для выполнения этих этапов ресурсы и их стоимость, формируются активы предприятия, устанавливаются способы и сроки амортизации созданных.

Главным модулем этого раздела является **Календарный план**, который предназначен:

- для составления и удаления этапов, а также установления связей между ними;
- построения диаграммы Гантта;
- описания ресурсов проекта и схемы их использования;
- формирования активов проекта из отдельных этапов;
- выбора сроков и способа амортизации активов.

Из этого модуля открывается доступ ко всем остальным диалогам модулей раздела *Инвестиционный план*. Типовой вид диалогового окна этого модуля показан на рис. 21.7.

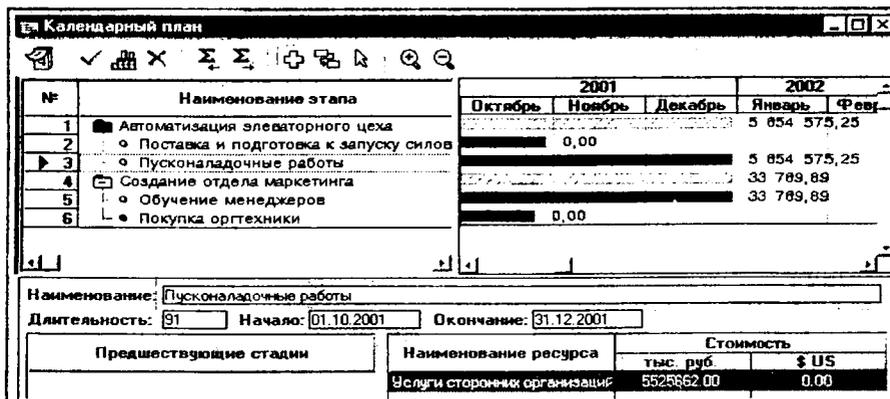


Рис. 21.7. Диалоговое окно Календарный план

Это окно состоит из трех частей: иерархически организованного списка этапов с их основными характеристиками, организованными в виде электронной таблицы (в левой части окна); диаграммы Гантта, графически изо-

бражающей временные характеристики этапов, а также их стоимостей (в правой части окна) и информационной панели, показывающей характеристики текущего этапа (в нижней части окна).

Для разработки календарного плана можно использовать основное меню программы, в котором после открытия окна "Календарный план" появляются дополнительные команды. Однако для многих задач достаточно использования кнопок панели инструментов в верхней части окна "Календарный план", предоставляющих быстрый доступ к наиболее часто используемым командам. Эта панель инструментов предлагает пользователю следующий набор кнопок с пиктограммами, показанными на рис. 21.7:

- Календарь (открывает диалоговое окно Календарь);
- Вставить этап (открывает диалоговое окно Редактирование этапа проекта для создания нового этапа календарного плана);
- Вставить производство (открывает диалоговое окно Редактирование этапа Производство для создания нового этапа Производство);
- Удалить (удаляет выделенные этапы из календарного плана);
- Разгруппировать (смещает выделенные этапы на более высокий уровень в иерархии);
- Сгруппировать (смещает выделенные этапы на более низкий уровень в иерархии);
- Режим выделения (выбирает данный режим работы мыши);
- Режим связывания (выбирает данный режим работы мыши);
- Режим перемещения (выбирает данный режим работы мыши);
- Увеличить масштаб (увеличивает масштаб отображения диаграммы Гантта);
- Уменьшить масштаб (уменьшает масштаб отображения диаграммы Гантта).

Следует отметить, что многие из этих команд можно ввести с помощью всплывающего меню, которое появляется при нажатии правой кнопки мыши в области списка этапов. Необходимо также подчеркнуть, что для создания этапов Производство используются специальные кнопки панели инструментов или команды всплывающего меню (ввиду специфики этих этапов).

Видимость колонок таблицы этапов и диаграммы Гантта устанавливается с помощью горизонтальных и вертикальных линеек прокрутки; Таблицу этапов и диаграмму Гантта можно развернуть на весь экран, изменив их размеры путем перетаскивания границы между ними с помощью мыши.

Большинство операций над списком этапов может быть выполнено с помощью мыши, которая может работать в этом окне в трех режимах, переключаемых кнопками панели инструментов. Для выделения группы этапов необходимо установить режим выделения и, удерживая левую кнопку мы-

ши, провести курсор с первого до последнего этапа группы. Для установления между этапами связи типа "конец – начало" (т. е. последующий этап будет выполняться после окончания предшествующего) следует установить режим связывания, установить курсор мыши на предшествующий этап, нажать левую кнопку мыши и, удерживая ее, перевести курсор на последующий этап, после чего отпустить кнопку мыши. Для перемещения этапов необходимо выбрать режим перемещения нажатием соответствующей кнопки панели инструментов, установить курсор на перемещаемый этап, нажать левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместить курсор по вертикали на новое место, после чего отпустить кнопку мыши.

При работе с мышью в области диаграммы Ганта имеется возможность изменения временных характеристик этапов: даты начала (перемещением столбца этапа в нужном направлении при нажатой левой кнопке мыши) и длительности (перемещением правой границы столбца этапа в нужном направлении при нажатой левой кнопке мыши).

Создание и редактирование этапов производится с помощью диалогового окна "Редактирование этапа проекта", вызываемого подачей команды Вставить этап основного или всплывающего меню, нажатием соответствующей кнопки панели инструментов или нажатием клавиши Ins. Вид этого окна показан на рис. 21.8. В этом окне вводятся наименование этапа, длительность этапа в рабочих днях, даты начала и окончания этапа.

Если средства, предусмотренные на выполнение данного этапа, после его завершения фиксируются в балансе предприятия как основные средства и в дальнейшем амортизируются по установленным правилам, то в диалоговом окне редактирования этапа необходимо установить флаг Этап является активом и с помощью кнопки Характеристики вызвать диалоговое окно Характеристики актива и установить желаемые параметры актива. Следует отметить, что для этапа, являющегося активом, в списке этапов левее данного этапа появляется красная метка.

Стоимость этапа вводится непосредственно в соответствующее поле, если нет необходимости детально описывать ресурсы этапа. Если же данный этап имеет дочерние этапы или несколько известных ресурсов, то поле стоимости этапа недоступно для редактирования и служит для справки. При необходимости детального описания ресурсов данного этапа используют диалоговое окно Ресурсы, вызываемое нажатием кнопки Ресурсы. Необходимо отметить, что предварительно с помощью модуля Ресурсы раздела *Инвестиционный план* следует ввести список ресурсов с помощью диалогового окна "Редактирование ресурсов". Необходимо указать тип ресурса, который может иметь следующие значения: люди, материалы, оборудование, услуги других организаций, здания и сооружения. Следует отметить, что

деньги сами по себе не являются ресурсом, но они описывают величину потребности в каком-либо ресурсе. Тип ресурса используется в дальнейшем при расчете налогообложения платежей и при оценке влияния инфляции. В окне "Редактирование ресурсов" также указываются единицы измерения ресурсов и стоимость за единицу ресурсов. Для ресурсов, не облагаемых налогом на добавленную стоимость, устанавливается флаг Без НДС.

Редактирование этапа проекта

Наименование:

Ответственный:

Длительность: дн.

Даты:		Стоимость этапа:
Начало:	<input type="text" value="01.08.2001"/> <input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/>	<input type="text" value="0,00"/> <input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/> тыс. руб.
Окончание:	<input type="text" value="01.08.2001"/> <input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/>	<input type="text" value="0,00"/> <input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/> \$ US
<input checked="" type="checkbox"/> Фиксированная дата		

Этап является активом

Рис. 21.8. Диалоговое окно Редактирование этапа проекта

Для создания иерархически организованного списка этапов следует создать родительский этап и расположить вслед за ним дочерние этапы, затем надо выделить дочерние этапы и нажать кнопку Сгруппировать (или подать соответствующую команду). Стоимость родительского этапа определяется суммой стоимости его собственных ресурсов и стоимости дочерних этапов. Даты начала и окончания родительского этапа определяются датами реализации дочерних этапов.

Операционный план

Этот раздел предназначен для ввода исходных данных о сбыте произведенной продукции и об издержках, которые могут быть отнесены к периоду производственной деятельности предприятия в соответствии с разработанным проектом. Для правильного ввода в модель данных об издержках необходимо иметь сведения о технологии производства, потребности в материалах, нормировании труда, стоимости потребляемых в производстве ресурсов, а также ожидаемых цен на эти ресурсы.

В модуле **План сбыта** описывается стратегия реализации продуктов (услуг) предприятия – вводятся данные об объемах и условиях их продажи. Учитываются временные факторы, такие, как время реализации продукта

(услуги), время задержки платежа после поставки продукции, а также условия оплаты продукта или услуги потребителям (по факту, с предоплатой или в кредит). Все эти факторы имеют существенное значение для финансового результата проекта, особенно в условиях инфляции.

Диалоговое окно План сбыта имеет вид, показанный на рис. 21.9. В верхней части окна располагается таблица, содержащая список продуктов и информацию о ценах. Нижняя часть окна предназначена для ввода информации об объемах и условиях сбыта текущего продукта, которая изменяется в зависимости от желаемой степени детализации вводимых данных (определяется флагом Детальное описание).

План сбыта

Наименование	Цена(тыс. руб.)	Цена(\$ US)
Раскатчик	25 000,000	
Приводная станция	250 000,000	

Детальное описание
 Экспорт
 Варианты...

Раскатчик

Объем сбыта | Ценообразование | Условия оплаты | Условия доставки |

Дата начала поставок: 01.08.2001

	8.2002	9.2002	10.2002	11.2002	12.2002	1.2003	2.2003	3.2003	4.2
▶ Объем продаж(шт.)	0,00	0,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	1

Быстрый ввод...

Рис. 21.9. Диалоговое окно План сбыта

В режиме Детальное описание в нижней части этого окна доступны 4 карточки, показанные на рис. 21.9, а при отключении этого режима – только первая карточка. Если продукт продается на внешнем рынке, следует установить флажок Экспорт, расположенный в правой части диалога. В этом случае в цену продукта не входит НДС, но включается налог на экспорт. Для создания различных вариантов продажи необходимо нажать кнопку Варианты. В результате активизируется диалог Варианты продаж продукта.

Карточка "Объем сбыта" предназначена для ввода данных о запланированном количестве продаж продукта, при этом данные вводятся в натуральных единицах. Под названием карточки указана дата начала поставок, установленная в модуле Список продуктов раздела Проект. Поля таблицы, от-

носящиеся к периоду ранее этой даты, выделяются серым цветом и не доступны для редактирования.

План продаж можно формировать двумя способами: либо непосредственным вводом данных в таблицу, либо с помощью функции Быстрый ввод, реализуемой нажатием на соответствующую кнопку окна. При вводе линейно изменяющихся объемов сбыта можно использовать диалоговое окно График заполнения, вызываемое командой Заполнить всплывающего меню. Кнопка Быстрый ввод позволяет открыть диалоговое окно Быстрый ввод объемов продаж для ввода параметров жизненного цикла продукта: длительности периода роста объемов продаж, периода стабильного планового объема продаж и периода спада объемов продаж.

Модуль **План производства** предназначен для описания производственной программы предприятия. В этом модуле вводится информация о прямых издержках производственного периода проекта и формируется график производства. Как известно, к прямым (переменным) издержкам относятся такие издержки, объем которых зависит от объема производства продукции. К ним можно отнести: затраты на сырье, материалы, сдельную заработную плату. Ввод значений прямых производственных издержек осуществляется по отношению к единице продукции.

Типовой вид диалогового окна "План производства" показан на рис. 21.10. В верхней части этого окна располагается таблица, которая содержит список продуктов проекта, их единиц измерения и длительности производственного (технологического) цикла, необходимого для производства единицы продукции. В тех случаях, когда продолжительность производственного цикла не имеет существенного значения, его можно установить равным нулю.

Длительность производственного цикла следует учитывать при формировании плана сбыта продукции, когда установлен фиксированный график производства. Момент начала продаж отстает от момента начала производства на величину производственного цикла. Этот период может быть больше, если предусматривается формирование запасов готовой продукции.

В нижней части этого окна представлен набор карточек, которые предназначены для ввода информации о прямых издержках и графике производства конкретного продукта (перечень этих карточек показан на рис. 21.10). Карточка "Материалы" предназначена для ввода информации об использовании сырья, материалов и комплектующих изделий при производстве продукции. Издержки на эти материалы можно определить либо общей суммой издержек на единицу продукции, либо детально описать состав и количество составляющих материалов, используемых для производства единицы

продукции (при этом расчет издержек выполняется программой автоматически).

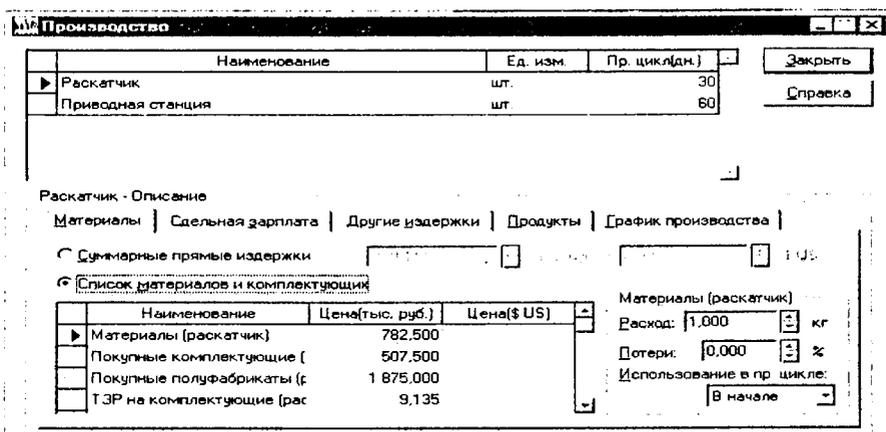


Рис. 21.10. Диалоговое окно Производство

Карточка "Сдельная зарплата" предназначена для ввода данных о прямых издержках на оплату труда персонала, работающего на условиях сдельной оплаты. Ввод данных в карточку может производиться либо указанием общей суммы издержек на сдельную оплату труда в расчете на единицу продукции, либо составлением детального перечня операций, выполняемых при производстве продукции.

Карточка "Другие издержки" учитывает производственные издержки, не отнесенные ни к материалам, ни к сдельной зарплате (например, на электроэнергию).

Карточка "График производства" предназначена для описания объемов производства каждого продукта. Для формирования графика производства можно либо использовать автоматический расчет объемов производства (при установке переключателя на карточке в положение Неограниченное производство), либо установить фиксированный график производства. В первом случае программа рассчитывает объем производства таким образом, чтобы обеспечить объем продаж продукции, предусмотренный планом сбыта.

Модуль **Материалы и комплектующие** обеспечивает возможность ведения общего склада материалов и комплектующих. Диалоговое окно Сырье, материалы и комплектующие состоит из двух основных частей: таблицы, содержащей список сырья, материалов и комплектующих, информацию о единицах измерения и ценах и диалоговой панели для ввода информации об условиях закупки текущего материала.

Модуль **План персонала** предназначается для описания общих (постоянных) издержек на заработную плату работников предприятия. Данные о персонале подразделяются на 3 группы: управление, производство, маркетинг, каждая из которых помещается в соответствующей карточке диалога. Такое деление позволяет детализировать структуру издержек для целей анализа хозяйственной деятельности.

Формирование плана по персоналу рекомендуется начинать с составления штатного расписания – перечня должностей работников предприятия, который вводится в таблицу, расположенную в верхней части диалогового окна. В этой таблице необходимо указать наименование должности, количество штатных единиц и размер зарплаты на одну штатную единицу в одной из валют проекта. В нижней части диалогового окна вводится описание условий выплаты и порядка отражения в учете заработной платы по каждой должности, внесенной в перечень. Предусмотрены 4 способа описания выплаты заработной платы, каждый из которых определяется выбором соответствующего положения переключателя: периодические выплаты, разовая выплата, сложная схема выплат и выплата по формуле.

Модуль **Общие издержки** предназначен для ввода постоянных издержек. Величина издержек этого вида, называемых также накладными расходами, не связана непосредственно с объемом производства или сбыта. К общим издержкам относятся, например, затраты на коммунальное обслуживание, аренду помещений и оборудования, ремонтные работы, содержание транспорта, рекламу и т. п. Для детализации структуры издержек они делятся на 3 группы: Управление, Производство и Маркетинг, реализуемые с помощью соответствующих карточек. Могут использоваться 4 варианта выплат, аналогичные описанным для модуля **План персонала**.

Финансирование

После завершения формирования инвестиционного плана и производственной программы предприятия и определения источников поступлений и затрат необходимо произвести расчет проекта в соответствии с созданной имитационной моделью (с помощью соответствующей команды меню или кнопки панели инструментов). Затем с помощью раздела *Финансирование* необходимо определить потребность в капитале, разработать схему финансирования проекта, а также описать условия привлечения финансовых ресурсов, порядок обслуживания задолженности и расчетов с акционерами, а также определить условия размещения свободных денежных средств и использования прибыли предприятия.

Для определения потребности в капитале следует открыть модуль **Кеш-фло** раздела *Результаты* и просмотреть баланс наличности на конец пе-

риода в последней строке таблицы Кеш-фло. Эти данные демонстрируют прогнозируемое состояние расчетного счета предприятия, реализующего проект, в различные периоды времени. Отрицательное значение сальдо расчетного счета означает, что предприятие не располагает необходимой суммой денег для реализации проекта. Задачей пользователя является обеспечение финансирования проекта из внешних источников таким образом, чтобы ни в один период времени значение сальдо расчетного счета не имело отрицательного значения. При этом необходимо не допускать привлечения капитала, превышающего потребности финансирования проекта, чтобы минимизировать расходы на оплату финансовых ресурсов. Следует также тщательно оценивать стоимость привлеченного капитала и реалистичность условий привлечения капитала.

Обычно используются следующие основные виды источников финансирования:

- вклады инвесторов, претендующих на доходы предприятия (акционерный капитал);
- кредиты, предоставляемые под определенный процент (заемный капитал).

Модуль **Займы** предназначен для описания схемы привлечения заемного капитала для финансирования проекта. Вид диалогового окна "Кредиты" показан на рис. 21.11.

В таблице, расположенной в верхней части окна, содержится перечень кредитов, для каждого из которых необходимо указать общие характеристики кредита: название, дату начала действия кредитного договора, сумма кредита (в руб. или \$US) и срок кредита в днях (д), месяцах (м) или годах (г).

Нижняя часть диалогового окна, предназначенная для описания условий выдачи, возврата и выплаты процентов по каждому кредиту, содержит карточки Выплаты процентов, Поступления и Возврат.

В карточке "Выплаты процентов", предназначенной для ввода данных об условиях оплаты кредитных ресурсов, указывается годовая ставка (в поле "Ставка"), выбирается вариант выплаты процентов – регулярные с заданной периодичностью и с возможностью отсрочки первой выплаты и разовые выплаты, описываемые в диалоговом окне, открываемом после нажатия кнопки Схема. В случае установки флажка Капитализация проценты за кредит начисляются по правилу "сложного процента".

В карточке "Поступление", описывающей порядок поступления кредита, выбирается вариант поступления кредита: одной суммой в момент, определяемый установленной датой кредитного договора, или разовыми поступлениями по выбранной схеме.

Название	Дата	Сумма(тыс. руб.)	Сумма(\$ US)	Срок
Кредит 1	01.08.2001	1 353 000,00		15 м

Кредит 1 - Описание

Выплаты процентов |
 Поступления |
 Возврат |

Ставка: 30.00 % Капитализация

Регулярные Разовые

Регулярные: Отсрочка первой выплаты: мес.

Разовые: Задолженность выплачивается:

Отнесение процентов:

Рис. 21.11. Диалоговое окно Кредиты

В карточке "Возврат", описывающей условия погашения основной задолженности по кредиту, выбирается вариант погашения кредита: в конце срока договора, регулярно (с указанием начала и периодичности выплат) или разовыми платежами по заданной схеме.

Для удобства анализа дефицита наличных средств проекта в диалоговом окне "Кредиты" можно использовать кнопку Дефицит, при нажатии на которую производится перерасчет проекта и открывается дополнительное окно, показывающее необходимую информацию из таблицы Кеш-фло с указанием начального и максимального дефицита наличных средств, а также его длительности.

При нажатии кнопки Подбор в диалоговом окне Кредиты Project Expert может самостоятельно производить рациональный подбор величины кредита и условий его получения и возврата при задаваемых пользователем величинах годовой процентной ставки, периода кредитования, величины минимального остатка на счете предприятия и некоторых других параметров. Эта процедура позволяет получить рекомендованные схемы разовых поступлений и разовых платежей, при которых в заданных условиях достигаются наилучшие показатели экономической эффективности инвестиций. Следует отметить, что для обоснованного задания параметров в процедуре подбора целесообразно предварительно просмотреть результаты процедуры оценки дефицита.

Модуль **Акционерный капитал** служит для описания условий финансирования проекта посредством продажи акций предприятия. При таком способе финансирования проекта инвестор приобретает определенное количество акций, дающих ему право на долю прибыли, пропорциональную размеру его вклада. Ввод необходимых для имитационной модели данных при этом способе финансирования производится с помощью диалогового окна "Акционерный капитал", показанный на рис. 21.12.

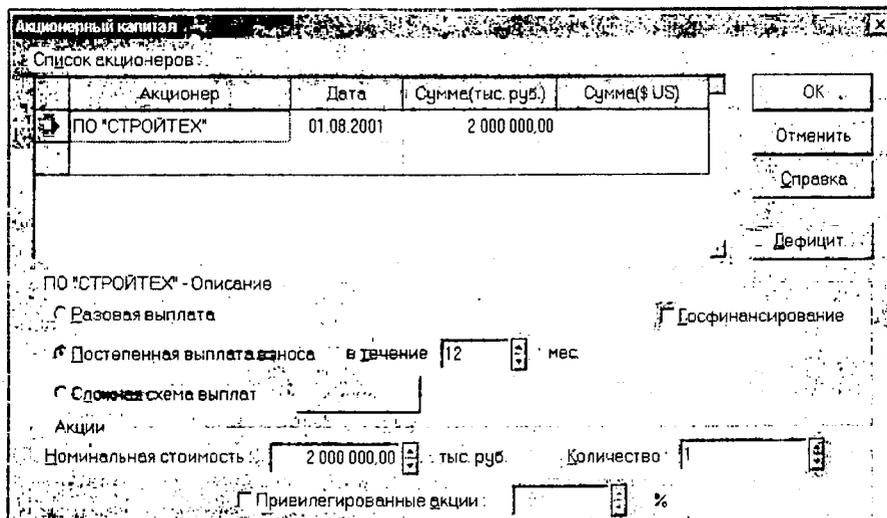


Рис. 21.12. Диалоговое окно Акционерный капитал

В верхней части этого окна располагается таблица со списком акционеров, в котором указана сумма и дата вклада каждого из них. При создании этого списка могут использоваться клавиши Insert и Delete (для добавления или удаления акционера) или соответствующие команды всплывающего меню.

В нижней части окна можно ввести информацию, определяющую порядок выплаты вкладов и описывающую приобретенные акции. Можно задать следующие условия выплат взносов инвесторов: разовую выплату, постепенную выплату в течение определенного периода или использовать сложную схему выплат. Предусмотрено введение следующих характеристик пакета акций: номинальная стоимость акции, количество акций и вид акций (в случае необходимости устанавливается флажок Привилегированные акции и вводится гарантированная величина дохода в процентах от номинала акции).

Флажок **Госфинансирование** устанавливается для пакетов акций, владельцем которых является государство.

Величина чистой прибыли, направляемой на выплату дивидендов акционерам, определяется на основании процентной доли, установленной в модуле **Распределение прибыли** раздела *Финансирование*.

Следует отметить, что в процессе ввода данных в диалоговом окне "Акционерный капитал" можно оценивать баланс денежных средств и величину дефицита наличности с помощью кнопки **Дефицит**.

Результаты

Результаты моделирования деятельности предприятия представляются в данном разделе в виде финансовых отчетов, таблиц и графиков. На основе этих материалов, а также пояснительных текстов, вводимых в разделах, формируется бизнес-план. Наиболее важная информация о результатах деятельности предприятия приводится в итоговых таблицах финансовых отчетов, показывающих состояние денежных средств, активов и пассивов предприятия в процессе реализации проекта:

- Отчет о прибылях и убытках (модуль **Прибыль-убытки**);
- Отчет о движении денежных средств (модуль **Кеш-фло**);
- Баланс предприятия (модуль **Баланс**);
- Отчет об использовании прибыли (одноименный модуль).

Информация в этих таблицах показана для тех интервалов времени, которые соответствуют принятому масштабу. Форма представления данных в этих отчетах соответствует международным стандартам бухгалтерского учета.

Отчет о прибылях и убытках позволяет определить, из каких составляющих складывается прибыль предприятия.

Отчет о движении денежных средств показывает денежные поступления и выплаты, связанные с основными статьями доходов и затрат.

Баланс отражает структуру активов, обязательств и собственных средств предприятия на каждом этапе реализации проекта.

Отчет об использовании прибыли отражает структуру распределения прибыли, получаемой компанией в ходе реализации проекта.

Модуль **Графики** обеспечивает возможность графического представления получаемых данных и результатов финансового анализа, а также вывода на печать этих графиков. Диалоговое окно **Графики** имеет вид, показанный на рис. 21.13.

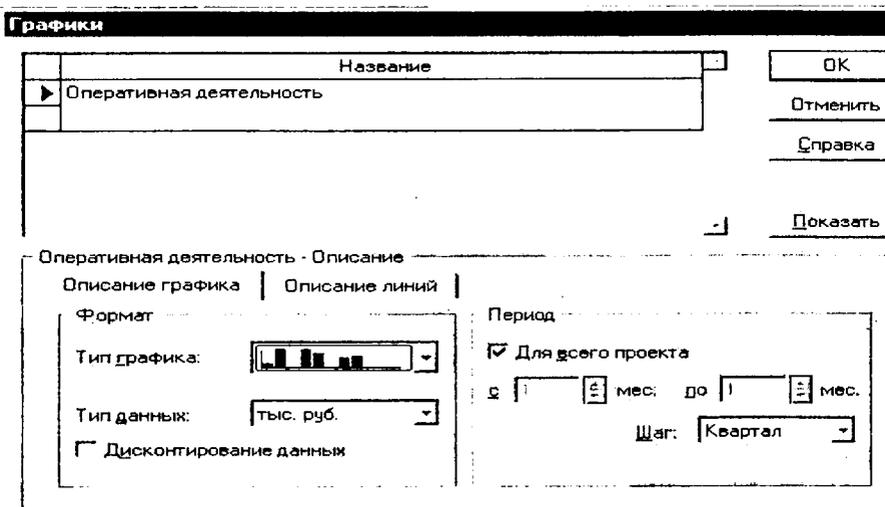


Рис. 21.13. Диалоговое окно Графики

В верхней части этого диалога находится список графиков, а нижняя часть содержит две карточки, предназначенные для настройки параметров отображения ("Описание графика") и для описания данных, отображаемых на графике ("Описание линий"). Для просмотра графиков на экране используется кнопка Показать.

Карточка "Описание графика" позволяет определить тип графика (линейный, столбчатый, плоскостной, долевого или объемный), тип данных (в денежных единицах или относительных величинах в процентах), а также период времени (для всего проекта или его части) и масштаб временной оси графика.

Для добавления в список нового графика следует дважды щелкнуть мышью по пустой строке списка графиков (или нажать клавишу Ins), ввести название нового графика и открыть карточку "Описание линий", на которой установить флажок рядом с кнопкой названия линии (в исходном виде на ней написано "Линия не определена") и нажать соответствующую кнопку названия линии, после чего открывается диалоговое окно Описание линии, показанное на рис. 21.14.

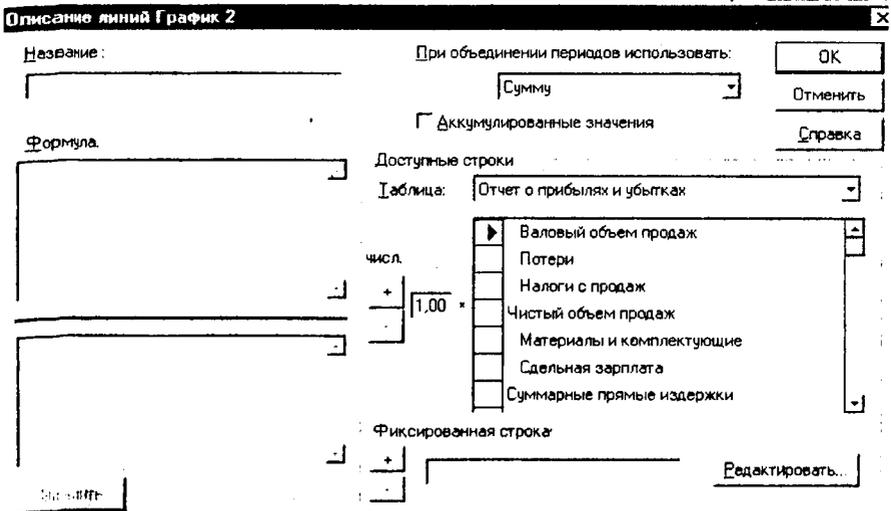


Рис. 21.14. Диалоговое окно Описание линий

Имеется возможность размещения на одном графике до пяти линий. Для каждой линии можно установить название и ввести описывающую ее формулу, включающую отображаемые в строках данные из заданных таблиц. Формула может иметь вид дроби, в которую входят строки таблиц, фиксированная строка и знаки сложения, вычитания и умножения на коэффициент. В верхнем поле формулы формируется числитель, а в нижней – знаменатель. Для включения выбранной строки таблицы в формулу следует щелкнуть по этой строке, ввести в числовое поле, расположенное слева от исходной таблицы, значение коэффициента (по умолчанию установлено значение 1), щелкнуть мышью по верхнему (числитель) или нижнему (знаменатель) окну формулы и нажать кнопку плюс (+) или минус (-), расположенную рядом с коэффициентом.

Модуль **Отчет** обеспечивает подготовку отчета по результатам имитационного моделирования, в который включаются исходные данные, подготовленные в различных разделах программы, результаты расчетов и текстовая информация. Работа с этим модулем начинается в диалоговом окне "Список отчетов", в котором представлен список сформированных отчетов. После выбора какого-либо из этих отчетов можно открыть его, нажав кнопку ОК, при этом на экране появляется диалоговое окно **Отчет**, показанное на рис. 21.15.

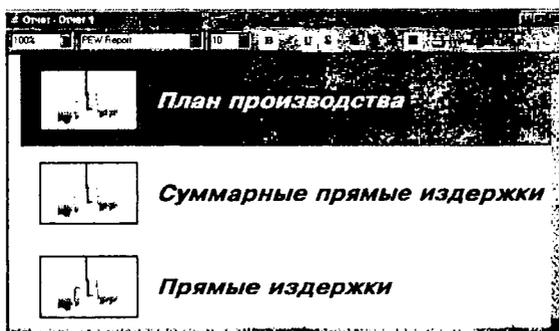


Рис. 21.15. Диалоговое окно "Отчет"

В этом окне представлены разделы выбранного отчета. Для просмотра содержания выбранного раздела следует нажать кнопку панели инструментов "Просмотр" и в открывшемся окне Просмотр отчета пролистать страницы отчета в окне просмотра с помощью поля с прокруткой "Страница".

В окне "Список отчетов" можно удалить какой-либо отчет с помощью кнопки "Удалить" или добавить отчет, нажав кнопку Добавить и выбрав в открывшемся меню шаблон добавляемого отчета (стандартный или пустой). В результате выбора пункта *пустой*, открывается рабочее окно Отчет, не содержащее каких-либо объектов. В этом случае пользователь самостоятельно начинает формирование необходимого ему отчета. При выборе пункта *стандартный*, пользователю предлагается упрощенная процедура формирования документа с помощью диалогового окна "Стандартный отчет", в котором задается название и язык отчета и предлагается набор входящих в отчет объектов, соответствующих всем разделам окна "Содержание". Следует отметить, что выбранный язык отчета (русский или английский) не оказывает влияния на язык текстовой информации, введенной пользователем при подготовке проекта, но влияет на язык представления в отчете всех элементов оформления отчета (заголовки, колонтитулы, надписи и др.).

После создания отчета можно настроить его внешний вид с помощью команды Общие настройки отчета, вводимой из раздела *Отчет* основного меню программы или из всплывающего меню.

Для распечатки отчета на принтере следует нажать кнопку "Печать на принтер" на панели инструментов диалогового окна "Отчет", а затем ввести команду основного меню программы Проект-Печать или нажать соответствующую кнопку панели инструментов Project Expert.

В Project Expert предусмотрена возможность преобразования отчета в формат Microsoft Word, что предоставляет пользователю ряд преимуществ. Такой документ можно редактировать с помощью самого популярного текстового редактора Microsoft Word. Полученный файл отчета можно записать на дискету и распечатать его с компьютеров, на которых не установлен Project Expert. Однако следует отметить, что диаграммы Гантта, включенные в состав отчета, не передаются в файл формата Microsoft Word. Для реализации этого следует нажать кнопку MS Word на панели инструментов диалогового окна "Отчет", а затем ввести команду основного меню программы Проект-Печать (или нажать соответствующую кнопку панели инструментов Project Expert). В появившемся диалоговом окне "Передача отчета в Microsoft Word" необходимо указать название и местонахождение файла создаваемого документа и выбрать формат листа документа, затем после нажатия кнопки Передать запускается Microsoft Word и производится передача в него файла отчета.

Аналогичным образом можно преобразовать отчет в HTML-формат, но вместо кнопки MS Word на панели инструментов диалогового окна "Отчет" следует нажать кнопку HTML-файл. Необходимость в таком преобразовании может возникнуть при опубликовании документа в Интернете или при желании дальнейшего редактирования отчета средствами различных Web-приложений. Просмотр и распечатка отчета в этом формате может производиться с помощью Web-браузеров – Microsoft Internet Explorer или Netscape Navigator.

Анализ результатов

В модуле **Финансовые показатели** приводятся в табличной форме рассчитанные для каждого периода деятельности предприятия показатели ликвидности (характеризуют способность предприятия погашать краткосрочные обязательства), показатели деловой активности (позволяют оценить эффективность использования средств предприятия), показатели структуры капитала или показатели платежеспособности (характеризуют возможность предприятия обеспечивать погашение долгосрочных обязательств), коэффициенты рентабельности (характеризуют прибыльность деятельности предприятия) и инвестиционные показатели (характеризуют стоимость и доходность акций предприятия).

Модуль **Эффективность инвестиций** позволяет вывести важнейшие показатели эффективности инвестиций для двух валют проекта в окне "Эффективность инвестиций", типовой вид которого показан на рис. 21.16.

Эффективность инвестиций			
Длительность проекта		36	мес.
Период расчета		36	мес.
		OK	
		Справка	
Рубли			
	Ставка дисконтирования	20,00	%
	Период окупаемости - PB	30	мес.
	Дисконтированный период окупаемости - DPB	33	мес.
	Средняя норма рентабельности - ARR	74,58	%
	Чистый приведенный доход - NPV	1 389 502	
	Индекс прибыльности - PI	1,67	
	Внутренняя норма рентабельности - IRR	65,14	%
	Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR	41,54	%
	Длительность - D	2,39	лет
Доллар			
	Ставка дисконтирования	10,00	%
	Период окупаемости - PB	31	мес.
	Дисконтированный период окупаемости - DPB	33	мес.
	Средняя норма рентабельности - ARR	65,82	%
	Чистый приведенный доход - NPV	47 872	
	Индекс прибыльности - PI	1,69	
	Внутренняя норма рентабельности - IRR	52,76	%
	Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR	30,74	%
	Длительность - D	2,39	лет

Рис. 21.16. Окно Эффективность инвестиций

Обычно эти показатели рассчитываются на весь период проекта. При необходимости определения показателей эффективности инвестиций для различных периодов времени можно в карточке "Показатели эффективности" модуля **Настройка расчета** раздела *Проект* установить требуемый период расчета интегральных показателей и отображения результатов.

Важнейшими из показателей эффективности инвестиций являются:

- **Дисконтированный период окупаемости** (DPB – Discounted payback period), т. е. время, требуемое для покрытия начальных инвестиций за счет дисконтированного чистого денежного потока, генерируемого инвестиционным проектом (его величина должна быть меньше длительности проекта).
- **Средняя норма рентабельности** (ARR – Average rate of return), т. е. отношение между среднегодовыми поступлениями от реализации проекта и величиной начальных инвестиций.

- **Чистый приведенный доход (NPV – Net present value)**, или чистая современная ценность инвестиционного проекта (с учетом дисконтирования).
- **Индекс прибыльности (PI – Profitability index)**, т. е. относительная величина доходности проекта (должен быть больше единицы).
- **Внутренняя норма рентабельности (IRR – Internal rate of return)**, определяемая как процентная ставка, при дисконтировании по которой чистая современная ценность проекта (NPV) становится равной нулю.

В модуле **Анализ чувствительности** производится исследование чувствительности проекта к возможным изменениям различных параметров. Чем больше допустимые вариации значений параметров, при которых показатели эффективности инвестиций остаются в пределах приемлемых значений, тем больше "запас прочности" проекта и тем лучше он защищен от возможных изменений различных факторов, оказывающих влияние на результаты реализации инвестиционного проекта. Типовой вид окна Анализ чувствительности показан на рис. 21.17.

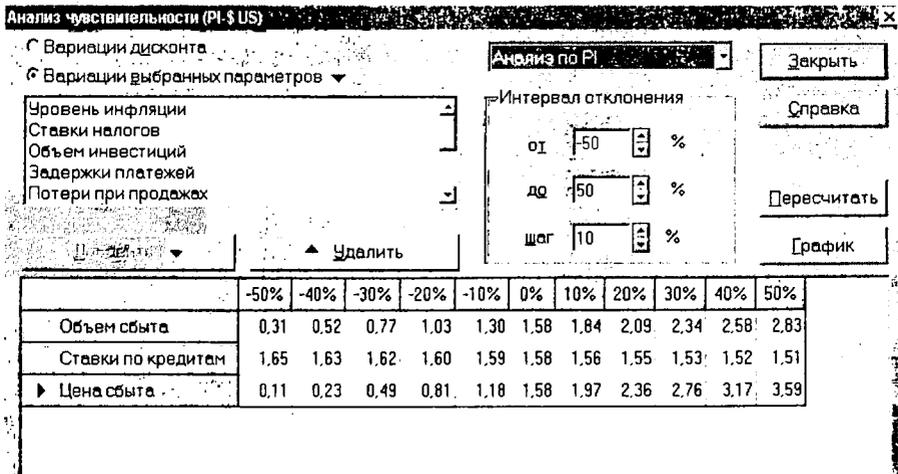


Рис. 21.17. Диалоговое окно Анализ чувствительности

В верхней части окна слева представлен список параметров, которые можно использовать при анализе чувствительности в качестве переменных. В верхней части окна справа содержится список показателей эффективности инвестиций, чувствительность которых исследуется. Поле в нижней части диалогового окна служит для формирования итоговой таблицы с результатами анализа, которая заполняется в результате расчета. Анализ чув-

ствительности к вариации ставки дисконтирования и вариациям других параметров проводится отдельно – выбор вида анализа осуществляется с помощью соответствующих переключателей.

Для проведения исследования чувствительности выбранного показателя эффективности инвестиций (например, NPV) к возможным изменениям конъюнктуры финансового рынка и макроэкономических условий деятельности выбирается переключатель Вариации дисконта, после чего в итоговой таблице появляется строка "Дисконт". Затем выбирается диапазон изменений дисконта и шаг расчетов, после чего нажимается кнопка Пересчитать. В результате расчета итоговая таблица окна заполняется вычисленными значениями выбранного показателя для каждого значения дисконта в установленном интервале значений. Можно просмотреть графическое отображение полученной зависимости путем нажатия кнопки График. Типовой вид такого графика показан на рис. 21.18.

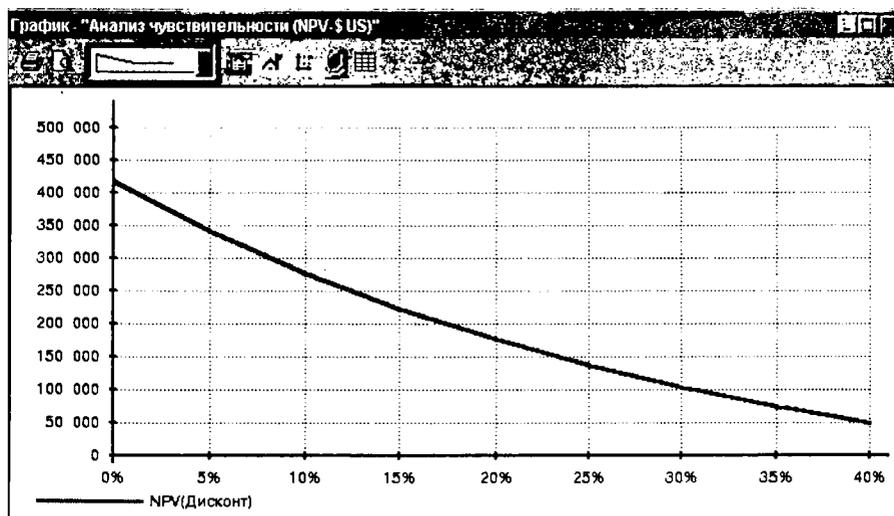


Рис. 21.18. Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Анализ влияния вариации других параметров производится аналогичным образом. Выбранные параметры включаются в список путем их выделения и нажатия кнопки Добавить. Задаются диапазоны отклонений, которые вводятся в виде относительных величин отклонений в процентах от значений параметров, установленных в проекте. Дальнейшие действия аналогичны описанным ранее для вариаций дисконта. Следует отметить, что на

графике можно показать несколько линий одновременно путем выделения в таблице соответствующих строк и нажатия кнопки Графики.

Модуль **Анализ безубыточности** предназначен для определения объема сбыта продукции, при котором затраты полностью перекрываются доходами от продажи продукции. Следует подчеркнуть, что этой процедурой можно пользоваться только в том случае, если в диалоговом окне Настройка расчета раздела *Проект* в карточке "Детализация" установлен флажок Разнесение издержек, а в диалоговом окне модуля **Разнесение издержек** – установлен переключатель на отнесение общих издержек на всю компанию. В диалоговом окне **Анализ безубыточности** следует выбрать шаг анализа (месяц, квартал или год) и выбрать анализируемый продукт. Нажав кнопку Показать, можно получить для выбранного продукта график "Точка безубыточности", вид которого иллюстрируется на рис. 21.19.

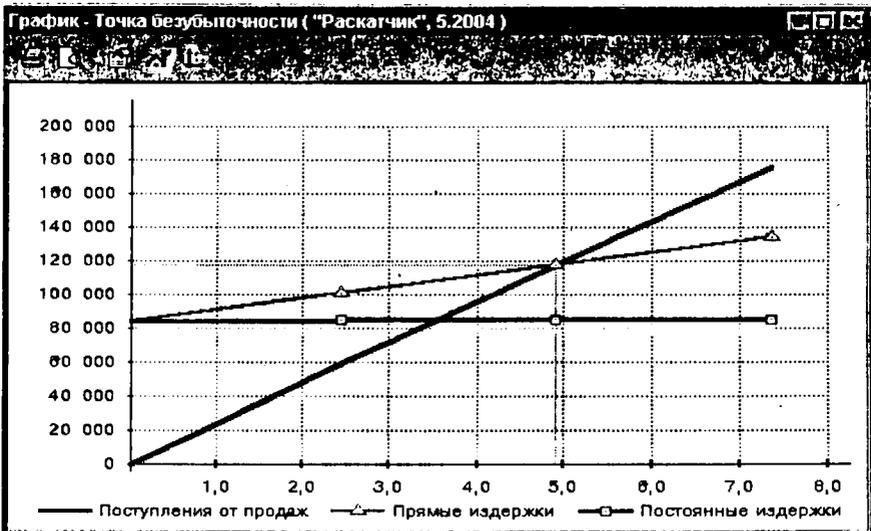


Рис. 21.19. График анализа безубыточности

Полученная точка безубыточности выделяется на графике и указывается в строке заголовка окна.

22. Анализ имитационной модели финансово-экономической деятельности консалтинговой фирмы

22.1. Постановка задачи

Консалтинговая фирма "Маркетолог" получила заказ на разработку бизнес-плана, который оплачивается заказчиком после его сдачи в размере 20 тыс. руб. Срок выполнения работ – с 1.01.2002 по 30.06.2002. Для выполнения работы фирма использует одного специалиста по финансовому анализу с ежемесячной зарплатой 10 тыс. руб., одного лаборанта с ежемесячной зарплатой 3 тыс. руб., а также услуги фирмы "Информсервис", которые оплачиваются в течение всего проекта в размере 12 тыс. руб./мес. Необходимо разработать имитационную модель финансово-экономической деятельности фирмы по реализации этого проекта, выбрать схему финансирования и оценить показатели экономической эффективности проекта.

