

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
Владимирский государственный университет
Кафедра управления и информатики в технических
и экономических системах

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания к лабораторным работам

Составитель
В.Г. ЧЕРНОВ

Владимир 2005

УДК 330.45: 004.942

ББК 65 в6 я73

И50

Рецензент

Доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой прикладной математики и САПР
Ковровской государственной технологической академии
А.С. Шалумов

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Имитационное моделирование экономических процессов : метод. указания к лабораторным работам / сост. : В. Г. Чернов ; Владимир. гос. ун-т. – Владимир: Ред.-издат. комплекс ВлГУ, 2005. – 44 с.

Содержат упрощенное описание пакета динамического моделирования POWERSIM и основные приемы его использования для построения имитационных моделей экономических процессов. В качестве лабораторных работ предложено построение и исследование моделей конкретных экономических процессов.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 351400 – прикладная информатика в экономике, а также могут быть использованы студентами родственных специальностей.

Ил. 27. Библиогр.: 2 назв.

УДК 330.45: 004.942

ББК 65 в6 я73

Введение

Пакет имитационного моделирования POWERSIM фирмы «ModellDadas» – это современный программный продукт, который может применяться для структурного моделирования, планирования и экспресс-анализа производственных и финансовых проектов и процессов. Пакет может использоваться для решения задач массового обслуживания, распределения финансовых потоков и средств, распределения ресурсов и транспортных потоков, а также для моделирования сложных систем, разработки стратегий и выбора оптимальных решений в различных областях деятельности.

Модели, построенные с помощью пакета POWERSIM, являются динамическими. Они позволяют не только исследовать структуру системы, но и, имитируя ее" поведение с течением времени, получить прогноз развития системы в любом временном масштабе.

В пакете осуществлен принцип визуального моделирования, когда пользователь создает модель с использованием графических диаграмм, а текст программы формируется автоматически без его участия.

Издание содержит два раздела. В первом представлено описание пакета POWERSIM и методов работы с ним, изучив которые можно приступить к практическим работам, во втором – пяти лабораторных и зачетной работ.

При составлении и разработке лабораторных работ были использованы материалы [1] и [2].

1. ОСНОВЫ РАБОТЫ С ПАКЕТОМ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ POWERSIM

1. УСТАНОВКА ПАКЕТА POWERSIM

Требования к системе

Для установки требуется IBM-совместимый компьютер с объемом оперативной памяти не меньше 4 Мбайт и мышью. Пакет занимает 9 Мбайт на жестком диске (с примерами) и работает в операционной среде Microsoft Windows, начиная с версии 3.1.

Процедура установки:

Пакет устанавливается с помощью либо инсталляционных дискет, либо с CD.

Когда процесс установки POWERSIM завершится, в диспетчер программ (Program Manager) будет добавлена новая группа, содержащая следующие элементы:

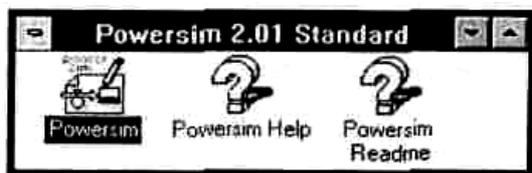


Рис. 1. Программная группа приложения POWERSIM

Powersim – само приложение POWERSIM, **README.HLP** – файл с краткой информацией о пакете;

PowersimHelp – приложение, обеспечивающее информационную поддержку пакета POWERSIM. Оно может запускаться как самостоятельно, так и из меню POWERSIM (рис. 1).

Начало работы с POWERSIM инициируется двойным щелчком мыши по пиктограмме POWERSIM.

Заключение. Установка пакета POWERSIM не изменяет файлы *AUTOEXEC.BAT* и *CONFIG.SYS*.

2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ В POWERSIM

Пакет POWERSIM используется для построения моделей, исследование поведения которых при имитационном моделировании дает возможность строить предположения о поведении реальных систем. POWERSIM позволяет создать наглядную схему системы, описав ее с помощью диаграмм, экспериментально исследовать влияние структуры на поведение системы. Анализ поведения модели также дает возможность при разработке стратегий работы с системой выделить те ее элементы, воздействие на которые обеспечивает желаемые результаты.

Приступая к построению модели, прежде всего, необходимо выделить факторы, лежащие в основе поведения системы, и их взаимосвязи.

Практически невозможно, да и не нужно, сразу точно описывать всю систему. При построении модели обычно сначала учитывают только основные ее элементы. В процессе работы структура модели может как дополняться и совершенствоваться по ходу построения модели, так и видоизменяться в результате осмысления полученных результатов и проверки предположений (например, анализ поведения модели дает возможность установить, какие факторы в действительности являются главными, определяющими поведение системы, а какие – второстепенными). При этом отчасти сама логика построения диаграммы в POWERSIM помогает созданию модели, подсказывая, между какими элементами должна быть установлена связь.

Следующим этапом является формализация с помощью POWERSIM выделенных элементов системы. Построение модели состоит в определении переменных, которые изображаются графическими символами, и связей между ними, которые изображаются стрелками и определяются как уравнения в языке POWERSIM (рис. 2).

Для формализации реальных систем в POWERSIM существуют следующие структурные основные элементы (компоненты) модели:

- "накопитель" (динамическая переменная);
- вспомогательная переменная;
- константа;

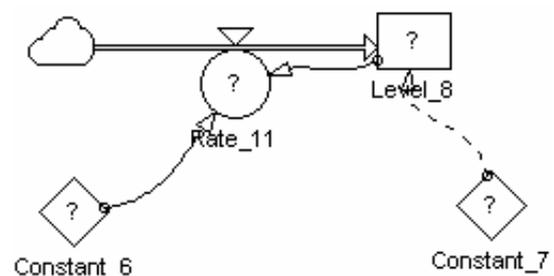


Рис. 2. Пример диаграммы POWERSIM

- поток (регулируемый переменной);
- связь между переменными.

Основной чертой динамической модели POWERSIM является наличие динамических переменных, или переменных "с памятью", значения которых на каждом шаге моделирования вычисляются с помощью приращения к предыдущему значению. Регулируемый поток задает закон изменения динамической переменной с течением времени: на каждом шаге к значению накопителя прибавляется входящий поток и из него вычитается выходящий поток, регулирующая переменная определяет величину приращения. Таким образом, в динамической переменной происходит "накопление" потоков, причем переменная, регулирующая поток, выражает скорость изменения значения накопителя.

Константа и вспомогательная переменная являются переменными "без памяти", то есть не могут зависеть от своих собственных значений в предыдущий момент времени. Их можно сравнить с ячейками в таблице Excel, причем константе соответствует ячейка с числом, а переменной – ячейка, содержащая формулу.

Замечание. Термин "переменная модели" при описании диаграмм POWERSIM часто употребляется в значении "параметр модели" для обозначения накопителя, вспомогательной переменной или константы (в этом нет противоречия: константа не меняется при моделировании, но, как и любой параметр модели, она может переопределяться). В частности, в качестве переменной, регулирующей поток, может выступать и константа, и вспомогательная переменная, и накопитель. В то же время иногда название "переменная" употребляется как сокращение от "вспомогательная переменная". Контекст не позволяет перепутать, в каком значении употреблен этот термин.

Пиктограммы основных структурных элементов модели находятся на панели инструментов, которая является частью пользовательской среды. Поместить переменные, потоки и связи на экран можно щелчком мыши по соответствующей пиктограмме. Для создания модели достаточно построить диаграмму, описывающую модель, и определить все ее переменные (то есть задать начальные значения динамических переменных, значения констант и формулы для вспомогательных переменных), так как уравнения, задающие законы изменения динамических переменных, определяются

самой структурой модели. Текст программы генерируется автоматически при создании и изменении диаграммы.

Таким образом, диаграмма в POWERSIM строится так же просто, как на листе бумаги. Однако она обладает большим преимуществом, позволяя изучать не только структуру системы, но и ее поведение с течением времени – при запуске процесса моделирования диаграмма «оживает», и происходит изменение всех параметров модели в соответствии с программой, заданной структурой модели, причем допускается моделирование в произвольном временном масштабе.

3. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКАЯ СРЕДА POWERSIM

Оболочка POWERSIM обеспечивает удобство и наглядность работы с пакетом. Окно приложения POWERSIM содержит раскрывающееся меню, панели команд и инструментов, рабочее пространство и строку состояния, или статуса, внизу окна (рис. 3).

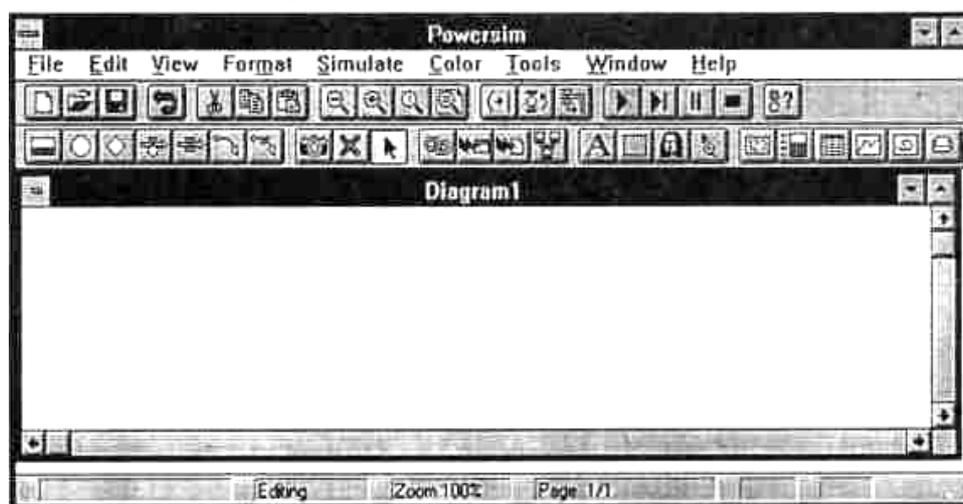


Рис. 3. Окно приложения POWERSIM

Система меню расположена сразу под заголовком окна приложения. Она содержит все команды и опции POWERSIM. Для обращения к пункту меню нужно щелкнуть левой кнопкой мыши по его названию (при этом либо раскроется ниспадающее меню – для пунктов основного меню, либо будет выполнена соответствующая команда, либо откроется дополнительное подменю). Обратиться к пункту меню можно также, нажав клавиши Alt + n, где n – подчеркнутая буква в названии пункта.

Панели команд и инструментов находятся под строкой меню. Их кнопки дублируют большинство наиболее употребительных пунктов меню, позволяя обращаться к ним быстрее, одним щелчком мыши.

Панель команд содержит кнопки для выполнения наиболее часто встречающихся команд POWERSIM:

 – создать новый файл (New), открыть существующий файл (Open), сохранить файл (Save);

 – отменить последнее действие (Undo);

 – вырезать часть диаграммы в буфер обмена (Cut), копировать часть диаграммы в буфер (Copy), вставить содержимое буфера (Paste);

 – уменьшить размер изображения в окне диаграммы ("Zoom out"), увеличить размер изображения ("Zoom in"), восстановить нормальный размер изображения (100 %) ("Zoom to 100 %"), вписать диаграмму в окно (выбрать такой масштаб изображения, чтобы диаграмма полностью помещалась в окне) ("Zoom to fit in window");

 – выпрямить стрелку связи (Straighten), перенести название переменной вправо/вверх/влево (Rotate Name), переместить клапан потока (Move Valve);

 – опции (Options);

 – моделировать (Run), сделать один шаг моделирования (Run Step), включить/отменить прерывание (Pause on/off), прекратить моделирование (Stop).