Примем метод обучения пользователей работе с программой Project Expert, называемый Key-by-Key, когда пользователь повторяет описанные действия и сверяет полученные результаты с представленными в описании. Кроме того, в данном разделе для лучшего понимания пользователем влияния различных факторов на показатели эффективности инвестиций в проект предусмотрено поэтапное решение задачи начиная с простейшего базового варианта, в котором не учитываются дисконтирование, курсовая инфляция, налоги, стоимость кредитов, а также ряд других факторов. Затем рассматриваются уточненные варианты проекта, учитывающие вышеуказанные факторы, с целью изучения влияния соответствующих факторов на получаемые результаты.

22.2. Создание и анализ имитационной модели для предварительного анализа проекта (без учета налогов, дисконтирования, курсовой инфляции и стоимости кредита)

После загрузки программы Project Expert следует для создания нового проекта ввести команду Проект-Новый или нажать кнопку панели инструментов Новый и в диалоговом окне Новый проект указать название проекта (например, Разработка бизнес-плана), дату начала проекта (01.01.2002) и длительность проекта (6 мес.), а также название файла, в котором он будет размещен (например, Project1). Это окно показано на рис. 22.1.

Рис. 22.1. Диалоговое окно Новый проект

После нажатия кнопки ОК на рабочем столе появляется окно Содержание. Выбрав в разделе *Проект* модуль *Заголовок* открываем диалоговое окно Заголовок проекта, в котором отражаются уже введенные на предыдущем шаге данные, характеризующие основное содержание проекта. В поле "Комментарий" этого окна целесообразно ввести информацию об основном содержании создаваемого проекта. Это окно для создаваемого проекта показано на рис. 22.2.

Рис. 22.2. Диалоговое окно Заголовок проекта

Затем необходимо сформировать список продуктов, создание которых является целью проекта. В диалоговом окне *Продукты/Услуги* следует вве-

ти название Бизнес-план, указать единицы измерения – шт. – и начало продаж – 01.06.2002. Вид полученного окна показан на рис. 22.3.

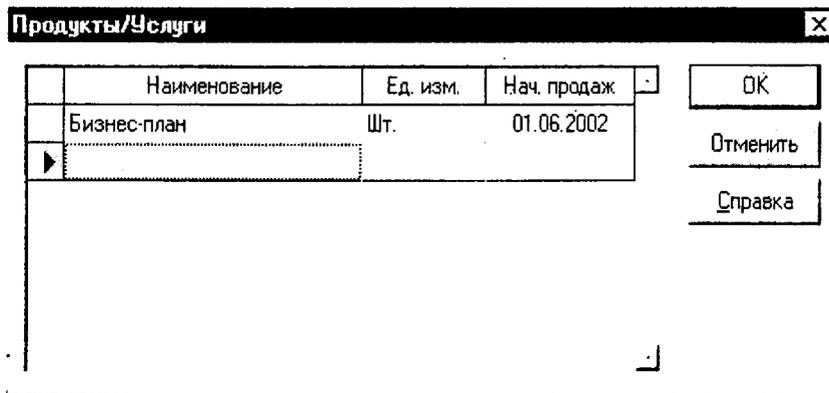


Рис. 22.3. Диалоговое окно Продукты/Услуги

В модуле **Отображение данных** на карточке Масштаб необходимо становить флажок перед полем Показывать данные по месяцам до и вести 2002.

В модуле **Валюта** раздела *Окружение* в диалоговом окне Валюта проекта выберем в качестве основной валюты рубли, поскольку предусматриваются расчеты в рублях, а в качестве второй валюты проекта – доллар США. Введем также курс на начало проекта $1\$US=30,6$ руб. и масштаб денежных единиц 1 рубль и 1 доллар. Это диалоговое окно с введенными данными показано на рис. 22.4.

Для этого варианта проекта рассматривается гипотетический случай работы фирмы без уплаты налогов, поэтому в модуле **Налоги** установим для всех приведенных там налогов ставки, равные нулю.

Затем следует перейти к важнейшей части разработки проекта – созданию календарного плана, представляющего собой последовательность этапов работ, каждый из которых характеризуется сроком выполнения, стоимостью, а также набором параметров, определяющих содержание этапа.

Примем для нашего проекта на первом этапе, что календарный план включает 6 последовательных этапов продолжительностью по 1 месяцу и стоимостью по 25 000 руб. каждый: "Маркетинговые исследования", "Подготовка данных для бизнес-плана", "Анализ данных", "Анализ альтернативных сценариев", "Оформление документации", "Сдача работы заказчику". Отметим, что на этом этапе предварительного анализа не рассматривается

состав ресурсов, – это будет сделано позже. Полученный календарный план и соответствующая ему диаграмма Ганта показаны на рис. 22.5.

Валюта проекта [X]

Валюта: _____ Ед. измерения: _____ **ОК**

Основная **Рубли** 1 **Отменить**

Вторая **Доллар США** 1 **Справка**

(для расчетов на внешнем рынке)

Курс на момент начала проекта: 1\$ US = **30,60** руб..

Темпы роста/падения курса (%) **Использовать ежемесячные значения**

	1 год
▶	0,00

Рис. 22.4. Диалоговое окно Валюта проекта

Календарный план [X]

№	Наименование этапа	2002						
		Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль
1	Маркетинговое исследование		25 000,00					
2	Подготовка данных для бизнес-плана			25 000,00				
3	Анализ данных				25 000,00			
4	Анализ альтернативных сценариев					25 000,00		
5	Оформление документации						25 000,00	
6	Сдача работы заказчику							25 000,00

Наименование: **Маркетинговое исследование**

Длительность: **30** Начало: **01.01.2002** Окончание: **01.01.2002**

Предшествующие стадии	Наименование ресурса	Стоимость	
		руб.	\$ US
		25000,00	0,00

Рис. 22.5. Диалоговое окно Календарный план

И наконец, завершающий шаг в создании имитационной модели проекта заключается в формировании плана сбыта (с помощью соответствующего

модуля раздела *Операционный план*) путем ввода информации о продаже одного экземпляра продукта (бизнес-плана) после завершения его разработки и о цене продукта. Полученное после ввода необходимых данных диалоговое окно показано на рис. 22.6.

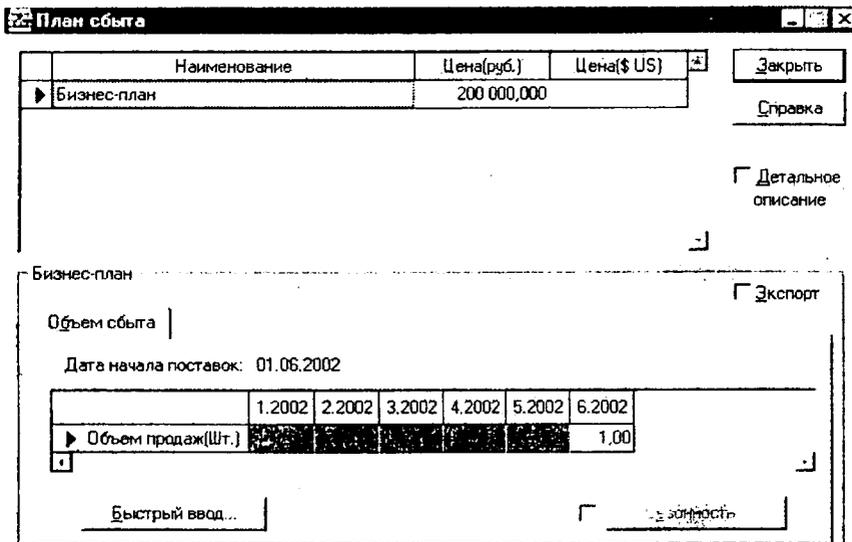


Рис. 22.6. Диалоговое окно План сбыта

После завершения создания модели следует произвести расчет проекта путем ввода команды основного меню Результаты-Пересчет (или нажатия кнопки Расчет панели инструментов).

Следует отметить, что в данном проекте описывается предельно простой случай, когда отсутствует циклический процесс производства, – фирма производит определенные затраты, чтобы в конце установленного периода получить доход, продав единственный экземпляр созданного продукта, при этом издержки реализации проекта отражены как инвестиционные затраты. Для оценки экономической эффективности такого проекта по сравнению с другими видами деятельности следует рассмотреть полученные показатели эффективности инвестиций, показанные на рис. 22.7.

Эффективность инвестиций			
	Длительность проекта	6 мес.	OK
	Период расчета	6 мес.	Справка
Рубли	Ставка дисконтирования	0,00	%
	Период окупаемости - PB	6	мес.
	Дисконтированный период окупаемости - DPB	6	мес.
	Средняя норма рентабельности - ARR	280,00	%
	Чистый приведенный доход - NPV	50 000	
	Индекс прибыльности - PI	1,40	
	Внутренняя норма рентабельности - IRR	266,70	%
	Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR	96,00	%
	Длительность - D	0,42	лет
Доллар	Ставка дисконтирования	0,00	%
	Период окупаемости - PB	6	мес.
	Дисконтированный период окупаемости - DPB	6	мес.
	Средняя норма рентабельности - ARR	280,00	%
	Чистый приведенный доход - NPV	1 634	
	Индекс прибыльности - PI	1,40	
	Внутренняя норма рентабельности - IRR	266,70	%
	Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR	96,00	%
	Длительность - D	0,42	лет

Рис. 22.7. Окно Эффективность инвестиций

Таким образом, получено, что чистый приведенный доход (NPV) данного проекта равен 50 000 руб., индекс прибыльности (PI) – 1,40, а внутренняя норма рентабельности (IRR) – 266,7 %. Следует отметить, что для рассматриваемого проекта показатель Средняя норма рентабельности (ARR), равный 280 %, лишен смысла, поскольку он предполагает ежегодную продажу по два таких бизнес-плана, что не соответствует условиям данного проекта. Отметим также, что показатели эффективности инвестиций для обеих валют проекта в данном случае одинаковы.

22.3. Проект с учетом дисконтирования и курсовой инфляции

Для учета дисконтирования в модуле **Настройка расчета** введем величины общей ставки дисконтирования для рублей 25 %, а для долларов – 10 %. Для учета курсовой инфляции введем в диалоговом окне Валюта проекта величину темпов падения курса рубля, равную 8 % в год. После перерасчета проекта можно получить показатели эффективности инвестиций, показанные на рис. 22.8.

Эффективность инвестиций			
	Длительность проекта	6 мес.	<input type="button" value="OK"/>
	Период расчета	6 мес.	<input type="button" value="Справка"/>
Рубли	Ставка дисконтирования	25,00	%
	Период окупаемости - PB	6	мес.
	Дисконтированный период окупаемости - DPB	6	мес.
	Средняя норма рентабельности - ARR	280,00	%
	Чистый приведенный доход - NPV	38 984	
	Индекс прибыльности - PI	1,32	
	Внутренняя норма рентабельности - IRR	266,70	%
	Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR	110,99	%
	Длительность - D	0,42	лет
Доллар	Ставка дисконтирования	10,00	%
	Период окупаемости - PB	6	мес.
	Дисконтированный период окупаемости - DPB	6	мес.
	Средняя норма рентабельности - ARR	274,65	%
	Чистый приведенный доход - NPV	1 353	
	Индекс прибыльности - PI	1,34	
	Внутренняя норма рентабельности - IRR	239,50	%
	Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR	94,61	%
	Длительность - D	0,42	лет

Рис. 22.8. Показатели эффективности инвестиций

Как видно из полученных результатов, вследствие учета дисконтирования показатель NPV снизился с 50 000 руб. до 38 984 руб., а PI – с 1,4 до 1,32. Вследствие учета курсовой инфляции показатели эффективности инвестиций для двух валют проекта стали различными.

22.4. Проект с учетом стоимости кредита

Для определения дефицита наличности можно открыть таблицу Кеш-фло в разделе *Результаты* и просмотреть значения в последней строке этой таблицы Баланс наличности на конец периода. Но, по нашему мнению, удобнее пользоваться специальной процедурой определения дефицита наличности, запускаемой нажатием кнопки Дефицит в диалоговом окне Кредиты раздела *Финансирование*. Результаты этой процедуры для нашего случая показаны на рис. 22.9. Видно, что имеет место дефицит наличности с первого по пятый месяц реализации проекта и максимальный дефицит составляет 125 000 руб. на пятом месяце. На шестом месяце поступает платеж от заказчика 200 000 руб. за полученный бизнес-план, и баланс наличности становится положительным и равным 50 000 руб.

Дефицит наличных средств					
Дефицит наличных средств:					
Сумма дефицита:	руб.		\$ US		
Начальная	-25 000,00		-816,99		
Максимальная:	-125 000,00		-3 981,51		
Период максимального дефицита: с 01.05.2002 по 31.05.2002					
руб.		\$ US			
		2.2002	3.2002	4.2002	5.2002
Кэш-фло от операционной деятельности		0,00	0,00	0,00	0,00
Кэш-фло от инвестиционной деятельности		-25 000,00	-25 000,00	-25 000,00	-25 000,00
Кэш-фло от финансовой деятельности		0,00	0,00	0,00	0,00
Баланс наличности на конец периода		-50 000,00	-75 000,00	-100 000,00	-125 000,00

Рис. 22.9. Окно Дефицит наличных средств

Для более наглядного представления изменения дефицита наличности за время выполнения проекта можно построить график, показанный на рис. 22.10 (для этого следует выделить данные в соответствующей строке, щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать пункт График).

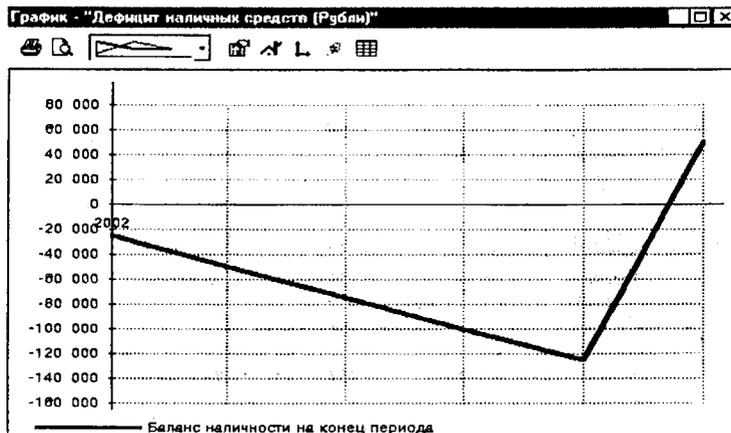


Рис. 22.10. График дефицита наличных средств

Для достижения возможности реализации проекта необходимо обеспечить финансирование затрат на первых 5 месяцах с помощью заемных средств. Для этого в диалоговом окне Кредиты следует ввести название

банка (например, Альфа-банк), дату получения кредита (1.01.2002), сумму кредита (125 000 руб.) и срок кредита (5 мес.). Затем на карточке "Выплаты процентов" установим ставку процентов за кредит – 25 % годовых без капитализации – и примем, что задолженность по процентам следует выплачивать в конце срока кредита вместе с выплатой основной задолженности (в поле Отсрочка первой выплаты ввести 5 мес., а в списке Задолженность выплачивается выбрать С последней выплатой).

В карточке "Поступления" установить режим поступлений, соответствующий потребностям проекта, т. е. по 25 000 руб. ежемесячно. Для этого следует установить переключатель в положение Разовые, щелкнуть по кнопке Схема и ввести в таблице график получения сумм кредита: 1-го числа каждого месяца по 25 000 руб. В карточке Возврат необходимо ввести условие возврата кредита одной выплатой в конце установленного срока, что достигается установкой переключателя в положение "в конце".

Диалоговое окно Кредиты с открытой карточкой Выплаты процентов, в которых введены необходимые данные, показано на рис. 22.11.

Название	Дата	Сумма(руб.)	Сумма(\$ US)	Срок
▶ Альфа-банк	01.01.2002	125 000.00		5 м

Альфа-банк - Описание

Выплаты процентов | Поступления | Возврат

Ставка: 25,00 % Капитализация

Регулярные Ежемесячно Отсрочка первой выплаты: 5 мес.

Разовые С последней выплаты

Отнесение процентов: На затраты

Рис. 22.11. Диалоговое окно Кредиты

После пересчета проекта можно убедиться из полученной таблицы Кеш-фло, что дефицит наличности отсутствует и что в последнем месяце проекта производятся выплата по внешним займам в размере 125 000 руб. и выплата процентов по займам – 7 812,5 руб. Для этого варианта проекта получены следующие основные показатели эффективности инвестиций:

$$NPV = 31866 \text{ руб.}; PI = 1,26; IRR = 209 \%$$

Полученное ухудшение показателей эффективности инвестиций обусловлено появлением дополнительных расходов на выплату процентов по займу.

22.5. Проект с учетом налогов

Для учета налогов, инфляции и оценки степени их влияния на экономическую эффективность проекта необходимо детализировать описание затрат, введя описание используемых ресурсов, а затем указав для каждого этапа календарного плана количественные характеристики каждого ресурса и порядок их оплаты.

В модуле **Ресурсы** раздела *Инвестиционный план* следует ввести в верхней части диалогового окна Редактирование ресурсов список ресурсов (Специалист по финансовому менеджменту, лаборант и фирма "Информ-сервис"). Для добавления ресурса следует нажать клавишу INSERT. В нижней части диалогового окна вводятся тип ресурса (для специалиста и лаборанта – "люди", а для фирмы – "услуги" со снятием флажка "Без НДС"), единицы измерения (для специалиста и лаборанта – "чел", для фирмы – "мес.") и стоимость за единицу (10 000 руб. для специалиста, 3 000 руб. для лаборанта и 12 000 руб. для фирмы). После заполнения окна следует нажать клавишу Esc. Заполненное необходимой информацией окно Редактирование ресурсов показано на рис. 22.12. Следует отметить, что график в правой части окна пуст, пока ресурсы не будут связаны с этапами работ.

Затем необходимо открыть диалоговое окно Календарный план, поочередно для каждого этапа открыть окно Редактирование этапов (двойным щелчком по названию соответствующего этапа), удалить ранее введенную величину стоимости этапа, а затем нажатием кнопки Ресурсы открыть диалоговое окно Ресурсы. В этом окне необходимо ввести из списка располагаемых ресурсов, расположенного в правом поле окна, требуемые ресурсы в список ресурсов этапа, расположенный в левом поле окна, а затем в нижней части диалогового окна ввести количественные характеристики каждого ресурса и порядок оплаты (в поле Количество ввести 1, в списке Регулярные выплаты выбрать "в конце"). Вид заполненного диалогового окна Ресурсы для этапа календарного плана Маркетинговые исследования показан на рис. 22.13. После введения ресурсов для каждого этапа будет указана рассчитанная системой стоимость этапа, равная 25 000 руб.

Редактирование ресурсов

		2002				
		Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
Лаборант						
Специалист по финансовому анализу						
Фирма "Информсервис"						

Текущий ресурс:

Тип ресурса: Без НДС

Единица измерения:

Стоимость за единицу: руб.

\$ US

Рис. 22.12. Диалоговое окно Редактирование ресурсов

Ресурсы

Наименование этапа:

Ресурсы этапа:

Лаборант	
Специалист по финансовому анализу	<input type="button" value="Удалить ресурс"/>
Фирма "Информсервис"	<input type="button" value="Редактировать ресурсы..."/>

Список доступных ресурсов:

Текущий ресурс:

Количество: ед.

Стоимость: руб.

\$ US

Регулярные выплаты:

Разовые выплаты:

Сумма	
<input type="text" value="0,00"/>	руб.
<input type="text" value="0,00"/>	\$ US

День от начала этапа:

Дата:

Рис. 22.13. Диалоговое окно Ресурсы для этапа Маркетинговые исследования

Затем следует с помощью модуля **Налоги** раздела *Окружение* ввести в диалоговом окне **Налоги** действующие на период реализации проекта налоги. Для НДС введем значение ставки 20 % и после нажатия кнопки **Настройка** установить в диалоговом окне **Параметры налогообложения** в поле **Переплаченный НДС** значение "Переносится в будущие периоды".

Введем ставку налога на прибыль, равную 24 %, при ежемесячном режиме выплат, налогооблагаемую базу "Прибыль" и выплату "в конце". Затем введем ставку налога на зарплату 36 %, являющуюся, примерно, эквивалентной суммарным налогам на фонд заработной платы предприятия; указать налогооблагаемую базу "Зарплата", а периодичность выплат – "Месяц". И наконец, введем налог на продажи, также являющийся эквивалентным нескольким отдельным налогам, исчисляемым от налогооблагаемой базы "Объем продаж", и имеющий ставку 5 %. Полученное диалоговое окно Налоги показано на рис. 22.14.

Поскольку ряд налогов начисляется в шестом месяце, а выплачивается в седьмом месяце, то для их учета следует увеличить длительность проекта с 6 до 7 месяцев (с помощью диалогового окна Заголовок).

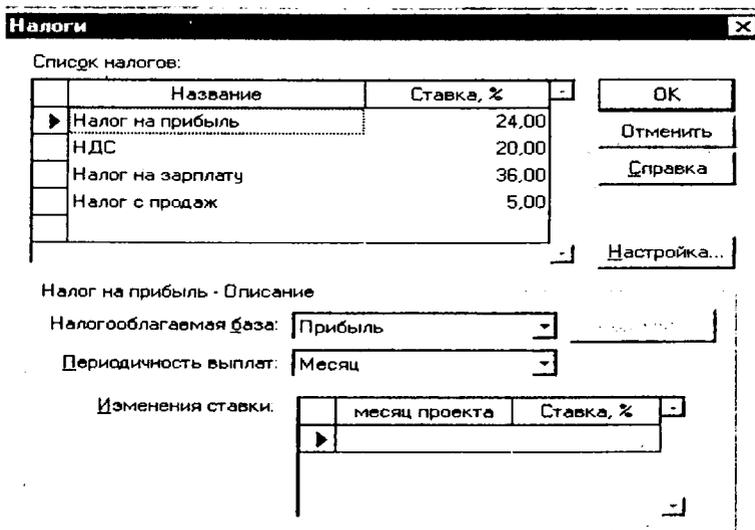


Рис. 22.14. Диалоговое окно Налоги

После проведения перерасчета проекта получены недопустимо низкие показатели эффективности инвестиций. Кроме того из таблицы Кеш-фло или из таблицы диалогового окна Дефицит наличных средств можно увидеть, что из-за ежемесячной уплаты налогов вновь появился дефицит наличности, увеличивающийся каждый месяц на 4 680 руб. и достигающий максимальной величины в пятом месяце, равной 23 400 руб.

Для исключения дефицита наличности необходимо увеличить ежемесячно получаемые заемные средства на 4 680 руб., что приведет к дальней-

шему ухудшению показателей эффективности инвестиций из-за увеличения расходов на выплату процентов по займу.

22.6. Итоговый проект

Поскольку проект является при установленной цене неприемлемым для разработчика и снизить затраты на выполнение работ практически невозможно, примем, что разработчик и заказчик пришли к решению о повышении цены за разработку бизнес-плана с 200 000 до 300 000 руб.

В соответствии с этим увеличим в диалоговом окне План сбыта цену до 300 000 руб. Для исключения дефицита наличности следует скорректировать схему финансирования путем увеличения в диалоговом окне Кредиты размера привлекаемого кредита на 23 400 руб. (со 125 000 до 148 400 руб.) и схемы поступлений займа (ежемесячные поступления увеличим с 25000 до 29680 руб.). После проведения перерасчета проекта можно убедиться в таблице Кеш-фло в отсутствии дефицита наличности. Показатели эффективности инвестиций, представленные на рис. 22.15, имеют вполне приемлемые для разработчика значения.

Эффективность инвестиций			
Длительность проекта		7 мес.	<input type="button" value="OK"/>
Период расчета		7 мес.	<input type="button" value="Справка"/>
Рубли			
	Ставка дисконтирования	25,00	%
	Период окупаемости - PB	6	мес.
	Дисконтированный период окупаемости - DPB	6	мес.
	Средняя норма рентабельности - ARR	225,99	%
	Чистый приведенный доход - NPV	36 328	
	Индекс прибыльности - PI	1,25	
	Внутренняя норма рентабельности - IRR	228,90	%
	Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR	60,86	%
	Длительность - D	0,39	лет
Доллар			
	Ставка дисконтирования	10,00	%
	Период окупаемости - PB	6	мес.
	Дисконтированный период окупаемости - DPB	6	мес.
	Средняя норма рентабельности - ARR	222,15	%
	Чистый приведенный доход - NPV	1 265	
	Индекс прибыльности - PI	1,27	
	Внутренняя норма рентабельности - IRR	204,50	%
	Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR	46,12	%
	Длительность - D	0,39	лет

Рис. 22.15. Показатели эффективности инвестиций для итогового проекта

Для более подробного рассмотрения влияния налогов на эффективность проекта можно выбрать в модуле **Настройка расчета** в закладке Детализация таблицы Налоговые выплаты, произвести перерасчет проекта, а затем посмотреть в модуле **Детализация результатов** вышеуказанную детальную таблицу, показанную на рис. 22.16. Видно, что основные налоговые выплаты производятся в седьмом месяце, при этом максимальные выплаты производятся по НДС и налогу на зарплату.

Детализация результатов [руб.]

Налоговые выплаты

	1.2002	2.2002	3.2002	4.2002	5.2002	6.2002	7.2002
▶ Налог с продаж							12 500,00
Налог на прибыль							14 914,80
НДС							38 000,00
Налог на зарплату	4 680,00	4 680,00	4 680,00	4 680,00	4 680,00	4 680,00	
ИТОГО	4 680,00	65 414,80					

Рис. 22.16. Окно Детализация результатов для налоговых выплат

Для оценки устойчивости проекта к различным параметрам проекта следует с помощью модуля **Анализ чувствительности** рассмотреть влияние на NPV ставки дисконтирования (от 0 до 30 % через 5 %), цены сбыта, ставки налогов и ставки по кредитам (от -20 до +20 % через 5 %). Полученные результаты (для более устойчивой второй валюты проекта) можно характеризовать с помощью графиков, показанных на рис. 22.17 и 22.18.

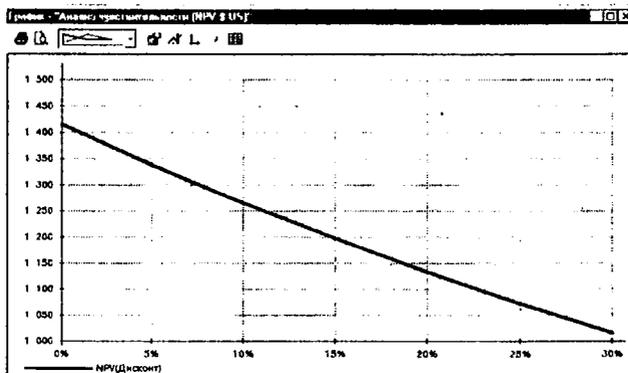


Рис. 22.17. Влияние изменений ставки дисконтирования на NPV

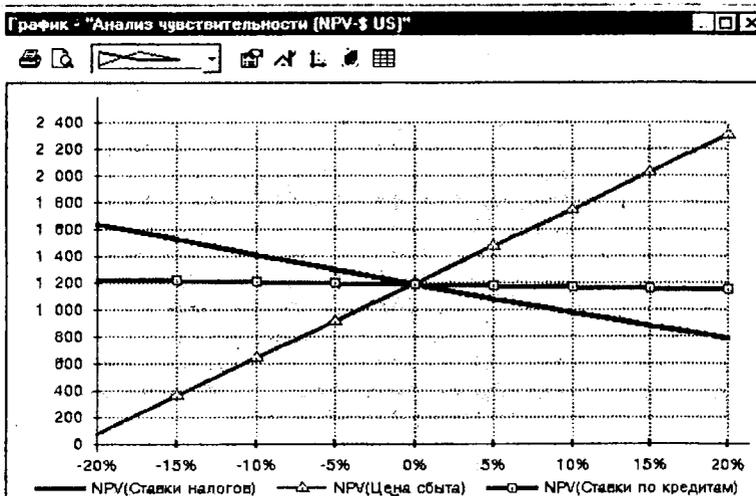


Рис. 22.18. Влияние параметров проекта на NPV

Следует отметить, что характер влияния рассмотренных параметров на другие показатели эффективности инвестиций (PI и IRR) аналогичен. Из приведенных графиков можно заключить, что наиболее критически параметром является цена сбыта, при уменьшении которой на 15 % показатели эффективности инвестиций становятся неприемлемыми.

23. Моделирование финансово-экономической деятельности вновь создаваемого производственного предприятия

Рассмотрим проект создания новой фирмы по производству персональных компьютеров (ПК). Проект рассчитан на реализацию с 01.01.2002 по 31.12.2003. В результате маркетингового исследования принято решение организовать производство двух типов ПК – Pentium III и Pentium IV и установить цену для них 450 и 700 долл.

Процесс создания имитационной модели создаваемой фирмы аналогичен рассмотренному ранее проекту консалтинговой фирмы, но в отличие от этого проекта сразу устанавливаются все необходимые параметры разделов *Проект* и *Окружение*, причем величины основных параметров оставим теми же, что приняты в итоговом проекте консалтинговой фирмы.

В диалоговом окне Заголовок введем длительность проекта 2 года, в диалоговом окне "Продукты/Услуги" введем два продукта ПК Pentium III с началом продаж 01.07.2002 и ПК Pentium IV с началом продаж 01.08.2002. В диалоговом окне Отображение данных введем отображение данных по месяцам до 2002 г. (включительно) и по кварталам до 2003 г. (включительно). Курсовую инфляцию установим на уровнях 8 % в 2002 г. и 6 % в 2003 г.

Далее введем календарный план работ по проекту создания компьютерной фирмы, включающий следующие этапы:

- Объединенный этап Подготовительные работы включающий этапы:
 - Оформление лицензии (15 дней с 01.01.2002 стоимостью 10 000 руб.);
 - Маркетинговые исследования (30 дней с 01.01.2002 стоимостью 100 000 руб.);
 - Разработка проекта (27 дней с 01.02.2002 стоимостью 150 000 руб.).
- Объединенный этап Создание компьютерного центра, включающий этапы:
 - Аренда помещения для центра на 2 года (15 дней с 01.03.2002 стоимостью 5 000 долл.);
 - Ремонт и модернизация помещения (30 дней с 16.03.2002 стоимостью 132 000 руб.);
 - Приобретение и монтаж оборудования (30 дней с 16.04.2002 стоимостью 4 800 долл.);

- Подбор и принятие на работу персонала (20 дней с 10.04.2002 стоимостью 15 000 руб.).
- Объединенный этап Сборка и тестирование опытных образцов, включающий этапы:
 - Приобретение комплектующих изделий (16 дней с 15.05.2002 стоимостью 2 250 дол.);
 - Сборка и тестирование ПК Pentium III (29 дней с 01.06.2002 стоимостью 8 000 руб.);
 - Сборка и тестирование ПК Pentium IV (29 дней с 01.07.2002 стоимостью 10 000 руб.).
- Производство [ПК Pentium III];
- Производство [ПК Pentium IV].

Отметим, что для создания объединенного этапа следует выделить этапы второго уровня и нажать кнопку Сгруппировать панели инструментов окна Календарный план. Введенный в окно Календарный план список этапов показан на рис. 23.1. Отметим, что для ввода этапов Производство следует воспользоваться специальной командой или специальной кнопкой панели инструментов Добавить производство. В появившемся диалоговом окне указывается дата начала производства и устанавливается флажок Привязать дату начала продаж к дате начала производства.

№	Наименование этапа	Дней	Начало	Конец	Стоимость (руб.)	Стоимость (\$ US)
1	☐ Подготовительные работы	58	01.01.2002	28.02.2002	260 000,00	0,00
2	○ Оформление лицензии	15	01.01.2002	16.01.2002	10 000,00	0,00
3	○ Маркетинговое исследование	30	01.01.2002	31.01.2002	100 000,00	0,00
4	○ Разработка проекта	27	01.02.2002	28.02.2002	150 000,00	0,00
5	☐ Создание компьютерного Центра	76	01.03.2002	16.05.2002	147 000,00	9 800,00
6	○ Аренда помещения для Центра на 2 года	15	01.03.2002	16.03.2002	0,00	5 000,00
7	○ Ремонт и модернизация помещения	30	16.03.2002	15.04.2002	132 000,00	0,00
8	○ Приобретение и монтаж оборудования	30	16.04.2002	16.05.2002	0,00	4 800,00
9	○ Подбор и принятие на работу персонала	20	10.04.2002	30.04.2002	15 000,00	0,00
10	☐ Сборка и тестирование опытных образцов	76	15.05.2002	30.07.2002	18 000,00	2 250,00
11	○ Приобретение комплектующих изделий	16	15.05.2002	31.05.2002	0,00	2 250,00
12	○ Сборка и тестирование ПК Pentium III	29	01.06.2002	30.06.2002	8 000,00	0,00
13	○ Сборка и тестирование ПК Pentium IV	29	01.07.2002	30.07.2002	10 000,00	0,00
14	⚙ Производство [ПК Pentium III]	...	01.07.2002
15	⚙ Производство [ПК Pentium IV]	...	01.08.2002

Рис. 23.1. Список этапов проекта

Диаграмма Ганта, соответствующая этим этапам, показана на рис. 23.2. Обратим внимание читателей на особое обозначение на этой диаграмме этапов производства (треугольники в нижней части диаграммы). Справа от прямоугольников, характеризующих последовательность и длительность этапов, указаны стоимости этапов в рублях, при этом стоимости этапов, указанные при описании этапов в долларах, автоматически преобразуются в рубли по заданному курсу.

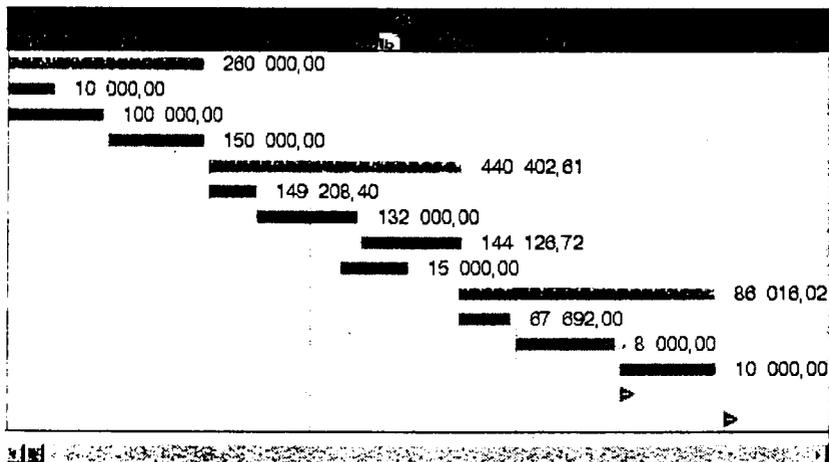


Рис. 23.2. Диаграмма Ганта для проекта создания компьютерной фирмы

В модуле **План сбыта** введем цены компьютеров (450 и 700 долл.), а также планируемые объемы сбыта. Для ПК Pentium III планируется выпуск 240 шт. ежемесячно в течение 12 месяцев с наращиванием и спадом объемов производства в течение двух месяцев. Для ввода объемов производства удобно воспользоваться кнопкой **Быстрый ввод** в диалоговом окне **План сбыта**. Вид диалогового окна **Быстрый ввод** объема продаж для рассматриваемого случая показан на рис. 23.3.

Этим окном удобно пользоваться для ввода объемов продаж, когда планируемые объемы продаж близки по форме к линии, показанной на рис. 23.4. В ином случае планируемые объемы продаж можно ввести непосредственно с клавиатуры для каждого месяца жизненного цикла. Именно таким способом следует ввести данные по планируемым объемам продаж компьютера ПК Pentium IV: 80 шт. в течение 11 месяцев и 160 шт. в течение последующего периода времени до конца проекта со спадом объема за 1 месяц до конца проекта.

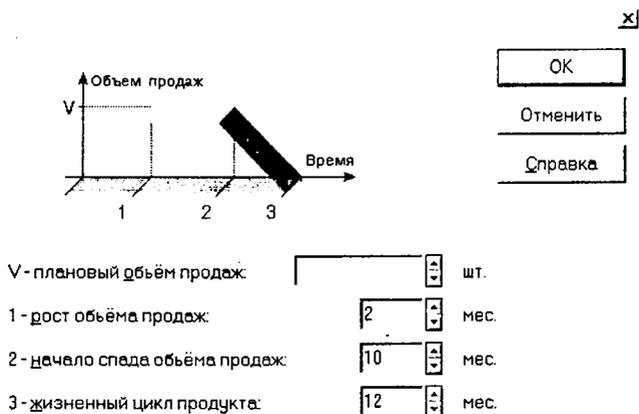


Рис. 23.3. Окно быстрого ввода объема продаж для компьютера ПК Pentium III

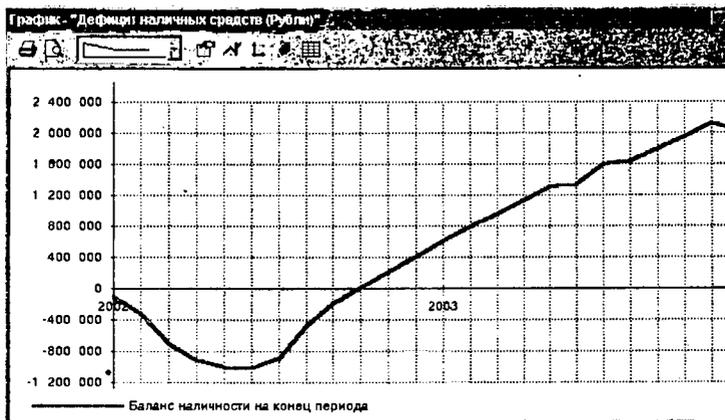


Рис. 23.4. Дефицит наличных средств проекта

Затем в модуле **План производства** введем для компьютеров ПК Pentium III и ПК Pentium IV следующие величины "суммарных прямых издержек": по материалам – 300 и 500 долл., по сдельной зарплате – 1800 и 2000 руб., по другим издержкам – 450 и 500 руб. Установим также производственный цикл, равный нулю. В карточке **График производства** установим флаг на режиме **Неограниченное производство** (означает, что производство способно реализовать планируемые объемы продаж).

После выполнения расчета проекта проведем с помощью кнопки **Дефицит** диалогового окна **Кредиты анализ дефицита наличных средств проекта**. Полученный дефицит удобно характеризовать графиком, показанным на

рис. 23.4. Отметим, что для построения такого графика следует выделить соответствующую строку данных, вызвать всплывающее меню и выбрать команду График. Из графика видно, что дефицит имеет место в течение 9 месяцев и достигает максимальной величины около 1 млн. руб.

В программе Project Expert предусмотрена возможность автоматического подбора наилучших условий финансирования проекта, обеспечивающих отсутствие дефицита наличности при минимальных величинах кредита. Для реализации этой процедуры следует нажать кнопку Подбор в диалоговом окне Кредиты и в появившемся на экране диалоговом окне ввести необходимые данные, что показано для рассматриваемого проекта на рис. 23.5. Следует отметить, что в данном случае решено предусмотреть остаток на счете 50 000 руб. для уменьшения риска необходимости дополнительных затрат наличных средств.

Рис. 23.5. Диалоговое окно Подбор кредита

В результате автоматического подбора условий финансирования проекта получены результаты, показанные на рис. 23.6.

Видно, что предлагается взять кредит 1,069 млн. руб. с получением сумм и выплатой задолженности по установленной схеме. Полученная схема разовых поступлений приведена также на рис. 23.6.

Из таблицы Прибыли-Убытки раздела *Результаты* можно получить следующий график чистой прибыли проекта (в руб.), показанный на рис. 23.7. Видно, что начиная с января 2003 г. фирма получает устойчивую прибыль.

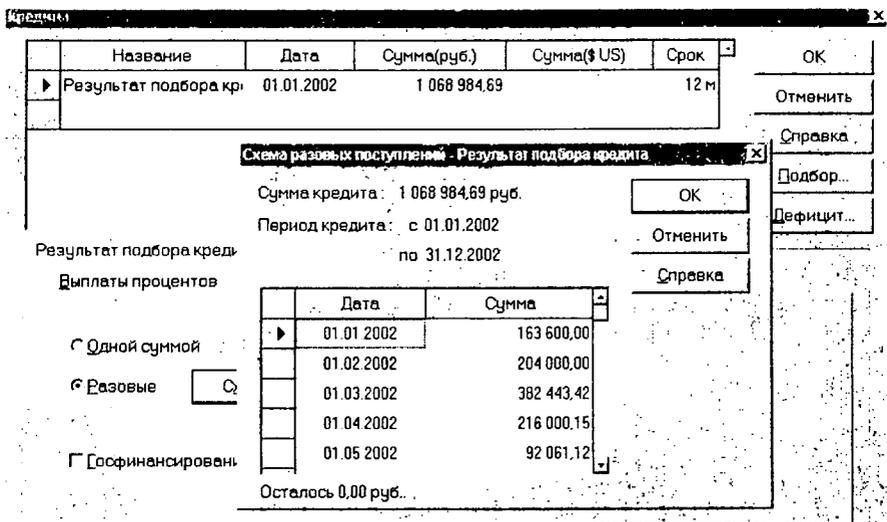


Рис. 23.6. Результаты подбора кредита для финансирования проекта

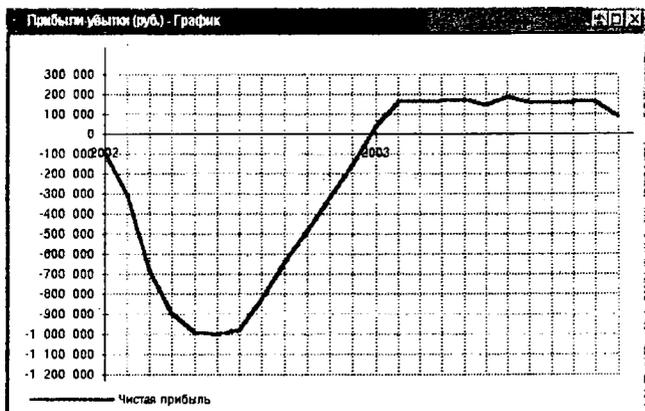


Рис. 23.7. График изменения чистой прибыли проекта (в руб.)

Показатели эффективности инвестиций для рассматриваемого проекта приведены на рис. 23.8. Видно, что эти показатели являются достаточно высокими.

Произведем анализ чувствительности проекта к возможным изменениям ряда факторов: объема сбыта, цены сбыта и ставки налогов. Результаты анализа влияния этих факторов на индекс прибыльности показаны на графике, приведенном на рис. 23.9.

Эффективность инвестиций		
Длительность проекта	24 мес.	OK
Период расчета	24 мес.	Справка
Рубли		
Ставка дисконтирования	20,00	%
Период окупаемости - PB	11	мес.
Дисконтированный период окупаемости - DPB	11	мес.
Средняя норма рентабельности - ARR	145,59	%
Чистый приведенный доход - NPV	1 463 262	
Индекс прибыльности - PI	2,48	
Внутренняя норма рентабельности - IRR	277,80	%
Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR	83,87	%
Длительность - D	1,03	лет
Доллар		
Ставка дисконтирования	8,00	%
Период окупаемости - PB	11	мес.
Дисконтированный период окупаемости - DPB	11	мес.
Средняя норма рентабельности - ARR	139,15	%
Чистый приведенный доход - NPV	53 967	
Индекс прибыльности - PI	2,60	
Внутренняя норма рентабельности - IRR	259,40	%
Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR	69,78	%
Длительность - D	1,04	лет

Рис. 23.8. Показатели эффективности инвестиций для проекта

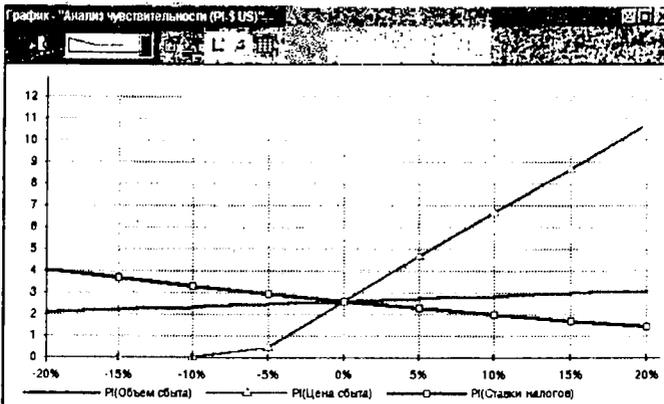


Рис. 23.9. Результаты анализа чувствительности проекта к изменениям факторов

Видно, что проект наиболее чувствителен к цене сбыта и при снижении цены сбыта на 10 % проект становится убыточным. Поэтому для обеспечения большей устойчивости проекта целесообразно провести работы по снижению издержек и по увеличению объемов сбыта.

24. Анализ модели финансово-экономической деятельности модернизируемого акционерного общества

Создадим с помощью Project Expert финансово-экономическую модель модернизируемого промышленного предприятия, которое планирует перейти на производство нового вида продукции – автоприцепов. Для развития предприятия решено арендовать дополнительные площади и установить новое высокопроизводительное оборудование. Для реализации этого проекта и привлечения инвестиционного капитала создается акционерное общество и выпускаются акции. Проект рассчитан на начало 01.01.2002 и на длительность 3 года. Маркетинговое исследование показало, что целесообразно производить высококачественные автоприцепы и реализовывать их по цене 27 000 руб. Рекомендуемый объем производства, который может быть достаточно легко реализован на рынке, составляет 30–40 шт. в месяц.

В данном проекте учтем такие важные (и ранее неучитываемые) составляющие проекта, как стартовый баланс, создание активов и их амортизация, инфляция, условия оплаты и поставок, детализация издержек, учет затрат на персонал и на общие издержки, акционерный капитал и ряд других составляющих.

После создания нового файла-проекта и заполнения диалогового окна Заголовки введем в диалоговом окне Продукты/Услуги начало производства автоприцепов с 01.06.02 г., в диалоговом окне Отображение данных – показ результатов по месяцам до 2002 г. включительно и по кварталам до 2004 г. включительно, а в диалоговом окне Настройка расчета – ставки дисконтирования для рублей – 25 % и для долларов – 10 % с шагом дисконтирования 1 месяц. В разделе *Окружение* в диалоговом окне Валюта следует ввести курс 29,6 руб./долл. и курсовую инфляцию за 3 года проекта – 8, 6 и 5 % соответственно – и в диалоговом окне Инфляция установить флажок Использовать для всех объектов и ввести уровни инфляции за 3 года проекта – соответственно 10, 9 и 8 %.

В разделе *Компания* в модуле **Стартовый баланс** введем в карточке Активы в поле Денежные средства 48 000 руб., а в карточке Пассивы в таблице Счета к оплате – кредиторскую задолженность 29 000 руб., а в поле *Распределенная прибыль* – 19 000 руб.

В диалоговом окне Календарный план введем 4 основных этапа:

• Аренда и подготовка помещения длительностью 30 дней с 01.01.2002 и стоимостью 200 000 руб.;

2. Приобретение, монтаж и отладка оборудования длительностью 74 дня с 15.02.2002 стоимостью 120 000 руб. и 8 000 долл.;
3. Изготовление штампов и приспособлений длительностью 16 дней с 15.03.2002 стоимостью 50 000 руб.;
4. Производство с датой начала производства 01.04.2002 (с установкой флажка Привязать дату начала продаж к дате начала производства).

Для второго и третьего этапов устанавливаются флажки Этап является активом.

Затем в модуле **Список активов** следует ввести в диалоговом окне Характеристики актива тип актива – Оборудование – и линейную амортизацию с периодом до ликвидации 60 месяцев для второго этапа и 12 месяцев для третьего этапа. Вид этого диалогового окна представлен на рис. 24.1.

Характеристики актива

Текущий актив:

Амортизация:

Линейная | По остаточной | По производству | По схеме |

Период до ликвидации: мес.

Ликвидационная стоимость: руб.

Амортизация 1-го года %

Тип актива

Земля

Здания и сооружения

Оборудование

Предоплаченные расходы

Другие активы

Не отображать в Кэш-фло

Отнесение амортизации на прямые издержки

Списание НДС

через амортизацию

за период

Рис. 24.1. Диалоговое окно Характеристики актива для второго этапа

В диалоговом окне План сбыта введем цену автоприцепа 27 000 руб. и объем сбыта в 6-м месяце проекта – 15 шт. автоприцепов, с 7-го по 18-й месяц проекта – по 30 шт., с 19-го по 35-й месяц проекта – по 40 шт. и в 36-м месяце проекта – 30 шт. В карточке Условия оплаты введем задержку платежей – 3 дня – и продажу авансом со сроком 30 дней с предоплатой 50 %. В карточке Условия поставки установим время на сбыт – 1 день, равномерные поставки в течение месяца и запас готовой продукции – 10 % от месячного объема продаж.

Одним из наиболее важных этапов создания имитационной модели финансово-экономической деятельности предприятия является этап формирования плана производства. В диалоговом окне План производства введем длительность производственного цикла – 30 дней. В карточке Материалы введем величину суммарных прямых издержек – 5 850 руб. В карточке Сдельная зарплата укажем список операций: лазерная резка – 1 900 руб., токарные работы – 800 руб., сборочные работы – 3 500 руб. и покраска – 400 руб., при этом в окне суммарных прямых издержек появится автоматически подсчитанная сумма – 6 600 руб. В карточке Другие издержки введем суммарные прямые издержки – 4 500 руб., а в карточке График производства установим переключатель Неограниченное производство.

В модуле **Сырье, материалы и комплектующие** введем Металл в ассортименте – 1 комплект стоимостью 2 350 руб. – и Комплектующие изделия – 1 комплект стоимостью 3 500 руб. В карточке Общие данные введем для каждого из указанных элементов предоплату 2 дня.

Данные о кадровом составе подразделений служб управления, производства и маркетинга предприятия укажем в диалоговом окне План персонала. В карточке Управление введем: директор (1) с зарплатой 10 000 руб./мес., главный бухгалтер (1) с зарплатой 9 000 руб. и начальник отдела (1) с зарплатой 7 000 руб.; в карточке Производство – начальник цеха (1) с зарплатой 7 000 руб. и технологи (2) с зарплатой 5 000 руб., а в карточке Маркетинг – начальник отдела (1) с зарплатой 7 000 руб. Для всех устанавливается режим ежемесячных периодических выплат в течение периода производства, лишь для начальника отдела маркетинга устанавливается режим ежемесячных выплат на период с 1-го по 8-й месяц проекта.

И наконец, в модуле **Общие издержки** для все трех карточек (Управление, Производство и Маркетинг) следует ввести "Коммунальные услуги" с ежемесячной оплатой 600, 700 и 500 руб. соответственно в течение всего проекта.

Таким образом, имитационная модель финансово-экономической деятельности предприятия в основном создана – осталось только решить вопросы финансирования проекта. Примем, что при формировании акционерного общества выпущены акции с номинальной стоимостью 100 руб. и что гг. Иванов, Петров и Сидоров приобрели 01.1.2002 по 1000, 700 и 500 акций соответственно. Привилегированные акции не использовались. Ввод этих данных производится в модуле **Акционерный капитал**, а вид полученного диалогового окна показан на рис. 24.2.

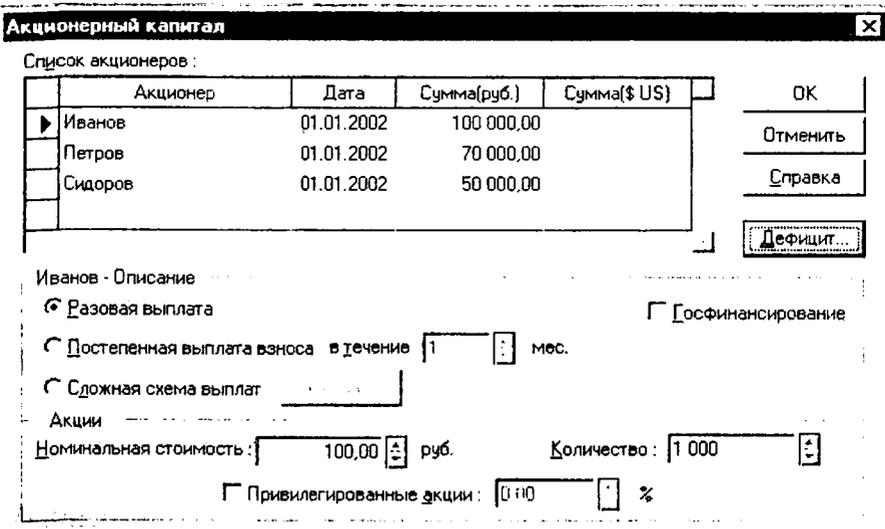


Рис. 24.2. Диалоговое окно Акционерный капитал

Затем необходимо установить размер и порядок выплаты дивидендов акционерам. Для этого следует воспользоваться модулем **Распределение прибыли**, введя долю прибыли, идущую на выплату дивидендов, – по 20 % ежегодно в конце года. Вид соответствующего диалогового окна показан на рис. 24.3.

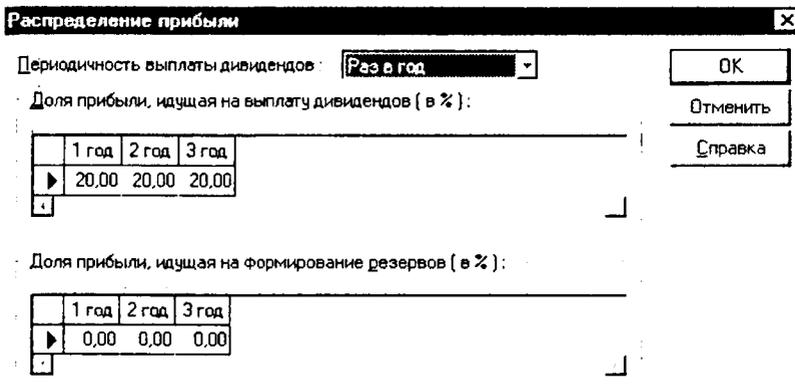


Рис. 24.3. Диалоговое окно Распределение прибыли

После проведения расчета проекта с помощью процедуры Дефицит можно получить величины дефицита наличных средств, представленные в графическом виде на рис. 24.4.

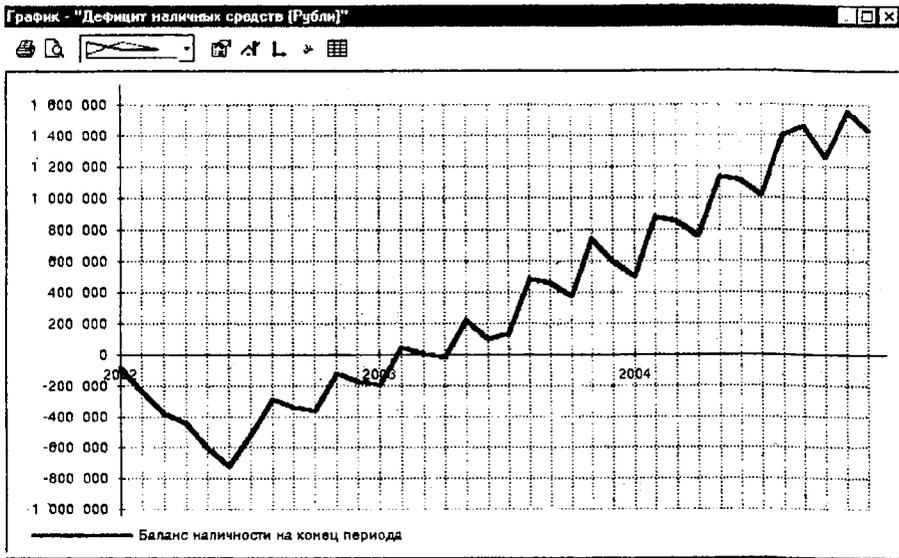


Рис. 24.4. График дефицита наличных средств

Затем подберем необходимое финансирование заемными средствами с помощью процедуры автоматического подбора (кнопка Подбор в диалоговом окне Кредиты). В диалоговом окне Подбор кредита введем требование подбора кредита для периода с 1-го по 18-й месяц с обеспечением страховочного остатка на счете 30 000 руб. с процентной ставкой кредита 20 % и с отсрочкой первой выплаты 6 месяцев. В результате автоматического расчета необходимых заемных средств получено, что величина кредита составляет 1 007 403 руб., который поступает и возвращается по предлагаемым рациональным схемам. График получения займа и выплат по возврату займа и процентов по займу показан на рис. 24.5.

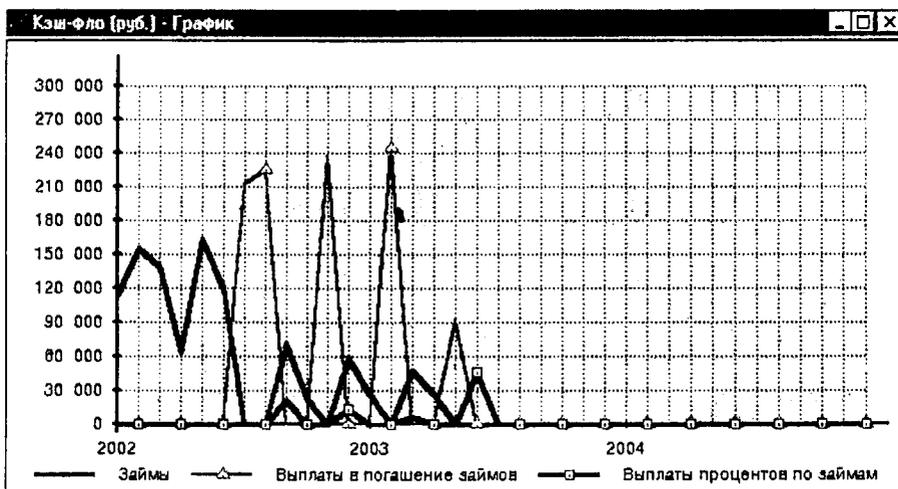


Рис. 24.5. График поступления и возврата кредита

Баланс наличности за время реализации проекта показан на рис. 24.6.

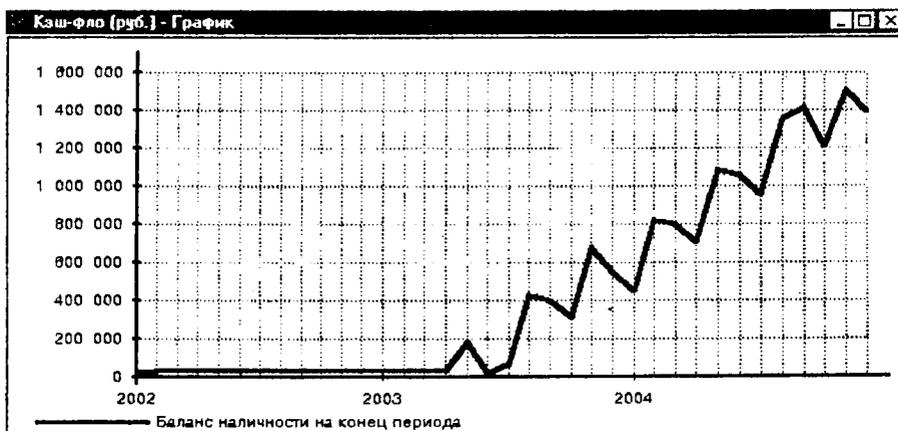


Рис. 24.6. Баланс наличности

Получаемая в процессе реализации этого проекта чистая прибыль показана графически на рис. 24.7. Видно, что начиная с 18-го месяца имеет место устойчивая чистая прибыль, достигающая величины около 80 000 руб. в месяц.

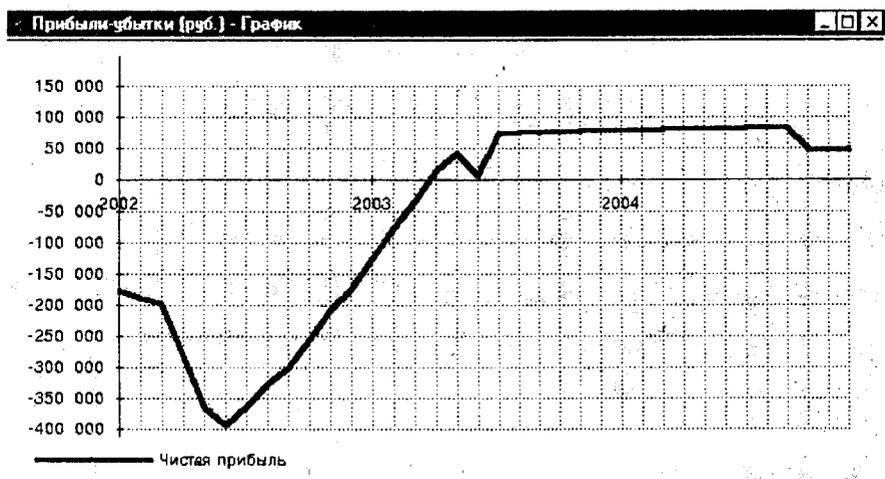


Рис. 24.7. График чистой прибыли

Более подробно полученные результаты расчетов по разработанной модели и анализа результатов приведены в отчете, фрагменты которого показаны в прил. 2.

1. Можно просмотреть все составляющие стандартных финансовых отчетов об ожидаемых результатах деятельности модернизируемого предприятия за время реализации проекта. Важнейшими финансовыми отчетами являются отчет о прибылях и убытках (таблица Прибыли-убытки), отчет о движении денежных средств (Кеш-фло), бухгалтерский баланс (таблица Баланс) и отчет об использовании прибыли.

В прил. 2 также приведены таблицы финансовых показателей для каждого периода времени реализации проекта, включающие показатели ликвидности, показатели рентабельности, показатели деловой активности, показатели структуры капитала и инвестиционные показатели. Эти показатели для данного проекта имеют приемлемые значения.

Полученные для данного инвестиционного проекта показатели эффективности инвестиций (для расчетного периода 36 месяцев) показаны в табл. 24.1. Эти показатели свидетельствуют о весьма высокой экономической привлекательности этого проекта.

Таблица 24.1. Показатели эффективности инвестиций

Показатель	Рубли	Доллар США
Ставка дисконтирования, %	25,00	10,00
Период окупаемости, мес.	20	23
Дисконтированный период окупаемости, мес.	23	23
Средняя норма рентабельности, %	83,47	75,16
Чистый приведенный доход	742 893	30 883
Индекс прибыльности	1,77	1,95
Внутренняя норма рентабельности, %	91,20	78,63
Модифицированная внутренняя норма рентабельности, %	40,33	26,02
Длительность, г.	1,63	1,67

Некоторые результаты проведенного анализа чувствительности проекта к изменениям основных факторов (объема сбыта, цены сбыта, прямых издержек и зарплаты персонала) показаны на рис. 24.8.

Выбранные параметры:	-20%	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%	20%
Объем сбыта	1,34	1,50	1,65	1,80	1,95	2,09	2,23	2,38	2,52
Цена сбыта	0,00	0,00	0,04	0,28	1,95	3,88	6,27	8,68	11,33
Прямые издержки	5,47	4,45	3,54	2,71	1,95	1,24	0,54	0,15	0,08
▶ Зарплата персонала	2,30	2,21	2,12	2,03	1,95	1,86	1,78	1,70	1,62

Рис. 24.8. Анализ чувствительности индекса прибыльности к изменениям основных параметров для второй валюты проекта (долл.)

Видно, что на показатели эффективности инвестиций наибольшее влияние оказывают цена сбыта и прямые издержки. При уменьшении цены сбыта на 3–5 % или при увеличении прямых издержек на 5–10 % проект становится не выгодным. Весьма заметное влияние на показатели эффективности инвестиций оказывают также прямые издержки и зарплата персонала. Для повышения устойчивости проекта следует провести дополнительные работы по снижению издержек производства, а также по повышению качества автоприцепа, что позволило бы увеличить его цену сбыта и (или) объем сбыта. Следует также весьма осторожно подходить к росту количества персонала и к зарплате персонала.

25. Системная динамика, введение в iThink, STELLA

iThink разработан специально для моделирования динамических систем. Он используется при анализе и планировании в бизнесе, политике, военном деле и др.

Иногда его называют инструментом графического или визуального программирования. Он имеет библиотеку стандартных графических блоков с встроенными математическими функциями. Студент или исследователь гаскает мышью из панели инструментов блоки в окно модели, соединяет их информационными линиями. Создав модель, студент запускает ее и наблюдает результаты моделирования в таблицах и графиках.

Некоторые вузы не успевают обновлять программные системы и компьютерный парк по скорости процессоров и объемам памяти. Приходится преподавать на старых версиях. Поэтому мы будем смешивать примеры для новых и старых версий. Экономическая суть задач не изменится, немного меняется интерфейс новых версий и технология моделирования.

Исторически в 60-х гг. прошлого века для Римского клуба, моделирующего глобальную экономическую динамику на больших (по габаритам) компьютерах, был разработан язык программирования Dymapo. На основе его для компьютеров Macintosh создана графическая программная система STELLA. До середины 1990-х гг. для России на нее было эмбарго. Затем STELLA перенесена на персональные компьютеры с именем iThink. Ныне на персоналках STELLA и iThink это одно и то же.

Программная система разработана фирмой Isee Systems, Inc. (ранее называлась High Performance Systems, Inc.). В России программу продает и поддерживает фирма Тора.

Файловая система STELLA_iThink 8 на компьютере автора представлена в правом окне рис. 25.1.

Для загрузки программной системы дважды щелкните в правом окне предпоследний файл STELLA8r.

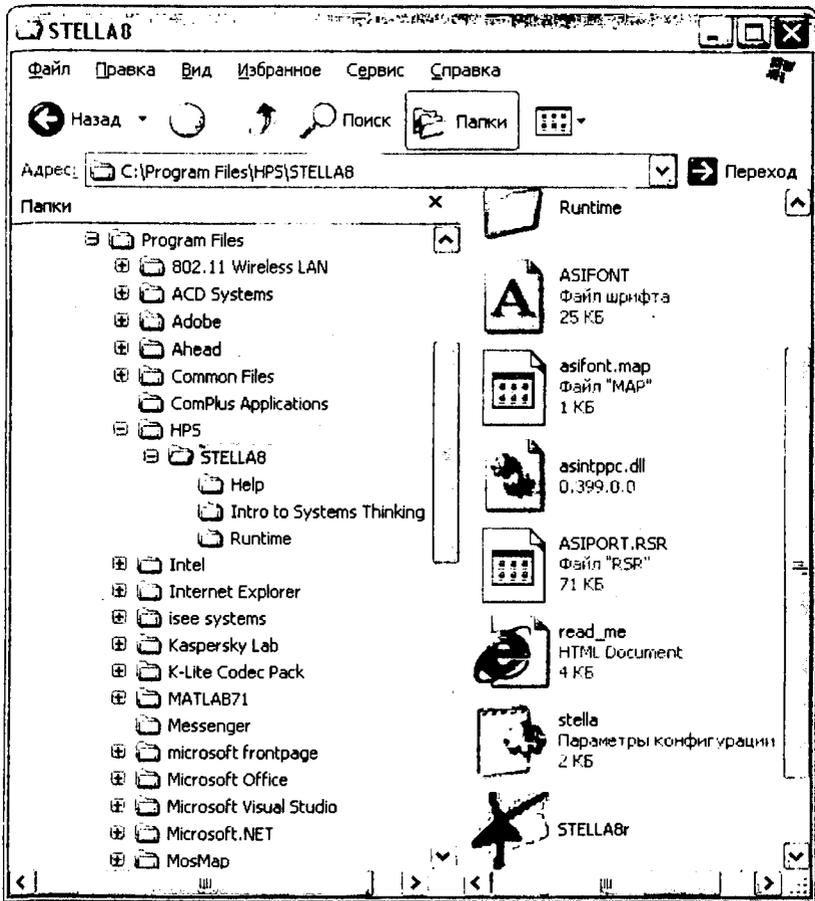


Рис. 25.1. Файловая система STELLA_iThink 8

Файловая система STELLA_iThink 9 на компьютере автора представлена в правом окне рис. 25.2.

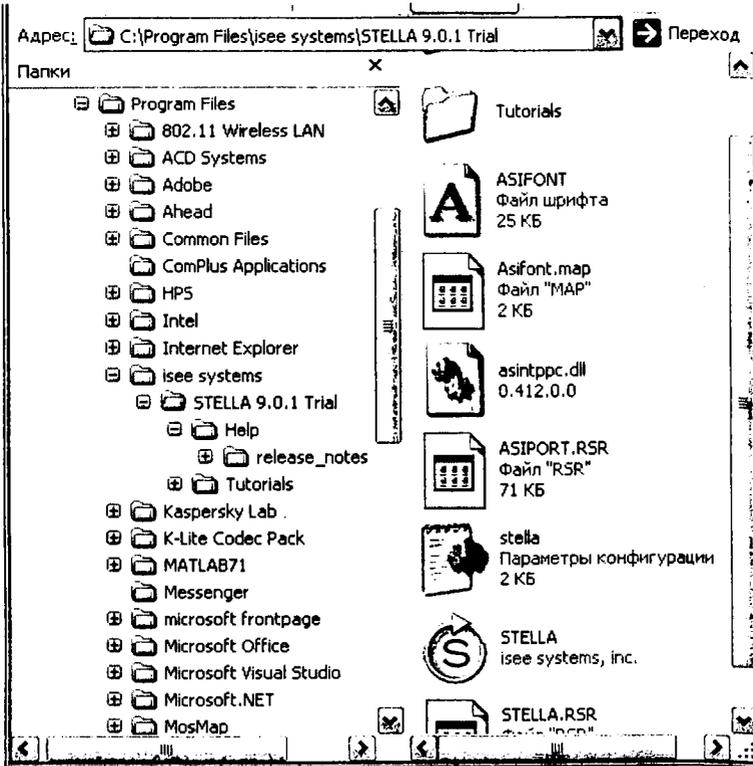


Рис. 25.2. Файловая система STELLA iThink 9

Для загрузки программной системы дважды щелкните в правом окне предпоследний файл STELLA. В его круглом значке нарисована буква S.

На экране появляется окно системы и в нем пустое окно для новой модели.

25.1. Уровни моделей, кнопки управления

Уровни модели

Модели в iThink представляются пятью иерархическими уровнями, равными детализации модели.

Высший уровень – это представление модели укрупненными схемами. (в девятой версии его называли Map layer (слой, уровень карты, схемы). В STELLA 9 его называют интерфейсом. Это несколько путает нас. Мы

привыкли к понятию интерфейса как взаимодействию пользователя с компьютером. Можно называть его уровнем схем.

Уровень блок-схем является детализацией уровня схем. Каждый объект схем наполняется детальными блок-схемами из стандартных строительных блоков. До девятой версии его называли также Map layer (слой, уровень схемы). В STELLA 9 его называют Map.

Model – уровень модели. Является детализацией уровня блок-схем. Каждый блок наполняется уравнениями, связывающими его выходные переменные с входными. До девятой версии его называли Model layer (слой, уровень модели). В STELLA 9 его называют Model.

Equation – это уровень детального представления всей системы в языке программирования типа Дунато. На этом уровне программа формируется автоматически на основе предыдущего Model уровня. Практически модельер в этот уровень не вмешивается. Иногда лишь приходится заглянуть в него, чтобы понять, как работает модель. Можем называть его уровнем формул. Уровень уравнений по-русски не звучит.

Sub-Model уровень – это разбиение вашей модели на самостоятельные куски (подсистемы) с целью избавиться от чрезмерной детализации. Вы управляете подсистемами, а не отдельными блоками. Вам легче жить.

Иногда будем называть уровни детализации модели по номерам.

Окно модели, кнопки режимов

Управляющие элементы – это представленные на панели инструментов иконки вызова стандартных блоков, из которых строится модель. В блоках уже находятся компьютерные программы, выполняющие назначенные блокам функции. Здесь же расположены иконки операций над элементами модели. Назовем их иконки на панели инструментов кнопками.

Окно модели STELLA 8 представлено на рис. 25.3.

Управление режимами (уровнями) моделирования осуществляется кнопками, расположенными на месте привычной нам левой вертикальной полосы прокрутки.

В левом верхнем углу две стрелки (треугольнички) вверх и вниз позволяют переключаться по уровням модели от высшего до формул. Под стрелками круглый глобус позволяет переключать режимы map/model. Щелкните по глобусу и из режима блок-схемы вы перейдете в режим модели. Вместо значка глобуса появится символ X2. В блоках модели, где не определены формулы, появятся знаки вопроса. Как будет показано далее, вы вставите в диалоговые окна блоков необходимые формулы.

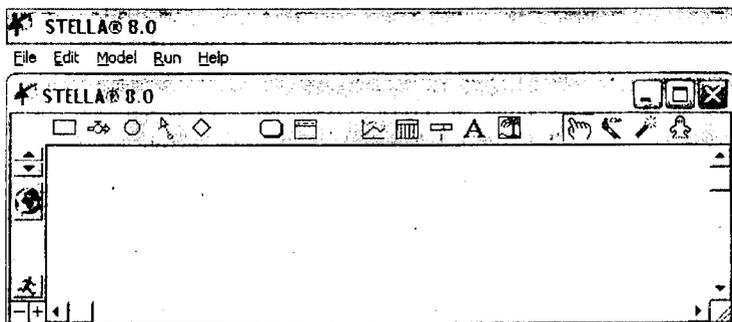


Рис. 25.3. Окно модели STELLA 8

Внизу кнопка с бегущим человеком дублирует меню Run, т. е. запуск модели на исполнение. Кнопки плюс (+) и минус (-) увеличивают или уменьшают масштаб модели. Это линза.

Окно модели STELLA 9 представлено на 25.4.

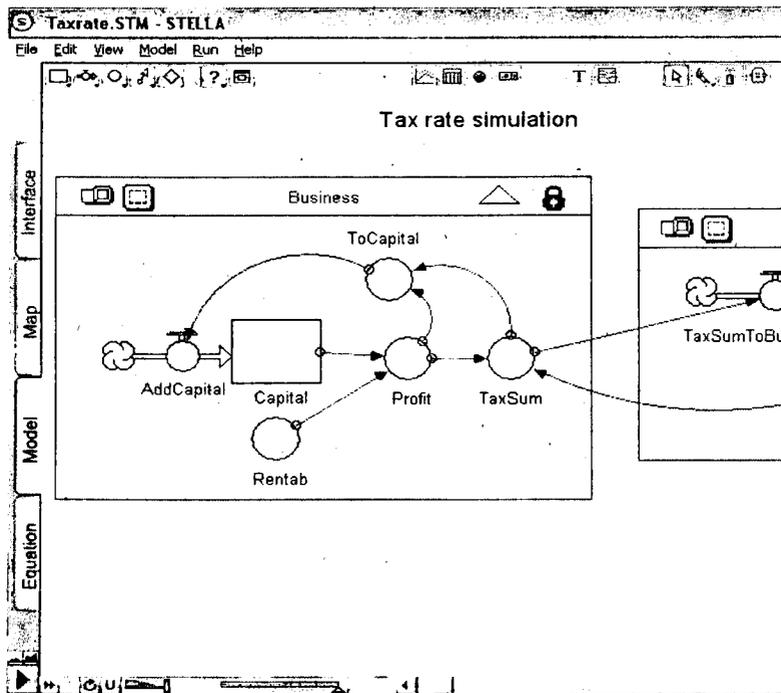


Рис. 25.4. Окно модели STELLA 9

Управление режимами (уровнями) моделирования осуществляется закладками (Tab), расположенными на месте левой вертикальной полосы прокрутки. Это интерфейс, схема, модель, уравнения. В блоках модели, где не определены формулы, появятся знаки вопроса.

На рис. 25.5 показана нижняя строка кнопок управления моделью.

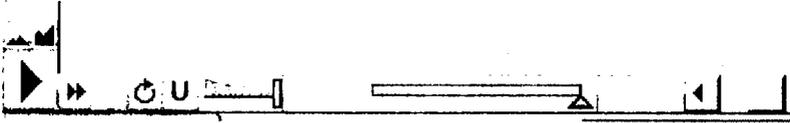


Рис. 25.5. Нижняя строка кнопок управления моделью

Верхние 2 кнопки управляют масштабом представления модели. Угловая и следующие кнопки дублируют меню Run, т. е. запуск модели на исполнение. Правый значок, похожий на потенциометр, отображает время выполнения программы. Значком левее его вы можете регулировать скорость выполнения программы. Значок U восстанавливает исходное состояние блоков модели. Кнопка круга со стрелкой используется при анализе циклов. Остальные кнопки детализируют меню Run.

Меню окна модели, кратко

Окно модели iThink – это типовое окно Windows-приложений. В строке заголовка – название приложения. Ниже строка меню команд. Под ним пустое окно для создания новой модели. Вновь созданному окну при сохранении присваивается имя Untitled. При первом сохранении (Save as) вы можете ввести любое другое имя.

Панель инструментов представлена набором кнопок для вызова строительных блоков и объектов будущей модели. Назовем ее панелью кнопок.

Меню окна содержит команды для редактирования модели, ее настройки и управления процессом расчета, работы с файлами и т.п.

Меню содержат следующие пункты для каждого из трех уровней представления модели (Interface, Model, Equation):

- File, Edit, Interface, Run, Help
- File, Edit, Model, Run, Help
- File, Edit, Equation, Run, Help

File (Файл) – работа с файлами моделей.

Edit (Редактирование) – изменение модели и поиск блоков. В меню добавлены команды установки параметров блоков и маскирования подсистем.

Run (Моделирование) – задание настроек для моделирования и управление процессом расчета.

Help (Справка) – вывод окон справочной системы.

В STELLA 9 добавлен пункт View. Можно переключать уровни и масштаб модели.

Меню разных уровней почти одинаковы, но различается набор кнопок на панели инструментов.

В нашем тексте щелкнуть или тащить мышью элемент модели – значит работать левой кнопкой мыши. Работу правой кнопкой будем оговаривать отдельно.

Элементы панели инструментов покажем кратко.

Кнопки интерфейса

Панель инструментов (кнопок) высшего – 1-го уровня – модели (схем, интерфейса, фреймов) в STELLA 8 представлена на рис. 25.6.



Рис. 25.6. Панель инструментов высшего уровня STELLA 8

Наведите курсор на интересующий вас элемент для получения информации о нем.

Панель инструментов (кнопок) высшего – 1-го уровня – модели (схем, интерфейса, фреймов) в STELLA 9 представлена на рис. 25.7.

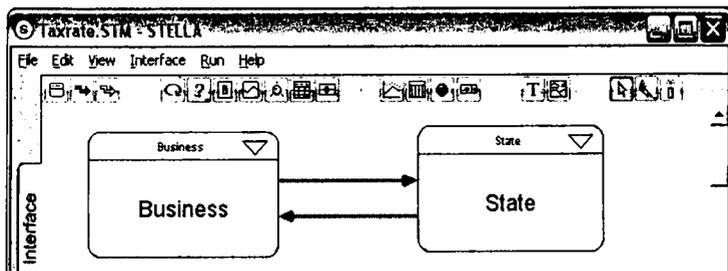


Рис. 25.7. Панель инструментов высшего уровня STELLA 9

Мы видим, что набор кнопок мало изменился. Изменились в основном их рисунки. Курсор Рука заменен стрелкой (третий справа). Текстовый блок А заменен на Т (пятый справа). Поток и коннектор (второй и третий слева) лишь изогнулись.

Кнопки модели

Панель инструментов (кнопок) уровня (2 и 3) блок-схемы и модели STELLA 8 представлена на рис. 25.8.

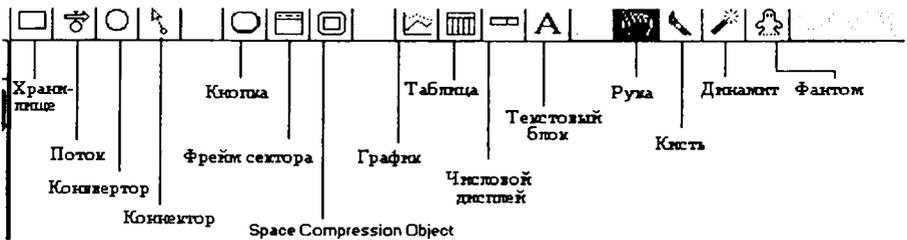


Рис. 25.8. Панель инструментов уровня блок-схемы и модели STELLA 8

Панель инструментов (кнопок) уровня блок-схемы и модели STELLA 9 представлена на рис. 25.9.

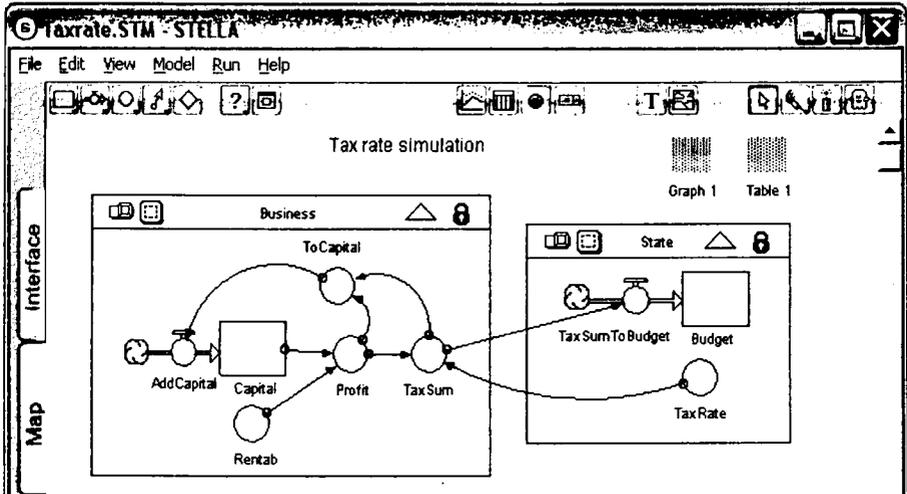


Рис. 25.9. Панель инструментов уровня блок-схемы и модели STELLA 9

Изменения здесь подобны изменениям 1-го уровня. И фантом (ghost, привидение) стал больше похож на привидение. Крайний справа.

Кнопки формул

Панель инструментов уровня формул STELLA 8 представлена на рис. 25.10.

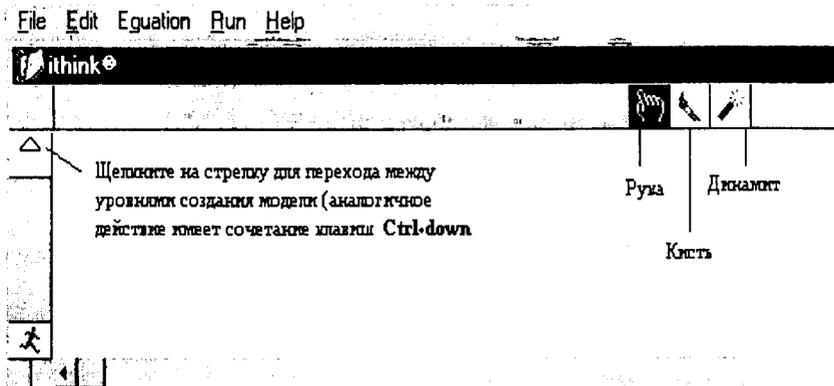


Рис. 25.10. Панель инструментов уровня формул STELLA 8

Панель инструментов уровня формул STELLA 9 представлена на рис. 25.11. Здесь лишь добавлено меню View (вид).

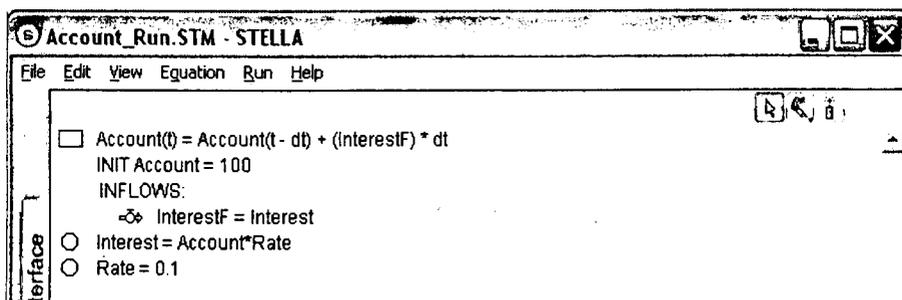


Рис. 25.11. Панель инструментов уровня формул STELLA 9

25.2. Ваша первая модель – сберегательный счет

Мы еще не знаем прекрасных возможностей программы STELLA. Понять и освоить их поможет ознакомительное моделирование методом тыка. Женщины на кухне не разбираются в энергетике, теплотехнике, взаимосвязи молекул бульона, капусты, картошки. Но по рецептам они готовят прекрасные борщи.

Наша задача – освоить технику моделирования на примере простейшей модели сберегательного счета. Этапы разработки модели представлены на рис. 25.12.

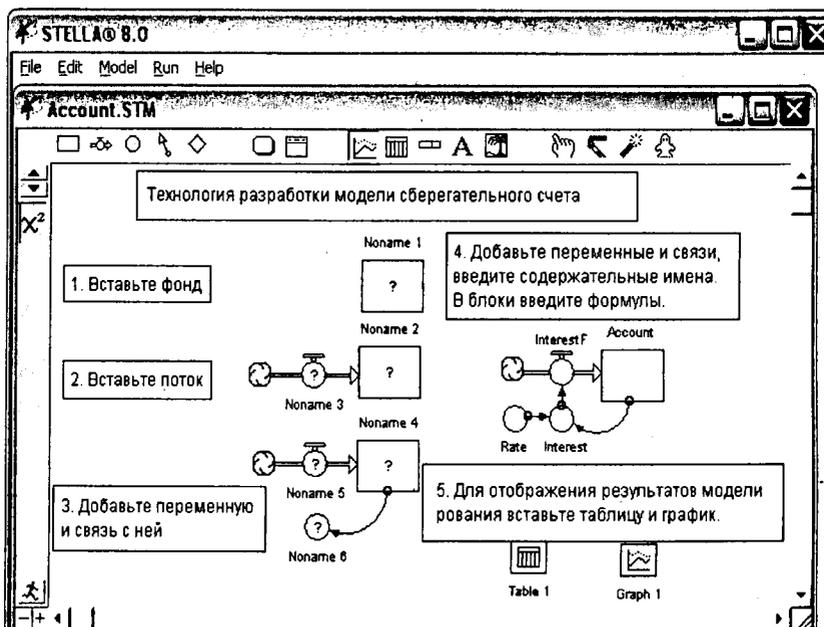


Рис. 25.12. Этапы разработки модели

Двойным щелчком на иконке загрузим STELLA. Появится пустое окно для модели. Введем заголовок модели простым текстом. Для этого щелкнем по кнопке текстового блока А. Поместим курсор вверху по центру окна модели и щелкнем. Наберем текст как в обычных редакторах: "Технология разработки модели сберегательного счета".

Банковский счет – это хранилище наших денег. Щелкнем по левому прямоугольнику на панели инструментов – это stock (фонд, запас, хранилище, накопитель, аккумулятор, интегратор). Поместим курсор в окно модели и щелкнем. Появится блок с именем Noname1. Щелкнем по второй иконке с краником. Поместим курсор в модель и протянем до хранилища. (п. 2). Это поток денег на наш счет. Щелкнем на панели кружок конвертера (переменной), третья слева. Поместим ее ниже потока. Автоматически ей присвоено имя Noname 6. Щелкнем на четвертой слева стрелке коннектора и протащим курсор от хранилища до переменной (п. 3). Появилась линия связи со стрел-

кой. Добавим слева еще кружок переменной и соединим стрелкой с правой переменной. Блок-схема модели готова.

Дадим блокам содержательные имена. Для этого щелкнем по блоку (селектируем). Переведем курсор в имя и заменим его текст.

Account – счет.

Rate – процентная ставка.

Interest – начисленный процентный доход.

InterestF – поток процентного дохода, капитализируемого на счете.

Теперь в режиме модели надо в каждый блок ввести формулы и параметры. Двойным щелчком открываем диалоговое окно каждого блока.

Диалоговое окно счета представлено на рис. 25.13.

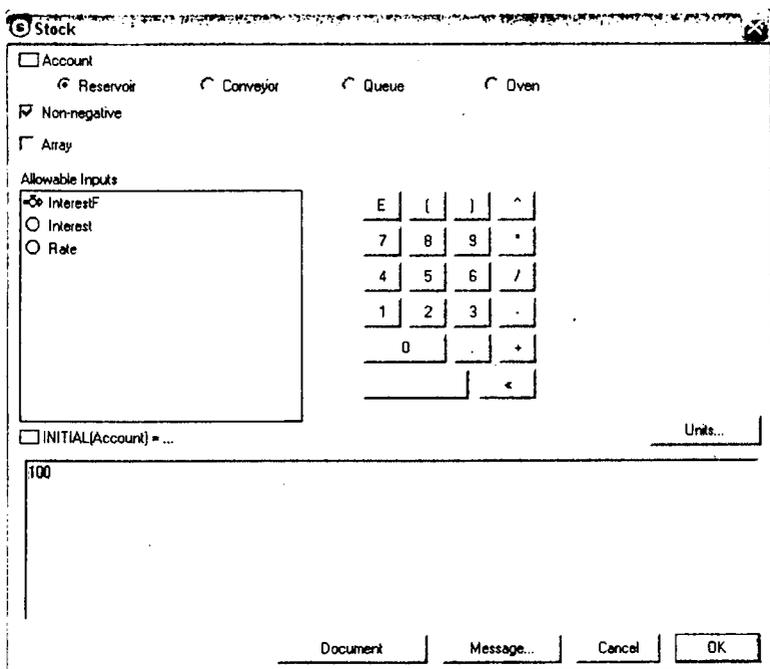


Рис. 25.13. Диалоговое окно счета

В нижнее окно счета введем начальный вклад в 100 руб. Давим кнопку ОК. Диалоговое окно процентной ставки представлено на рис. 25.14.

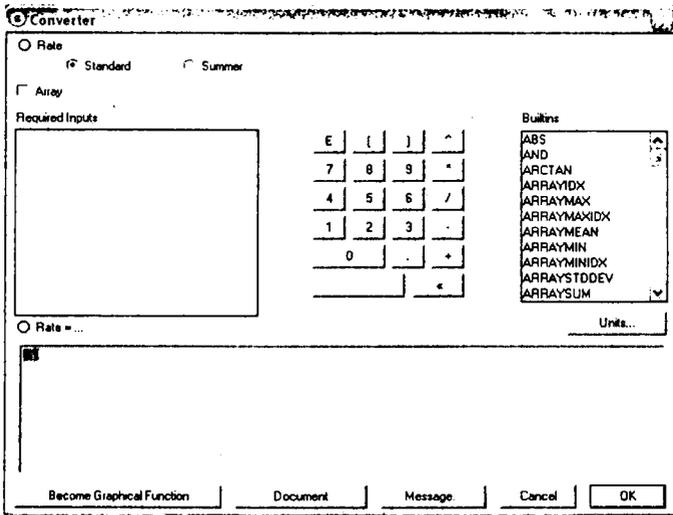


Рис. 25.14. Диалоговое окно процентной ставки

В нижнее поле Rate введем десятипроцентную ставку в десятичном формате 0.1. В окне переменной Interest (рис. 25.15) в нижнее поле вставляем формулу произведения суммы счета на ставку.