Панель инструментов находится под панелью команд и содержит кнопки для создания и редактирования элементов модели, которые можно разделить на несколько групп:

Структурные элементы модели

 – динамическая переменная, накопитель, резервуар, дословно "уровень" (Level);

 – вспомогательная переменная (Auxiliary);

 – константа (Constant);

 – поток, регулируемый переменной (Flow-with-rate);

-  – нерегулируемый поток (Flow);
-  – связь (Link);
-  – связь с запаздыванием (Delayed Link).

Динамические объекты (элементы, предназначенные для визуализации результатов моделирования)

   – таблица значений переменной в процессе моделирования (Time Table), график значений моделируемой переменной (Time Graph), диаграмма рассеивания (Scatter Graph);

  – текущее значение переменной (Number), линейка с бегунком (Slider/Bar)

Статические объекты (элементы модели, предназначенные для оформления модели)

-    – Текст (Text), рамка (Frame), рисунок Picture);
-  – стрелка с текстом (Line).

Инструменты для редактирования модели

-  – указатель мыши/курсор (Pointer);
-  – инструмент для уничтожения объектов диаграммы (Eraser);
-  – инструмент для создания копий изображения объекта, дубликатор (Camera);
-  – динамические объекты, связывание переменных модели и суб-модели (Chain);

   – кнопки, соответствующие дополнительным возможностям обмена данными пакета POWERSIM (add-on): DDE (динамический обмен данными), Archive (архив данных), Button (кнопка).

Если нажать кнопку в меню инструментов (или выбрать соответствующий пункт в меню "Tools"), то изображение курсора, помещенного в

рабочее пространство, превратится в символ выбранного объекта. Для создания этого объекта теперь достаточно щелкнуть левой кнопкой мыши в выбранном месте окна диаграммы.

Рабочее пространство используется для создания диаграмм и изображения результатов моделирования (графиков, таблиц). Оно может содержать одно или несколько окон как в исходном виде графической диаграммы (diagram view), так и в виде текста программы (то есть уравнений, описывающих модель), который автоматически сопоставляется построенной диаграмме (equations view) (рис. 4).

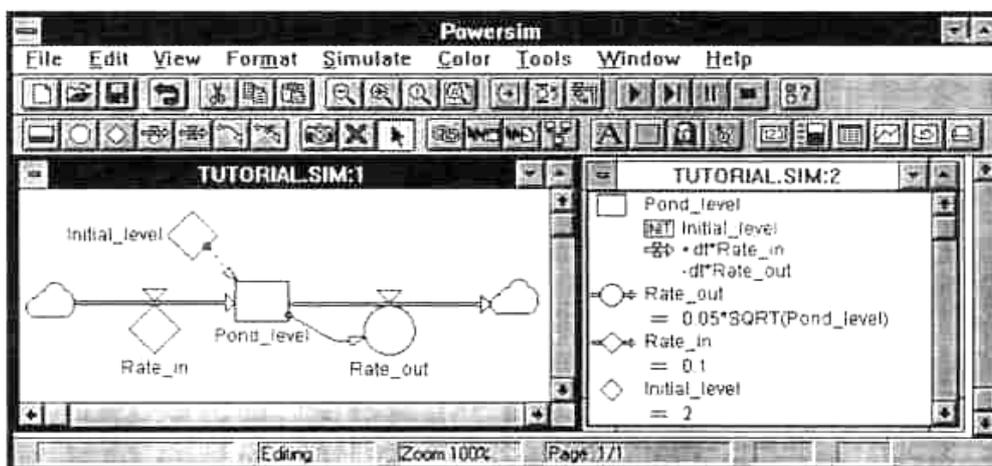


Рис. 4. Окно диаграммы в графическом (слева) и в текстовом (справа) представлении

Строка статуса (или строка состояния) внизу окна POWERSIM содержит различную текущую информацию, например время моделирования, номер страницы.

4. РАБОТА С ПАКЕТОМ POWERSIM

Предположим, что пакет POWERSIM установлен на Вашем компьютере. При загрузке POWERSIM из диспетчера программ (двойным щелчком по его пиктограмме или с помощью команды "Открыть" ("Open") меню "Файл" ("File")) на экране появится окно приложения POWERSIM с новым, пустым окном диаграммы в рабочей области, автоматически открытым при запуске и названным Diagram 1. В этом окне можно начинать строить модель.

Построим с помощью пакета POWERSIM модель бассейна с двумя трубами, по одной из которых вода вливается, а по другой – выливается.

Построение модели в POWERSIM

Создание переменных и связей

Уровень воды в бассейне – это классическая динамическая переменная (накопитель, "level"). Чтобы изобразить накопитель на диаграмме, нужно:

- щелкнуть левой кнопкой мыши по первой кнопке в панели инструментов ;

- передвинуть указатель мыши в окно диаграммы (заметьте, что вид указателя изменился – теперь это не стрелка, а символ накопителя);

- когда указатель окажется в нужном месте (например в центре окна), снова щелкнуть левой кнопкой мыши.

В этом месте будет создан накопитель, названный по умолчанию Level_1 (после чего курсор примет прежний вид)  Level_1.

Чтобы изменить название накопителя, установите курсор на название, щелкните левой кнопкой мыши, введите новое имя переменной (Pond_level) и нажмите клавишу Enter  Pond_level.

Итак, создана первая переменная модели. Поскольку она пока еще не определена (не указаны исходное значение переменной и закон, по которому она будет изменяться), внутри изображения накопителя стоит знак вопроса.

Трубу, по которой вода вливается в бассейн, будем моделировать как поток, регулируемый переменной (эта переменная будет обозначать величину приращения уровня воды в бассейне в единицу времени). Для создания входящего в накопитель регулируемого потока нужно выполнить следующие действия:

- щелкнуть по кнопке "Регулируемый поток" (flow-with-rate)  на панели инструментов;

- передвинуть указатель мыши в окно диаграммы (при этом символом указателя вместо стрелки станет изображение регулируемого потока);

- установив этот указатель левее накопителя, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская, тянуть вправо, пока указатель не окажется поверх изображения накопителя, после чего отпустить кнопку мыши.