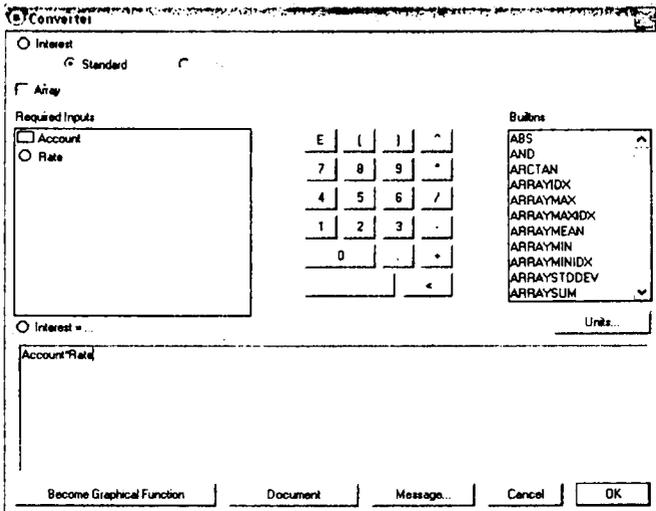


Рис. 25.15. Диалоговое окно переменной Interest

Для ввода в формулы имен переменных щелкаем по ним в поле Required Inputs. В окне финансового потока InterestF (рис. 25.16) в нижнее поле вставим переменную Interest.

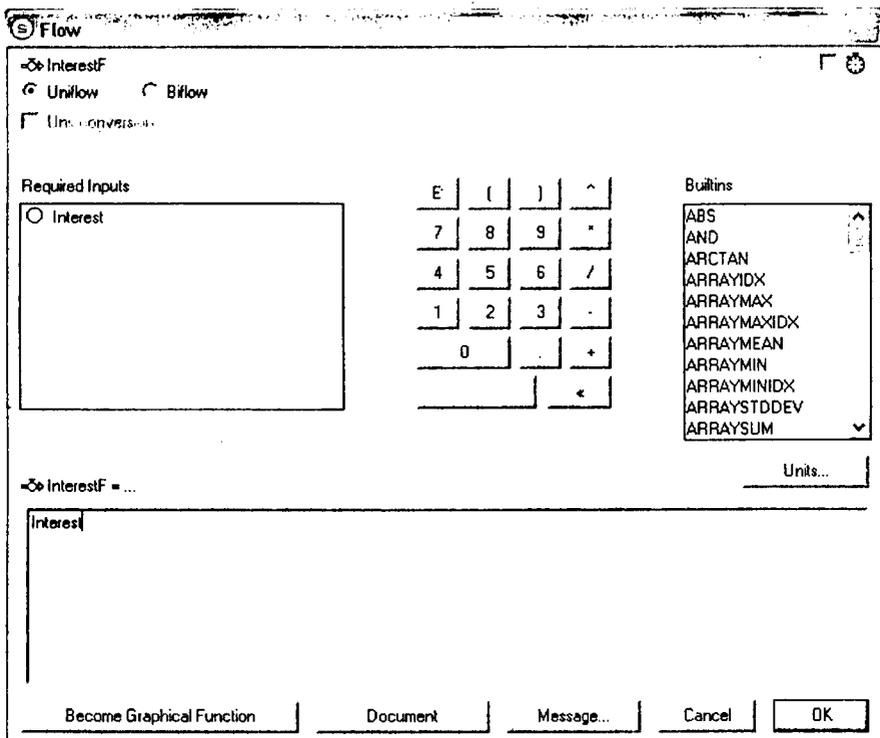


Рис. 25.16. Диалоговое окно переменной InterestF

Теперь в окне модели удалите все блоки с вопросами. Ваша модель готова к работе (рис. 25.17).

Чтобы увидеть результаты моделирования добавьте в модель таблицу и график. Щелкните по их иконкам, а затем по их месту в окне модели. Их иконки появятся в окне модели.

Работы с таблицей и графиком во многом похожи. Надо внести в них имена интересующих нас переменных. Дважды щелкните по таблице в окне модели. Раскроется отдельное окно таблицы.

Дважды щелкните в окне таблицы. Появится окно настройки таблицы (рис. 25.18).

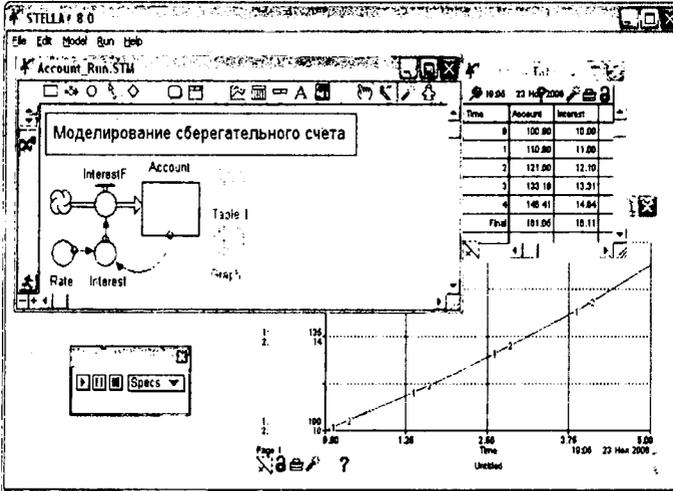


Рис. 25.17. Моделирование сберегательного счета

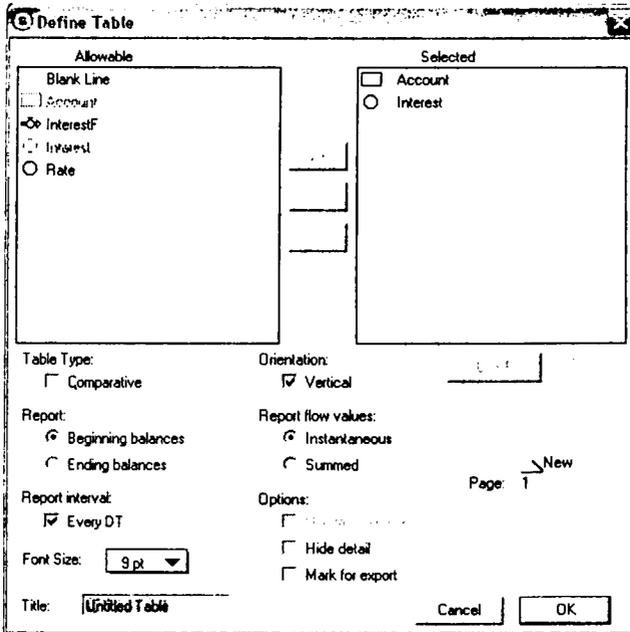


Рис. 25.18. Окно настройки таблицы

В левом большом поле представлены имена переменных, которые можно включить в таблицу (Allowable). В правом поле (Selected) имена выбранных для отображения переменных. Для выбора переменной из левого списка щелкните по ее имени. Затем щелкните по кнопке >>. Имя переменной появится в правом поле. Давим ОК. В заголовках столбцов появляются имена переменных.

Аналогично поступаем с графиком. Дважды щелкните по графику в окне модели и т.д.

Ваша модель готова. Запустите ее на исполнение. Нажмите меню Run или кнопку бегущего человечка. Результаты моделирования показаны на рис. 25.17 в таблице и графиках. На графике ось X отражает время, ось Y сальдо счета и процентный доход.

Вы освоили начала моделирования в iThink/STELLA. Далее вас ждут новые возможности.

25.3. Пример иерархии моделирования

Уровень интерфейса

На рис. 25.19 представлена схема модели, где соответствующие подмодели взаимодействуют между собой через потоковые ("жирные" линии) и коннекторные ("тонкие" линии) связи.

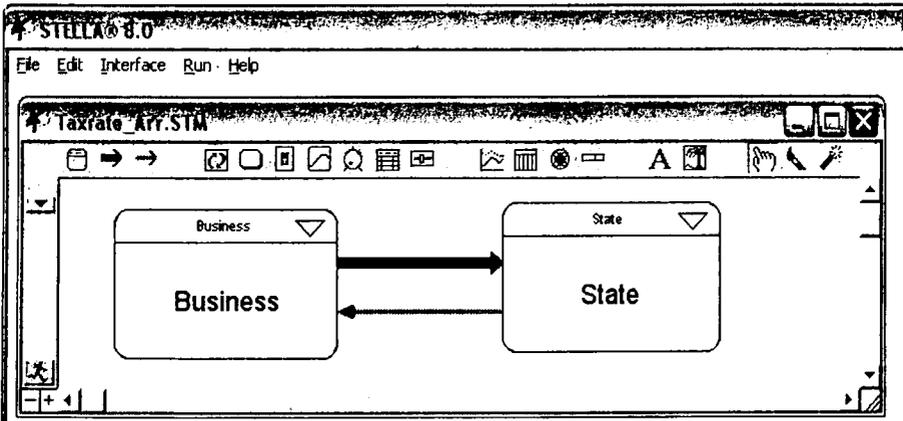


Рис. 25.19. Модель для определения оптимальной ставки налога на прибыль предприятия, уровень интерфейса

На схеме две подсистемы: справа государство (State), слева бизнес (Business). Схема отражает взаимодействие финансовых потоков, фондов и информационных переменных.

Уровень блок-схема/модель

При проектировании "сверху-вниз", каждая подмодель может быть "раскрыта" детальной блок-схемой из стандартных блоков. Окно модели представлено на рис. 25.20.

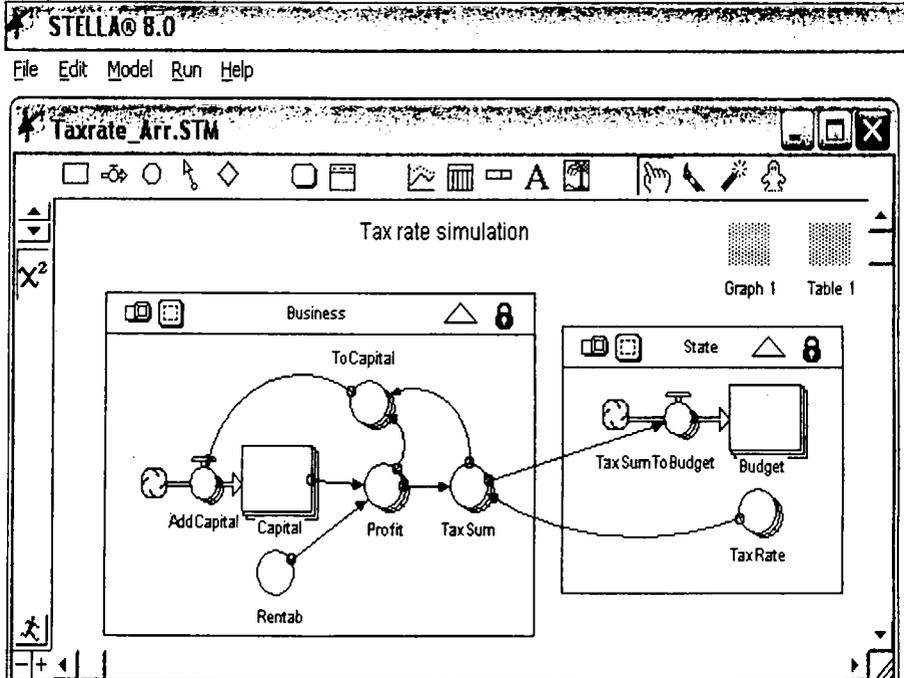


Рис. 25.20. Модель для определения оптимальной ставки налога на прибыль предприятия, уровень блок-схема/модель

Квадратными блоками обозначаются фонды, запасы, накопители, счета. В круглых блоках вычисляются переменные показатели. В них вставляются формулы с аргументами, показанными стрелками. Круглые блоки, соединяющие облака с фондами, представляют финансовые потоки.

Уровень формул

Модель на уровне формул представлена на рис. 25.21.

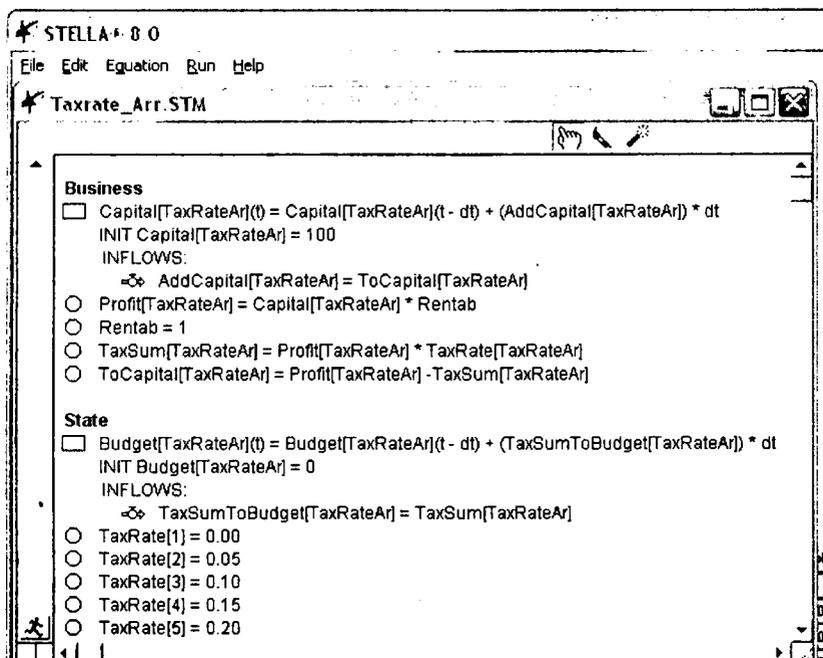


Рис. 25.21. Модель для определения оптимальной ставки налога на прибыль предприятия, уровень формул

25.4. Меню

Меню File

На рис. 25.22 показаны пункты меню File.

Большинство пунктов этого меню являются стандартными для Windows.

New (новый) – создать новую модель. В связи с тем, что IThink поддерживает одновременную работу только с одной моделью, пункт New будет недоступен до тех пор, пока открыта еще какая-нибудь модель.

Open (открыть) – загрузить файлы моделей с расширением STM для STELLA и .ITM для iThink. В связи с тем, что IThink поддерживает одновременную работу только с одной моделью, пункт Open будет недоступен до тех пор, пока открыта еще какая-нибудь модель.

Close Model (закрыть модель). Модель выгружается из оперативной памяти.

Close Window (закрыть окно) – закрывает активное окно модели.

Save (сохранить) – записать на диск файл текущего состояния модели.

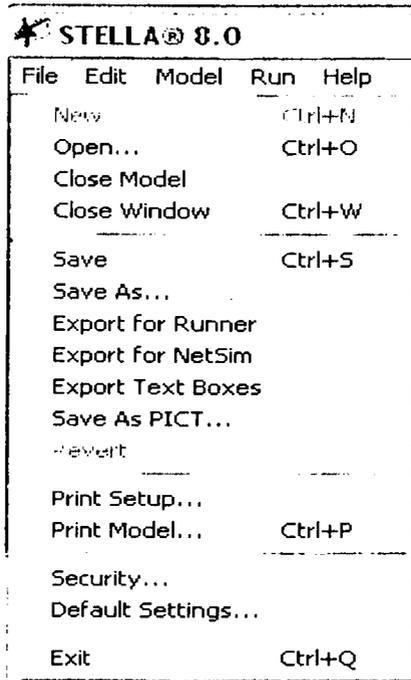


Рис. 25.22. Меню File

Save As... (сохранить как) – открывает стандартный диалог сохранения файла под другим именем. Расширение модели iThink *.itm дописывается к введенному имени файла автоматически.

Export for Runner сохраняет на диске модель в формате Runtime, т. е. готовой для продажи, использования и неизменяемой модели.

Export for NetSim сохраняет на диске модель в формате программы NetSim Creator для коллективной работы в компьютерных сетях.

Export Text Boxes применяется для текстовых отчетов и обмена информацией с пользователями моделей.

Save as PICT (сохранить как PICT-файл). Действие зависит от того, какого рода информацию содержит активное окно. Если активным является основное окно модели на уровне фреймов или потоковых диаграмм, то пункт действительно будет иметь название Save as PICT. Вызывается диалог сохранения файла. Тип файла *.pct. Пункт Save as PICT представляет

обой один из способов передачи информации другим приложениям. Он позволяет сохранить файл, содержащий "снимок" текущего состояния окна.

Save as TEXT (сохранить как текст) появляется в двух случаях:

1. Когда активное окно содержит "неприпиленную" таблицу.
2. Когда активным является уровень спецификаций.

Создается текстовый файл (*.txt), содержащий текущую страницу таблицы или построенные по модели уравнения. Уравнения сохраняются в соответствии с установками, указанными в диалоге Equation Preferences.

Revert (вернуть в прежнее состояние) отменяет все внесенные в модель после открытия изменения, возвращая ее в начальное состояние.

Print Setup (параметры печать) открывает стандартный диалог печати, позволяющий настроить принтер и указать параметры страницы.

Print Model (распечатать модель) доступен только на уровне потоковых диаграмм. Печатается модель на уровне потоковых диаграмм, включая первые страницы "припиленных" графиков, таблиц и циклов. Свернутые схемы подмоделей, "неприпиленные" графики, таблицы и циклы распечатаны при этом не будут.

Print Map (распечатать схему модели) доступен только на уровне фреймов. Печатать текущее состояние схемы на уровне фреймов, включая первые страницы "припиленных" графиков, таблиц и циклов. "Неприпиленные" графики, таблицы и циклы распечатаны при этом не будут.

Все следующие пункты печати в восьмой версии вынесены кнопками соответствующие объекты.

Print Graph Pad (распечатать график) доступен на уровне фреймов потоковых диаграмм при условии, что активным является "неприпиленное" окно графика. Можно распечатать все страницы графика.

Print Table Pad (распечатать таблицу) доступен на уровне фреймов потоковых диаграмм при условии, что активным является "неприпиленное" окно графика. Можно распечатать все страницы таблицы.

Print Loop Pad (распечатать цикл) доступен на уровне фреймов, при условии, что активным является "неприпиленное" окно цикла. Позволяет распечатать все страницы цикла.

Print Equations (распечатать уравнения) доступен только на уровне спецификаций. Он позволяет распечатать сгенерированную по построенной модели систему уравнений. Чтобы изменить оформление страницы, перед печатью сделайте установки в диалоге Equations Preferences.

Security (безопасность) позволяет разработчику управлять доступом к модели. По умолчанию в моделях определен полный доступ (Full Access).

Для установки ограничений доступа используется диалог Security Preferences (рис. 25.23).

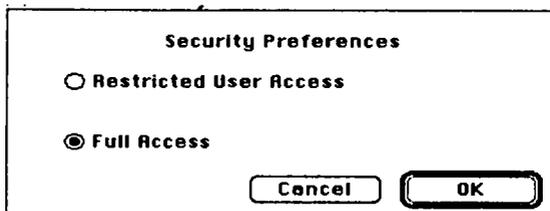


Рис. 25.23. Диалог Security Preferences

Выбор опции **Restricted User Access** (ограниченный пользовательский доступ) позволяет установить пароль, защищающий модель.

Default Settings (установки по умолчанию) рассмотрим позже, после знакомства с блоками, объектами, инструментами и др.

Exit (выход) – закрывает IThink.

Edit (редактировать)

Меню Edit представлено на рис. 25.24.

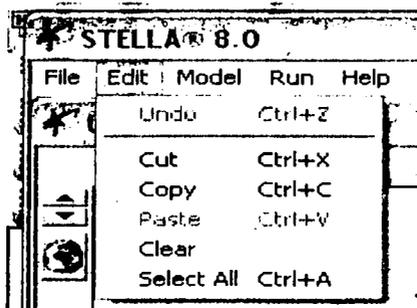


Рис. 25.24. Меню Edit

Для экономиста, работающего в MS Office, здесь ничего нового. В STELLA 9 добавлены пункты экспорта и импорта данных.

View (вид)

Пункты меню View для девятой версии представлены на рис. 25.25.

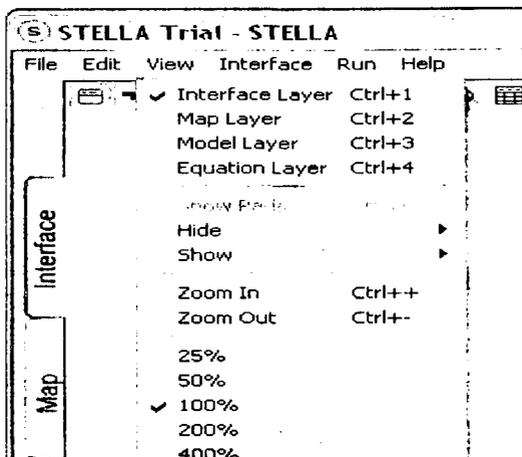


Рис. 25.25. Пункты меню View для девятой версии

Верхней группой команд переключаются слои (режимы, уровни) модели. Нижней группой переключается масштаб представления модели. Hide, show позволяют спрятать или показать элементы модели

Пункты меню: Interface, Model, Equation

Пункты меню Interface, Model, Equation почти одинаковы и представлены на рис. 25.26.

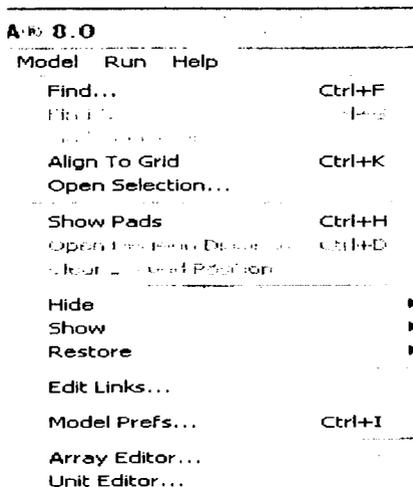


Рис. 25.26. Пункты меню Interface, Model, Equation

Помимо традиционных пунктов редактирования модели внизу есть команды редактирования массивов и единиц измерения товаров, материалов, денег. С деньгами в диалоговых окнах все очевидно, с массивами разберемся позже.

Run (запуск модели на исполнение)

Пункт Run представлен на рис. 25.27.

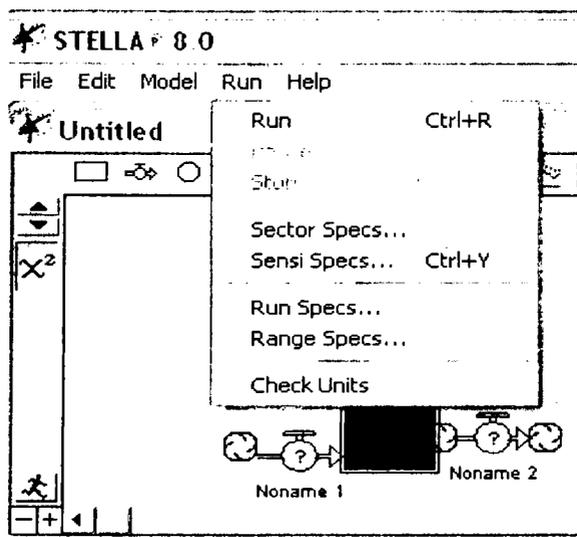


Рис. 25.27. Пункт меню Run

Run – прогон модели. Можно включить паузу и остановить модель. Это важно, если модель зациклилась.

Sector Specs позволяет прогнать модель целиком или по секторам.

Sensi Specs предназначен для анализа чувствительности к отдельным параметрам.

Run Specs позволяет задать временные характеристики и алгоритмы процесса моделирования.

Range Specs позволяет установить диапазоны изменения переменных.

Меню Help (справка), краткий обзор

Controls (управляющие элементы). Обзор управляющих элементов каждого из трех уровней моделирования: верхнего (уровень фреймов), базово-

о (уровень потоковых диаграмм) и нижнего (уровень исполняемых пещификаций на языке DYNAMO).

Menus (меню). Описание пунктов и диалогов главного меню.

Building block (строительные блоки). Описание строительных блоков, используемых на верхнем (фреймов) и базовом (потоковых диаграмм) уровнях.

Tools (инструменты). Описание вспомогательных средств: Рука, Кисть, Динамит, Фантом.

Objects (объекты). Объяснение назначения всех объектов, доступных в системе.

Sub-models (подмодели). Описание механизма управления вложенными моделями.

Builtins (встроенные функции). Описание формата и использования встроенных функций.

Концепция Cycle-Time (циклическое выполнение). Описание возможностей системы по поддержке концепции Cycle-Time (если известна длительность процесса).

Importing & Exporting Data (импорт и экспорт данных). Описание механизма установления связей между моделью и данными других приложений.

Arrays (массивы). Описание возможностей системы по управлению системами, содержащими повторяющиеся структуры.

Tech Tips. Техническая информация, а также информация о неполадках и способах борьбы с ними.

25.5. Строительные блоки

Map Layer (интерфейс)

Панель инструментов высшего уровня с русским и иноземным текстом для восьмой и пятой версий представлена на рис. 25.28.

Имена блоков:

Process Frame (фрейм процесса);

Bundled Flow (связывающий поток);

Bundled Connector (связывающий коннектор).

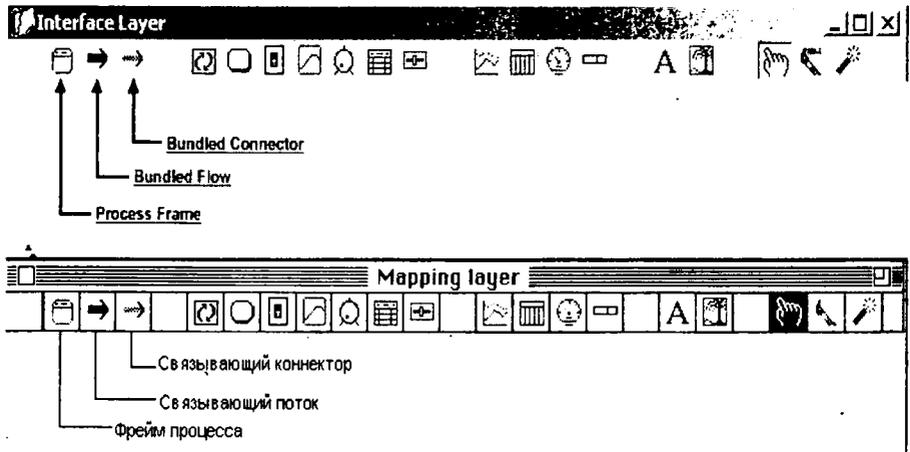


Рис. 25.28. Панель инструментов с именами строительных блоков

Process Frame (фрейм процесса)

Фрейм процесса используется при проектировании "сверху-вниз". Он также предоставляет возможности управления связанным с ним фреймом сектора (Sector Frame) на уровне потоковых диаграмм.

Создание фрейма процесса.

Способ 1:

Выберите Process Frame, щелкнув на его иконке на панели Строительных блоков.

Поднесите курсор к месту, в котором вы хотите поместить фрейм процесса на диаграмме.

Щелкните кнопкой мыши еще раз, чтобы разместить фрейм.

Способ 2:

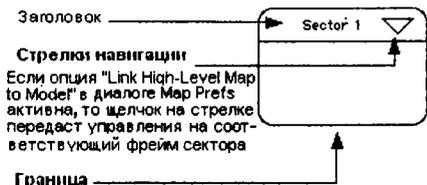
Может применяться, только если опция "Link High-Level Map to Model" в диалоге Map Prefs активна (т. е. помечена галочкой).

Создайте фрейм сектора Sector Frame (на уровне потоковых диаграмм). фрейм процесса (на уровне фреймов) будет создан автоматически.

На рис. 25.29 представлены операции с фреймом процесса.

Операции с фреймом процесса

(a) Неактивное состояние



Если опция "Link High-Level Map to Model" в диалоге Map Prefs активна, то щелчок на стрелке передаст управления на соответствующий фрейм сектора

(b) Активное состояние



Для изменения размера фрейма щелкните мышью и, не отпуская кнопки растяжки - вайте до нужных размеров. Фреймы не могут пересекаться

Выделение: Щелкните мышью внутри фрейма

Настройка: Щелкните дважды внутри фрейма или выделите фрейм и выберите Open Selection из меню Map

Смещение: Щелкните внутри фрейма и, не отпуская кнопку мыши переместите его в нужное место. Фреймы не могут перекрываться.

Если опция "Link High-Level Map to Model" в диалоге Map Prefs активна, то удаление фрейма процесса приведет к удалению соответствующего фрейма сектора.

Задание имени: Выделите фрейм. Его название "подсветится" прямоугольником другого цвета. Щелкните на этом прямоугольнике и можете задавать имя фрейма.

Если опция "Link High-Level Map to Model" в диалоге Map Prefs активна, то изменение названия фрейма процесса отразится на названии фрейма соответствующего сектора

Рис. 25.29. Операции с фреймом процесса

Двойной щелчок (double-click) на фрейме процесса открывает связанный с ним диалог (рис. 25.30).

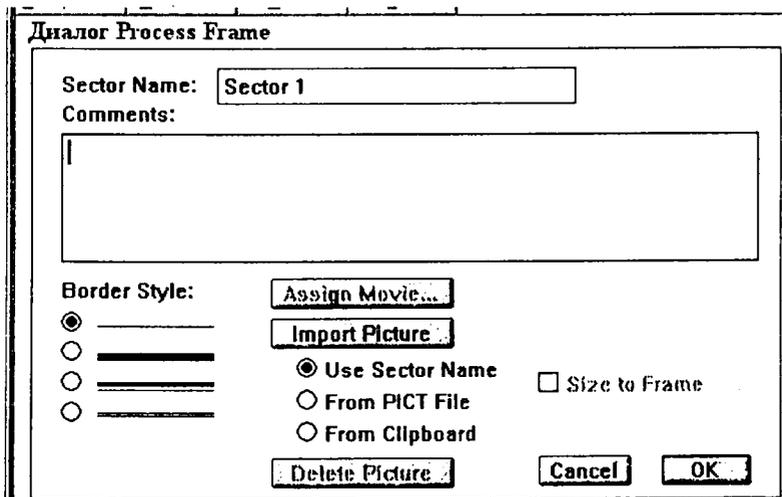


Рис. 25.30. Диалог Process Frame (фрейма процесса)

Sector name (название сектора) используется для задания имени сектора. Если опция "Link High-Level Map to Model" в диалоге Map Prefs активна (помечена галочкой), то введенное название также будет отображено в соответствующем фрейме сектора.

Comments (комментарии) – используйте для комментариев.

Assign Movie (назначить видео ролик). Эта опция доступна, если строительный блок находится внутри соответствующего сектора и ваш компьютер поддерживает Quick Time. Эта операция аналогична соответствующей операции при работе с сектором.

Import picture (импортировать картинку). Используйте эту кнопку для того, чтобы импортировать картинку (из PICT файла – *.pct), которая будет отображаться в прямоугольнике, представляющем фрейм. Вы можете либо задать название фрейма, либо импортировать картинку.

Bundled Flow (связывающий поток)

Связывающий поток представляет на высшем уровне материальные потоки между процессами модели. Подобно фрейму процесса, связывающий поток соответствует проектированию "сверху-вниз".

Создание связывающего потока

Выберите Bundled Flow, щелкнув на его иконке на панели Строительных блоков.

Поднесите курсор к фрейму процесса на диаграмме

Не отпуская кнопку мыши, растяните Bundled Flow до другого фрейма процесса (его внутренней части) и отпустите кнопку мыши..

Для того чтобы согнуть стрелку потока, нажмите клавишу Shift. Каждый раз, когда вы будете нажимать на Shift, стрелка будет загибаться на 90°.

Bundled Connector (связывающий коннектор)

Связывающий коннектор на высшем уровне представляет связи между процессами модели. Подобно фрейму процесса, связывающий коннектор соответствует проектированию "сверху-вниз".

Создание связывающего коннектора

Выберите Bundled Connector, щелкнув на его иконке на панели Строительных блоков.

Поднесите курсор к фрейму процесса на диаграмме.

Не отпуская кнопку мыши, растяните Bundled Flow до другого фрейма процесса (его внутренней части) и отпустите кнопку мыши.

Model Layer (строительные блоки)

iThink предоставляет следующие строительные блоки, из которых формируются модели:

- Stock (хранилище),
- Flows (потоки),
- Converters (конвертеры),
- Connectors (коннекторы).

Фонды, потоки, конвертеры и коннекторы можно генерировать только на базовом уровне потоковых идеограмм.

Кнопки с блоками 5-й и 8-й версии уровня модели представлены на рис. 25.31.

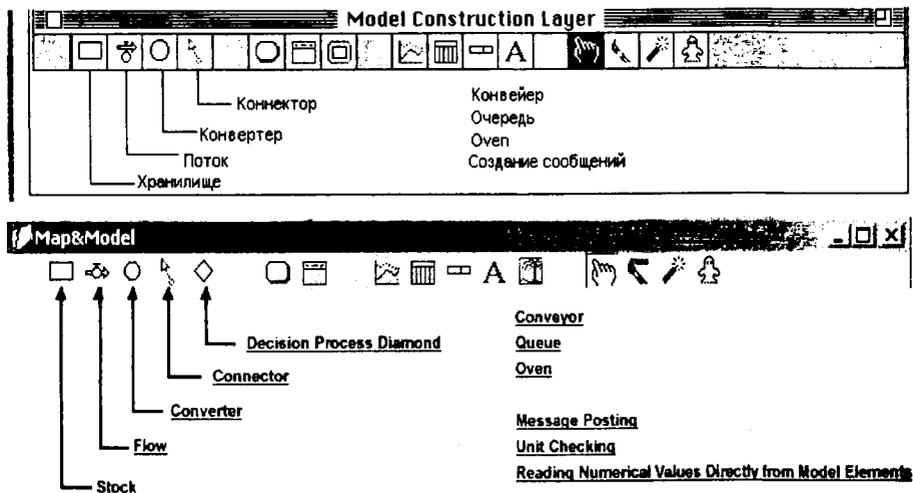


Рис. 25.31. Кнопки пятой и восьмой версии уровня модели

Щелкните на интересующем элементе для получения информации о нем.

Stock (хранилище)

Хранилища являются аккумуляторами. Они накапливают все, что втекает в них.

Создание хранилища. Выберите Stock, щелкнув на его иконке на панели Строительных блоков. Поднесите курсор к месту, в котором хотите поместить хранилище на диаграмме. Щелкните кнопкой мыши еще раз, чтобы разместить хранилище.

Рис. 25.32 показывает, какие операции могут быть выполнены со Stock.

Неактивное хранилище

Выделить: Щелкните внутри границы

Открыть диалог: Щелкните дважды внутри выделите Selection из меню Map. Или выберите Open

Смещение: Щелкните внутри границы и, не отпуская кнопку мыши переместите хранилище в нужное место

Перемещение названия Щелкните внутри строки названия и, не отпуская кнопки мыши, пересените его на новое место

Noname 1



Активное хранилище

Задание имени: Выделите хранилище. Его название "подсветится" прямоугольником другого цвета. Щелкните на этом прямоугольнике и можете задавать имя

Noname 2



Рис. 25.32. Операции с Stock (хранилищем)

Если вы открываете диалог хранилища в режиме Mapping, то увидите окно рис. 25.33.

Радио кнопки позволяют Вам выбрать тип хранилища. По умолчанию все хранилища имеют тип Reservoir (Резервуар)

Reservoir Reservoir Conveyor Queue Oven

Autoscrolling box allows you to document your assumptions.

Cancel OK

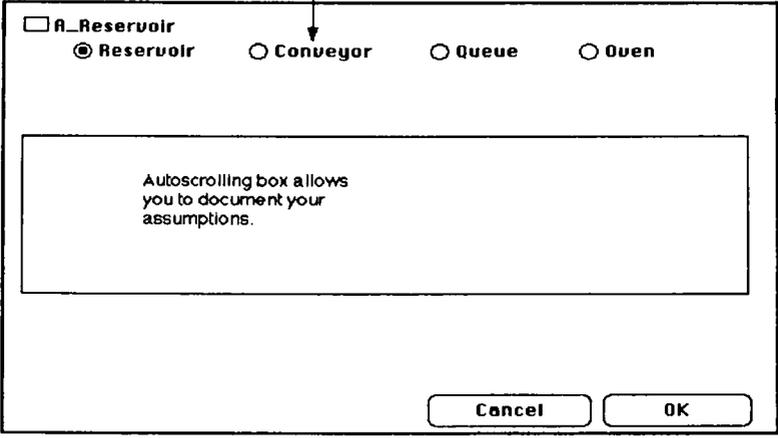


Рис. 25.33. Диалог хранилища в режиме Mapping

В центральное поле диалога можно вводить текст для документации. В режиме Modeling вы получите доступ к диалогу рис. 25.34.

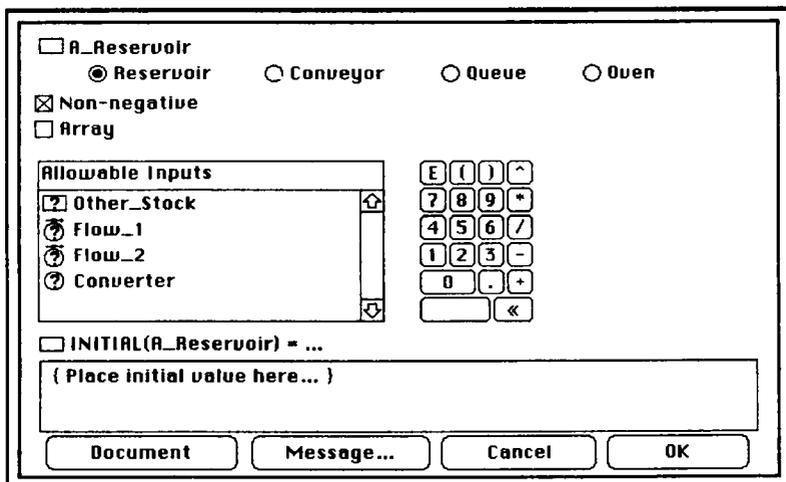


Рис. 25.34. Диалог Reservoir в режиме Modeling

Кнопками верхнего ряда выбираем тип хранилища: Reservoir (резервуар), Conveyor (конвейер), Queue (очередь), Oven (печь).

Allowable Inputs – это список доступных входных переменных, которые могут использоваться при формировании начального значения резервуара. Щелкните на названии из списка. Оно появится в области задания уравнения.

Initial – это нижнее поле для задания начального значения запаса. Можно ввести константу или алгебраическое выражение. Комментарием считается все, что стоит внутри фигурных скобок {}.

Кнопка **Document** (документация) позволяет задать дополнительную информацию об объекте, например, описать его назначение. Нажатие на нее открывает соответствующий диалог.

Кнопка **Message** (сообщение) позволяет ввести сообщение, сигнализирующее во время выполнения о том, что произошло определенное событие. Нажатие на нее открывает соответствующий диалог.

Калькулятор используется для ввода цифр и символов операций в область для задания уравнения. Нажатие клавиши Alt предоставляет доступ к дополнительным кнопкам калькулятора.

Conveyor (конвейер)

Вещество попадает на конвейер, едет некоторый период времени, и затем сбрасывается. Время передачи (Transit time) конвейера может быть как постоянным, так и переменным.

Если входной поток начинается в облаке и/или в Резервуаре, диалог выглядит, как показано на рис. 25.35.

Рис. 25.35. Диалог Conveyor (входные потоки от облака или резервуара)

Sub-model (подмодель). Если вы отметите опцию галочкой, то это превратит конвейер в подмодель.

Array (массив). Используйте эту опцию, если хотите представить одной иконкой поведение набора однотипных элементов.

Transmit time (время передачи) определяется как константа.

Inflow/Capacity (лимит входного потока /емкость). Если вы укажете в этих полях конечные значения, то они будут ограничивать пропускную способность конвейера. Количество вещества, приходящего по входному потоку, не может превышать заданные значения. Чтобы снять все ограничения как на емкость самого конвейера, так и на пропускную способность входного потока, укажите в полях Inflow Capacity INF, что будет означать бесконечность.

Initial (указание начального состояния конвейера). Задайте одно значение. Оно будет использоваться для определения всех выходов вещества из конвейера.

Discrete (дискретно). Входные потоки конвейера от очередей. Если входной поток приходит к конвейеру от очереди, опция Discrete всегда будет активной и вы не сможете это изменить. Выходы конвейера не будут "размазаны", как при непрерывной работе, а будут производиться дискретными пакетами.

Queues (очереди)

Очередь рассматривается как выстроенный в линию набор элементов, ожидающих вхождения в какой-то процесс. Очереди функционируют по принципу FIFO (first in-first out – первый пришел – первый ушел). Вещество попадает в конец очереди, движется по ней и выходит из нее. Допустимо применение нескольких входных потоков, все они должны быть Uniflow (однонаправленными). Очередь не оказывает влияние на входящие потоки. Все управление входным потоком осуществляется через его диалог.

Если на входе очереди задано несколько потоков, то для этих потоков должны быть заданы приоритеты, определяющие последовательность их доступа потоков к очереди. Приоритет потока устанавливается в его диалоге (рис. 25.36).

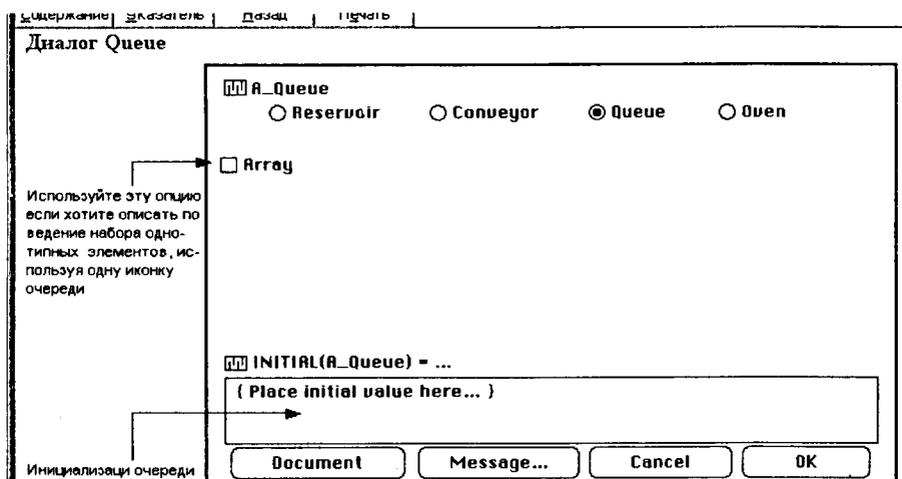


Рис. 25.36. Диалог очереди

При работе с выходными потоками возможно преобразование единиц измерения – Unit conversion. Можно указать вес единицы, ушедшей из очереди в следующее хранилище.

Oven (печь)

Рассматривайте печь как процесс с дискретными порциями вещества. Печь открывается; наполняется (в соответствии с мощностью или до тех пор, пока не наступит время закрыть дверцу); "выпекает" свое содержимое некоторое время (определяемое логикой выходного потока); затем одновременно освобождается.

Если входной поток начинается в облаке или в Резервуаре, то диалог Oven представлен на рис. 25.37.

Диалог Oven (входные потоки от резервуара или облака)

An_Oven

Reservoir Conveyor Queue Oven

Array

Capacity: Accept:

Fill time: One at a time

DT As much as possible

Cook time:

INITIAL(An_Oven) = ...

{ Place initial value here... }

Рис. 25.37. Диалог Oven

Capacity (емкость) показывает, какое количество вещества может одновременно содержаться в печи. Двери печи закрываются, и ее содержимое начинает "выпекаться" сразу после того, как количество вещества в печи станет равно введенному в это поле значению. Также двери печи закрываются по истечении времени заполнения fill time (даже если печь не полностью заполнилась).

Fill time (время заполнения) – определяет, как долго двери печи будут открыты после приготовления предыдущей партии и перед приготовлением следующей. Если вы хотите, чтобы в печь успевала попадать только "порция", подготовленная за наименьший временной интервал, принятый в модели, отметьте галочкой поле DT.

Cook time (время приготовления) – задается константой или математическим выражением. Нажмите кнопку Make Variable, чтобы значение было переменным. Откроется диалог выходного потока печи.

Initial (инициализация печи) – вводится неотрицательное значение, не превосходящее емкость (capacity) печи.

As much as possible (так много, как возможно) – доступно, когда поток приходит из Резервуара или облака. В печь будет поступать максимально возможное количество вещества.

Cook time – определение времени "приготовления".

Постоянное время "приготовления". Введите значение. После заполнения печи ее двери закрываются и содержимое "выпекается" в течение указанного как Cook time времени.

Создание сообщений

Сообщения позволяют напомнить и объяснить пользователям особенности поведения модели. Они могут включать текст, картинки, видеоролики и звуки. Вы можете создать сообщения, порождаемые потоками, хранилищами и конвертерами модели. Нажмите кнопку Message диалога, расположенную в окне диалога любого из этих элементов. Это откроет диалог Post Message рис. 25.38.

Диалог Post Message

"Вежа" сообщения
 Выбор - щелкните на "веже"
 Перемещение - выберите и, не отпуская кнопку мыши, перетащите на новое место
 Добавление новой "вежи" - щелкните на нужном месте прямоугольника - оси
 Удаление "вежи" - выделите ее и нажмите кнопку Delete
 Задание сообщения, связанного с "вежей" - щелкните на ней дважды

Стрелка направления
 показывает, при переходе границы в какую сторону будет выдаваться сообщение

Ось
 Щелкните для создания новой "вежи"

Диапазон
 Введите в эти поля наибольшее и наименьшее значения переменной, между которыми будут появляться сообщения

Граничное значение
 Укажите, при достижении какого значения должно выводиться сообщение

Направление
 Выберите, в каком случае должно выводиться сообщение:
 -когда переменная становится меньше граничного значения
 -когда переменная становится больше граничного значения
 -когда переменная становится меньше или больше граничного значения

Удалить все сообщения
 Нажатие на эту кнопку удаляет все введенные ранее сообщения. Для того, чтобы удалить какое-то конкретное сообщение, выберите соответствующую ему "вежу" и нажмите кнопку Delete

Рис. 25.38. Диалог Post Message

При создании сообщения надо установить граничное значение, при достижении которого будет выведено сообщение, и сформулировать само сообщение.

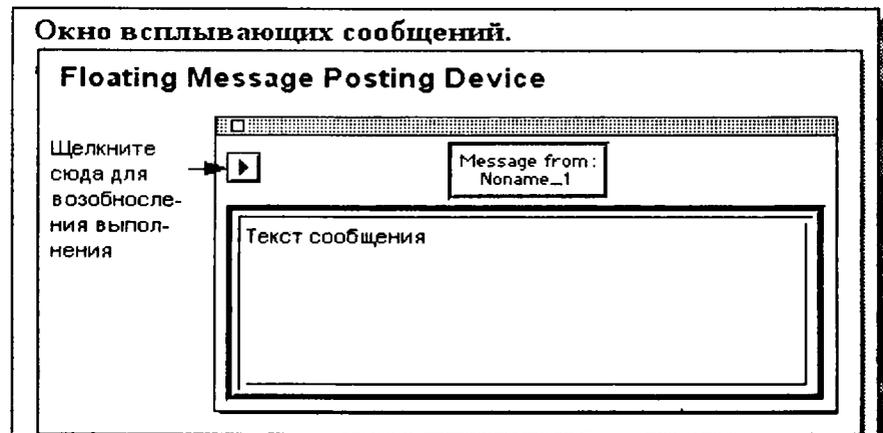


Рис. 25.39. Окно всплывающих сообщений

Flows (потоки)

Потоки пополняют содержимое хранилищ и или уменьшают его. Только по потокам физические и финансовые единицы могут попасть в хранилище. Поток снабжен стрелкой, показывающей, откуда и куда перетекает содержимое хранилищ.

Создание потоков

Выберите Flow, щелкнув на соответствующей иконке в палитре Строительных блоков.

Поднесите курсор к месту, в котором должен начаться поток. Это не обязательно должно быть хранилище. Могут существовать потоки, выходящие как бы извне диаграммы (из "облака").

Щелкните мышью и, не отпуская кнопку, растяните поток до хранилища, в которое он должен "втекать", и отпустите кнопку мыши. Аналогично поток не обязан "втекать" в хранилище. Он может уходить за пределы диаграммы (в "облако").

Замечания по размещению потоков.

1. Чтобы согнуть стрелку, представляющую поток, нажмите кнопку Shift. Стрелка будет поворачиваться на 90° против часовой стрелки каждый раз, когда вы нажимаете Shift.

2. Будьте внимательны при создании потоков. Чтобы стрелка связывала хранилища, обязательно надо попасть внутрь границы. В противном случае стрелка будет выходить из "облака".

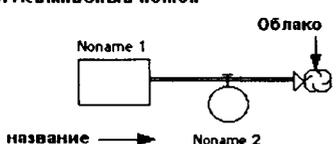
3. Аналогично, вы должны быть уверены, что закончили стрелку внутри границы конечного хранилища, поскольку в противном случае поток закончится "облаком".

4. Чтобы заменить облако на хранилище, выберите иконку хранилища из палитры строительных блоков. Растяните над облаком. В тот момент, когда курсор будет располагаться непосредственно над облаком, последнее изменит цвет. Убедитесь, что вы захватили стрелку, представляющую поток, и отпустите кнопку мыши. В результате облако исчезнет, а его место займет только что созданное хранилище.

Все возможные операции со стрелкой потока представлены на рис. 25.40.

Операции со стрелкой, представляющей поток.

1. Неактивный поток



Активизировать Щелкните внутри кружка-вентиля

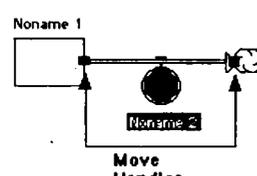
Открыть диалог Щелкните внутри кружка-вентиля дважды или активизируйте поток и выберите пункт Open Selection из меню Modeling

Активизация и перемещение облака Щелкните внутри облака, чтобы активизировать его. Для перемещения щелкните внутри облака и, не отпуская кнопку мыши, перетащите

Изменение направления потока Щелкните на стрелке, удерживая клавишу Ctrl

Перемещение названия Щелкните на названии потока и, не отпуская кнопку мыши, перетащите его (курсор должен иметь при этом вид руки). Вы не можете переместить название потока в произвольное место, а лишь передвигать его вокруг вентиля.

2. Активный поток



Изменение названия Название активного элемента подсвечено прямоугольником другого цвета. Щелкните на этом прямоугольнике, и курсор изменит вид на вертикальную черту, показывая, что Вы можете вводить текст. После окончания ввода щелкните на произвольном месте схемы

Перемещение Щелкните на квадрате (move handle) и, не отпуская кнопку мыши, перетащите стрелку. Вы можете перемещать ее только вверх-вниз по вертикале в пределах тех элементов, которые она связывает.

Рис. 25.40. Операции со стрелкой потока

Диалог в режиме Mapping. Если в режиме Mapping (создание схемы) вы щелкните на стрелке дважды, то увидите диалог, представленный на рис. 25.41.

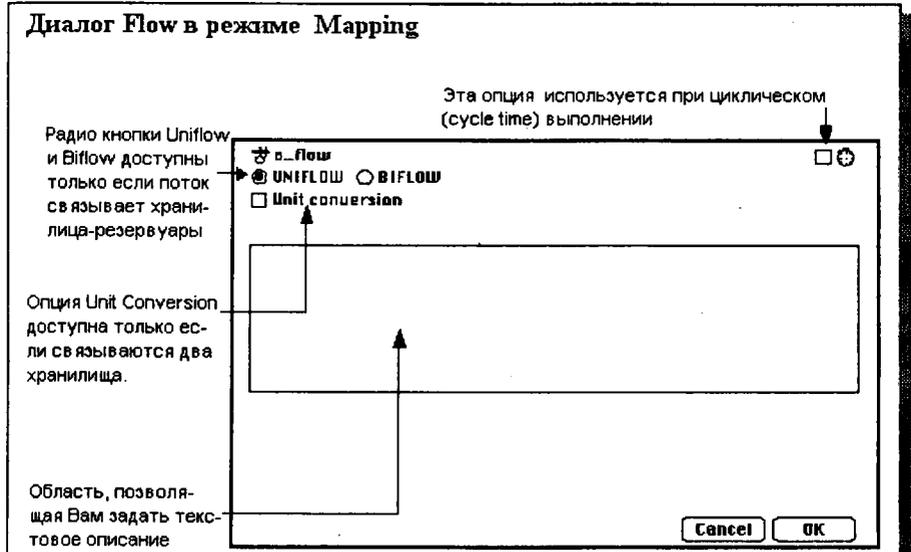


Рис. 25.41. Диалог потока в режиме Mapping

В верхнем правом углу окна диалога находятся опции, позволяющие управлять потоком при циклическом выполнении (cycle-time).

Converter (конвертер)

Конвертеры (переменные) служат для регулирования потоков. Они задаются алгебраическими выражениями с использованием встроенных функций. Их значения пересчитываются в каждый такт модельного времени.

Создание конвертера

Щелкните по иконке конвертера на панели инструментов. Поднесите курсор к месту, в котором хотите поместить его на диаграмме. Щелкните кнопкой мыши еще раз, чтобы разместить конвертер.

Операции с окружностью конвертера представлены на рис. 25.42.

Операции с окружностью, представляющей конвертер.

Активный конвертер



None 1

Активизировать Щелкните внутри границы

Открыть диалог Щелкните внутри границы дважды или активизируйте конвертер и выберите пункт Open Selection из меню Modeling

Перемещение Щелкните внутри границы и, не отпуская кнопку мыши, перетащите стрелку

Неактивный конвертер



None 2

Изменение названия Название активного элемента подсвечено прямоугольником другого цвета. Щелкните на этом прямоугольнике, и курсор изменит вид на вертикальную черту, показывая, что Вы можете вводить текст. После окончания ввода щелкните на произвольном месте схемы

Перемещение названия Щелкните на названии конвертера и, не отпуская кнопку мыши, перетащите его (курсор должен иметь при этом вид руки).

Вы не можете переместить название конвертера в произвольное место, а лишь передвигать его вокруг конвертера

Рис. 25.42. Операции с окружностью конвертера

Если в режиме Mapping (создание схемы) щелкнете внутри окружности, представляющей конвертер, дважды, то увидите диалог рис. 25.43.

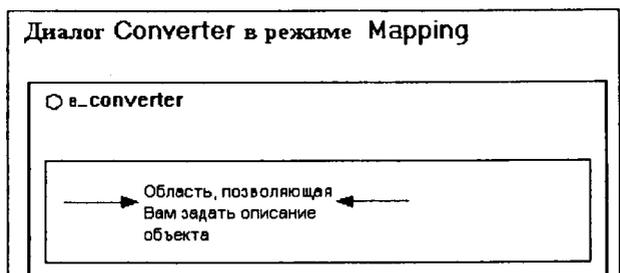


Рис. 25.43. Диалог переменной в режиме Mapping

Диалог в режиме Modeling. Щелкните внутри окружности дважды. Появится диалог рис. 25.44.

Область задания уравнений для вычисления конвертера расположена внизу окна. Можно задать константу или алгебраическое выражение. Комментарием считается все внутри фигурных скобок {}.

Диалог Converter в режиме Modeling

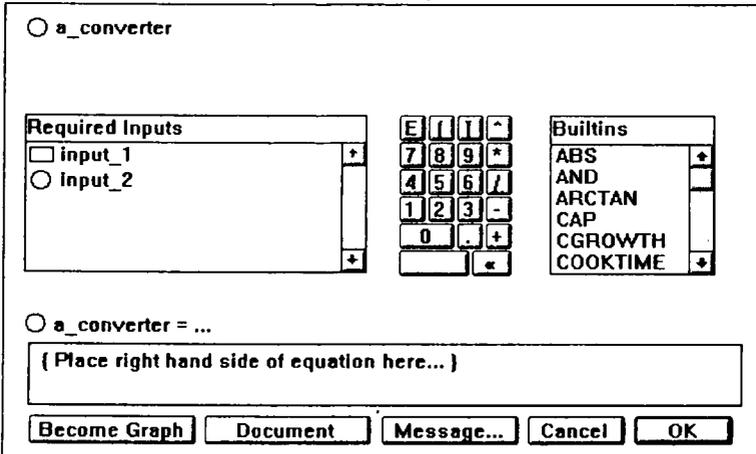


Рис. 25.44. Диалог переменной в режиме Modeling

Калькулятор позволяет вводить цифры и символы операций в область задания уравнения. Нажатие клавиши Alt предоставляет доступ к дополнительным кнопкам калькулятора.

BuiltIn (встроенные функции) – это список встроенных функций, которые можно использовать при определении логики работы объекта. Щелкните по названию функции, и оно появится в области, предназначенной для ввода уравнений.

Become Graph позволяет задать поведение объекта графической функцией.

Кнопка **Document** позволяет ввести дополнительную информацию об объекте схемы, например описать его назначение. Нажатие этой кнопки открывает соответствующий диалог.

Message (сообщение) позволяет ввести сообщение, сигнализирующее во время выполнения о том, что произошло определенное событие. Нажатие на нее открывает соответствующий диалог.

Connector (коннектор)

Основная функция коннекторов – связывать (to connect) элементы модели. Примеры применения коннекторов представлены на рис. 25.45.

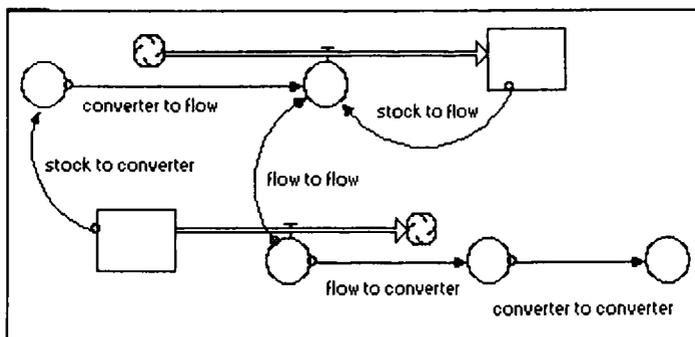


Рис. 25.45. Примеры применения коннекторов

Коннекторы не могут подсоединяться стрелкой к хранилищу. Единственная возможность изменить величину накопленного в хранилище вещества – использование потоков.

Создание коннектора

Выберите **Connectog**, щелкнув на соответствующей иконке в палитре Строительных блоков. Поднесите курсор к объекту – началу коннектора. Это может быть любой элемент модели. Щелкните мышью и, не отпуская кнопку, растяните коннектор до элемента назначения.

Перемещение коннектора

Щелкните мышью в маленьком кружке, расположенном в точке начала коннектора и, не отпуская кнопку мыши, перемещайте этот кружок вдоль окружности вентилья потока или конвертера, или прямоугольника хранилища, с которым связан коннектор. Стрелка, представляющая коннектор, будет изменяться автоматически.

Диалог. Коннектор не имеет диалога, позволяющего конфигурировать его параметры, поскольку ни от каких параметров он не зависит.

25.6. Объекты

С помощью набора объектов комментируются, преобразуются и отображаются входные данные и результаты имитационных экспериментов. В других языках, например **Simulink**, их продолжают называть блоками.

Иконки, кнопки объектов

Кнопки объектов **iThink 8** уровня интерфейса представлены на рис. 25.46.

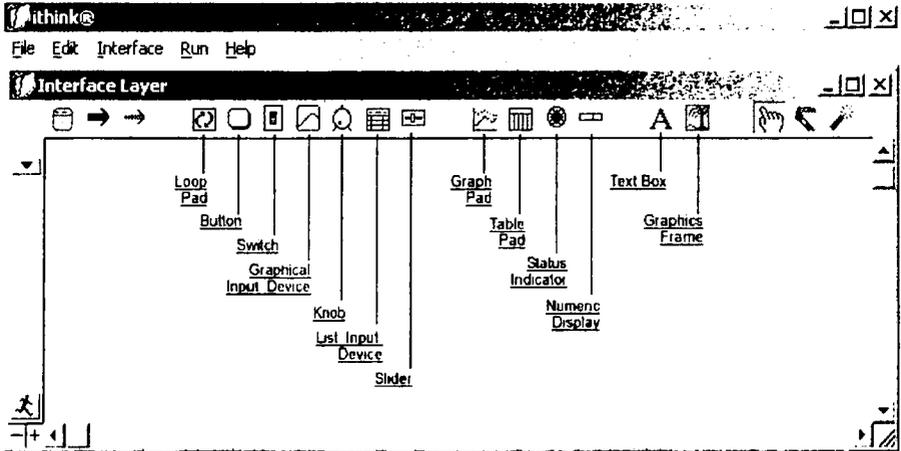


Рис. 25.46. Кнопки объектов iThink 8 уровня интерфейса

Кнопки объектов iThink 8 уровня схема/модель представлены на рис. 25.47.

The Map / Model Layer

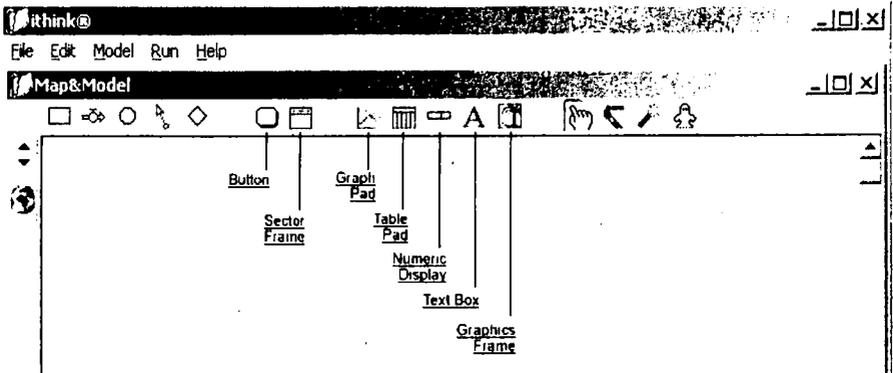


Рис. 25.47. Кнопки объектов iThink 8 уровня схема/модель

Кнопки объектов частично русифицированного варианта iThink 5 уровня интерфейса и схема/модель представлены на рис. 25.48.

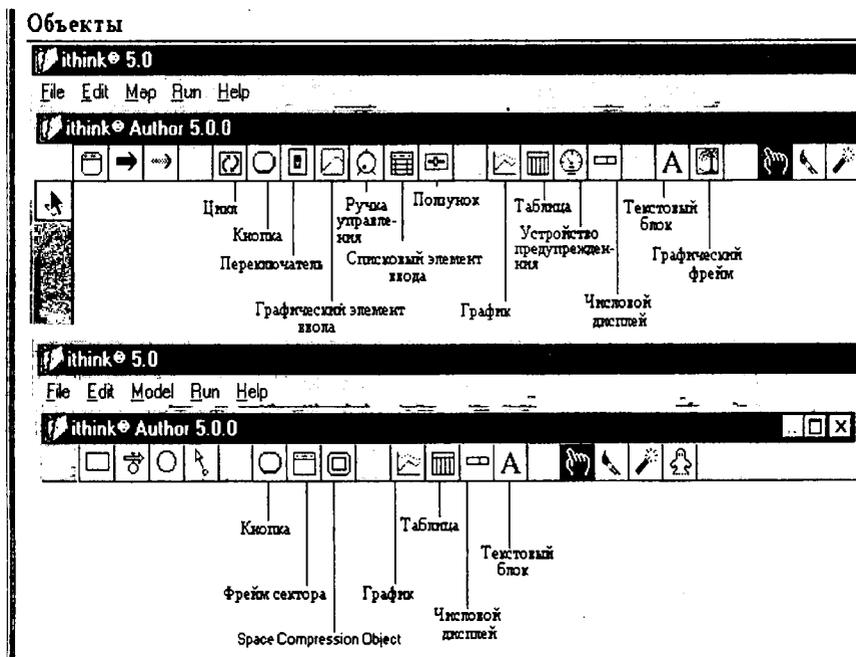


Рис. 25.48. Кнопки объектов частично русифицированного варианта iThink 5 уровня интерфейса и схема/модель

Объекты интерфейса и схема/модель:

- Loop Pad (цикл),
- Button (кнопка),
- Switch (переключатель),
- Graphical Input Device (графический элемент ввода),
- The Knob (ручка управления),
- List Input Device (списковый элемент ввода) LID,
- Chained Slider ("сцепленные" ползунки),
- Graph Pad (график),
- Table Pad (таблица),
- Warning Device (устройство предупреждения),
- Numeric Display (числовой дисплей),
- Text Block (текстовый блок),
- Graphics Frames (графический фрейм).

Объекты схема/модель, дополнительно:

- Sector Frame (фрейм сектора),
- Space Compression Object.

Loop Pad (цикл)

Часто удобно дополнить модель диаграммой циклов (loop diagram). Это позволяет лучше понять структуру модели, причины ее поведения, изучить все существующие в модели циклы обратной связи. Объект Loop Pad создаст изображение циклов.

Button (кнопка)

Кнопки дают возможность легко перемещаться между уровнями без необходимости использования стрелок навигации и полос прокрутки. Они позволяют работать с моделью, не используя выпадающие меню или палитру инструментов. Кнопки также могут использоваться для обеспечения всплывающей информацией конечных пользователей.

Кнопки могут выполнять 5 основных функций.

Информационная кнопка – Information

Кнопка навигации – Navigation

Кнопка, дублирующая меню, – Menu functions

Кнопка рассмотрения цикла/логики – Loop/Logic Tracing

Воспроизведение видеороликов – Playing Movies

Звук при нажатии кнопки – Button Sound

Switch (переключатель)

Переключатель изменяет порядок работы элемента, с которым он связан, на поведение on/off (включен/выключен). Если связать переключатель с Конвертером, то он будет возвращать 1, если переключатель включен, и 0, если выключен. Если связать переключатель с сектором, то при моделировании этот сектор будет активным, если переключатель включен. Переключатели удобны при рассмотрении моделей, которые могут развиваться по нескольким различным сценариям.

Переключатели могут быть связаны только с теми конвертерами, которые содержат постоянные значения. Невозможно связать переключатель с потоком, хранилищем или конвертером, содержащим непостоянное значение.

Graphical Input Device (графический элемент ввода)

Графический элемент ввода позволяет:

1. Оценить график функции визуально.
2. Редактировать графическую функцию на уровне фреймов.
3. Восстановить вид графической функции, если его изменение больше не требуется.
4. Анимировать графическую функцию во время выполнения.

Можно задать только одну функцию для каждого графического элемента ввода.

The Knob (ручка управления)

Ручка управления полезна для задания начальных значений хранилищ, регулирования постоянных значений конвертеров и потоков. С одним объектом Кноб можно связать только одну переменную.

После того как вы связали хранилище с Ручкой управления, последняя определяет начальное состояние этого хранилища. Нельзя изменить это значение во время моделирования. Если вы свяжете с Ручкой управления конвертер или поток, то сможете корректировать константу, определяющую соответствующий элемент модели, и во время выполнения. Объекты, логика работы которых определяется выражением или графиком, не могут быть связаны с Ручкой управления.

После того, как связанная переменная определена, в окне диалога проявляются поля Min и Max (минимум и максимум). Они используются для представления области изменения соответствующей переменной. Всплывающее меню Increment (приращение) позволяет вам выбрать, с каким шагом вы будете изменять значение внутри указанного диапазона.

Когда объект модели связан с Ручкой управления, внутри него появляется маленькое изображение Ручки управления.

LID – List Input Device (списковый элемент ввода)

LID (списковый элемент ввода) совмещает несколько полей ввода и позволяет задавать входные данные для одного или более элементов модели в одном окне.

LID можно применять для инициализации хранилищ или для определения потоков и конвертеров. Можно вводить числовые значения в ячейки подобно работе с электронной таблицей.

Chained Slider ("сцепленные" ползунки)

Работа с этим объектом базируется на стандартных принципах работы с ползунками в Windows. С ползунком вы можете связать только Конвертеры и потоки. "Сцепленные" ползунки полезны в тех случаях, когда вы имеете дело с взаимосвязанными величинами. Например, если допустимо менять каждое из значений, но общая сумма не должна превосходить определенное значение.

Graph Pad (график)

Объект Graph Pad используется на верхнем (фреймов) и среднем (поточковых диаграмм) уровнях. На графиках отображаются данные, полученные при моделировании.

iThink поддерживает 4 вида графиков:

time series – зависимость X, Y, Z от времени

scatter plots – зависимость X от Y

bar graphs – диаграммы в виде столбиков

sketchable – график с эскизом

Создание, перемещение, изменение размера окна Graph Pad

Для создания объекта Graph Pad выберите иконку Graph Pad на панели инструментов уровня фреймов или уровня потоковых диаграмм. Щелкните кнопкой мыши в окне модели. Будет создано окно графика (рис. 25.49).

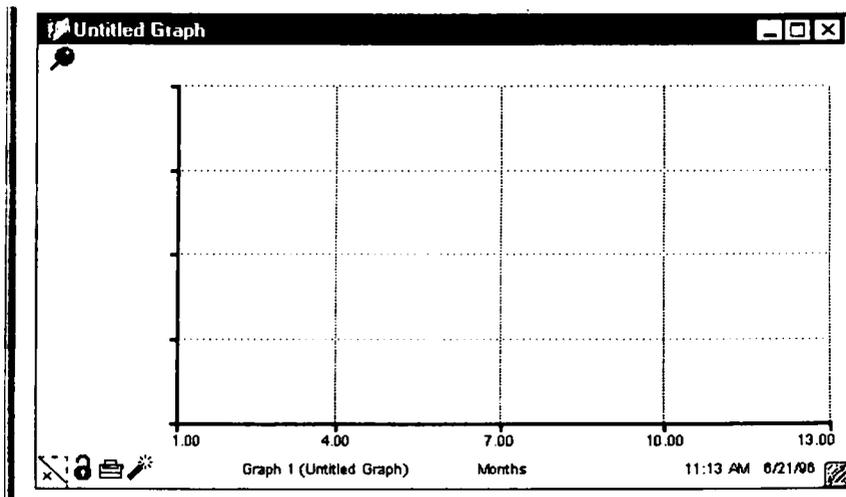


Рис. 25.49. Страница графика

Операции с "замком" (Lock). В левом нижнем углу страницы графика находится изображение маленького замка. Нажатие на эту иконку "запирает" график. Такой график не будет перерисован при последующих запусках. Замок позволит вам сохранить результаты какого-то особенного эксперимента.

Кнопка **Печать** позволяет распечатать текущую страницу.

Кнопка **Динамит** очистит страницу и "отопрет" (un-lock) ее.

"Булавка" (Pin), находящаяся слева сверху, закрепляет положение графика в окне модели. Вы не сможете ни переместить его, ни изменить размер. Первый щелчок на "булавке" прикрепляет окно к поверхности, второй "открепляет" его.

Обращение к разным страницам графика. Если Graph Pad содержит более одной страницы, треугольник в нижнем левом углу окна показывает следующую страницу, а ниже его – предыдущую.

Передача управления на средний уровень. Вы можете передать управление на уровень потоковых диаграмм непосредственно со страницы графика. Выделите имя переменной, щелкнув на нем кнопкой мыши. Внизу страницы графика появится стрелка навигации (рис. 25.50). Нажмите эту кнопку, и управление будет передано на уровень потоковых диаграмм.

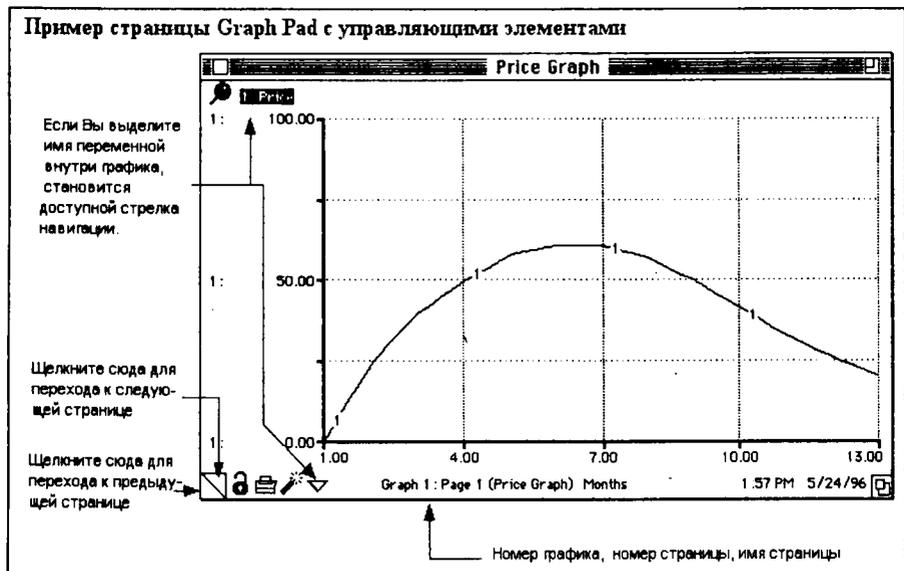
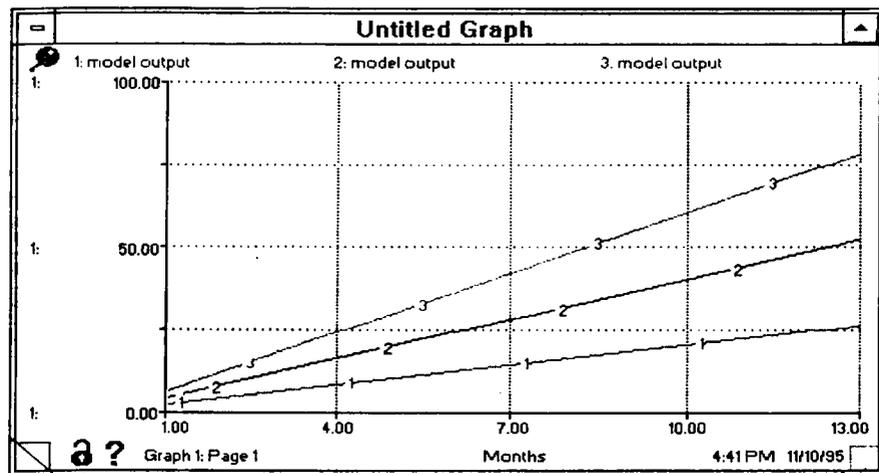


Рис. 25.50. Страница графика с управляющими элементами

Доступ к журналу анализа чувствительности. Если вы определили для графика формат как Comparative и определили все необходимые параметры для проведения анализа чувствительности, то в нижнем левом углу графика появляется еще один управляющий элемент – кнопка "?". Нажатие этой кнопки дает доступ к журналу анализа чувствительности, в котором отображаются значения, полученные при варьировании соответствующей переменной

На рис. 25.51 дан пример анализа чувствительности.

Журнал анализа чувствительности



Щелкните на ? для доступа к журналу анализа чувствительности

Рис. 25.51. Пример анализа чувствительности

Используя кисть (Paintbrush), можно изменить цвет фона, иконки или кривые графиков.

Используя Динамит, можно очистить страницу графика, удалить переменную или страницу.

Операции с использованием диалога графика.

Добавление, удаление, замена переменных

Диалог содержит список всех доступных переменных и список выбранных переменных. Имена всех объектов модели (хранилищ, потоков, коннекторов и конвертеров) отображаются в списке Allowable.

Чтобы добавить имя объекта в список Selected, щелкните на нем в списке Allowable и нажмите кнопку >> или дважды щелкните на имени объекта.

Чтобы удалить имя объекта из списка Selected, щелкните на нем и нажмите кнопку << или дважды щелкните на имени объекта.

Чтобы поменять имя объекта в списке Allowable с именем объекта в списке Selected, выделите оба названия (в обоих списках) и нажмите кнопку <->.

Масштабирование переменных

Можно указать масштаб для переменных в списке Selected.

Если вы не установите масштаб, IThink сделает это за вас.

Чтобы указать, что выбрано автоматическое масштабирование, соответствующая переменная помечается справа двусторонней стрелкой, как показано на рис. 25.52.

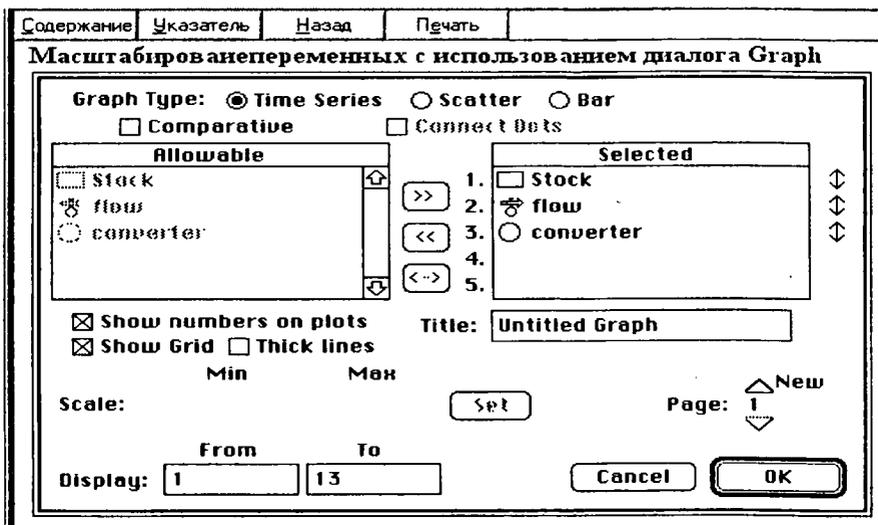


Рис. 25.52. Автоматическое масштабирование переменных помечается справа двусторонней стрелкой

Для того чтобы масштабировать переменную из диалога Graph Pad, выполните последовательно следующие шаги.

1. Выбор переменной. Выберите переменную, для которой вы собираетесь указать диапазон, щелкнув на ее имени в списке Selected.

2. Выбор способа масштабирования. Вы можете установить для переменной единый масштаб для всех страниц графика (глобальный) или же локальный только для текущей страницы. Вы можете также выбрать автоматическое масштабирование, когда максимальное и минимальное значения определяются автоматически при каждом выполнении.

Обозначения:

Автоматическое масштабирование – двунаправленная стрелка.

Глобальное масштабирование – двунаправленная стрелка в круге.

Локальное масштабирование – двунаправленная стрелка с "полем" и "потолком". Чтобы выбрать способ масштабирования, щелкните на двунаправленной стрелке справа от названия переменной в списке Selected. Каждый щелчок меняет выбранный способ и вид стрелки.

3. Задание диапазона. После того как выбран способ масштабирования, укажите максимальное и минимальное значения в соответствующие поля.

Демасштабирование переменных. Для удаления масштаба выберите переменную в списке Selected и щелкните кнопкой мыши на стрелке справа до тех пор, пока она не примет вид двунаправленной стрелки, а затем нажмите кнопку De-set.

При открытой странице графика вы можете удалить масштаб, используя Динамит. Щелкните на большем или наименьшем значении на оси Y.

Указание названия страницы. Для задания названия страницы используется поле Title диалога Graph Pad. Название будет отображаться в строке заголовка "непришпиленного" графика и внизу страницы "пришпиленного". Кроме того, название графика отображается внизу страницы при печати.

Управление внешним видом страницы графика

Вы можете выбрать:

ShowNumbers on plot – отображать ли номер графика вдоль построенной кривой (актуально, если вы используете черно-белый монитор).

Show grid – наносить ли сетку.

Thick line – использовать ли утолщенные линии.

Make 5 grid segments – поле графика будет разбито на 5 сегментов (по умолчанию их 4).

Для добавления страницы используется тот же механизм, что и для перехода между страницами. В нижней части окна диалога расположены кнопки для перехода между страницами. Нажмите на стрелку вверх (рядом с надписью New – новая). и новая страница будет добавлена.

Все типы графиков кроме sketchable могут выводиться в двух форматах: стандартном (когда выводится только информация последнего моделирования) и сравнительном (когда на одном графике отображаются результаты всех "прогонов").

Чтобы выводить данные в сравнительном формате, отметьте галочкой поле Comparative диалога Graph.

Time Series является типом, выбранным по умолчанию. Это график зависимости от времени (по оси X откладывается время). Вы можете отображать до пяти графиков такого типа на одной странице. В режиме сравнения (comparative), когда на графике отображаются не только последний, но и до 4 предыдущих результатов моделирования, вы можете использовать одну страницу графика только для одной переменной.

Scatter plots. Это график зависимости одной переменной от другой. Вы должны выбрать ровно 2 переменные – по одной для каждой оси.

Bar Graphs позволяют вам изобразить результат выполнения в виде столбиков. На одной странице можно отображать до 5 графиков. В режиме сравнения (*comparative*), когда на графике отображаются не только последний, но и до 4 предыдущих результатов моделирования, вы можете использовать одну страницу графика только для одной переменной.

Comparative. Сравнительные графики позволяют сравнить результаты нескольких последовательных прогонов, т. е. предназначены для анализа чувствительности.

На каком отрезке времени строить график. Поля ввода в левом нижнем углу диалога позволяют выбрать, с какого по какой моменты времени строить график. Эта возможно только для графика *Time Series*. По умолчанию график строится для всего интервала, на котором функционирует модель. Указывая нужный интервал [заполняя поля *From* (с) и *To* (до)], можно более подробно рассмотреть поведение модели.

Sketchable Graph (График с эскизом). *Sketchable Graph* может использоваться на верхнем и среднем (фреймов и потоковых диаграмм) уровнях. Он позволяет задать эскиз ожидаемого поведения связанной с графиком переменной, чтобы сравнить предполагаемое поведение с фактическим. *Sketchable Graph* выполняет функции ввода данных. Остальные типы графиков могут являться лишь устройствами вывода.

Чтобы задать тип графика *Sketchable*, выберите в диалоге четвертую радиокнопку группы *Graph type* (тип графика, рис. 25.53). С таким графиком можно связать только одну переменную.

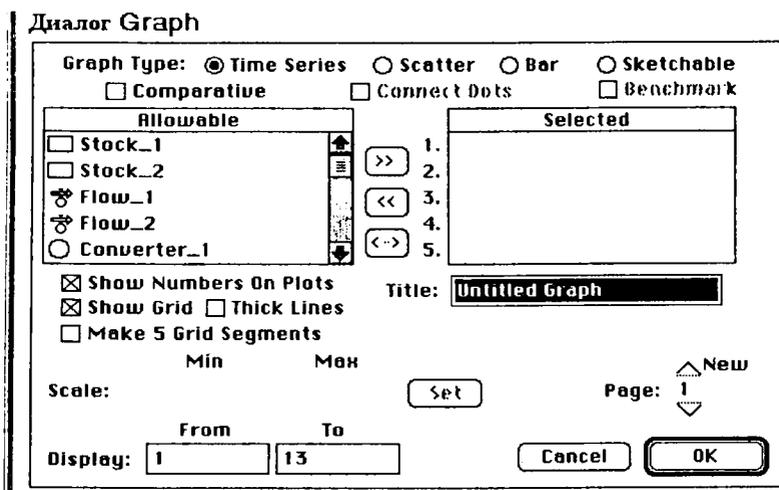


Рис. 25.53. Диалог граф

Как только выбираете альтернативу Sketchable, автоматически становится доступным поле Benchmark. Benchmark позволяет пользователям модели перерисовывать эскиз во время паузы в процессе выполнения. Если вы отмените использование Benchmark (уберете галочку из соответствующего поля диалога), то сможете перерисовать только часть эскиза, которая еще не отработана (т. е. то, что произойдет после того, как вы возобновите выполнение, но не то, что уже произошло). Пример использования графика с эскизом приведен на рис. 25.54.

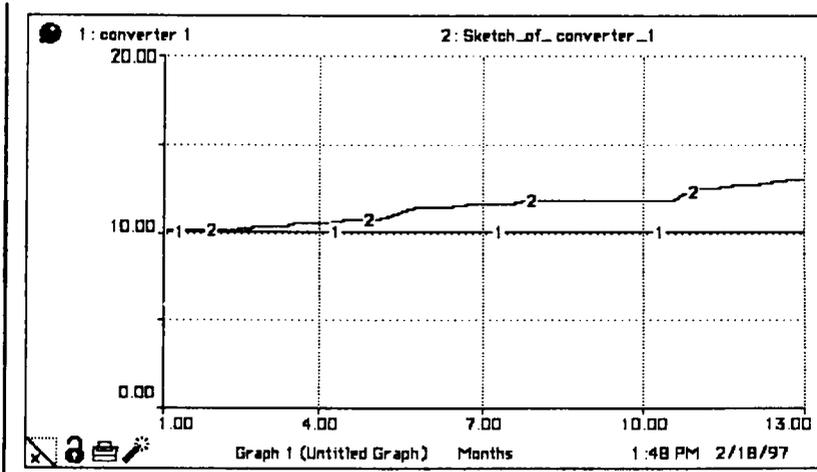


Рис. 25.54. График с эскизом

На таких графиках всегда выводятся две переменные: та, для которой вы строите график, и ее эскиз. Эскиз имеет название "Sketch of [имя переменной, для которой вы строите график]". По умолчанию основной график окрашен красным цветом, а эскиз – синим. Эти цвета можно изменить с использованием кисти, но важно выбрать такие цвета, которые легко позволили бы различать график и его эскиз.

Чтобы задать эскиз, щелкните на ось Y и, не отпуская кнопку мыши, проведите ее через весь график, рисуя нужную кривую.

Table Pad (таблица)

Table Pad используется на верхнем (фреймов) и среднем (потовых диаграмм) уровнях. Таблицы отображают числовые результаты моделирования. Их используют для передачи данных другим приложениям (DDE). Диалог параметров таблицы представлен на рис. 25.55.

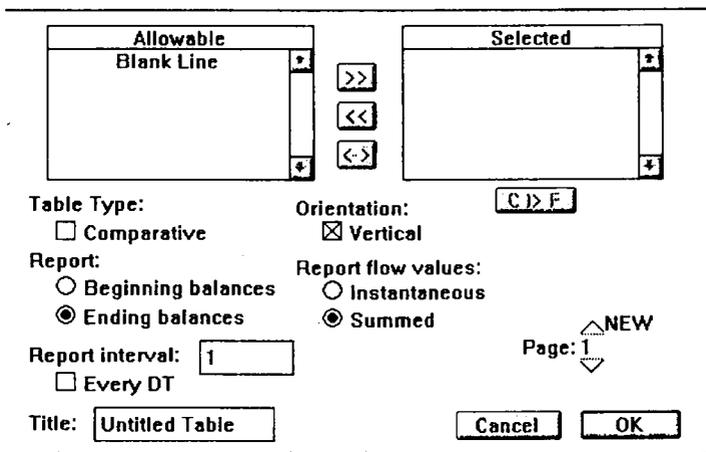


Рис. 25.55. Диалог параметров таблицы (Table Pad)

Многие операции с таблицами аналогичны работе с графиками. Не будем повторять их.

Создание, перемещение, изменение размера, закрытие окна таблицы

Для создания объекта Table Pad выберите иконку Table Pad на панели инструментов уровня фреймов или уровня потоковых диаграмм. Щелкните мышью в окне модели. Будет создана таблица, рис. 25.56.

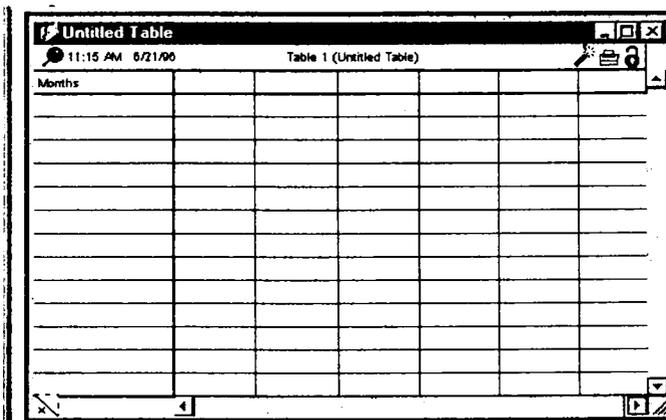


Рис. 25.56. Страница таблицы

Изменение ширины столбцов. Чтобы изменить ширину первого столбца (столбца времени), щелкните на его границе и подвигайте мышью. Аналогичная операция, примененная к любой другой границе столбца, изменит ширину всех столбцов, кроме первого (т. е. ширину всех столбцов данных).

Передача управления на средний уровень при работе с таблицами. Можно передать управление на уровень потоковых диаграмм со страницы таблицы. Выделите имя переменной, щелкнув на нем кнопкой мыши. Внизу страницы таблицы появится стрелка навигации (рис. 25.57).

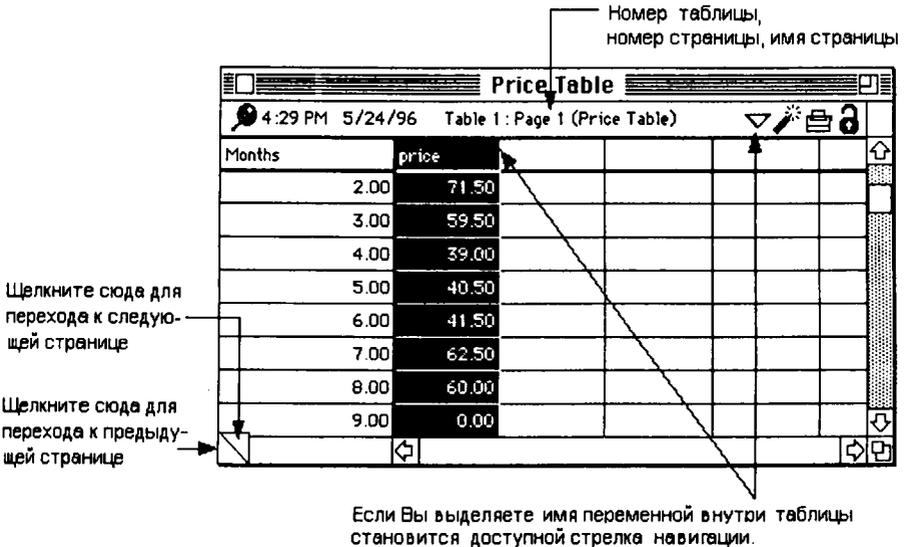


Рис. 25.57. Навигация в таблице

Доступ к журналу анализа чувствительности при работе с таблицами.