На диаграмме появится изображение потока, вытекающего "извне" модели (из облачка) и втекающего в накопитель – "бассейн". Переменная, регулирующая поток, по умолчанию носит имя Rate_1 (рис. 5).

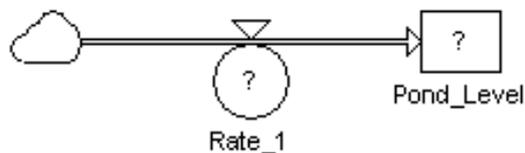


Рис. 5. Правильно созданный поток

Как и в случае накопителя, введем свое название – Rate_in.

Внимание! Если Вы не дотянете указатель до накопителя, поток будет указывать на облачко и окажется никак не связанным с накопителем Pond level (рис. 6).

В этом случае следует щелкнуть по изображению потока – он будет выделен двумя черными квадратиками в начале и в конце, и нажать клавишу Del. Неудачное изображение исчезнет, и появится возможность заново создать поток, стрелка которого укажет на накопитель.

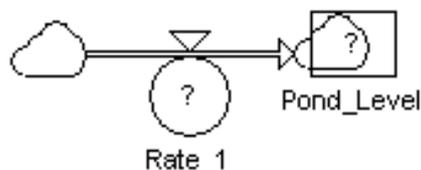


Рис. 6. Неудачно созданный поток

Аналогично промоделируем трубу, по которой вода выливается из бассейна.

Для этого нужно, щелкнув по кнопке регулируемого потока, установить указатель в окне диаграмм так, чтобы стрелка указателя (изображающего в данный момент поток) оказалась внутри накопителя. Далее нужно нажать левую кнопку мыши и, не отпуская, тянуть вправо. Когда кнопка будет отпущена, возникнет изображение потока, "вытекающего из бассейна в никуда" и регулируемого переменной Rate_2, которую можно переименовать в Rate_out (скорость понижения уровня воды в бассейне).

Внимание! Если стрелка указателя была правее накопителя, поток будет вытекать из облачка и не будет иметь отношения к создаваемой модели.

Далее, чтобы задать уровень бассейна в начальный момент, введем константу Initial level. Для этого щелкнем по кнопке "Константа" в меню инструментов  и поместим изображение константы в окно диаграммы, изменив данное по умолчанию имя Constant_1 на Initial_level.

В результате получены изображения всех элементов модели (рис. 7). Теперь нужно указать связи между этими переменными. Сначала установим связь между константой `Initial_level` и накопителем. Для этого необходимо:

- выбрать кнопку связи в панели инструментов ;

- установить курсор (принявший форму стрелки связи) поверх константы `Initial_level`, нажать левую кнопку мыши и протянуть, не отпуская кнопки, до накопителя;

- когда стрелка будет внутри изображения `Pond_level`, отпустить кнопку мыши.

Между константой, представляющей начальный уровень воды в бассейне, и динамической переменной "уровень воды" установлена связь (рис. 8).

Поскольку уровень воды в бассейне влияет на скорость вытекания воды (наряду с параметрами трубы), а следовательно, и на скорость понижения уровня воды в бассейне `Rate_out`, необходимо установить связь между `Pond_level` и `Rate_out`. Сделаем это точно так же, как и в первом случае. Отметим, однако, что теперь стрелка, изображающая связь, выглядит иначе. Это не ошибка. Дело в том, что POWERSIM опознает первую связь – от константы к накопителю – как *инициализирующую*, действующую только в начальный момент, а вторую связь – от накопителя к вспомогательной переменной – как постоянную, действующую все время моделирования. Поэтому первая связь будет изображена пунктирной линией со стрелкой, а вторая – сплошной линией.

Отметим, однако, что теперь стрелка, изображающая связь, выглядит иначе. Это не ошибка. Дело в том, что POWERSIM опознает первую связь – от константы к накопителю – как *инициализирующую*, действующую только в начальный момент, а вторую связь – от накопителя к вспомогательной переменной – как постоянную, действующую все время моделирования. Поэтому первая связь будет изображена пунктирной линией со стрелкой, а вторая – сплошной линией.

Замечание. В случае, когда нужно изобразить сразу несколько однородных элементов, например несколько накопителей, вспомогательных переменных или констант, или, как в данном примере, две связи, удобнее

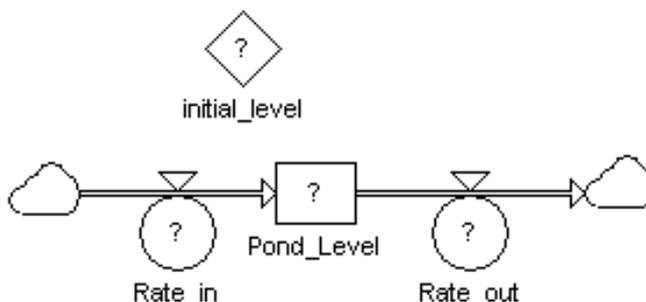


Рис. 7. Изображения переменной модели

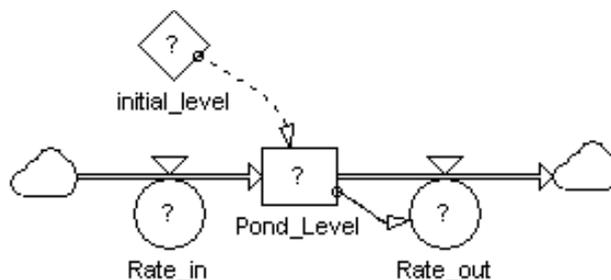


Рис. 8. Инициализирующая и постоянная связи между переменными

не обращаться каждый раз к нужной кнопке из панели инструментов, а сделать этот инструмент активным на все время, пока он используется. Для этого нужно щелкнуть по кнопке на панели инструментов правой кнопкой мыши (или левой кнопкой при нажатой клавише *Ctrl*). Значок выбранного объекта будет символом курсора до тех пор, пока не изменим его, щелкнув по кнопке "Указатель" на панели  инструментов (либо щелкнув снова правой кнопкой мыши по другой кнопке или на диаграмме). Имея курсор в виде некоторого объекта, мы можем создавать эти объекты нужное число раз, щелкая левой кнопкой мыши в разных местах окна диаграммы. Таким образом, для установления связей в модели можно было, щелкнув правой кнопкой мыши по кнопке связи, провести две нужные нам стрелки, а затем щелкнуть по кнопке "указатель".