Если вы определили Comparative и все необходимые параметры для анализа чувствительности, то в правом верхнем углу таблицы появляется кнопка "?". Это доступ к журналу анализа чувствительности, в котором отображаются значения, полученные при варьировании соответствующей переменной, рис. 25.58.

Добавление, удаление, замена переменных. Имена всех объектов модели (хранилищ, потоков, коннекторов и конвертеров) отображаются в списке Allowable. Переместите переменную в список Selected, ее имя становится недоступным (grayed) в списке Allowable.

Добавление в список Selected. Щелкните на имени в списке Allowable и нажмите кнопку >> или дважды щелкните на имени объекта.

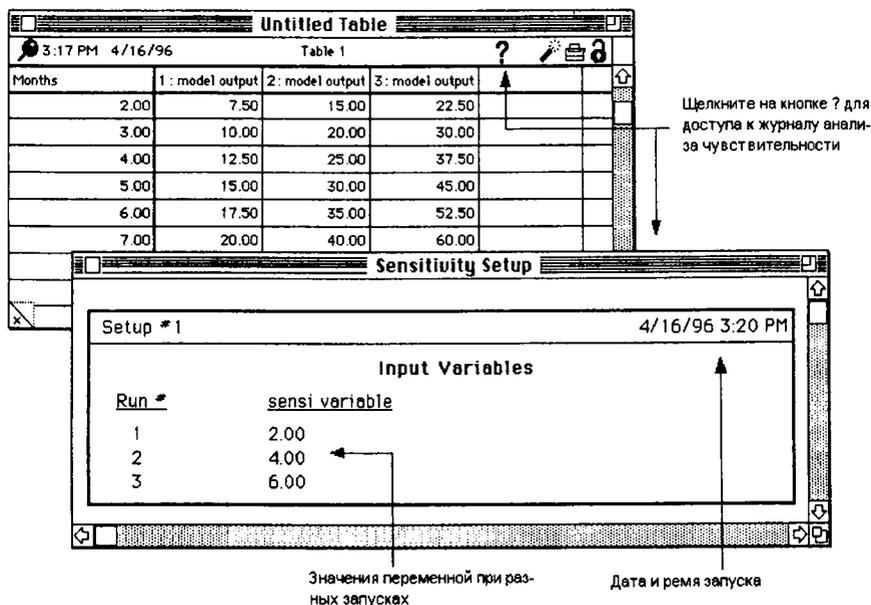


Рис. 25.58. Журнал анализа чувствительности

Удаление из списка Selected. Щелкните на имени в списке Selected и нажмите кнопку << или дважды щелкните на имени объекта.

Замещение. Чтобы поменять имя объекта в списке Allowable с именем объекта в списке Selected, выделите оба названия (в обоих списках) и нажмите кнопку <->.

Полезная подсказка. Для наглядности тематические группы показателей можно разделять пустыми столбцами (Blank Line).

Выбор типа таблицы. Таблицы могут выводиться в двух форматах: стандартном (когда выводится только информация последнего моделирования) и сравнительном (когда на одной таблице отображаются результаты всех прогонов). Чтобы выводить данные в сравнительном формате, отметьте галочкой поле Comparative диалога Table.

Полезная подсказка. Comparative таблицы накапливают данные. Периодически придется частично (или полностью) очищать поле страницы. Сделать это можно Динамитом в правом верхнем углу окна. Вы полностью очистите страницу. Динамитом из панели инструментов удаляются отдельные столбцы.

Выбор ориентации таблицы из вертикальных столбцов или горизонтальных строк (кнопка Orientation).

Название страницы таблицы. В поле Title вводится строка. Она отображается в заголовке "непришлипенной" таблицы и внизу страницы "пришлипенной". Также название отображается внизу страницы при печати.

Добавление страницы. В нижней часть окна диалога расположены кнопки для перехода между страницами. Нажмите на стрелку вверх (рядом с надписью New – новая), и новая страница будет добавлена.

Установка временного интервала. Можно задать в Report Interval любое значение, кратное шагу DT (но не меньше его) и не превосходящее верхней границы временного интервала моделирования.

Можно выводить все значения с шагом DT. Для этого отметьте поле Every DT галочкой. Это удобно при отладке. Можно видеть все числовые значения результатов моделирования. Значение интервала одинаково для всех страниц таблицы.

Операции форматирования. Щелкните дважды на имени переменной. Это откроет диалог Table Format рис. 25.59.

FORMAT TABLE		
Header Style:	Units:	Precision:
<input type="checkbox"/> Bold	<input type="radio"/> Unspecified	<input type="radio"/> 0
<input type="checkbox"/> Italic	<input checked="" type="radio"/> Delimit 000's	<input type="radio"/> 0.0
<input type="checkbox"/> Underline	<input type="radio"/> \$	<input checked="" type="radio"/> 0.00
	<input type="radio"/> %	<input type="radio"/> Free Float
Header Justify:	Scaling:	
<input checked="" type="radio"/> Left	<input checked="" type="radio"/> None	
<input type="radio"/> Center	<input type="radio"/> (000's)	
<input type="radio"/> Right	<input type="radio"/> (Millions)	
	<input type="radio"/> (Billions)	
		<input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="OK"/>

Рис. 25.59. Диалог Table Format

Можно задать точность (Precision), выравнивание заголовка (Header Justify). Оформить заголовков (Header Style) жирным шрифтом (Bold), курсивом (Italic) или подчеркиванием (Underline). Установить единицу измерения: без обозначения (Unspecified), %, \$, Масштаб (Scaling). Выберите нужное оформление и нажмите кнопку ОК.

Warning Device (устройство предупреждения)

Устройства предупреждения для 5-й и 8-й версий комбинируют измеритель, числовые значения, мигание и звуковое предупреждение для подачи сигналов о поведении переменной модели во время выполнения. Пользователь модели просто не может не отреагировать на подаваемые сигналы. Поэтому Warning Devices представляют собой мощное средство сигналов. Эти устройства доступны только на уровне фреймов.

Numeric Display (числовой дисплей)

Объект Numeric Display используется на уровне фреймов и уровне потоковых диаграмм для отображения текущего состояния связанной с числовым дисплеем переменной. Числовые дисплеи позволяют во время выполнения в любой момент узнать точное значение переменной.

Создание числового дисплея

Выберите иконку Numeric Display. Переместите курсор в окно модели, щелкните мышью. Размер числового дисплея нельзя изменить, но можно перемещать мышью.

Щелкните дважды внутри границы, чтобы открыть окно диалога (рис. 25.60).

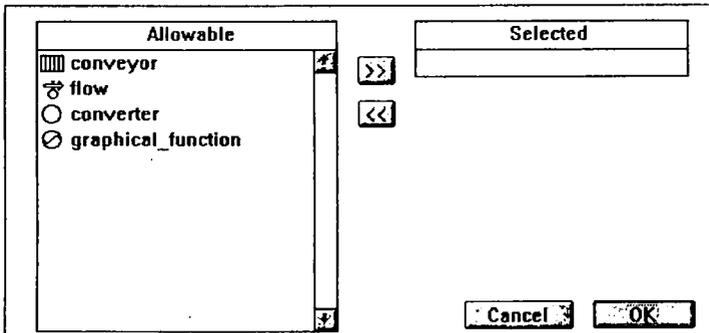


Рис. 25.60. Окно диалога Display

Чтобы связать переменную с числовым дисплеем, надо поместить ее имя в список Selected. Щелкните дважды на имени переменной в списке Allowable или выделите это имя в списке Allowable и нажмите кнопку >>. Чтобы заменить переменную, связанную с числовым дисплеем, просто выберите другое имя в списке Allowable. Если надо удалить связь с переменной, выделите ее имя в Selected и нажмите кнопку <<.

После того как вы связали переменную с числовым дисплеем, диалог Numeric Displays принимает вид, показанный рис. 25.61.

Непосредственно под списком Selected расположены два выпадающих списка, позволяющих выбрать оформление переменной на экране дисплея. Precision (точность) и Unit (единицы измерения). Чтобы выбрать значение из списков, щелкните на стрелке справа и, не отпуская кнопку мыши, перенесите курсор к нужному пункту, а затем отпустите кнопку мыши.

Ниже расположена опция Retain Ending Value (сохранять конечное значение). Если вы отметите ее галочкой, то после завершения моделирования

на дисплее будет конечное значение связанной переменной. В противном случае экран дисплея будет очищен.

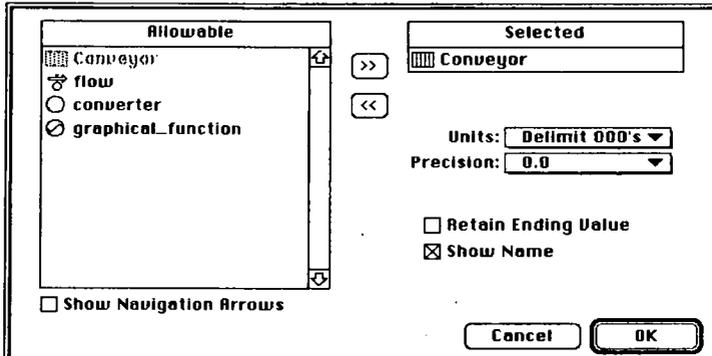


Рис. 25.61. Диалог связанного дисплея

Если отметить галочкой опцию Show Name (отображать имя), то на дисплее рядом со значением будет отображаться имя переменной.

Опция Show Navigation Arrows, расположенная под списком Allowable, позволяет отображать стрелку навигации. Нажатие на стрелку передаст управление на уровень потоковых диаграмм так, что связанный с числовым дисплеем элемент окажется в центре рабочей области.

Text Block (текстовый блок)

Назначение текстового блока – создание текста в окне модели.

Создание текстового блока. Выберите Text Block из палитры. Переместите курсор к нужному месту в модели. Щелкните мышью. В месте щелчка будет располагаться левый верхний угол блока.

Активизировать. Щелкните на границе блока.

Переместить. Щелкните на границе и, не отпуская кнопку мыши, передвиньте блок.

Редактировать текст. Переместите курсор внутрь границы и щелкните мышью. Курсор изменит вид, показывая, что можно редактировать текст.

Изменить размер блока. Щелкните на одном из угловых квадратов (Resizing Handles) и, не отпуская кнопку мыши, меняйте размер.

Открыть диалог. Щелкните на границе дважды или активизируйте блок и выберите Open Selection из меню Map/Model. Диалог представлен на рис. 25.62.

С помощью диалога Text Block можно установить тип границы, шрифт, выравнивание текста.

Transparent (прозрачность). Отметьте галочкой это поле, чтобы текстовый блок был прозрачным, т. е. было видно все, что расположено за ним. Эта опция становится доступной, когда вы выбираете None в качестве типа границы. Видна будет только первая строка текста.

Sample (пример). Пример текста выбранным шрифтом.

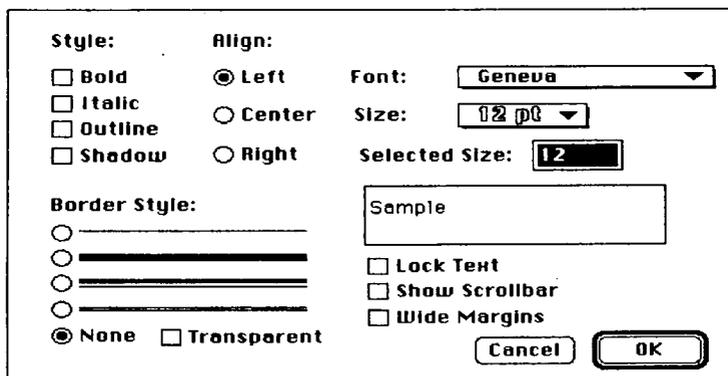


Рис. 25.62. Диалог текста

Lock Text (запереть текст). Отметьте галочкой, чтобы текст нельзя было изменить.

Show Scrollbar – показывать линейки прокрутки.

Wide Margins – разреженный шрифт, т. е. увеличение интервала между буквами.

Graphics Frame (графический фрейм)

Графические фреймы позволяют дополнять модель графикой и видеороликами. Объекты Graphics Frame доступны только на уровне фреймов.

Sector Frame (фрейм сектора)

Фрейм сектора на уровне потоковых диаграмм может использоваться для достижения трех целей. Во-первых, с его помощью вы можете объединять в одно логическое целое взаимосвязанные элементы модели. Во-вторых, он может использоваться для визуализации изображений и воспроизведения видеороликов. В-третьих, объект Sector Frame позволяет вам создавать секторы.

Сектор представляет собой группировку функционально связанных элементов модели. Например, при создании модели предприятия можно выделить сектор производства, сектор продаж, сектор человеческих ресурсов и финансовый сектор.

Создание фрейма сектора

Способ 1. Выберите Sector Frame из палитры Строительных блоков уровня потоковых диаграмм. Поднесите курсор к месту, в котором вы хотите поместить фрейм сектора на диаграмме. Щелкните кнопкой мыши еще раз, чтобы разместить фрейм.

Способ 2. Может применяться, только если опция "Link High-Level Map to Model" в диалоге Map Prefs активна (т. е. помечена галочкой). Создайте Фрейм процесса Proccess Frame (на уровне фреймов). Фрейм сектора Sector Frame (на уровне потоковых диаграмм) будет создан автоматически.

Операции в Диалоге Sector Frame представлены на рис. 25.63.

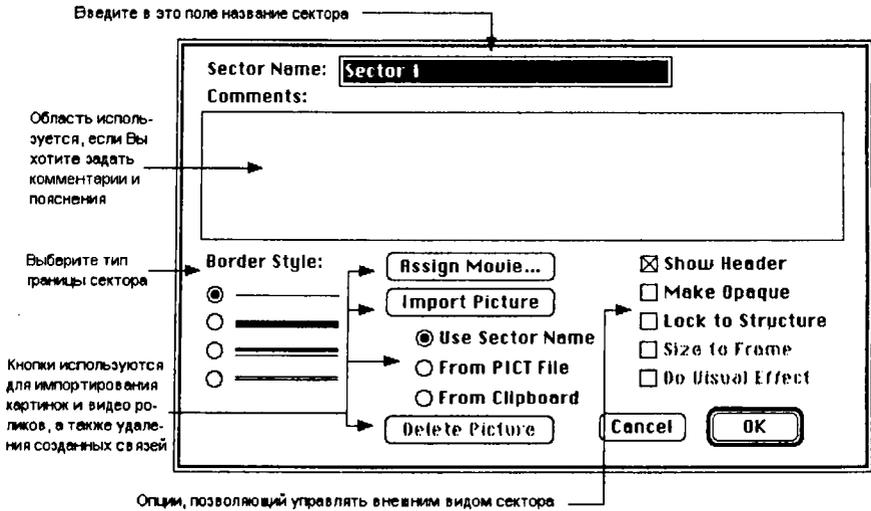


Рис. 25.63. Операции в диалоге Sector Frame

Основные опции диалога фрейма сектора

Чтобы открыть диалог, щелкните дважды на границе фрейма сектора. Или активизируйте фрейм и выберите Open Selection из меню Model.

Диалог содержит поля для ввода названия сектора и комментариев, группу радиокнопок для выбора типа границы, набор управляющих кнопок, позволяющих связать с сектором изображение или ролик, а также набор опций, определяющих внешний вид фрейма.

Sector Name (Имя сектора). В это поле вы можете ввести название сектора. Название отображается в заголовке фрейма сектора.

Comments Box (область для комментариев). Вы можете задать описание сектора, информацию о его элементах и назначении.

Border Style (стиль границы). iThink позволяет вам выбрать один из четырех видов границ. Для выбора нужного стиля просто щелкните на соответствующую радиокнопку.

Show Header (отображать заголовок). Если эта опция не выделена, то заголовок будет скрыт. **Make Opaque** (сделать непрозрачным) и **Lock to Structure** (привязать к структуре). Эти опции работают аналогично соответствующим управляющим элементом окна сектора.

Опция **Size to Frame** (по размеру фрейма) доступна, если вы связали с сектором изображение или ролик. Отметьте галочкой это поле, если вы хотите, чтобы изображение (кадры ролика) были растянуты или сжаты таким образом, чтобы строго соответствовать размерам сектора. При изменении размера сектора размер изображения также будет изменяться.

Опция **Do Visual Effect** (визуальный эффект) срабатывает, когда вы переключаетесь между режимами **Transparent/Opaque**. Если эта опция не выбрана, картинка будет просто появляться и исчезать.

Операции с использованием окна сектора представлены на рис. 25.64.

Задание имени фрейма сектора. Вы можете задать название сектора с использованием диалога **Sector Frame** или выделить название и изменить его. Если опция "Link High-Level Map to Model" в диалоге **Map Prefs** активна, т. е. уровни фреймов и потоковых диаграмм связаны, то изменение названия фрейма сектора на уровне потоковых диаграмм приведет к изменению названия связанного фрейма процесса.



Рис. 25.64. Операции с использованием окна сектора

Перемещение фрейма сектора. Чтобы переместить окно сектора, щелкните кнопкой мыши на границе или внутри строки заголовка и, не отпуская

кнопку мыши, перетащите окно. Если сектор "заперт", т. е. иконка Lock в верхнем правом углу окна имеет вид закрытого замка, то при перемещении сектора все элементы диаграммы, расположенные внутри него, также будут перемещены.

Изменение размера фрейма сектора. Щелкните мышью на границе или внутри строки заголовка, чтобы выделить сектор. По углам прямоугольника, представляющего фрейм сектора, появятся четыре черных квадрата – маркеры изменения размера. Щелкните на одном из них и, не отпуская кнопку мыши, растяните или сожмите окно до нужных размеров.

Управляющие элементы окна сектора: Lock (замок), переключатель Transparent/Opaque, Selector (выделитель) и стрелки навигации.

Lock (замок). По умолчанию замок "открыт". Щелкая на иконке замка вы попеременно открываете и закрываете его. Когда сектор "закрыт", все элементы, расположенные внутри сектора сохраняют свое положение относительно его границ. При перемещении или копировании сектора все эти элементы также будут перемещены или скопированы. Кроме того, вы можете уменьшать размер "закрытого" сектора только до тех пор, пока это позволяют все расположенные в нем элементы.

Фрейм сектора автоматически "запирается" (а сама иконка становится недоступной), когда вы устанавливаете переключатель Transparent/Opaque в положение "непрозрачный".

Переключатель **Transparent/Opaque**. По умолчанию выбран режим Transparent (прозрачный). Когда вы, щелкнув на иконку, переключаетесь в режим **Opaque** (непрозрачность), все видимые ранее элементы, расположенные внутри сектора, перестают быть видимыми. При этом область внутри сектора занимает выбранное изображение или видеоролик, если вы отметили опцию **Use Sector Name** в диалоге. Следующий щелчок на иконке вернет прозрачность сектору.

Selector (выделитель). Щелкните на иконке Selector, чтобы выделить все элементы, являющиеся частью сектора. Знать, какие именно элементы входят в сектор, может оказаться важным в тех случаях, когда вы хотите запустить на выполнение отдельный сектор. Если вы выбрали опцию Run Selected Sectors из меню Run – Sector Specs, то выполняться будут только блоки выбранного сектора.

Как показано на рис. 25.65, существуют две ситуации, в которых элемент, расположенный в секторе, все-таки не будет являться его частью.

Первая ситуация касается хранилищ, конвертеров и вентиляей потоков, которые не целиком лежат внутри сектора. Во второй ситуации "запертый" блок был перемещен таким образом, что внутри него оказался ранее не принадлежавший ему блок. В первом случае достаточно просто переместить

элемент так, чтобы он целиком оказался внутри сектора. Во втором случае "отоприте" и вновь "заприте" сектор или вынесите элемент из сектора, а потом вновь внесите его внутрь.

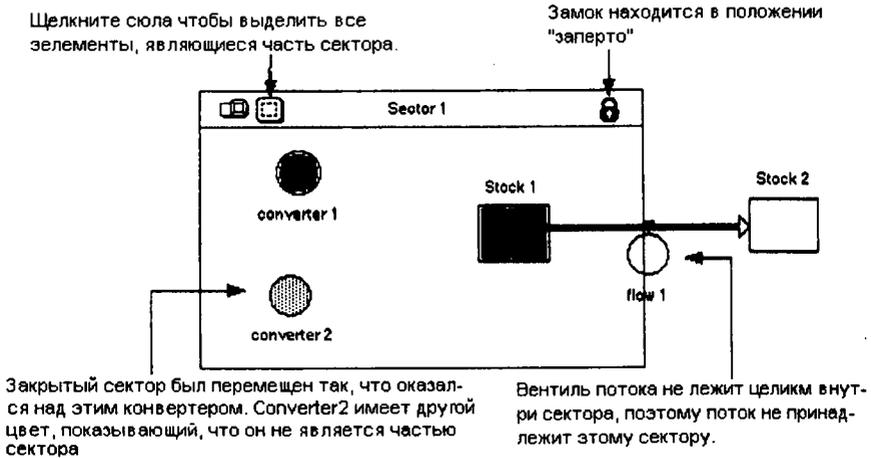


Рис. 25.65. Ситуации, в которых элемент, расположенный в секторе, не будет являться его частью

Стрелки навигации. Щелкните на стрелке навигации, чтобы передать управление на уровень фреймов. Соответствующий фрейм процесса на уровне фреймов будет выделен.

Space Compression Object (сжатие пространства)

Space Compression Object (SCO) для 5-й и 8-й версий представляет собой механизм управления сложностью диаграммы. SCO и позволяет сжать (compress) пространство, выделенной части диаграммы. Можете отображать эту часть диаграммы или скрыть ее. Подобно подмоделям, SCO позволяет поддерживать сложность диаграммы на приемлемом уровне.

Создание. Выберите иконку Space Compression Object из палитры объектов на уровне потоковых диаграмм. Переместите курсор к нужному месту и щелкните мышью, чтобы разместить объект SCO.

25.7. Tools (инструменты)

The Hand (рука) – это вид курсора в старых версиях. В 9-й версии он заменен на стрелку.

Paintbrush (кисть) – цветная раскраска экрана, блоков, объектов и пр.

Dynamite (динамит) – удаление любых элементов модели.

Ghost (фантом, приведение) – неполноценная копия любого блока.

Иконы инструментов представлены на рис. 25.66.

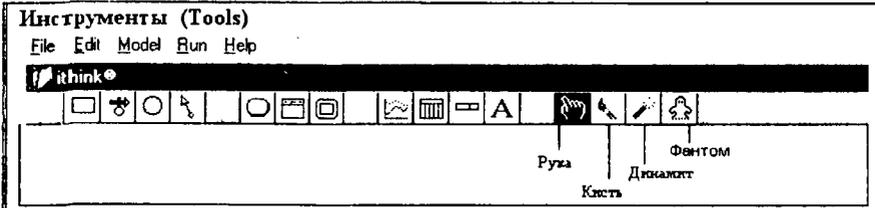


Рис. 25.66. Иконы инструментов

Эти инструменты позволят выполнять основные действия над объектами модели, например выделять, перемещать, удалять, раскрашивать и определять значения соответствующих параметров.

При моделировании фантом полезен в двух случаях. Во-первых, когда для того чтобы соединить 2 элемента стрелки коннекторы приходится "протягивать" через весь экран. В этом случае копии-фантомы позволяют сохранить аккуратность и наглядность схемы. Пример такого использования Фантома демонстрирует рис. 25.67.

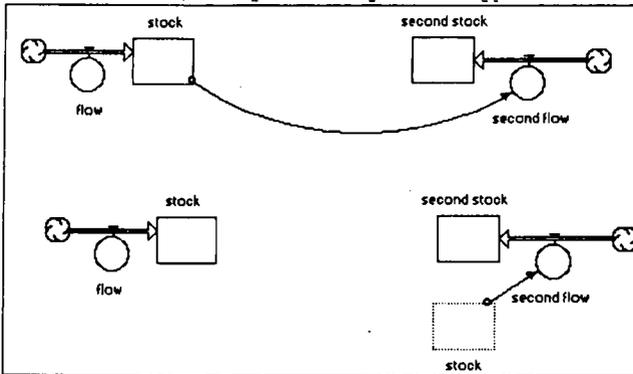


Рис. 25.67. Пример использования фантома

25.8. BuiltIn (встроенные функции)

Функции используются при формировании выражений в диалоговых окнах объектов. Это типовые функции почти всех языков программирования. Поэтому рассмотрим лишь несколько оригинальных функций.

Функции объединены в группы:

- Тестовые входные значения.

- Математические функции.
- Тригонометрические функции.
- Логические функции.
- Статистические функции.
- Экономические функции.
- Дискретные функции.
- Функции циклического выполнения.
- Встроенные функции для работы с массивами.
- Функции специального назначения.

Пример использования функции Pulse

На рис. 25.68 приведена иллюстрация использования одной встроенной функции, с помощью которой производится проверка правильности работы простейшей потоковой модели.

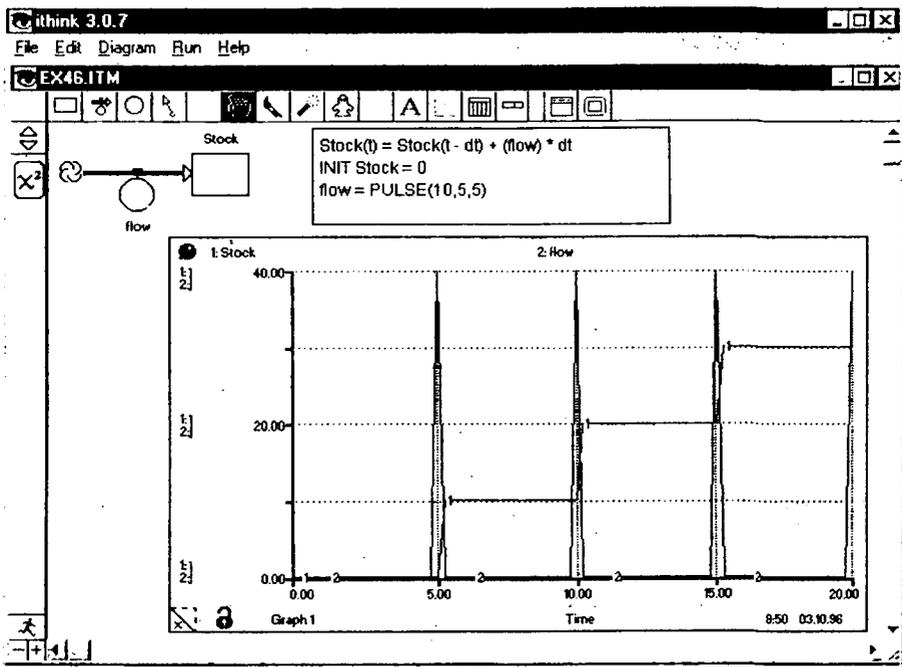


Рис. 25.68. Пример использования встроенной функции Pulse

На графике представлен результат поведения схемы при воздействии на нее тестовой функции Pulse. Наблюдается изменение уровня фонда Stock по

мере "выстреливания" тестовым генератором flow последовательности импульсов, задаваемых параметрами функции.

Дискретные функции

Большая часть дискретных функций предоставляет информацию о внутренних характеристиках очередей, конвейеров или печей (CAP, COOKTIME, OSTATE, QELEM, QLEN, TRANSTIME). Функция DELAY позволяет, задерживать входной сигнал на заданное время.

CAP(<conveyor>) или CAP(<oven>) вернет значение емкости конвейера (или печи), указанного в качестве аргумента. Конвейер и печь для этого должны быть дискретными. Часто требуется использовать емкость печи или конвейера как входную переменную для других элементов.

Пример:

CAP(Mixer) вернет значение емкости печи Mixer.

COOKTIME(<oven>) замеряет время приготовления для печи, имя которой указано в качестве аргумента. Часто требуется использовать время приготовления печи как входную переменную для других элементов. В течение всего времени заполнения, а также пока печь пуста COOKTIME возвращает 0.

Пример:

processing_time = COOKTIME(Processor) проведет замер времени приготовления печи Processor.

DELAY(<input>,<delay duration>[,<initial>]) вызывает задержку входного значения (input) на интервал времени, определяемый величиной (delay duration). Если укажете начальное значение (initial value), то во время задержки значение переменной будет равно этому начальному значению.

Пример:

Shipments = DELAY(Orders,5) вызовет задержку отгрузки (shipments) на 5 единиц времени, а после этого переменная примет значение Orders.

OSTATE(<oven>) возвращает статус указанной печи (печь должна быть дискретной).

Если печь наполняется, OSTATE вернет 0.

Если печь готовит, OSTATE вернет 1.

Если печь пуста, OSTATE вернет 2.

QELEM(<queue>,<element>) или QELEM(<Conveyor>,<element>) возвращает значение, содержащееся в указанном элементе или слоте указанной очереди или конвейера. Элементы нумеруются последовательно, начиная с того, который в следующий момент выйдет из очереди или конвейера.

QLEN(<queue>) или QLEN(<Conveyor>) возвращает общее число элементов или слотов дискретной очереди или дискретного конвейера.

TRANSTIME(<conveyor>) возвращает время передачи конвейера, имя которого указано в качестве аргумента. Конвейер должен быть дискретным. TRANSTIME сообщает, как долго элемент будет находиться внутри конвейера, прежде чем покинет его.

Функции циклического выполнения

CTFLOW(<flow>[<initial>]) возвращает значение, равное количеству вещества, проходящего по потоку, для которого производятся замеры. Ее использование полезно, когда в цепочке до анализируемого потока присутствуют потоки, для которых проводятся замеры и потоки, в которых замеры не проводятся. Результирующий поток будет больше, чем значение, по которому будет рассчитываться характеристика цикла для интересующего потока. Функция CTFLOW сообщит, какая часть потока была учтена при замерах.

При работе в обычном (Normal) режиме выберите Time Specs из меню Run. Когда все замеры отключены, CTFLOW возвращает 0.

На рис. 25.69 конвертер Time stamped flow volume вычисляет количество вещества, прошедшее по потоку exit process 2.

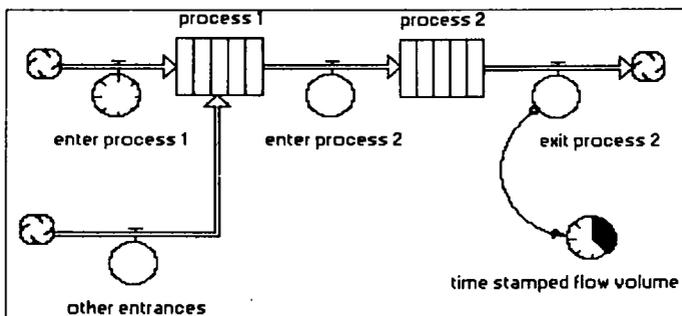


Рис. 25.69. Применение CTFLOW

STMAX(<flow>[,<initial>, <instantaneous>]) возвращает максимальное за цикл функционирования количество материала, прошедшего по замеряемым потокам. Если аргумент instantaneous не задан или установлен в 0, STMAX вернет максимальное значение потока за все время моделирования. Если же instantaneous задан равным 1, STMAX вернет максимальное значение потока в текущие моменты времени, т. е. мгновенные максимальные значения.

Необязательный параметр initial имеет смысл, только если instantaneous не задан или установлен в 0. В этом случае начальное значение (initial) будет возвращаться функцией до тех пор, пока количество вещества, прохо-

дующего по измеряемому потоку, не станет положительным. Если параметр *initial* не задан, *CTMAX* вернет 0.

При работе в обычном режиме (т. е. при активной опции *Normal mode* в диалоге *Time Specs* меню *Run*) или когда замер циклических характеристик отключен для всех потоков цепочки, *CTMAX* возвращает 0. Начальные запасы в цепочке поток/хранилище не измеряются и, следовательно, не используются при определении характеристик цикла выполнения. При работе в режиме *instantaneous mode*, *CTMAX* возвращает 0 все время, пока по тем потокам, для которых производятся замеры, вещество не перетекает.

Пример на рис. 25.70. Конвертер *overall max cycle time* вычисляет максимальный за цикл поток вещества, прошедшего по выходному потоку процесса, за все время моделирования. Конвертер *instantaneous max cycle time* вычисляет максимальное количество вещества, проходящее по выходному потоку в текущий момент времени. В данной модели две точки, для которых производится замер характеристик, и оба конвейера модели имеют переменное время передачи.

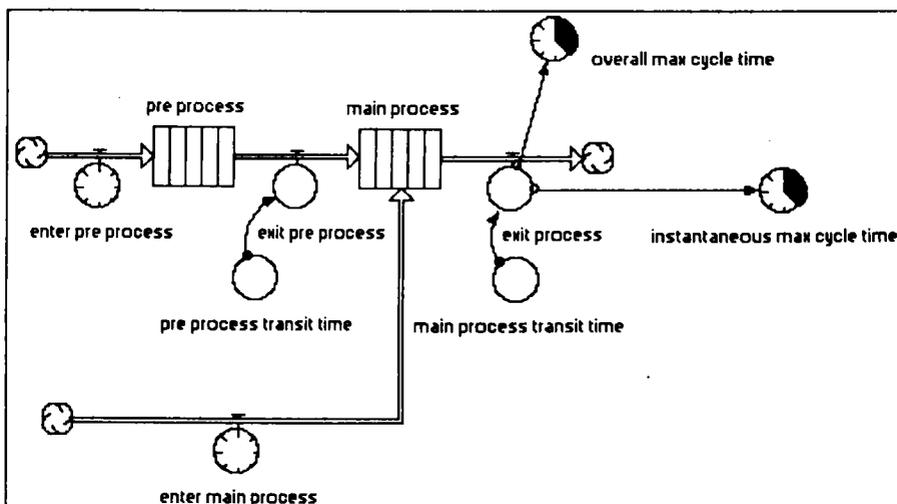


Рис 1.70. Применение *CTMAX*

$CTMEAN(\langle \text{flow} \rangle, [\langle \text{initial} \rangle, \langle \text{weighted} \rangle])$ возвращает интегральное среднее (за время выполнения) количество материала, перетекшее по потоку, для которого производятся замеры. *CTMEAN* может вычислять среднее двумя разными способами, в зависимости от того, равен ли 1 параметр *weighted*.

Если параметр *weighted* не определен, *CTMEAN* вычисляет алгебраическое среднее для всего времени выполнения. В этом случае значение, возвращаемое *CTMEAN*, не зависит от интенсивности замеряемого потока.

Необязательный параметр *initial* будет возвращаться функцией до тех пор, пока количество вещества, проходящего по замеряемому потоку, не станет положительным. Если параметр не указан, функция будет возвращать 0.

При работе в обычном режиме (при активной опции *Normal mode* в диалоге *Time Specs* меню *Run*) или когда замер циклических характеристик отключен для всех потоков цепочки, *CTMEAN* возвращает 0. Начальные запасы в цепочке поток/хранилище не замеряются и, следовательно, не используются при определении характеристик цикла выполнения.

Пример применения *CTMEAN* представлен на рис. 25.71.

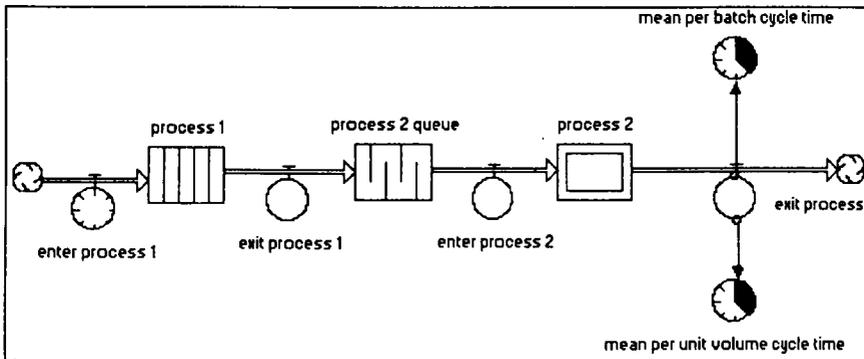


Рис. 25.71. Применение *CTMEAN*

CTMIN(*<flow>*[,*<initial>*],[*<instantaneous>*]) возвращает минимальное за цикл функционирования количество материала, прошедшего по замеряемым потокам.

CTSTDDEV(*<flow>*[,*<weighted>*],[*<initial>*]) возвращает стандартное отклонение потока материала в цикле, с момента начала моделирования.

CYCLETIME(*<flow>*[,*<weighted>*],[*<initial>*]) возвращает время выполнения цикла для замеряемых прогонов, в соответствии с объемом материала, прошедшего через поток. *CYCLETIME* позволяет оценить, сколько времени материалы проводят внутри процессов, т. е. сколько времени затрачивается на их обработку.

THROUGHPUT(<flow>[,<initial>]) возвращает интегральную среднюю интенсивность работы (измеряемую в единицах/время) измеряемого цикла за все время выполнения.

Встроенные функции для работы с массивами

ARRAYMEAN(<arrayed variable>) вычисляет среднее значение элементов одно- или двумерного массива.

ARRAYSTDDEV(<arrayed variable>) вычисляет стандартное отклонение для всех элементов заданной переменной типа массив.

ARRAYSUM(<arrayed variable>) вычисляет сумму всех элементов в заданном одно- или двумерном массиве.

Функции специального назначения

Эти функции используются для решения различных специфических задач. Например, при сглаживании "зашумленных" потоков данных (функции группы SMTH SMTH1, SMTH3, SMTHN), для установки особых сценариев выполнения (COUNTER, SWITCH), при проведении трендового анализа и экстраполяции (FORCST, TREND), при установке связей, требующих знания о спецификациях моделирования или о специфических переменных модели (CGROWTH, DT, INIT, REWORK, STARTTIME, STOPTIME, TIME), а также для облегчения информационного, визуального и "слухового" восприятия модели пользователем (PAUSE, SOUND, RUNCOUNT).

25.9. Создание и редактирование модели

Общие операции с элементами моделей

Вставить блок или объект в окно модели. Щелкнуть по иконке блока на панели инструментов. Щелкнуть в нужном месте окна. Блок вставится.

Выделение объектов. Для выполнения операций над объектами модели (блоками, линиями, именами) их надо выделить (селектировать).

Для выделения объекта необходимо щелкнуть на нем мышью.

Для выделения нескольких объектов или области модели установите курсор в начало (левый верхний угол) области блоков, которые хотите объединить. При нажатой клавише протащите мышью по диагонали в конец диапазона. Пунктирный прямоугольник окружит выбранные блоки и линии. Отпустите клавишу мыши. Блоки и линии, попавшие в бокс, будут выделены.

Для выделения всех объектов в активном окне выберите команду Select All в меню Edit или нажмите Ctrl-A (латиница).

Перемещение и копирование объектов. Перемещение объектов в окне модели осуществляется обычным для Windows способом. Вы просто таскуете их левой клавишей мыши.

Для копирования объекта в буфер его необходимо предварительно выделить, а затем выполнить команду Edit/Сору или Ctrl + С.

Для вставки объекта из буфера необходимо щелкнуть левой клавишей мыши в предполагаемом месте вставки, а затем выполнить команду Edit/Paste или Ctrl + V.

Для вырезания объекта в буфер его необходимо предварительно выделить, а затем выполнить команду Edit/Cut.

Удаление объектов. Объект необходимо предварительно выделить, а затем выполнить команду Edit/Clear или щелкнуть по нему инструментом динамит. Команда Clear удаляет блок без помещения его в буфер обмена. Операцию можно отменить командой Undo.

Форматирования объектов. Раскраска экрана, объектов и линий выполняется кистью. Нажмите на кисть. Появится палитра цветов. Выберите мышкой цвет. Щелкните по объекту. Цвет его изменится.

Операции с блоками

Блоку как объекту присущи методы, т. е. операции, которые может выполнять он, либо могут выполняться над ним. Селектируйте блок и вызовите меню. Вы увидите набор разрешенных над блоком операций.

Копировать блок. Каждый последующий блок будет иметь то же имя с добавлением порядкового номера. При копировании блок получает те же значения параметров, что и исходный блок.

Изменить масштаб экрана. Знаки плюс (+) и минус (-) в нижнем левом углу модели позволяют увеличить или уменьшить размеры модели.

Имена блоков. Все имена блоков в модели должны быть уникальными и содержать минимум один символ. Имя по умолчанию находится под блоком. Библиотечное имя блока Noname вы почти всегда будете менять на содержательное имя, соответствующее объекту исследования. Например, Noname замените на Saving account (сберегательный счет). Можете использовать транслитерацию латынью.

Вместо Счет напишите Schet. Для изменения имени блока необходимо щелкнуть на нем и отредактировать его, используя клавиши управления курсором: клавиши Del, Backspace, Enter. Для окончания редактирования необходимо щелкнуть в любом другом месте окна модели. Для изменения шрифта необходимо выделить блок, выполнить команду Font из меню

Format. Затем выбрать шрифт из предложенного списка. Изменить место имени блока можно, передвинув мышью имя на противоположную сторону блока.

Установка параметров блока

Установка параметров блока выполняется в диалоговом окне каждого блока. Для вызова диалогового окна необходимо дважды щелкнуть на блоке. При задании численных параметров следует иметь в виду, что в качестве десятичного разделителя должна использоваться точка, а не запятая. После внесения изменений нужно закрыть окно кнопкой ОК.

Операции с линиями (коннекторами)

Сигналы (материальные, денежные и информационные потоки) в модели передаются по линиям. Каждая линия может передавать скалярный или векторный сигнал. Щелкнем на иконке стрелки коннектора и протащим курсор от одного объекта к любому другому. Появилась линия связи со стрелкой. Удалить ее можно Динамитом.

Сохранение модели

Первое сохранение модели осуществляется традиционным для всех программ способом: меню File/Save As. При последующем сохранении схемы используйте меню File/Save. При повторных запусках загрузка схемы осуществляется с помощью меню File/Open.

Печать модели

Печать модели выполняется командой Print из меню File либо кнопками из окон графиков, таблиц и других объектов.

25.10. Arrays (массивы)

Для выполнения исследовательских экспериментов при различных значениях параметров и экзогенных (внешних) переменных удобно представлять их массивами. Хороший пример дан в налоговой модели. Мы задаем массив налоговых ставок и получаем массив налоговых поступлений в бюджет.

Добавление массивов в модель. Редактор массивов доступен из пункта меню Map на верхнем уровне модели, из пункта меню Model на уровне конструирования модели и из пункта меню Equations на уровне описания уравнений. Также редактор массивов может быть доступен изнутри диалога любой переменной модели, которая определена как массив.

Процесс добавления массивов в модель состоит из трех шагов:

1. Создание одной или более величин (Dimension), используя Редактор массивов.
2. Создание одной или более переменных типа "массив".
3. Создание уравнений.

25.11. Импорт и экспорт данных

Часто модель должна обмениваться данными с другими приложениями.

Программное обеспечение поддерживает два основных способа импорта/экспорта данных. Во-первых, можете вручную проводить операции импорта/экспорта данных с помощью команд Copy и Paste. Во-вторых, можете установить активные связи между данными модели и файлом, созданным другим приложением. Эти связи создаются посредством механизма Динамического обмена данными (Dynamic Data Exchange – DDE). DDE напоминает работу с командами Copy и Paste. Связь устанавливается между сервером (файлом, порождающим данные) и клиентом (файлом, который эти данные получает).

25.12. Sub-models (подмодели)

Если возрастают сложность и размер модели, ее можно упростить, сгруппировав блоки в подсистемы. Использование подсистем дает следующие преимущества:

- сокращение количества блоков, выводимых в окне модели;
- объединение функционально-связанных блоков вместе;
- возможность создания иерархических блок-схем.

25.13. Установки Default Settings (по умолчанию) в меню File

Это установки для определения пользовательского интерфейса.

Изменения, внесенные в установки по умолчанию, начнут действовать сразу после того, как вы закрыли окно диалога, и будут применяться для всех новых моделей. В созданных ранее моделях изменения, внесенные в набор параметров Default Settings, могут быть либо глобальными, либо локальными. Глобальные установки по умолчанию немедленно окажут влияние на открытую модель, но не будут действовать на модель, предварительно сохраненную. Локальные установки по умолчанию начнут свое действие сразу, но воздействовать будут только на вновь создаваемые элементы.

Вы можете задать установки по умолчанию для следующих видов элементов:

- Model (модель),
- Object (объект),
- Stock/Flow (хранилище/поток),
- Table/Graph (таблица/график),
- Text Block (текстовый блок),
- Time Specs (временные характеристики).

25.14. Примеры простых потоковых схем

Схемы потоковых моделей строятся из следующих элементов: фонды; потоки; конверторы; коннекторы.

Фонды

Фонд, запас – это количество чего-либо, измеряемое в денежных либо в физических единицах (2 тыс. руб., 5 т макарон, 200 рейтинговых баллов и т. д.). Фонды в iThink изображаются прямоугольником, который способен накапливать, аккумулировать единицы фонда. Фонды пополняются через входные потоки и растрачиваются через потоки выходные. Примеры применения фондов (хранилищ) представлены на рис. 25.72–25.74.

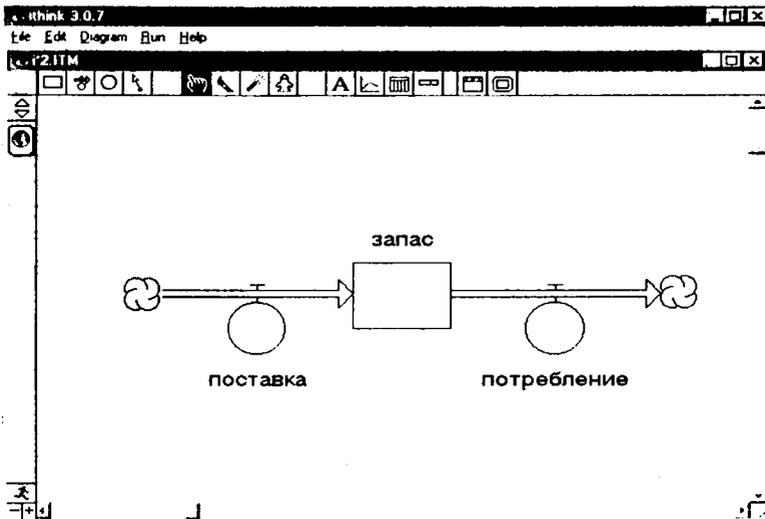


Рис. 25.72. Фонды и потоки

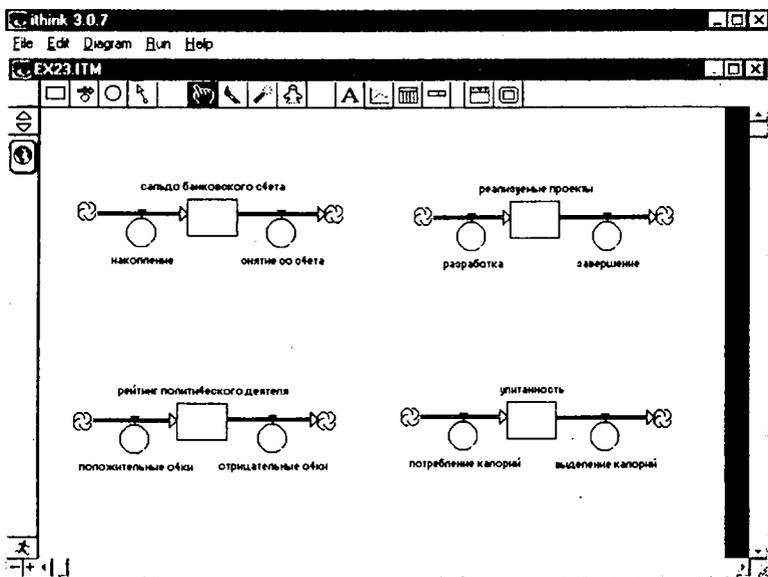


Рис. 25.73. Фонды как буферы

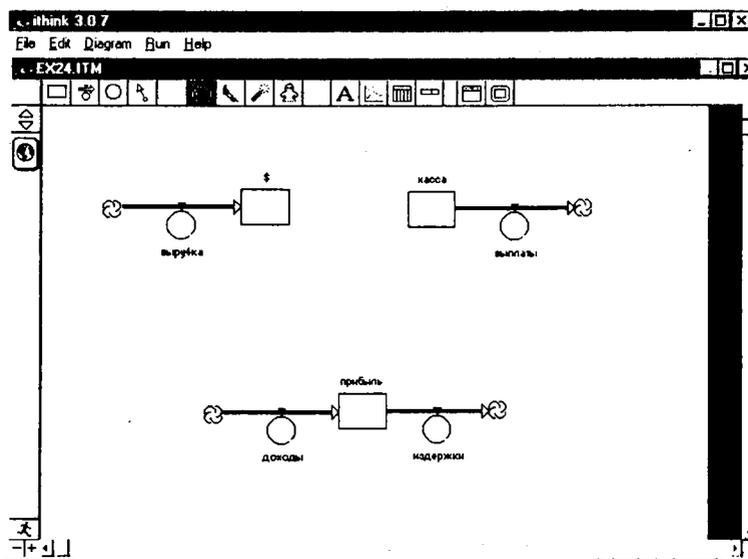


Рис. 25.74. Фонды как резервуары

Потоки

Поток изображается фигурой (рис. 25.75), состоящей из путепровода, вентиля, регулятора потока и указателя направления.

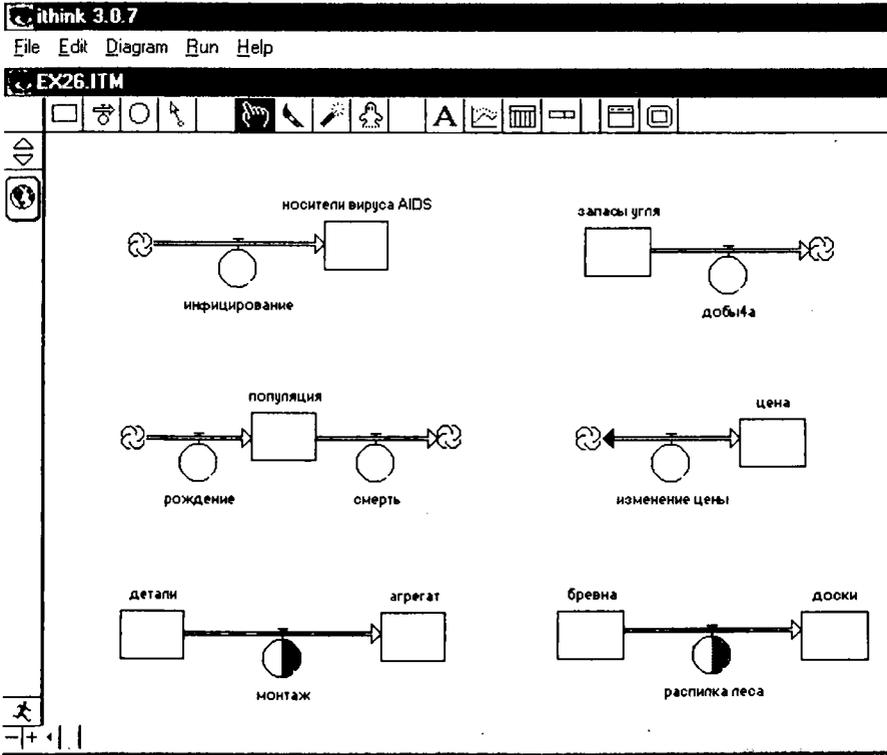


Рис. 25.75. Поток в IThink

По характеру использования потоки подразделяются на ограниченные и неограниченные, однонаправленные и двунаправленные, конвертируемые и неконвертируемые (рис. 25.76).

Поток, как правило, ограничивается фондом. Однако нередки случаи, когда модельная ситуация требует использования неограниченных потоков, и тогда IThink прикрепляет к соответствующему источнику или приемнику "облако" неограниченности.

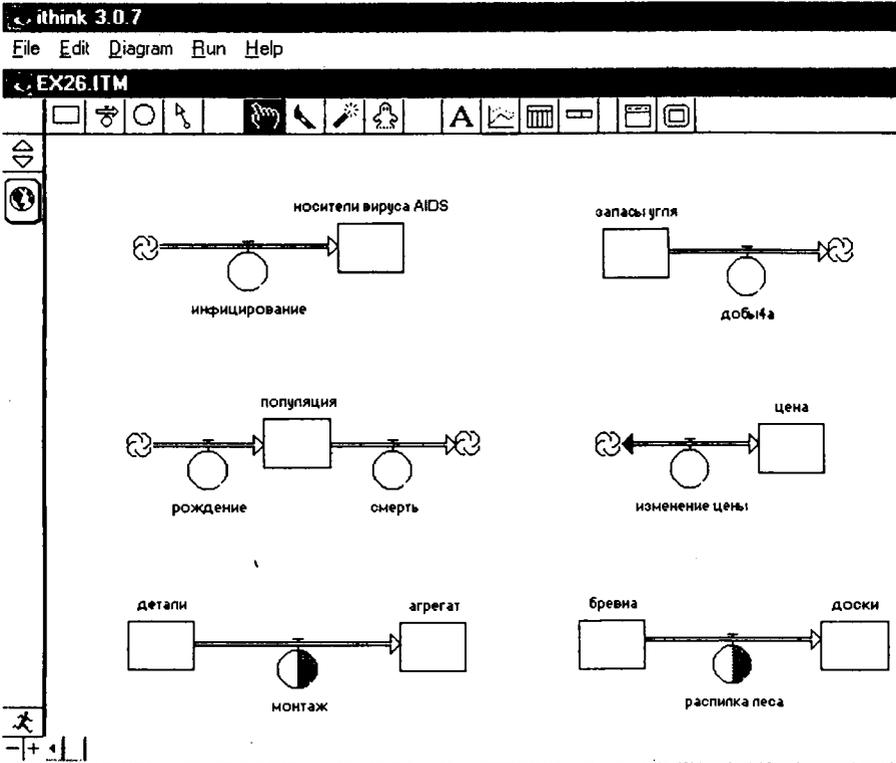


Рис. 25.76. Ограниченные и неограниченные, однонаправленные и двунаправленные, конвертируемые и неконвертируемые потоки

Встречаются модельные ситуации, требующие использования двунаправленных потоков. Например, цены на рынке колеблются, а надо использовать лишь один поток, характеризующий эти колебания. Или надо исследовать динамику изменения заработной платы, которая не только будет расти в связи с инфляцией, но и падать в зависимости от конъюнктуры рынка труда и складывающихся цен на потребительские товары и услуги.

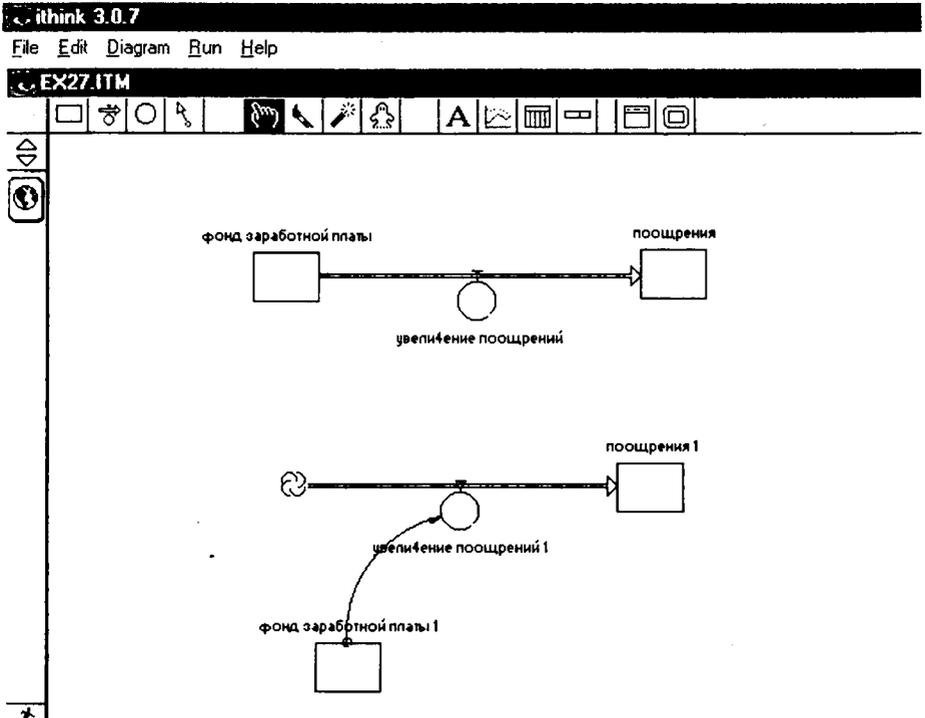


Рис. 25.77. Фонд заработной платы – источник и форма поощрений

Конверторы

Конверторы – это вычисляемые показатели (переменные). Они изображаются окружностями, на которые поступают стрелки линий (коннекторов) от других элементов, показателей схемы. Так задаются входные переменные (аргументы) для вычисления производных показателей.

В противоположность фондам конверторы – это не память и они не умеют ничего аккумулировать; их значения пересчитываются в каждый такт модельного времени.

Коннекторы

Коннекторы в IThink служат для связи всех других элементов потоковых диаграмм. На рис. 25.78 представлены возможные случаи использования коннекторов.

Коннектор может соединять в логические пары конвертор с потоком, фонд с потоком, фонд с конвертором, поток с потоком, поток с конвертором и конвертор с конвертором. Стрелка коннектора никогда не указывает на фонд, так как управление фондами всегда осуществляется через входные и выходные потоки.

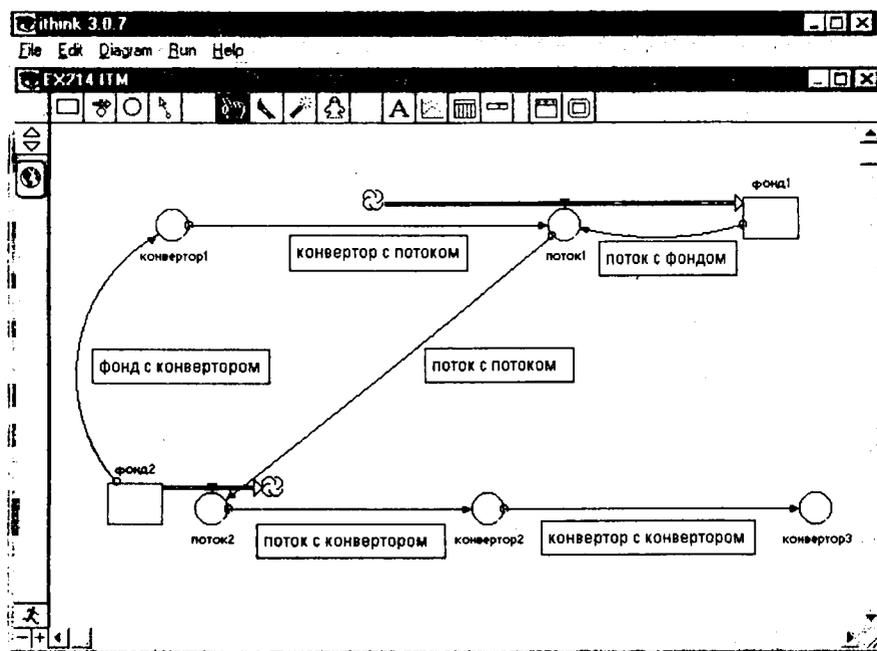


Рис. 25.78. Возможные способы использования коннекторов

25.15. Актуальные исследования экономики

Моделирование оптимальной ставки налога

Определение проблемы, проблемной системы и формул элементов модели дано в разделе моделирования налогов в Excel. Поэтому сразу рассмотрим компьютерную модель.

Окно модели представлено на рис. 25.79.

На схеме представлены две подсистемы: справа State (государство), слева Business (бизнес). Схема отражает взаимодействие финансовых потоков, фондов и информационных переменных. Квадратными блоками обозначаются фонды, запасы, накопители, счета. В круглых блоках вычисляются

ся переменные показатели. В них вставляются формулы с аргументами, показанными стрелками. Круглые блоки, соединяющие "облака" с фондами, представляют финансовые потоки.

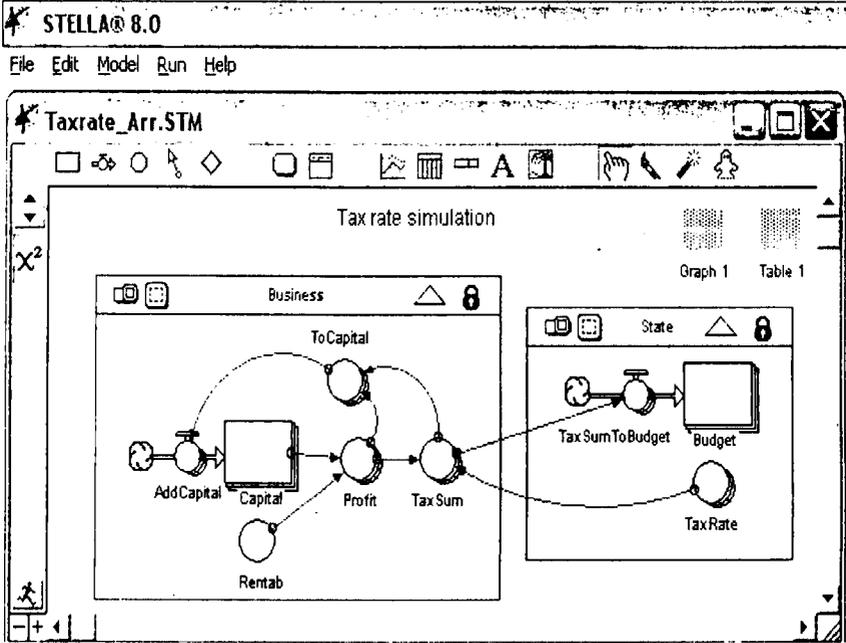


Рис. 25.79. Модель для определения оптимальной ставки налога на прибыль предприятия

Государство задает налоговые ставки круглым блоком TaxRate. Как информация стрелкой они отправляются в подсистему бизнеса. Из бизнеса стрелкой налоговые отчисления поступают в бюджет. Поток налоговых сумм отражается блоком TaxSumToBudget. Они стрелкой отправляются на бюджетный счет. Это квадратный блок Budget.

При выполнении исследовательских экспериментов мы будем задавать различные налоговые ставки и замерять накопление средств на бюджетном счете за какой-то интервал времени. Так мы будем исследовать эффективность налоговой системы с позиций государства.

Бизнес. В подсистеме Business квадратный блок (фонд, хранилище) моделирует капитал бизнеса. Слева на него поступает поток прибыли, остающийся в распоряжении предприятия, с именем AddCapital. Тем самым обеспечивается рост капитала фирмы.

Нижним круглым блоком Rentab задается известная рентабельность фирмы. В блоке Profit вычисляется прибыль как произведение капитала на рентабельность. В блоке TaxSum вычисляется сумма налоговых платежей как произведение прибыли на налоговую ставку. Эти суммы поступают в бюджет.

В блоке ToCapital вычисляется разница между доналоговой прибылью и налоговыми отчислениями. Эта прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия, полностью поступает для наращивания капитала.

Исходные данные и отображение результатов. В качестве исходных данных задаются числовые значения: налоговой ставки, рентабельности, начального капитала фирм и интервала моделирования.

Выполняется имитационное моделирование процесса развития предприятия и накопление налоговых средств в бюджете во времени решением системы дифференциальных уравнений стандартными средствами STELLA.

Отображение информации экспериментов выполняется в блоках Graph и Table, расположенных в правом верхнем углу экрана. Для дополнительной обработки информации таблицы передаются в Excel.

Исследовать зависимость поступлений в бюджет от величины налоговой ставки.

Зададим параметры моделирования. Как экзогенные переменные будем менять налоговые ставки в блоке TaxRate от 0 до 50 % с шагом в 5 %. Налоговые ставки зададим в виде массива. Поэтому рисунки блоков схемы модели многослойны.

Обычно при начальном моделировании для визуального контроля вычислений устанавливают круглые цифры параметров и начальных условий: сотни и единицы. Установим начальный капитал бизнеса равным 100. Это могут быть сотни миллионов, миллиардов рублей или долларов и пр. Рентабельность бизнеса в блоке Rentab зададим 100 % или 1 в десятичной системе. Срок моделирования, т. е. горизонт планирования, установим в меню Run на традиционную пятилетку с шагом вычислений в 1 год.

Запустим модель на исполнение. Результаты моделирования из таблиц STELLA перенесем в Excel. Они представлены в табл. 25.1 и графиках рис. 25.80.

Таблица 25.1

Зависимость поступлений в бюджет от ставки налога											
Годы	Ставка, %										
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
2	0	15	29	43	56	69	81	93	104	115	125
3	0	34	65	94	121	145	168	188	206	223	238
4	0	71	134	189	237	279	315	345	370	390	406
5	0	143	264	365	447	514	566	605	632	650	659

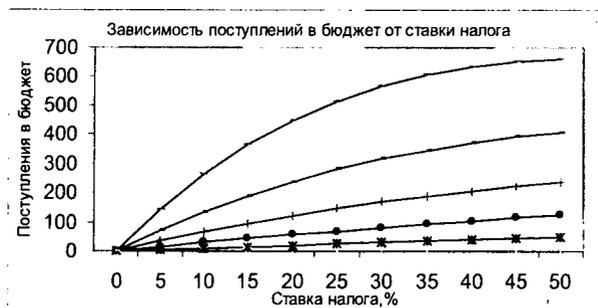


Рис. 25.80. Зависимость поступлений в бюджет от величины налоговой ставки

Можно плакать. Неожиданно мы получили отрицательный результат. Рабочая гипотеза о том, что с увеличением налоговой ставки поступления в бюджет будут увеличиваться, а затем уменьшаться, не подтвердилась.

В таблице и на графиках мы видим, что поступления в бюджет с увеличением налоговых ставок увеличиваются. Государство заинтересовано грабить бизнес. Это противоречит экономической науке, здравому смыслу, предварительному мысленному моделированию.

Но в исследованиях отрицательный результат – это все же результат. Он заставляет задуматься и расширить диапазон исследований дополнением факторов и их значений.

Увеличим плановый горизонт до 10 лет.

Запустим модель на исполнение. Результаты моделирования представлены в табл. 25.2 и графиках рис. 25.81.

Таблица 25.2

		Зависимость поступлений в бюджет от ставки налога										
		Ставка, %										
Годы		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	0		284	512	690	825	924	992	1033	1052	1053	1039
7	0		559	982	1291	1506	1642	1716	1739	1723	1677	1609
8	0		1095	1876	2404	2730	2899	2947	2904	2797	2644	2463
9	0		2140	3574	4462	4934	5098	5039	4827	4515	4143	3744
10	0		4179	6801	8269	8901	8946	8597	8000	7263	6467	5667

По мере увеличения ставки поступления в бюджет увеличиваются, а затем уменьшаются. Имеется ярко выраженный максимум, т. е. оптимальная для бюджета ставка налога. В таблице максимумы выделены жирным шрифтом. Имитация подтверждает и уточняет логическую словарную модель здравого смысла: отнимешь в налоги много сегодня, значит лишишь бизнес развития и завтра получишь в бюджет меньше или вообще ничего не

получишь. С увеличением планового горизонта максимум поступлений в бюджет выражается ярче.

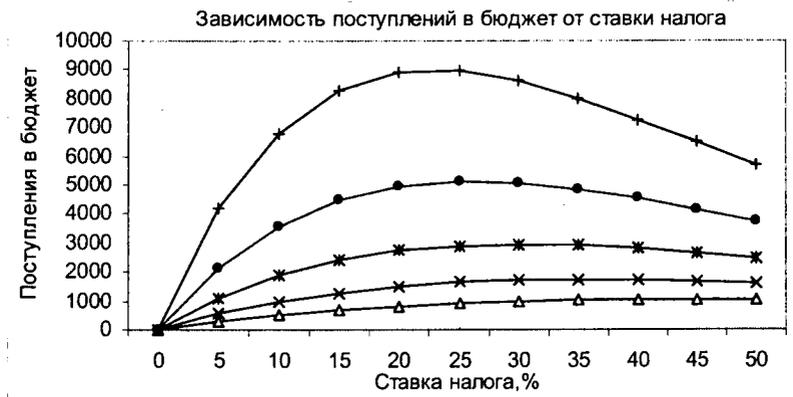


Рис. 25.81. Зависимость поступлений в бюджет от величины налоговой ставки для 6–10 лет

Движение капитала. Но всех интересует влияние налогов на развитие бизнеса. Результаты моделирования представлены в табл. 25.3 и графиках рис. 25.82.

Таблица 25.3

Зависимость роста капитала бизнеса от ставки налога и планового периода											
Годы	Ставка налога										
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	200	195	190	185	180	175	170	165	160	155	150
2	400	380	361	342	324	306	289	272	256	240	225
3	800	741	686	633	583	536	491	449	410	372	338
4	1600	1446	1303	1171	1050	938	835	741	655	577	506
5	3200	2820	2476	2167	1890	1641	1420	1223	1049	895	759
6	6400	5498	4705	4009	3401	2872	2414	2018	1678	1387	1139
7	12800	10721	8939	7417	6122	5027	4103	3330	2684	2149	1709
8	25600	20906	16984	13721	11020	8796	6976	5494	4295	3332	2563
9	51200	40767	32269	25383	19836	15394	11859	9065	6872	5164	3844
10	102400	79496	61311	46959	35705	26939	20160	14957	10995	8004	5767

Увеличение налоговой ставки всегда приводит к замедлению роста капитала, т. е. экономики. Бизнесу оно всегда невыгодно.

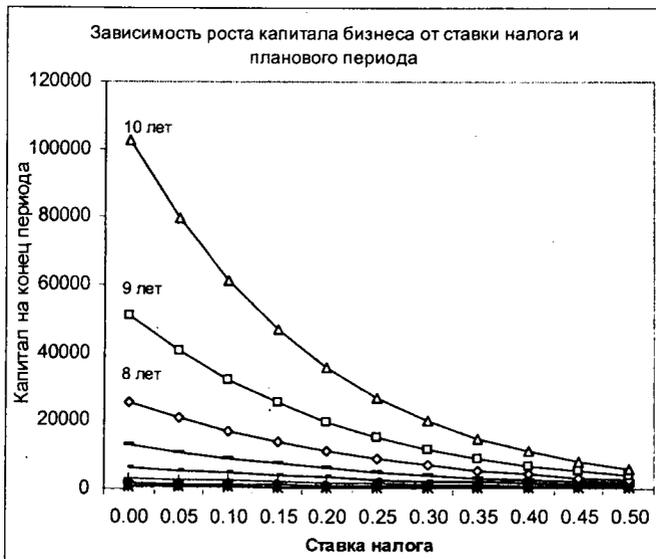


Рис. 25.82. Зависимость роста капитала от величины налоговой ставки

Зависимость бюджетно-оптимальной ставки от рентабельности бизнеса. Исследуем зависимость бюджетно-оптимальной ставки от эффективности работы фирмы. В качестве показателя эффективности выберем рентабельность, т. е. отношение доналоговой прибыли к капиталу.

Результаты моделирования представлены в табл. 25.4 и графиках рис. 25.83.

Таблица 25.4

Rentab	Зависимость поступлений в бюджет от ставки налога и рентабельности бизнеса										
	Ставка, %										
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	0	4179	6801	8269	8901	8946	8597	8000	7263	6467	5667
0.8	0	1496	2507	3143	3494	3632	3615	3491	3295	3055	2793
0.6	0	474	823	1070	1236	1336	1386	1396	1376	1335	1279
0.4	0	127	229	312	376	426	463	489	506	516	519
0.2	0	25	47	67	85	102	116	129	140	151	159
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

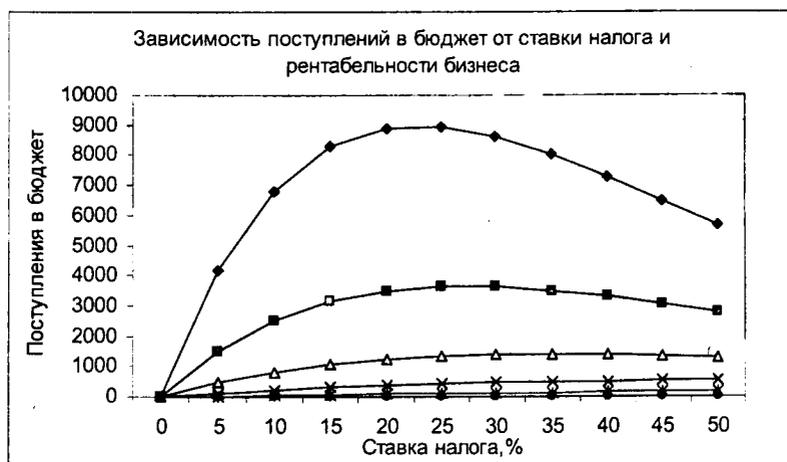


Рис. 25.83. Зависимость бюджетно-оптимальной ставки от рентабельности бизнеса

Чем выше рентабельность предприятия, тем ярче выражена оптимальная ставка налогообложения. С ростом рентабельности оптимальная ставка уменьшается (сдвигается влево), стремясь к фиксированной величине, на наших графиках, примерно к 25 %.

Анализ результатов имитации будет неожиданным для публики, взволнованной сверхдоходами корпораций, и стран с прогрессивным налогообложением. Чем выше рентабельность бизнеса, тем выгоднее государству уменьшить ставку налога. Предприятия с низкой рентабельностью целесообразно облагать более высокими налогами. Выбраковывать, как это делает крестьянин с малопродуктивным скотом, а заводы с неэффективным оборудованием. Разумеется, урожай не собирают, пока он не созрел и молодым предприятиям необходим льготный период. Но при установлении уменьшенных налоговых ставок для предприятий высокой рентабельности в законах необходимо требовать, чтобы повышенная прибыль направлялась не на потребление, а на развитие производственного капитала.

Зависимость бюджетно-оптимальной ставки от начального капитала бизнеса.

Участники семинаров обычно просят исследовать зависимость бюджетно-оптимальной ставки от начального капитала фирмы.

Результаты моделирования представлены в табл. 25.5 и графиках ис. 25.84.

Таблица 25.5

Зависимость поступлений в бюджет от ставки налога и начального капитала											
Capital	Ставка, %										
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
100	0	4179	6801	8269	8901	8946	8597	8000	7263	6467	5667
80	0	3343	5441	6615	7121	7157	6878	6400	5811	5174	4533
60	0	2507	4081	4962	5341	5368	5158	4800	4358	3880	3400
40	0	1672	2720	3308	3560	3579	3439	3200	2905	2587	2267
20	0	836	1360	1654	1780	1789	1719	1600	1453	1293	1133
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

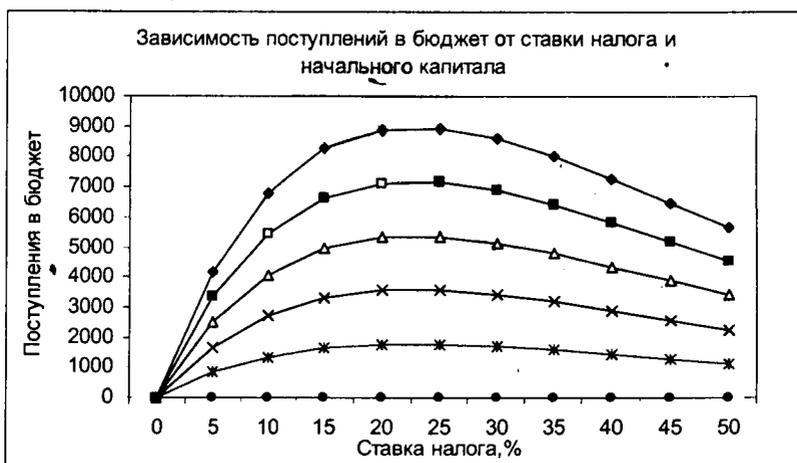


Рис. 25.84. Зависимость бюджетно-оптимальной ставки от начального капитала фирмы

Результаты моделирования показывают, что от начального капитала фирмы оптимальная ставка не зависит.

Моделирование циклов и кризисов

Экономику стран и мира периодически потрясают кризисы. Кризисы перепроизводства, валютные, финансовые, банковские кризисы. Наиболее страшны кризисы перепроизводства. Они всегда порождают банковские кризисы. Например, перед нашим родным дефолтом 1998 г. Китай либерализовал внешнюю торговлю. Поток товаров хлынул в страны Юго-Восточной Азии, к "тиграм". У тигров упали объемы продаж, прибыли. Они не смогли вернуть банкам краткосрочные и среднесрочные кредиты. Стали банкротиться банки. Рушилась банковская система. Международный валютный фонд со своим несовершенным мониторингом предкризисных со-

стояний вынужден был дать для выхода из кризиса по сорок миллиардов долларов и Южной Корее, и Индонезии, и Таиланду и проч. России дали лишь 6 миллиардов, но они, как слишком ликвидные, где-то испарились.

Слишком дорого кризисы обходятся населению, странам, мировой экономике, политическим системам. Даже Международный валютный фонд в растерянности при разработке антикризисных мер. Поток публикаций по кризисам посвящен уже свершившимся фактам и их толкованиям. Очередной кризис проходит, его забывают. Теряется и извращается словесная информация. В учебниках обычно дается описание характеристик и показателей циклов. Фиксируются события, подтолкнувшие к кризису, но причины кризисов остаются нераскрытыми.

Наша задача исследовать причинно-следственный механизм возникновения циклов и кризисов перепроизводства. Многостраничные публикации противоречивых необоснованных мнений обо всем и ни о чем ясности в проблему не внесли. Используем компьютерное моделирование.

Мы приведем лишь очень упрощенную модель кризиса. Искусство моделирования в создании именно маленьких, но отвечающих на поставленные вопросы моделей. Это не многостраничные ничего не дающие рассуждения. Любая модель – это абстракция, огрубление реальности. Чтобы уменьшить модель, мы не включаем в нее много факторов. При дальнейшем развитии модели вы можете пополнить ее временно отложенными факторами.

Блок-схема имитационной модели представлена на рис. 25.85.

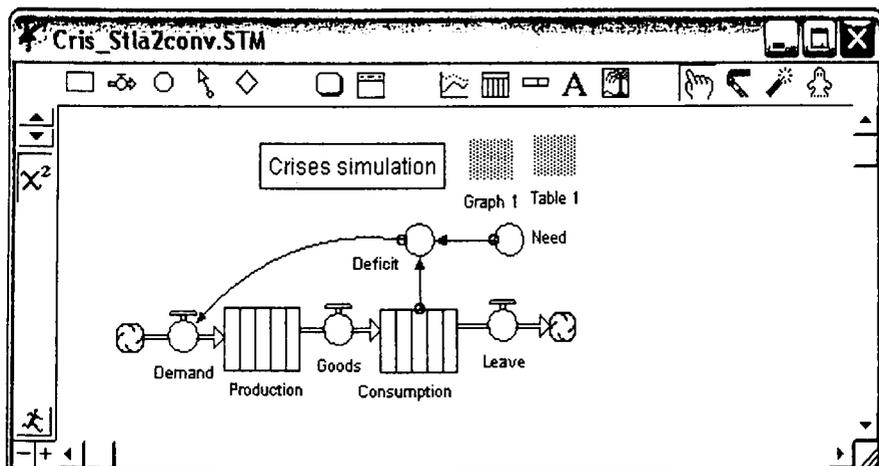


Рис. 25.85. Модель для анализа циклов и кризисов перепроизводства

Последние 80 лет кризисы перепроизводства, как правило, начинались в автомобильной промышленности и через 5–10 лет после окончания войн. Поэтому предположим, что промышленность выпускает оборудование в виде автомобилей.

В модели 2 подсистемы: **Production** (производство) и **Consumption** (потребление). Жирные линии с вентилями задают финансовые или материальные регулируемые потоки. **Need** – потребность пользователей в парке оборудования (продукции). **Deficit** вычисляется как разность между потребностью в оборудовании и наличием его у потребителя в эксплуатации. **Demand** – поток спроса или заказов на производство продукции. Переменная **Goods** – это поток товаров из производства к потребителям. **Leave** – поток, выбывающих из эксплуатации по ветхости и износу изделий. "Облака" нейтральны и отражают лишь возможность связи с внешней средой.

Блок производства с его системой управления задаем в виде грубейшей модели. Производство выполняет заказ полностью, но с фиксированным сроком исполнения, задаваемым блоком временной задержки (конвейер, логистика, срок исполнения заказа). Например, Владимирский тракторный завод принимает заказ с предоплатой и через полгода выдает вам трактора. Минский тракторный завод выполняет заказ за три месяца и поэтому выигрывает в конкуренции. Химчистка на вашей улице, надеюсь, выполняет заказ за один день.

Блок потребления, эксплуатации изделий, задан стандартным блоком конвейер. Он отражает поступление изделий к покупателям в эксплуатацию. По истечении срока службы изделия выбывают из потребления по ветхости и износу. Если вы вернулись из прогулки по Европе, то не могли не заметить вдоль трассы через каждые пять километров горы свалок отслуживших свой срок автомобилей.

После ввода в диалоговые окна блоков числовых параметров приступаем к имитации. Щелкаем в меню по пункту Run. Через доли секунд получаем графики показателей развития процесса во времени (рис. 25.86). На горизонтальной оси отображается время в годах. На вертикальной оси отображаются значения соответствующих показателей.

Парадокс! Ужас удивления в глазах участников семинара. Мы задали единственную внешнюю (экзогенную) переменную: потребность в изделиях. Это медленно растущая прямая линия. Но мы получили колебания, циклы и кризисы по всем остальным показателям: дефициту, спросу, производству, наличию товаров в эксплуатации.

В чем причина? Объяснение дается общей теорией систем управления. На схеме рис. 25.85 мы видим контур (цикл, петлю) отрицательной обратной связи: дефицит, спрос, производство, потребление, дефицит. Увеличение потребности ведет к увеличению дефицита, спроса, производства, по-

ребления. С запаздыванием начинается уменьшение этих показателей вплоть до прекращения производства. В математической теории систем управления доказано, что в системах с отрицательной обратной связью, запаздываниями и накоплениями возможны колебания и неустойчивость. В экономике это циклы и кризисы. Таков закон нашей системы.

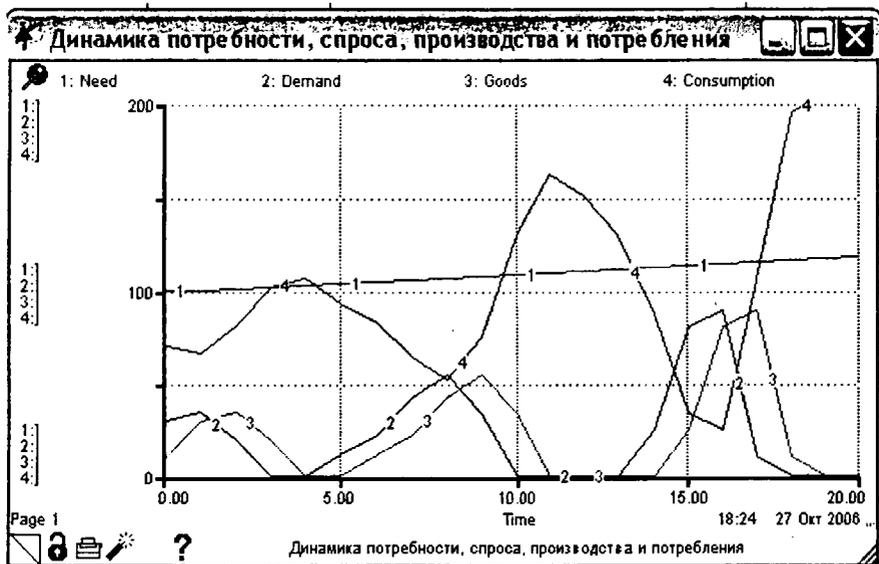


Рис. 25.86. Графики экономической динамики потребности (1), спроса (2), производства (3) и потребления (4)

Основные характеристики циклов – это период и амплитуда колебаний (глубина цикла). Участники семинаров исследуют зависимость устойчивости системы от различных лагов производства. Меняют значения параметра задержки в блоке производства, запускают модель, наблюдают графики показателей. С увеличением задержки, т. е. отставания реакции производства на спрос, возрастает амплитуда и период колебаний показателей экономической системы. Снижается устойчивость системы производство – потребление, возрастает неустойчивость, возможность кризисов.

Исследуется влияние срока службы изделий на динамику системы. Меняем значения параметра задержки (срок службы) в блоке потребления, запускаем модель, наблюдаем графики показателей. С увеличением задержки возрастает амплитуда и период колебаний показателей экономической системы, т. е. снижается ее устойчивость, возрастает неустойчивость, возможность кризисов. Это характерно для отраслей, производящих товары долго-

срочного пользования или длительного хранения. Для товаров разового потребления, не подлежащих длительному хранению, при нулевых задержках производства, колебания не возникают. Система устойчива. Это соответствует истории экономики, когда кризисы появились с развитием крупного машинного производства.

Но как преодолевать кризисы? Международный валютный фонд организует мониторинг предкризисных состояний, меры по предупреждению кризисов, планы выхода из уже случившихся кризисов. Некоторые тигры возмутились рекомендациями МВФ и разорвали отношения с ним.

Для предупреждения кризисов перепроизводства Китай в 2003 г. запретил новые инвестиции в бытовую технику и электронику, в 2006 г. новые инвестиции в автомобильную промышленность. Евросоюз в 2006 г. не продал 10 % вина. Запланировал 0,5 млрд евро на утилизацию вина. Наметил уничтожить 400 тыс. га виноградников. Перепроизводство. Вино идет из Нового Света: из Чили и Аргентины. Нидерланды платят собственникам 1000 долл. за гектар необработанной земли. В начале прошлого века кризис перепроизводства кофе в Бразилии. Правительство осуществляло план валоризации: за каждый новый саженец взимался штраф. Правительство скупало запасы кофе. Но в конце концов пришлось сжечь 500 тыс. тонн кофе. Примеров очень много. Но это запретительные и поощрительные меры. Численными расчетами они не обоснованы. Экономико-математическое компьютерное оптимальное моделирование позволяет разработать план плавного перехода от дефицита к полному удовлетворению потребности без циклов и кризисов.

Приложение I

Таблица П-1.1. Оптимальный план портфелей банка, млн.руб.

ДО — долговые обязательства, ЦБ — центральный банк, ЦБ — ценные бумаги

Портфель размещения	План	План, %	Лимиты		Доходность, %	Нормы резерва по ссудам, %	Резерв по ссудам	Размещено с резервом	Доходы	Кэф. риска активов, %	Риски
			мин.	макс.							
В целом по портфелю:	152,20	100					1,22	153,42	129,6		86,00
1. Денеж. средства, счета в ЦБ		0,79	1,20	30,00				1,20	0,05		0,00
2. Средства в кред. учреждениях	11,00	7,23	2,00	20,00				11,20	8,10		7,70
К/с в банках (ностро)	1,00	0,66	1,00	10,00	10			1,00	0,10	70	0,70
МБК, 1 мес	10,00	6,57	1,00	10,00	80	2	0,200	10,20	8,00	70	7,00
3. Вложения в ЦБ, паи, акции	69,00	45,34	8,00	69,00				69,00	63,80		24,30
ДО государственные	20,00	13,14	2,00	20,00				20,00	18,00	0	0,00
ГКО	10,00	6,57	1,00	10,00	80			10,00	8,00	0	0,00
ОГФЗ	10,00	6,57	1,00	10,00	100			10,00	10,00	0	0,00
ДО местных органов	20,00	13,14	2,00	20,00				20,00	17,00	20	4,00
МКО, Москва	10,00	6,57	1,00	10,00	80			10,00	8,00	20	2,00
ОКО, Челябинск	10,00	6,57	1,00	10,00	90			10,00	9,00	20	2,00
ДО негосударственные	20,00	13,14	2,00	20,00				20,00	19,00	70	14,00
Учтенные векселя	10,00	6,57	1,00	10,00	100			10,00	10,00	70	7,00
Товарный вексель Моск. ж. д	10,00	6,57	1,00	10,00	90			10,00	9,00	70	7,00
Акции АО	9,00	5,91	2,00	9,00				9,00	9,80	70	6,30
АКБ "Лосбанк"	1,00	0,66	1,00	10,00	100			1,00	1,00	70	0,70
АО "Находка"	8,00	5,26	1,00	10,00	110			8,00	8,80	70	5,60

Окончание табл. П-1.1.