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ

Следующий шаг в создании модели – определение переменных, то есть задание начальных значений и законов их изменения в процессе моделирования. Можно заметить, что законы изменения уже почти полностью заданы самой структурой диаграммы и остается уточнить отдельные детали.

Определим переменную `Pond_level`. Для этого двойным щелчком на изображении этой переменной откроем диалоговое окно "Define Variable" (рис. 9). В окне переменных показана текущая переменная `Pond_level`. В окне "Definition" нужно задать начальное значение переменной – `Initial_level`. Нет необходимости вводить это название с клавиатуры, так как оно находится в окне "Linked Variables" ("Связанные переменные"). В это окно помещаются названия всех параметров, для которых на диаграмме установлены связи с текущей переменной (и все они должны участвовать в ее определении). Двойным щелчком на названии `Initial_level` в окне "Linked Variables" помещаем эту переменную в окно "Definition".

Замечание. Если диалоговое окно на экране меньше изображенного на рис. 9, значит оно находится в свернутом виде и его можно раскрыть, нажав кнопку "More»" в правом нижнем углу. И наоборот, если для работы не нужны ни список связанных переменных, ни список функций, ни "клавиатура", можно свернуть окно, нажав кнопку "Less«". Окно "Define

Variable" может находиться в трех состояниях: развернутое, минимальное и промежуточное (со списками связанных переменных и функций, но без "клавиатуры"). С помощью кнопок "More»" и "Less«" всегда можно выбрать наиболее удобный в данный момент вид окна.

Заметим, что переменная *Initial_level* была введена лишь для наглядности модели и для того, чтобы продемонстрировать инициализирующую связь. Можно было бы ввести соответствующее числовое значение начального уровня воды прямо в окне "Definition".

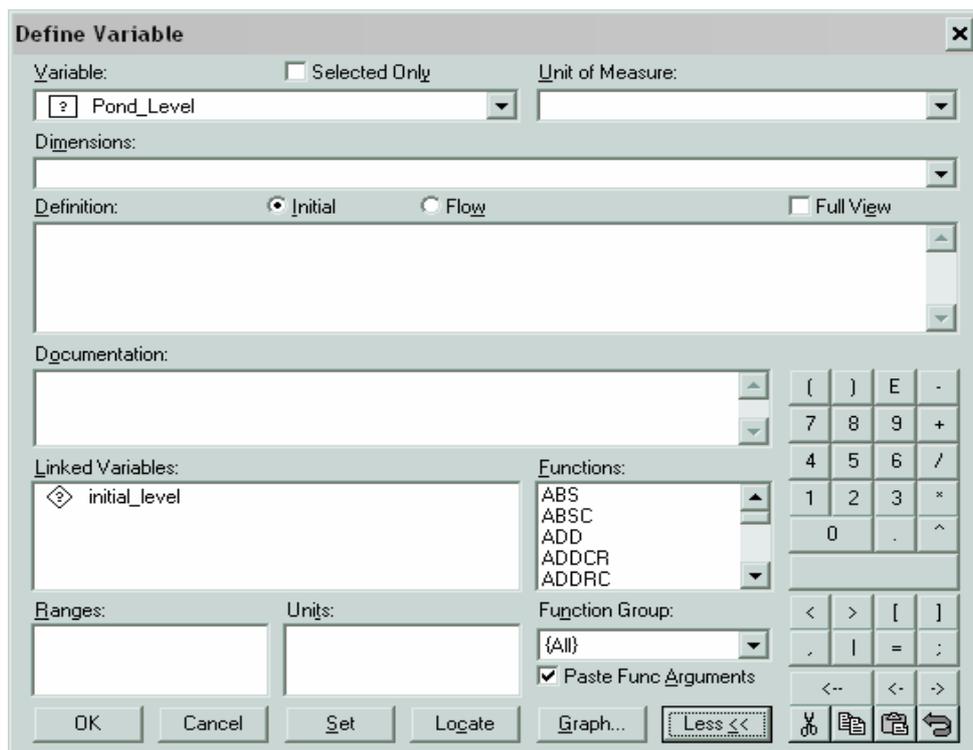


Рис. 9. Диалоговое окно определения переменной

При нажатии кнопки "Set" знак вопроса внутри прямоугольника *Pond_level* исчезает (как в окне переменных диалогового окна, так и на диаграмме).

Это означает, что динамическая переменная *Pond_level* определена полностью, хотя было задано только ее начальное значение (вводом значения в окно "Definition" при нажатой селекторной кнопке "Initial" над окном). Дело в том, что закон изменения для *Pond_level* уже определен самой структурой диаграммы. Если вместо кнопки "Initial" выбрать кнопку "Flow", то в окне определения переменной будет показан закон ее измене-

ния в процессе моделирования, введенный самой программой автоматически (рис. 10):

$$+ dt*(Rate_in) - dt*(Rate_out).$$

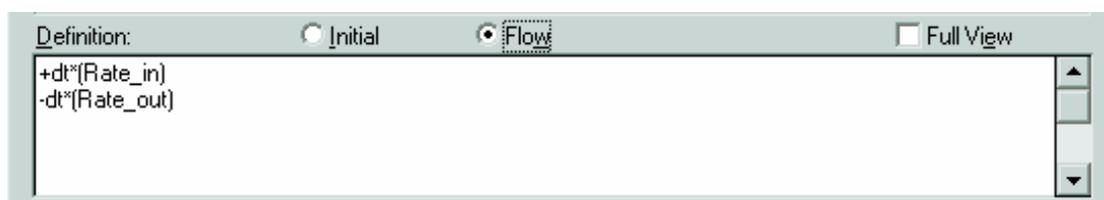


Рис. 10. Закон изменения переменной в процессе моделирования

Эта формула означает, что на каждом шаге моделирования значение переменной `Pond_level` будет увеличиваться на величину $(Rate_in - Rate_out)*dt$, где `dt` – интервал интегрирования (определенный как "Time Step" в пункте меню Simulation Setup, который будет описан ниже). Итак, значение накопителя в любой момент времени полностью определяется его начальным значением и формулой для величины приращения на каждом шаге моделирования.

Если нажать в окне "Define Variable" кнопку ОК, окно закроется и будет видна диаграмма, на которой знак вопроса исчез из изображения уже определенной величины `Pond_level`, а в изображениях остальных переменных знаки вопроса остались. Теперь можно последовательно определить оставшиеся переменные, вызывая для них окно "Define Variable" двойным щелчком мыши и действуя так же, как и в первом случае. Единственное отличие состоит в том, что для вспомогательных переменных и констант в окне "Define Variable" нет селекторных кнопок "Initial"/"Flow", и в окне "Definition" просто вводится значение или формула.

Однако быстрее определить сразу все переменные модели, не выходя из диалогового окна "Define Variable" (то есть не нажимая пока кнопку ОК). Для этого в окне переменных следует щелкнуть по стрелке справа, в результате появится список всех переменных модели. Для их последовательного определения щелчком по переменной `Rate_In` в списке она помещается в окно переменных и делается активной. Положим ее равной 0.1, введя это значение в окно "Definition" (это можно сделать как с клавиатуры, так и щелкая мышью по соответствующим кнопкам в правом нижнем углу диалогового окна).

Итак, введя значение переменной Rate_in и нажав кнопку Set, мы полностью определили ее. Однако при этом была допущена небольшая несогласованность: один и тот же объект был определен на диаграмме как вспомогательная переменная и задан в диалоговом окне как константа. Заметим, что POWERSIM уже исправил эту оплошность! Символом Rate_in стала уже не вспомогательная переменная, а константа (как в окне переменных диалогового окна, так и на диаграмме). В результате с помощью POWERSIM Rate_in определена полностью и корректно.

Аналогично, если попытаемся на диаграмме провести связь к константе, то есть установить ее зависимость от другой переменной модели, то она автоматически превратится во вспомогательную переменную. Так POWERSIM обеспечивает непротиворечивость определения переменных и частично корректирует модель.

Перейдем к определению переменной Rate_out. Скорость вытекания воды из бассейна (следовательно, и скорость понижения уровня воды) зависит не только от параметров трубы, но и от уровня воды в бассейне. Из теории гидродинамики следует, что скорость понижения уровня воды Rate_out пропорциональна квадратному корню от уровня воды Pond_level. Выбрав в списке переменных Rate_out, введем ее определение:

$$0.05*\text{SQRT}(\text{Pond_level}).$$

При этом функцию SQRT выбираем из списка функций в окне "Define Variable" и двойным щелчком мыши по названию этой функции помещаем ее в окно определения. Аргумент функции Pond_level находим в списке переменных, связанных с активной переменной Rate_out. Нажав кнопку SET, заканчиваем определение текущей переменной.

Наконец, определим константу Initial_level, выбрав ее из списка переменных модели и положив равной 2. Теперь закроем окно "Define Variable", нажав кнопку ОК.

Итак, все переменные модели определены и, следовательно, модель задана полностью (рис. 11). После этого можно приступать к моделированию. Однако перед этим целесообразно сохранить созданный документ.

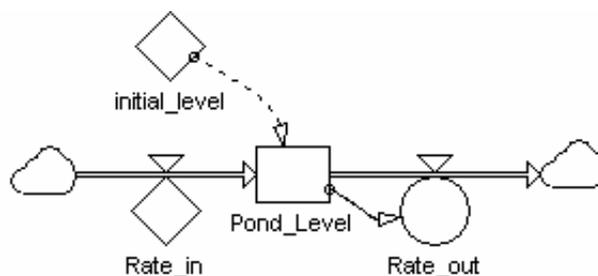


Рис. 11. Диаграмма с определенными переменными

Сохранение документа

Нажмем кнопку "Сохранить"  из панели команд. В открывшемся диалоговом окне "Save As" необходимо ввести название файла, в котором будет храниться документ. В пакете POWERSIM все файлы, используемые для сохранения моделей, имеют расширение SIM. Нажатием ОК инициируется диалоговое окно "Properties". При желании можно указать в нем имя автора и описание модели. Нажатием ОК заканчивается сохранение модели. Теперь имя файла, в котором сохранена модель, заменит заголовок Diagram 1 окна диаграммы.

Замечание. Цифры в определении переменных модели были подобраны приблизительно и используются только при построении учебной задачи.

Моделирование и наглядное представление его результатов

Чтобы начать моделирование, следует щелкнуть по кнопке  из панели команд.

Замечание. По умолчанию моделирование производится в соответствии со следующими установками: начальный момент (Start Time) равен 0, конечный момент (Stop Time) равен 100, интегрирование производится методом Эйлера, шаг моделирования (Time Step) равен 1.0. Изменить эти параметры можно в диалоговом окне "Simulation Setup".

Результаты моделирования будут видны в табличке со значением динамической переменной Pond_level, изменяющимся в процессе моделирования, рядом с ее изображением на диаграмме (рис. 12) и на графике внутри изображения накопителя.

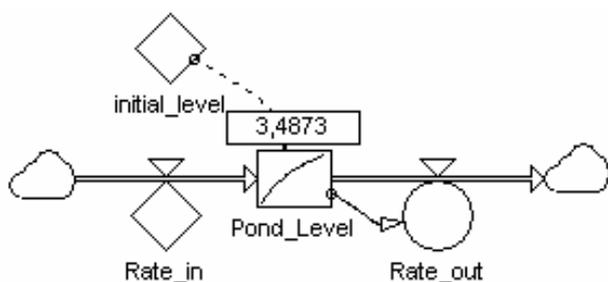


Рис. 12. Автоотчет о результатах моделирования

Это так называемый “автоотчет” по результатам моделирования. Значения динамических переменных модели и графики внутри их изображений включены в отчет по умолчанию. Эту установку можно изменить в пункте "Auto Reports" меню Format»Options.