Портфель размещения	План	План, %	Лимиты		Доходность, %	Нормы резерва по ссудам, %	Резерв по ссудам, %	Размещено с резервом	Доходы	Кэф. риска акци-вов, %	Риски
			Мин.	Макс.							
4. Кредиты юр.лицам, населению	71,00	46,65	8,00	80,00				72,02	57,60		54,00
Иностранным	20,00	13,14	2,00	20,00				20,40	18,00	20	12,00
Развитых кап.стран, на 1 год	10,00	6,57	1,00	10,00	80	2	0,200	10,20	8,00	20	2,00
Стран перех. экономики, на 6 мес.		6,57	1,00	10,00	100	2	0,200	10,20	10,00	100	10,00
Кредиты предприятиям	20,00	13,14	2,00	20,00				20,40	17,00	100	11,00
Акционерным, на 6 мес	10,00	6,57	1,00	10,00	90	2	0,200	10,20	9,00	10	1,00
Частным и семейным, на 3 мес	10,00	6,57	1,00	10,00	80	2	0,200	10,20	8,00	100	10,00
Кредиты населению	11,00	7,23	2,00	20,00				11,22	7,60	100	11,00
Потребительские, на 3 мес	10,00	6,57	1,00	10,00	70	2	0,200	10,20	7,00	100	10,00
Ипотечные, на 5 лет	1,00	0,66	1,00	10,00	60	2	0,020	1,02	0,60	100	1,00
Лизинг	20,00	13,14	2,00	20,00				20,00	15,00	100	20,00
Сельхозмашины, на 2 года	10,00	6,57	1,00	10,00	80			10,00	8,00	100	10,00
Лекарни, на 1 год	10,00	6,57	1,00	10,00	70			10,00	7,00	100	10,00

Таблица П-1.2. Портфель привлечения ресурсов

Портфель привлечения	План	План, %	Лимиты		За-тра-ты, %	Нормы резерва в ЦБ, %	Резерв в ЦБ	Ресурсы к размещению	Запраты	Вклады населения
			Мин.	Макс.						
В целом по портфелю:	177,62	100	7,00	1500			34,20	143,42	44,85	20,00
1. Средства ЦБ		0	0,00	100			0,00	0,00	0,00	
Корреспондентский счет	0,00	0	0,00	0	0		0,00	0,00	0,00	
Централиз. кредитные ресурсы	0,00	0	0,00	100	120		0,00	0,00	0,00	
2. Средства кредитн. учреждений	100,00	56	0,00	200			20,00	80,00	10,00	

Портфель привлечения	План	План, %	Лимиты		За-тра-ты, %	Нормы резерва в ЦБ, %	Резерв в ЦБ	Ресурсы к размещению	Затраты	Вклады населения
			Мин.	Макс.						
К/с ком. банков (поро)	100,00	56	0,00	100	10	20	20,00	80,00	10,00	
МБК, 2 мес	0,00	0	0,00	100	70		0,00	0,00	0,00	
3. Средства клиентов, населения	77,62	44	7,00	700			14,20	63,42	34,85	20,00
Текущие счета	10,33	6	1,00	100	40	20	2,07	8,27	4,13	10,33
Расчетные счета юрлицес. лиц	53,62	30	1,00	100	40	20	10,72	42,89	21,45	
Вклады и обяз. до 30 дн	1,00	1	1,00	100	50	20	0,20	0,80	0,50	
Вклады и обяз. 31-90 дн	1,00	1	1,00	100	60	14	0,14	0,86	0,60	
Вклады и обяз. свыше 90 дн	1,00	1	1,00	100	70	10	0,10	0,90	0,70	
Долгосрочные вклады населения		5	1,00	100	70	10	0,97	8,70	6,77	9,67
Расчеты по факторингу	1,00	1	1,00	100	70		0,00	1,00	0,70	
4. Выпущенные банком ДО	0,00	0	0,00	500			0,00	0,00	0,00	0,00
Векселя до востребования	0,00	0	0,00	100	50	20	0,00	0,00	0,00	
Рыночные ДО до 30 дн	0,00	0	0,00	100	50	20	0,00	0,00	0,00	
Рыночные ДО 31-90 дн	0,00	0	0,00	100	60	14	0,00	0,00	0,00	
Рыночные ДО свыше 90 дн	0,00	0	0,00	100	70	10	0,00	0,00	0,00	
То же для населения	0,00	0	0,00	100	70	10	0,00	0,00	0,00	0,00
Собственный капитал	20,00	100								
Прибыль	84,70									

Таблица П-1.3. Нормативы надежности Банка России, %

Нормативы	План, %	Лимиты, %	
		Мин.	Макс.
Нормы риска к собственному капиталу			
Активов			
H12.Риск акций других юрлиц (акции эмитентов/капитал)	45,0		45
H1.Достаточность капитала (капитал/риски активов)	23,3	5	
Обязательства			
H11.Риск по вкладам населения (вкл.населения/капитал)	100		100
Нормативы ликвидности			
Активов к обязательствам			
H2.Мгновенная ликвидность (выс.ликв.активы/обяз.до востр.)	43	10	
H3.Текущая ликвидность (ликв.активы/обяз.до30дн)	56	20	
H4.Долгосрочная ликвидность (выдан.кредиты погашением более года/обяз.погаш.более года)	120		120
Активов			
H5.Ликвидность активов (ликв.активы/активы)	61	10	

Приложение 2

Отчет о разработке инвестиционного проекта модернизации предприятия по выпуску автотрицпелов (фрагмент). Прибыли-убытки (руб.)

Строка	1.2002	2.2002	3.2002	4.2002	5.2002	6.2002
Валовый объем продаж						348394,54
Потери						
Налоги с продаж						17419,73
Чистый объем продаж						330974,81
Материалы и комплектующие						133512,50
Сдельная зарплата					1338,31	143861,95
Суммарные прямые издержки					1338,31	277374,45
Валовая прибыль					-1338,31	53600,37
Налог на имущество						
Административные издержки	500,00	503,99	508,01	512,06	516,14	520,26
Производственные издержки	583,33	587,98	592,67	597,40	602,16	606,97
Маркетинговые издержки	416,67	419,99	423,34	426,71	430,12	433,55
Зарплата административного персонала				36212,66	36501,42	36792,49

Продолжение табл.

Строка	1.2002	2.2002	3.2002	4.2002	5.2002	6.2002
Зарплата производственного персонала				23677,51	23866,32	24056,63
Зарплата маркетингового персонала	9520,00	9595,91	9672,43	9749,56	9827,31	9905,67
Суммарные постоянные издержки	11020,00	11107,88	11196,45	71175,90	71743,47	72315,56
Амортизация				10212,86	10212,86	10212,86
Проценты по кредитам						
Суммарные непроизводственные издержки				10212,86	10212,86	10212,86
Другие доходы						
Другие издержки	166666,67					
Убытки предыдущих периодов		177686,67	188794,54	199990,99	281379,75	364674,39
Прибыль до выплаты налога	-177686,67	-188794,54	-199990,99	-281379,75	-364674,39	-393602,44
Сумм. издержки, отнесенные на прибыль						
Прибыль от курсовой разницы						
Налогооблагаемая прибыль	-177686,67	-188794,54	-199990,99	-281379,75	-364674,39	-393602,44
Налог на прибыль						
Чистая прибыль	-177686,67	-188794,54	-199990,99	-281379,75	-364674,39	-393602,44

Строка	7.2002	8.2002	9.2002	10.2002	11.2002	12.2002
Валовый объем продаж	702345,37	707945,97	713591,23	719281,51	725017,16	730798,55
Потери						
Налог с продаж	35117,27	35397,30	35679,56	35964,08	36250,86	36539,93
Чистый объем продаж	667228,10	672548,67	677911,67	683317,43	688766,30	694258,62
Материалы и комплектующие	269051,35	271093,04	273254,77	275439,74	277630,09	279843,95
Сдельная зарплата	283635,21	282204,20	284454,54	286722,82	289009,19	291313,79
Суммарные прямые издержки	552686,56	553297,24	557709,31	562156,56	566639,28	571157,74
Валовая прибыль	114541,54	119251,44	120202,96	121160,87	122127,03	123100,89
Налог на имущество						
Административные издержки	524,40	528,59	532,80	537,05	541,33	545,65
Производственные издержки	611,81	616,68	621,60	626,56	631,55	636,59
Маркетинговые издержки	437,00	440,49	444,00	447,54	451,11	454,71
Зарплата административного персонала	37085,88	37381,61	37679,70	37980,16	38283,02	38588,29
Зарплата производственного персонала	24248,46	24441,82	24636,72	24833,18	25031,20	25230,81

Окончание табл.

Зарплата маркетингового персонала	9984,66	10064,28						
Суммарные постоянные издержки	72892,21	73473,47	63914,82	64424,49	64938,22	65456,04		
Амортизация	10212,86	10212,86	10212,86	10212,86	10212,86	10212,86		
Проценты по кредитам			19316,86			12033,67		
Суммарные производственные издержки	10212,86	10212,86	29529,71	10212,86	10212,86	22246,52		
Другие доходы								
Другие издержки								
Убытки предыдущих периодов	393602,44	362165,97	326600,86	299843,03	253319,50	206343,55		
Прибыль до выплаты налога	-362165,97	-326600,86	-299843,03	-253319,50	-206343,55	-170945,23		
Сумм. издержки, отнесенные на прибыль								
Прибыль от курсовой разницы								
Налогооблагаемая прибыль	-362165,97	-326600,86	-299843,03	-253319,50	-206343,55	-170945,23		
Налог на прибыль								
Чистая прибыль	-362165,97	-326600,86	-299843,03	-253319,50	-206343,55	-170945,23		

Строка	1 кв. 2003 г.	2 кв. 2003 г.	3 кв. 2003 г.	4 кв. 2003 г.
Валовый объем продаж	2226977,48	2276050,03	3100824,34	3168354,65
Потери				
Налоги с продаж	111348,87	113802,50	155041,22	158417,73
Чистый объем продаж	2115628,60	2162247,52	2945783,12	3009936,92
Материалы и комплектующие	852803,11	871653,40	1187583,27	1213377,16
Сдельная зарплата	887748,59	908341,47	1238825,27	1263075,56
Суммарные прямые издержки	1740551,70	1779994,88	2426408,53	2476452,72
Валовая прибыль	375076,91	382252,65	519374,59	533484,20
Налог на имущество				
Административные издержки	1661,92	1698,11	1735,10	1772,88
Производственные издержки	1938,91	1981,13	2024,28	2068,36
Маркетинговые издержки	1384,93	1415,10	1445,91	1477,40
Зарплата административного персонала	117531,03	120090,64	122706,00	125378,31
Зарплата производственного персонала	76847,21	78520,80	80230,84	81978,13
Зарплата маркетингового персонала				

Строка	1 кв. 2003 г.	2 кв. 2003 г.	3 кв. 2003 г.	4 кв. 2003 г.
Суммарные постоянные издержки	199364,00	203705,79	208142,13	212675,09
Амортизация	30638,57	17938,42	17938,42	17938,42
Проценты по кредитам	4261,56	42196,14		
Суммарные производственные издержки	34900,13	60134,57	17938,42	17938,42
Другие доходы				
Другие издержки				
Убытки предыдущих периодов	170945,23	30132,46		
Прибыль до выплаты налога	-30132,46	86279,84	293294,04	302870,69
Суммарные издержки, отнесенные на прибыль				
Прибыль от курсовой разницы		0,00	0,00	
Налогооблагаемая прибыль	-30132,46	86279,84	293294,04	302870,69
Налог на прибыль		21187,16	70390,57	72688,97
Чистая прибыль	-30132,46	67092,68	222903,47	230181,73

Строка	1 кв. 2004 г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.	4 кв. 2004 г.
Валовый объем продаж	3236521,19	3300234,81	3364346,97	2572278,46
Потери				
Налоги с продаж	161826,06	165011,74	168217,35	128613,92
Чистый объем продаж	3074695,13	3135223,07	3196129,63	2443664,54
Материалы и комплектующие	1239525,08	1264011,66	1288567,05	985132,32
Сдельная зарплата	1290282,79	1315748,50	1340216,42	1019536,63
Суммарные прямые издержки	2529907,87	2579760,17	2628783,47	2004668,95
Валовая прибыль	544887,26	555462,90	567346,16	438995,59
Налог на имущество				
Административные издержки	1810,10	1845,26	1881,11	1917,65
Производственные издержки	2111,78	2152,80	2194,63	2237,26
Маркетинговые издержки	1508,41	1537,72	1567,59	1598,04
Зарплата административного персонала	128010,02	130496,81	133031,91	135616,26
Зарплата производственного персонала	83698,86	85324,84	86982,41	88672,17
Зарплата маркетингового персонала				

Окончание табл.

Строка	1 кв. 2004 г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.	4 кв. 2004 г.
Суммарные постоянные издержки	217139,17	221357,43	225657,64	230041,39
Амортизация	17938,42	17938,42	17938,42	17938,42
Проценты по кредитам				
Суммарные производственные издержки	17938,42	17938,42	17938,42	17938,42
Другие доходы				
Другие издержки				
Убытки предыдущих периодов				
Прибыль до выплаты налога	309809,67	316167,05	323750,09	191015,78
Суммарные издержки, отнесенные на прибыль				
Прибыль от курсовой разницы				
Налогооблагаемая прибыль	309809,67	316167,05	323750,09	191015,78
Налог на прибыль	74354,32	75880,09	77700,02	45843,79
Чистая прибыль	235455,35	240286,96	246050,07	145171,99

Кеш-фло (руб.)

Строка	1.2002	2.2002	3.2002	4.2002	5.2002	6.2002
Поступления от продаж					188133,05	589303,22
Затраты на материалы и комплектующие				5829,77	181629,69	338694,35
Затраты на сдельную заработную плату				3717,53	115821,83	215979,01
Суммарные прямые издержки				9547,30	297451,52	554673,36
Общие издержки	1800,00	1814,35	1828,82	1843,40	1858,10	1872,92
Затраты на персонал	7000,00	7055,82	7112,08	51205,68	51614,01	52025,58
Суммарные постоянные издержки	8800,00	8870,17	8940,90	53049,09	53472,11	53898,50
Вложения в краткосрочные ценные бумаги						
Доходы по краткосрочным ценным бум.						
Другие поступления						
Другие выплаты	805,56	805,56	805,56	805,56	805,56	805,56
Налоги			7620,44			98778,47
Кеш-фло от операционной деятельности	-9605,56	-9675,73	-17366,90	-63401,94	-163596,13	-119852,66
Затраты на приобретение активов	143646,75	144645,39	121276,90			
Др. издержки подготовительного периода	200000,00					
Поступления от реализации активов						

Строка	1.2002	2.2002	3.2002	4.2002	5.2002	6.2002
Приобретение прав собственности (акций)						
Продажа прав собственности						
Доходы от инвестиционной деятельности						
Кеш-фло от инвестиционной деятельности	-343646,75	-144645,39	-121276,90			
Собственный (акционерный) капитал	220000,00					
Займы	85252,31	154321,11	138643,81	63401,94	163596,13	119852,86
Выплаты в погашение займов						
Выплаты процентов по займам						
Лизинговые платежи						
Выплаты дивидендов						
Кеш-фло от финансовой деятельности	305252,31	154321,11	138643,81	63401,94	163596,13	119852,86
Баланс наличности на начало периода	48000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Баланс наличности на конец периода	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Строка	7.2002	8.2002	9.2002	10.2002	11.2002	12.2002
Поступления от продаж	824601,72	852247,57	859043,51	865893,65	872798,40	879758,22
Затраты на материалы и комплектующие	325655,15	328251,97	330869,49	333507,89	336167,33	338847,98
Затраты на сдельную заработную плату	207664,15	209320,10	210989,24	212671,70	214367,57	216076,97
Суммарные прямые издержки	533319,30	537572,06	541858,74	546179,60	550534,91	554924,95
Общие издержки	1887,86	1902,91	1918,08	1933,38	1948,80	1964,34
Затраты на персонал	52440,44	52858,61	45820,90	46186,28	46554,57	46925,81
Суммарные постоянные издержки	54328,30	54761,52	47738,98	48119,66	48503,37	48890,14
Вложения в краткосрочные ценные бум.						
Доходы по краткосрочным ценным бум.						
Другие поступления						
Другие выплаты	805,56	805,56	805,56	805,56	805,56	805,56
Налоги	23963,87	35117,27	317667,25	293247,45	35964,08	316221,12
Кеш-фло от операционной деятельности	212184,70	223991,17	-49027,01	-22458,61	236890,50	-41083,55
Затраты на приобретение активов						
Др. издержки подготовительного периода						
Поступления от реализации активов						

Окончание табл.

Строка	7.2002	8.2002	9.2002	10.2002	11.2002	12.2002
Приобретение прав собственности (акций)						
Продажа прав собственности						
Доходы от инвестиционной деятельности						
Кеш-фло от инвестиционной деятельности						
Собственный (акционерный) капитал			68343,87	22458,61		56917,22
Займы					236990,50	
Выплаты в погашение займов	212184,70	223991,17	19316,86			12033,67
Выплаты процентов по займам						
Лизинговые платежи						
Выплаты дивидендов						3800,00
Кеш-фло от финансовой деятельности	-212184,70	-223991,17	49027,01	22458,61	-236990,50	41083,55
Баланс наличности на начало периода	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Баланс наличности на конец периода	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Строка	1 кв. 2003 г.	2 кв. 2003 г.	3 кв. 2003 г.	4 кв. 2003 г.
Поступления от продаж	2680322,12	2877677,32	3716443,39	3812996,36
Затраты на материалы и комплектующие	1032052,73	1188245,31	1436659,57	1467947,40
Затраты на сделанную заработную плату	658120,58	757721,65	916130,74	936082,40
Суммарные прямые издержки	1690173,30	1945966,95	2352790,31	2404029,81
Общие издержки	5982,91	6113,21	6246,35	6382,38
Затраты на персонал	142925,18	146037,83	149218,26	152467,97
Суммарные постоянные издержки	148908,09	152151,04	155464,61	158850,35
Вложения в краткосрочные ценные бумаги				
Доходы по краткосрочным ценным бумагам				
Другие поступления				
Другие выплаты	2416,67	2416,67	2416,67	2416,67
Налоги	664464,87	680613,32	826720,91	996064,33
Кеш-фло от операционной деятельности	174359,18	96529,35	379050,88	251635,20
Затраты на приобретение активов				
Др. издержки подготовительного периода				
Поступления от реализации активов				

Строка	1 кв. 2003 г.	2 кв. 2003 г.	3 кв. 2003 г.	4 кв. 2003 г.
Приобретение прав собственности (акций)				
Продажа прав собственности				
Доходы от инвестиционной деятельности				
Кеш-фло от инвестиционной деятельности				
Собственный (акционерный) капитал				
Займы	56072,39	27299,48		
Выплаты в погашение займов	226170,01	56823,16	0,00	
Выплаты процентов по займам	4261,56	42196,14		
Лизинговые платежи				
Выплаты дивидендов				107075,57
Кеш-фло от финансовой деятельности	-174359,18	-71719,82	0,00	-107075,57
Баланс наличности на начало периода	0,00	0,00	24809,52	403860,41
Баланс наличности на конец периода	0,00	24809,52	403860,41	548420,03

Строка	1 кв. 2004 г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.	4 кв. 2004 г.
Поступления от продаж	3894177,83	3970482,14	3894266,95	2642633,39
Затраты на материалы и комплектующие	1498759,84	1527875,56	1409540,50	778127,29
Затраты на сделную заработную плату	955730,91	974297,46	898837,42	496197,11
Суммарные прямые издержки	2454490,75	2502173,03	2308377,92	1274324,40
Общие издержки	6516,35	6642,94	6771,99	6903,54
Затраты на персонал	155668,29	158692,39	161775,23	164917,97
Суммарные постоянные издержки	162184,64	165335,33	168547,22	171821,51
Вложения в краткосрочные ценные бумаги				
Доходы по краткосрочным ценным бумагам				
Другие поступления				
Другие выплаты	2416,67	2416,67	2416,67	2416,67
Налоги	1020993,45	1042095,49	1061437,58	957658,97
Кеш-фло от операционной деятельности	254092,33	258461,63	353487,57	236411,85
Затраты на приобретение активов				
Др. издержки подготовительного периода				
Поступления от реализации активов				

Строка	1 кв. 2004 г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.	4 кв. 2004 г.
Приобретение прав собственности (акций)				
Продажа прав собственности				
Доходы от инвестиционной деятельности				
Кеш-фло от инвестиционной деятельности				
Собственный (акционерный) капитал займы				
Выплаты в погашение займов				
Выплаты процентов по займам				
Лизинговые платежи				
Выплаты дивидендов				259053,33
Кеш-фло от финансовой деятельности				-259053,33
Баланс наличности на начало периода	548420,03	802512,37	1060974,00	1414461,57
Баланс наличности на конец периода	802512,37	1060974,00	1414461,57	1391820,08

Финансовые показатели

Строка	1 кв. 2002 г.	2 кв. 2002 г.	3 кв. 2002 г.	4 кв. 2002 г.	1 кв. 2003 г.	2 кв. 2003 г.
Козф. текущей ликвидности (CR), %	12,00	38,27	58,46	68,31	82,88	100,98
Козф. срочной ликвидности (QR), %	12,00	4,19	7,89	9,22	11,78	20,48
Чистый оборотный капитал (NWC), руб.	-230326,71	-496695,52	-449041,38	-300335,61	-137972,29	7960,87
Чистый оборотный капитал (NWC), \$ US	-7710,98	-16349,01	-14510,24	-9523,00	-4300,79	241,19
Козф. оборачиваем. запасов (SI)		4,07	12,17	12,14	12,15	10,90
Козф. оборачиваем. дебиторской задолж. (CP)		7,71	3,86	3,86	3,86	4,07
Козф. оборачиваем. кредиторской задолж. (CPR)		20,25	4,13	3,80	3,49	3,29
Козф. оборачиваем. рабочего капитала (NCT)		-2,67	-17,97	-27,52	-61,33	1086,44
Козф. оборачиваем. основных средств (FAT)		3,40	22,51	25,21	28,47	31,44
Козф. оборачиваем. активов (IAT)		1,90	8,15	8,48	8,77	7,90
Суммарные обязательства к активам (TD/TA), %	83,91	115,43	109,14	97,18	83,50	74,14
Долгоср. обязат. к активам (LTD/TA), %						
Долгоср. обязат. к внеоборотн. акт. (LTD/FA), %						
Сум. обязательства к собств. кап. (TD/EQ), %	521,64	-748,09	-1194,08	3442,06	506,10	286,72
Козф. покрытия процентов (TIE), раз			-50,18	-51,40	-52,46	3,09

Строка	1 кв. 2002 г.	2 кв. 2002 г.	3 кв. 2002 г.	4 кв. 2002 г.	1 кв. 2003 г.	2 кв. 2003 г.
Кэф. рентабельности валовой приб (GPM), %		15,79	17,54	17,73	17,73	17,68
Кэф. рентабельности операц. приб. (OPM), %		-314,12	-49,00	-30,52	-10,77	4,08
Кэф. рентабельности чистой прибыли (NPM), %		-314,12	-49,00	-30,52	-10,77	3,10
Рентабельность оборотных активов (RCA), %	-7213,95	-1350,69	-625,66	-389,70	-136,43	32,75
Рентабельность внеоборотных активов (RFA), %	-807,80	-1068,66	-1103,04	-769,35	-306,61	97,57
Рентабельность инвестиций (ROI), %	-726,45	-596,62	-399,22	-258,67	-94,42	24,52
Рентабельность собств. капитала (ROE), %	-4515,89	3866,61	4367,78	-9162,30	-572,25	94,83
Прибыль на акцию (EPS), руб.				-1466,07		
Прибыль на акцию (EPS), \$ US				-46,16		
Дивиденды на акцию (DPOS), руб.				1,73		
Дивиденды на акцию (DPOS), \$ US				0,05		
Кэф. покрытия дивидендов (ODC), раз				-848,78		
Сумма активов на акцию (TAOS), руб.				434,28		
Сумма активов на акцию (TAOS), \$ US				13,67		
Соотношение цены акции и прибыли (P/E), раз				-0,02		

Строка	3 кв. 2003 г.	4 кв. 2003 г.	1 кв. 2004 г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.	4 кв. 2004 г.
Кэф. текущей ликвидности (CR), %	118,68	138,30	154,40	176,99	203,77	274,80
Кэф. срочной ликвидности (QR), %	41,36	60,91	76,83	99,25	129,39	209,59
Чистый оборотный капитал (NWC), руб.	192702,94	403390,71	583660,58	840284,95	1102068,60	1212874,80
Чистый оборотный капитал (NWC), \$ US	5818,64	12017,74	17147,65	24390,66	31603,47	34372,60
Кэф. оборачиваем. запасов (ST)	12,17	12,15	12,16	12,16	13,31	17,72
Кэф. оборачиваем. дебиторской задолж. (CP)	3,86	3,86	3,85	3,85	3,69	3,21
Кэф. оборачиваем. кредит. задолж. (CPR)	2,58	2,38	2,19	2,00	1,75	1,40
Кэф. оборачиваем. рабочего капитала (NCT)	61,15	29,85	21,07	14,92	11,60	8,06
Кэф. оборачиваем. основных средств (FAT)	45,63	50,34	55,59	61,69	68,97	58,38
Кэф. оборачиваем. активов (TAI)	7,95	7,10	6,55	5,87	5,44	4,71
Сум. обязательства к активам (TD/TA), %	69,64	62,11	57,14	51,12	45,20	33,45
Долгоср. обязат. к активам (LTD/TA), %						
Долгоср. обязат. к внеоборотн. акт. (LTDFA), %						

Окончание табл.

Строка	3 кв. 2003 г.	4 кв. 2003 г.	1 кв. 2004 г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.	4 кв. 2004 г.
Сум. обязательства к собств. кап. (TD/EQ), %	229,38	163,89	133,30	104,59	82,49	50,27
Коэффициент покрытия процентов (TIE), раз						
Кэф. рентабельности валовой приб. (GPM), %	17,63	17,72	17,72	17,72	17,75	17,96
Кэф. рентабельности операц. приб. (OPM), %	9,96	10,06	10,08	10,08	10,13	7,82
Кэф. рентабельности чистой приб. (CPM), %	7,57	7,65	7,66	7,66	7,70	5,94
Рентабельность оборотных активов (RCA), %	72,82	63,22	56,85	49,75	45,48	30,45
Рентабельность внеоборотных актив. (RFA), %	346,77	384,95	425,70	472,77	530,96	346,83
Рентабельность инвестиций (ROI), %	60,18	54,30	50,15	45,02	41,89	28,00
Рентабельность собствен. капитала (ROE), %	198,22	143,29	117,01	92,10	76,45	42,07
Прибыль на акцию (EPS), руб.		132,88				394,07
Прибыль на акцию (EPS), \$ US		3,94				11,12
Дивиденды на акцию (DPOS), руб.		48,67				117,75
Дивиденды на акцию (DPOS), \$ US		1,44				3,32
Кэф. покрытия дивидендов (ODC), раз		2,73				3,35
Сумма активов на акцию (TAOS), руб.		776,96				752,18
Сумма активов на акцию (TAOS), \$ US		23,04				21,23
Соотношение цены акции и прибыли (P/E), раз		2,22				1,45

Строка	1 кв. 2003 г.	2 кв. 2003 г.	3 кв. 2003 г.	4 кв. 2003 г.
Кэф. текущей ликвидности (CR), %	82,56	101,00	119,06	139,09
Кэф. срочной ликвидности (QR), %	10,12	18,88	40,16	60,10
Чистый оборотный капитал (NWC), руб.	-137972,29	7960,87	192702,94	403390,71
Чистый оборотный капитал (NWC), \$ US	-4300,79	241,19	5818,64	12017,74
Кэф. оборачиваем. запасов (ST)	12,15	10,90	12,17	12,15
Кэф. оборачиваем. дебиторской задолж. (CP)	3,21	3,39	3,21	3,21
Кэф. оборачиваем. кредиторской задолж. (CPR)	1,90	1,60	0,99	0,79
Кэф. оборачиваем. рабочего капитала (NCT)	-61,33	1086,44	61,15	29,85
Кэф. оборачиваем. основных средств (FAT)	28,47	31,44	45,83	50,34
Кэф. оборачиваем. активов (TAT)	8,90	8,02	8,07	7,19
Суммарные обязательства к активам (TD/LTA), %	83,24	73,76	69,21	61,63
Долгоср. обязат. к активам (LTD/LTA), %				

Строка	1 кв. 2003 г.	2 кв. 2003 г.	3 кв. 2003 г.	4 кв. 2003 г.
Долгоср. обязаг. к внеоборотн. акт. (LTD/FA), %				
Суммарные обязательства к собств. кап. (TD/EO), %	496,74	281,03	224,76	160,59
Кэффициент покрытия процентов (TIC), раз	-52,46	3,09		
Козф. рентабельности валовой прибыли (GPM), %	17,73	17,98	17,63	17,72
Козф. рентабельности операци. прибыли (OPM), %	-10,77	4,08	9,96	10,06
Козф. рентабельности чистой прибыли (NPM), %	-10,77	3,10	7,57	7,65
Рентабельность оборотных активов (RCA), %	-139,54	33,41	74,07	64,15
Рентабельность внеоборотных активов (RFA), %	-306,61	97,57	346,77	384,95
Рентабельность инвестиций (ROI), %	-95,90	24,89	61,03	54,99
Рентабельность собственного капитала (ROE), %	-572,25	94,83	198,22	143,29
Прибыль на акцию (EPS), руб.				132,88
Прибыль на акцию (EPS), \$ US				3,94
Дивиденды на акцию (DPOS), руб.				48,67
Дивиденды на акцию (DPOS), \$ US				1,44
Кэффициент покрытия дивидендов (ODC), раз				2,73
Сумма активов на акцию (TAOS), руб.				776,57
Сумма активов на акцию (TAOS), \$ US				23,03
Соотношение цены акции и прибыли (P/E), раз				2,21

Строка	1 кв. 2004 г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.	4 кв. 2004 г.
Козф. текущей ликвидности (CR), %	155,52	178,57	205,92	278,48
Козф. срочной ликвидности (QR), %	76,36	99,24	129,99	211,90
Чистый оборотный капитал (NWC), руб.	583660,58	840284,95	1102088,60	1212874,90
Чистый оборотный капитал (NWC), \$ US	17147,65	24390,66	31603,47	34372,60
Козф. оборачиваем. запасов (ST)	12,16	12,16	13,31	17,72
Козф. оборачиваем. Дебиторской задолж. (CP)	3,21	3,21	3,08	2,67
Козф. оборачиваем. кредиторской задолж. (CPR)	0,59	0,41	0,23	0,07
Козф. оборачиваем. рабочего капитала (NCT)	21,07	14,92	11,60	8,06
Козф. оборачиваем. основных средств (FAT)	55,59	61,69	68,97	58,38
Козф. оборачиваем. активов (FAT)	6,63	5,94	5,49	4,75

Строка	1 кв. 2004 г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.	4 кв. 2004 г.
Суммарные обязательства к активам (ТД/ТА), %	56,64	50,61	44,69	32,99
Долгоср. обязат. к активам (ЛТД/ТА), %				
Долгоср. обязат. к внеоборотн. акт. (ЛТД/ФА), %				
Суммарные обязательства к собств. кап. (ТД/ЕО), %	130,61	102,47	80,82	49,23
Козф. покрытия процентов (Т/Е), раз				
Козф. рентабельности валовой прибыли (GPM), %	17,72	17,72	17,75	17,96
Козф. рентабельности операц. прибыли (OPM), %	10,08	10,08	10,13	7,82
Козф. рентабельности чистой прибыли (NPM), %	7,66	7,66	7,70	5,94
Рентабельность оборотных активов (RCA), %	57,60	50,33	45,94	30,68
Рентабельность внеоборотных активов (RFA), %	425,70	472,77	530,96	346,83
Рентабельность инвестиций (ROI), %	50,74	45,49	42,28	28,19
Рентабельность собственного капитала (ROE), %	117,01	92,10	76,45	42,07
Прибыль на акцию (EPOS), руб.				394,07
Прибыль на акцию (EPOS), \$ US				11,12
Дивиденды на акцию (DPOS), руб.				117,75
Дивиденды на акцию (DPOS), \$ US				3,32
Козф. покрытия дивидендов (ODC), раз				3,35
Сумма активов на акцию (TAOS), руб.				751,87
Сумма активов на акцию (TAOS), \$ US				21,22
Соотношение цены акции и прибыли (P/E), раз				1,45

Рекомендуемая литература

1. MATLAB. The Language of Technical Computing. Using MATLAB. MathWorks Inc., 1999.
2. Бункина М. К., Семенов В. А. Макроэкономика. М.: Эльф К-пресс, 1995.
3. Гайгер Л. Т. Макроэкономическая теория и переходная экономика. М.: ИНФРА-М, 1996.
4. Горчаков А. А. Компьютерные экономико-математические модели. М.: ЮНИТИ, 1995.
5. Гульятев А. Визуальное моделирование в среде MATLAB. СПб.: Питер, 2000.
6. Елисеева И. И. и др. Эконометрика. М.: Финансы и статистика, 2001.
7. Замков О. О., Толстопятенко А. В., Черемных Ю. Н. Математические методы в экономике. М.: ДИС, 2001.
8. Инструкция № 110 "Об обязательных нормативах банков". М.: ЦБ РФ, 2004.
9. Карлберг К. Бизнес-анализ с помощью Excel 2000. М.: Вильямс, 2001.
10. Макконнел К. Р., Брю С. Л. Экономикс. М.: ИНФРА-М, 2007.
11. Первозванский А. А., Первозванская Т. Н. Финансовый рынок: расчет и риск. М.: Инфра-М, 1994.
12. Потемкин В. Г. MATLAB 6 среда проектирования инженерных приложений. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003.
13. Синки Д. Ф. Управление финансами в коммерческих банках. М.: Catallaxy, 1994.
14. Сухов В. А. Государственное регулирование финансовой устойчивости страховщиков. М.: Анкил, 1995.
15. Тавасиев А. М. Основы банковского дела. М.: Маркет ДС, 2006.
16. Управление персоналом организаций / Под ред. А. Я. Кабанова. М.: Инфра-М, 2001.
17. Цисарь И. Ф. Анализ точности моделей управления отраслью // Кобринский Н. Е., Кузьмин В. И. Точность экономико-математических моделей. М.: Финансы и статистика, 1981.
18. Цисарь И. Ф. и др. Оптимизация финансовых портфелей банков, страховых компаний, пенсионных фондов. М.: Дело, 1998.
19. Черных И. В. SIMULINK: среда создания инженерных приложений. М.: Диалог-МИФИ, 2004.
20. Шведов А. С. Теория эффективных портфелей ценных бумаг. М.: ГУ ВШЭ, 1999.
21. Шебеко Ю. А. Электронные материалы фирмы TOPA, М.: 2006.
22. Help iThink, STELLA версии 3–9, 2007.

Оглавление

Предисловие	3
1. Основные понятия моделирования в экономике	7
1.1. Определение модели	7
1.2. Примеры моделей	7
1.3. Типы моделей	7
1.4. Отношение модели и реальной экономики	8
1.5. Цели и задачи моделирования	9
1.6. Эффективность моделирования	9
1.7. Моделируемые объекты и системы	9
1.8. Моделируемые цели и критерии субъектов экономики	10
1.9. Место моделирования в системах управления экономическими объектами	10
2. Методика и технологические этапы разработки моделей	12
2.1. Определение проблемы и проблемной системы	12
2.2. Разработка модели решения проблемы	13
2.3. Оценка параметров моделей элементов	14
2.4. Планирование экспериментов и выбор алгоритмов подготовки решений	14
2.5. Разработка компьютерной модели	15
2.6. Компьютерное моделирование, прогон программ	15
3. Моделирование, организация и методика лабораторных работ ...	17
4. Оптимальная ставка налога, имитационное моделирование	20
4.1. Постановка задачи	20
4.2. Лабораторная модель	20
Задание 4.1. Однофакторный имитационный эксперимент	24
Задание 4.2. Двухфакторный имитационный эксперимент	25
5. Оптимальные бизнес-планы, план по продукции, технология оптимизации	28
5.1. Постановка задачи	28
5.2. Лабораторная модель	30
5.3. Программа оптимизации Поиск решения (Solver)	33
5.4. Практическая работа	44
Задание 5.1. Ручной поиск оптимального плана	44
Задание 5.2. Компьютерный поиск оптимального плана	45
6. Выбор поставщиков, план перевозок, транспортная задача	47
6.1. Постановка задачи	47
6.2. Лабораторная модель	49
6.3. Практическая работа	51
Задание 6.1. Ручной поиск оптимального плана	52
Задание 6.2. Компьютерный поиск оптимального плана	52

7. Планирование численности персонала, целочисленное программирование, штат отделения банка	55
7.1. Постановка задачи	55
7.2. Лабораторная модель	56
7.3. Практическая работа	60
Задание 7.1. Ручной поиск оптимального плана	60
Задание 7.2. Компьютерный поиск оптимального плана	60
Задание 7.3. Расширить права, увеличив ограничения	62
8. Оптимальный план затрат на рекламу	65
8.1. Постановка задачи	65
8.2. Лабораторная модель	65
8.3. Практическая работа	67
Задание 8.1. Предварительный анализ элементов модели	68
Задание 8.2. Программный поиск оптимального плана на один период	70
Задание 8.3. Разработка многоэтапного оптимального плана без ограничений	71
Задание 8.4. Оптимальный план с ограничением бюджета рекламы	74
9. Инвестиции свободных средств, динамическая оптимизация	77
9.1. Постановка задачи	77
9.2. Лабораторная модель	78
9.3. Практическая работа	81
Задание 9.1. Ручной поиск оптимального плана	81
Задание 9.2. Компьютерный поиск оптимального плана	81
10. Оптимизация портфеля ценных бумаг	85
10.1. Постановка задачи	85
10.2. Лабораторная модель	85
10.3. Порядок выполнения работы	89
Задание 10.1. Ручной поиск оптимальных портфелей	89
Задание 10.2. Компьютерный поиск портфеля с максимальной доходностью и ограниченным риском	91
Задание 10.3. Компьютерный поиск портфеля с заданной доходностью и минимальным риском	92
11. Оптимальные портфели, лимиты и балансы банка	95
11.1. Постановка задачи	95
11.2. Лабораторная модель	97
Задание 11.1. Ручной поиск оптимального плана	107
Задание 11.2. Компьютерный поиск оптимального плана	107
12. Оптимизация портфелей активов страховых компаний	110
12.1. Постановка задачи	110
12.2. Лабораторная модель	111
12.3. Практическая работа	113
Задание 12.1. Составить оптимальный план портфеля активов страховой компании вручную	114

Задание 12.2. Составить оптимальный план портфеля активов страховой компании с помощью компьютерной программы оптимизации	114
13. Оптимизация портфелей активов пенсионных фондов.....	117
13.1. Постановка задачи	117
13.2. Лабораторная модель.....	118
13.3. Практическая работа.....	121
Задание 13.1. Составить оптимальный план портфеля активов НПФ вручную ...	122
Задание 13.2. Составить оптимальный план портфеля активов НПФ с помощью компьютерной программы оптимизации	122
14. Оценка параметров моделей, эконометрия, статистика	125
14.1. Постановка задачи	125
14.2. Влияние рекламы на объем продаж, однофакторная линейная модель.....	126
14.3. Влияние цены на объем продаж, однофакторная регрессия	130
14.4. Совместное влияние затрат на рекламу и цены на объем продаж, оценка параметров двухфакторной линейной модели.....	131
15. Экономическая динамика, введение в MATLAB/SIMULINK ...	135
16. Работа в SIMULINK	145
16.1. Окончание сессии SIMULINK.....	147
16.2. Создание новой модели.....	147
17. Библиотека блоков SIMULINK.....	158
18. Оптимальная ставка налога.....	184
Задание 18.1. Однофакторный имитационный эксперимент	188
Задание 18.2. Двухфакторный имитационный эксперимент.....	189
19. Равновесие на конкурентном рынке	192
19.1. Лабораторная модель.....	192
19.2. Средства управления экспериментом.....	194
Задание 19.1. Изучить переходный процесс к рыночному равновесию	196
Задание 19.2. Изучить влияние смещения линий спроса и предложения на рыночное равновесие.....	198
Задание 19.3. Изучить влияние крутизны линий спроса и предложения на рыночное равновесие.....	198
20. Циклы и кризисы.....	200
Задание 20.1. Исследовать влияние производственного лага на устойчивость экономики	203
Задание 20.2. Исследовать влияние срока службы изделий на динамику производства.....	204
Задание 20.3. Исследовать влияние начального дефицита на устойчивость производства.....	204
21. Разработка имитационной модели финансово-экономической деятельности предприятия с помощью программы Project Expert	206
21.1. Назначение программы Project Expert	206

21.2. Типовая последовательность работ	208
21.3. Рабочие инструменты программы	210
21.4. Создание имитационной модели с помощью диалогов окна Содержание...217	
22. Анализ имитационной модели финансово-экономической деятельности консалтинговой фирмы	244
22.1. Постановка задачи	244
22.2. Создание и анализ имитационной модели для предварительного анализа проекта (без учета налогов, дисконтирования, курсовой инфляции и стоимости кредита).....	244
22.3. Проект с учетом дисконтирования и курсовой инфляции	249
22.4. Проект с учетом стоимости кредита.....	250
22.5. Проект с учетом налогов.....	253
22.6. Итоговый проект.....	256
23. Моделирование финансово-экономической деятельности вновь создаваемого производственного предприятия	259
24. Анализ модели финансово-экономической деятельности модернизируемого акционерного общества	266
25. Системная динамика, введение в iThink, STELLA	274
25.1. Уровни моделей, кнопки управления	276
25.2. Ваша первая модель – сберегательный счет	282
25.3. Пример иерархии моделирования	288
25.4. Меню	290
25.5. Строительные блоки.....	296
25.6. Объекты	312
25.7. Tools (инструменты).....	334
25.8. BuiltIn (встроенные функции)	335
25.9. Создание и редактирование модели.....	341
25.10. Aggays (массивы)	343
25.11. Импорт и экспорт данных	344
25.12. Sub-models (подмодели).....	344
25.13. Установки Default Settings (по умолчанию) в меню File	344
25.14. Примеры простых потоковых схем.....	345
25.15. Актуальные исследования экономики.....	350
Приложение 1	362
Приложение 2.....	365
Рекомендуемая литература.....	378
Оглавление	379



e-mail:
dialog_mephi@mail.ru
http:
www.dialog-mifi.ru

ИЗДАТЕЛЬСТВО

ДИАЛОГ МИФИ

Тел.: 320-30-77, 320-43-77,
факс: 320-31-33

П р е д л а г а е т к н и г и

- Артёмов И. Л. FORTRAN: основы программирования.
РАЗРАБОТКА БИЗНЕС-ПРИЛОЖЕНИЙ В ЭКОНОМИКЕ НА БАЗЕ
MS EXCEL. Под ред. к. т. н. А. И. Афоничкина.
- Барتنьев О. В. 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ: программирование для всех.
Барتنьев О. В. 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8.0: опыты программирования.
Барتنьев О. В. Microsoft Visual FoxPro. Учебно-справочное пособие.
Березин Б. И., Березин С. Б. НАЧАЛЬНЫЙ КУРС С и С++.
- Боресков А. В.
Графика трехмерной компьютерной игры на основе OPENGL.
- Васильченко В. В. FORTRAN. Программирование Windows-приложений
на языке Fortran. Элементы управления и графика Windows.
- Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В.
МЕТОДЫ СЖАТИЯ ДАННЫХ. Устройство архиваторов,
сжатие изображений и видео.
- Вихнин А. Г., Сакипов Н. З. ШТУРМ ЧЕТВЕРТОГО МЕГАПРОЕКТА:
Кто будет новым Биллом Гейтсом?
- Воробьев Е. М. МАТЕМАТИКА. Введение в систему символьных,
графических и численных вычислений.
- Гробов И. Д. ASP.NET 2.0. Теория и практика.
- Гусева А. И. Учимся программировать: PASCAL 7.0.
Задачи и методы их решения
- Гусева А. И. УЧИМСЯ ИНФОРМАТИКЕ.
Гусева А. И.
СЕТИ И МЕЖСЕТЕВЫЕ КОММУНИКАЦИИ. Windows 2000
- Дубейковский В. И. Практика функционального моделирования
с ALLFUSION PROCESS MODELER.
- Дубейковский В. И. Эффективное моделирование
с ALLFUSION PROCESS MODELER.
- Дунаев Сергей. JAVA для Internet в Windows и Linux.
- Епанешников А., Епанешников В.
Программирование в среде TURBO PASCAL 7.0.

Епанешников А., Епанешников В. DELPHI. Проектирование СУБД.
Епанешников А., Епанешников В. Локальные вычислительные сети.
Куправа Т. А. EXCEL. Практическое руководство.

Лавров К. Н., Цыплякова Т. П. Финансовая аналитика. MATLAB 6.
(Под общ. ред. к. т. н. В. Г. Потемкина).

Лукин С. Н. ТУРБО-ПАСКАЛЬ 7.0. Самоучитель для начинающих.

Лукин С. Н. VISUAL BASIC. Самоучитель для начинающих.

Лукин С. Н. WORD и WINDOWS. Самоучитель для начинающих.

Лукин С. Н. Понятно о VISUAL BASIC.NET. Самоучитель.

Маклаков С. В., Туманов В. Е.

Проектирование реляционных хранилищ данных.

Маклаков С. В. Моделирование бизнес-процессов
с ALLFUSION PROCESS MODELER (BPWIN 4.1).

Маклаков С. В. Создание информационных систем
с ALLFUSION MODELING SUITE.

Мещеряков В. В. Задачи по математике с MATLAB®&SIMULINK®

Михайлов А. В. Электронная почта и ее защита.

Молочков В. П., Карпинский В. Б. ОТ DELPHI 7 К DELPHI 2006.

Моргун А. Н. MS WORD. Руководство к действию.

Пильщиков В. Н. Программирование на языке АССЕМБЛЕРА.

Потемкин В. Г. Вычисления в среде MATLAB.

Потемкин В. Г. Инструментальные средства MATLAB 5.x.

Потемкин В. Г.

MATLAB 6: среда проектирования инженерных расчетов

Рашевская М. А. CORELDRAW. Практическое руководство.

Скворцов В. И.

Технологические основы использования системы ARIS Toolset 7.0.

Труб И. И. СУБД Caché: работа с объектами.

Федоров А., Елманова Н. Введение в OLAP-технологии Microsoft.

Финогенов К. Г. WIN 32. Основы программирования.

Фомичев В. М. Дискретная математика и криптология.

Фролов А. В., Фролов Г. В. ЯЗЫК С#. Самоучитель.

Хейфец А. Л. Инженерная компьютерная графика. AUTOCAD.

Черных И. В. SIMULINK: среда создания инженерных приложений.

Шикин Е. В., Боресков А. В.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА. Полигональные модели.

Шумаков П. В.

ADO.NET и создание приложений баз данных в среде Microsoft
Visual Studio.NET.