Такое представление результатов неудобно, так как после окончания моделирования на экране остаются лишь значение переменной в последний момент и крохотный график внутри диаграммы. Чтобы наглядно отразить результаты моделирования, удобно добавить к диаграмме как отдельные объекты график и/или таблицу значений переменных.

Изобразим последовательные значения динамической переменной Pond_level в процессе моделирования на графике. Чтобы можно было видеть одновременно диаграмму и график, развернем окно диаграммы на весь экран с помощью кнопки "Максимизировать" ("Треугольник вверх") в правом верхнем углу окна или пункта "Развернуть" управляющего меню (оно раскрывается щелчком по кнопке в левом верхнем углу окна). Для построения графика нужно:

- выбрать кнопку "график"  в панели инструментов;
- поместить курсор (принявший вид графика) на свободное место в окне диаграмм (обычно ниже диаграммы) и, щелкнув левой кнопкой мыши, создать в этом месте окно для построения графика;
- выделить щелчком мыши переменную, график значений которой мы хотим построить (Pond_level), и, не отпуская кнопку мыши, передвинуть указатель в окно графика;
- когда вид указателя изменится с тянущей руки  на бросающую руку , отпустить кнопку мыши.

Теперь при запуске снова процесса моделирования значения выбранной переменной изображаются и на графике (рис. 13).

Замечание. Чтобы изобразить на графике значения сразу нескольких переменных, можно последовательно "перетаскивать" их мышью на график, при этом переменные будут пронумерованы и окрашены разными цветами (рис. 14).

Можно также сразу "перенести" все интересующие нас переменные на график. Для этого нужно выделить их, щелкая левой кнопкой мыши при нажатой клавише Shift, и перетаскивать указатель от любой из этих переменных до графика при нажатой кнопке мыши. При этом на графике появятся названия сразу всех выделенных переменных. Если при перетаскивании выделенных объектов в окно графика

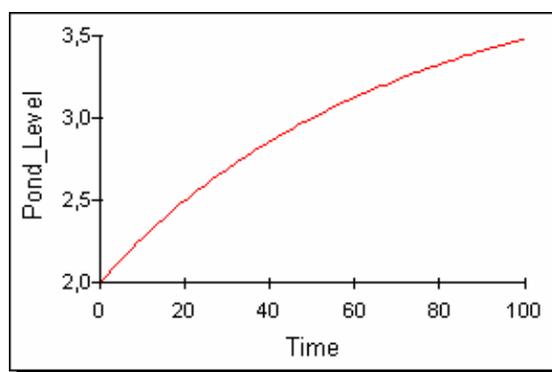


Рис. 13. Значение переменной на временном графике

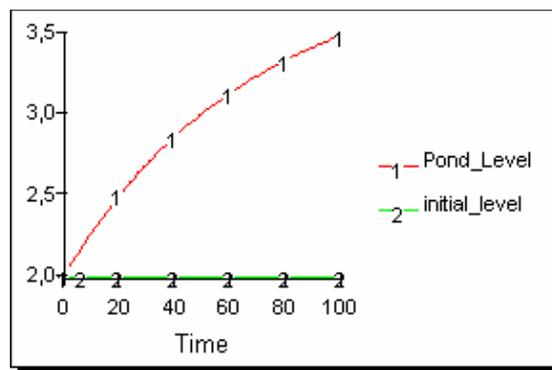


Рис. 14. Значения двух переменных на временном графике

будет нажата клавиша Shift или Ctrl, то эти объекты не добавятся к списку параметров графика, а заменят собой существовавший ранее список.

Чтобы изменить расположение, длину или ширину графика, нужно щелчком мыши активизировать его окно. Окно графика можно перемещать и растягивать с помощью мыши так же, как любое окно в Windows. Когда нужные размер и положение получены, щелчком вне окна графика можно снять с него выделение.

Точно так же можно, выбрав в панели инструментов кнопку "Таблица", поместить сетку для таблицы значений переменной в процессе моделирования в нужное место окна и "перетащить" в таблицу интересные нас переменные. Во время моделирования таблица заполнится временными рядами из значений этих переменных. Размеры и расположение таблицы можно отрегулировать так же, как и у графика.

Существует и второй способ построения графиков и таблиц с использованием их окон определения. Начнем рассмотрение с построения графиков. Двойным щелчком мыши по окну графика открывается диалоговое окно "Define Time Graph" (рис. 15).

Это диалоговое окно также позволяет изменять оформление графика: группы "Time (X) Axis" и "Value (Y) Axis" предназначены для редактирования осей, группа "Drawing" – для выбора вида графика (изменение установок в этой группе относится к переменным, выделенным в списке параметров графика). В этой группе выбирается, будет ли закрашиваться область под графиком (Area), будет ли график изображаться линией (Line), будет ли график помечаться цепочкой специальных значков (Marker). Вид и цвет границы графика, области под графиком, вид (цифра, крестик, квадратик...) и цвет маркеров устанавливаются в диалоговом окне, открываемом кнопкой "Custom". Кнопка "Generations" открывает диалоговое окно, позволяющее работать с временными рядами, полученными на предыдущих этапах моделирования. Кнопки "Background" и "Graph Area" используются для выбора вида и цвета окна графика и области графика, кнопка "Title" позволяет оформить заголовок графика, кнопка "Legend" – редактировать легенду (то есть расшифровку маркеров, которыми помечаются графики) и т.д. Размеры окна графика можно изменять, перемещая мышью его размерную рамку. Для построения таблицы со значениями переменной Pond_level за все время моделирования можно поступить следующим образом:

- выбрать кнопку "Таблица"  в панели инструментов;
- поместить курсор (принявший вид таблицы) на подходящее место в окне диаграммы и, щелкнув левой кнопкой мыши, создать в этом месте сетку для таблицы;

- двойным щелчком мыши на изображении таблицы открыть диалоговое окно "Define Time Table" (рис. 16);

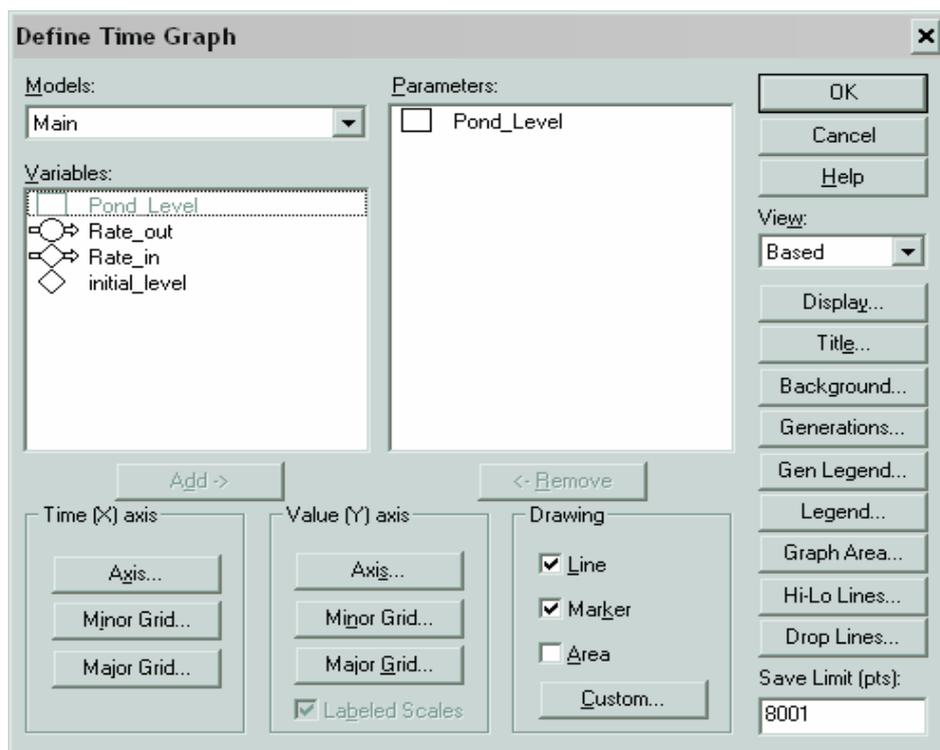


Рис. 15. Диалоговое окно определения временного графика

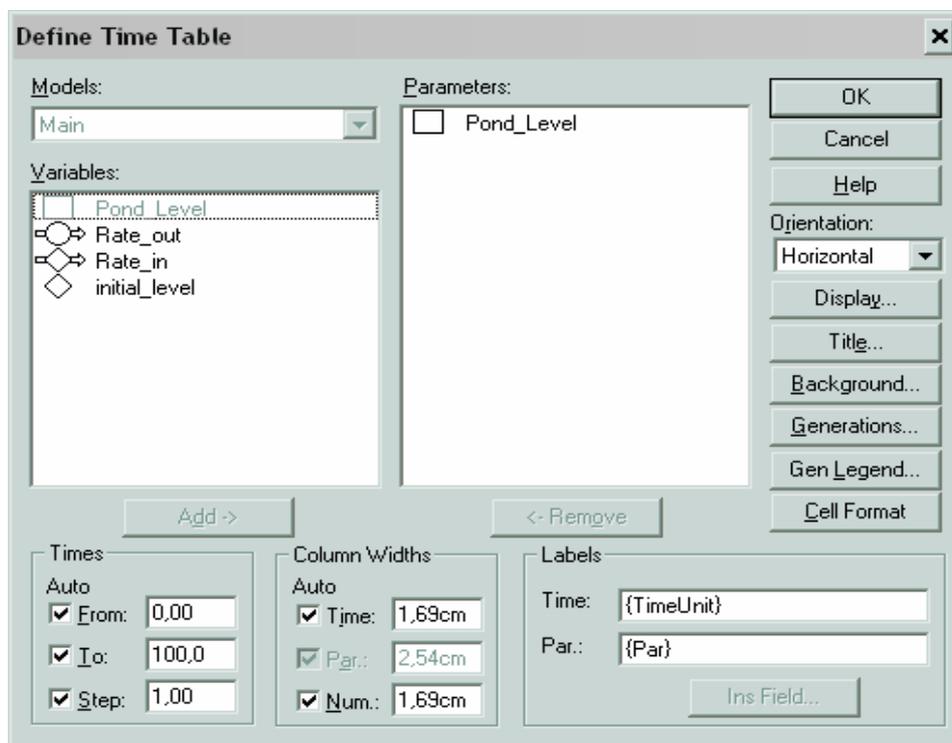
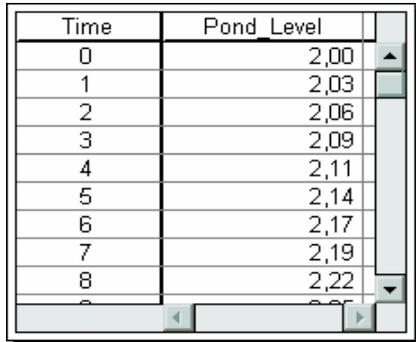


Рис. 16. Диалоговое окно определения временной таблицы

- в списке переменных модели выделить Pond_level, при этом кнопка "Add" под списком станет активной, нажать ее, и Pond_level появится в окне "Parameters";

- нажав кнопку ОК, закрыть диалоговое окно.



Time	Pond_Level
0	2,00
1	2,03
2	2,06
3	2,09
4	2,11
5	2,14
6	2,17
7	2,19
8	2,22

Рис. 17. Значения переменной во временной таблице

Если ограничиться только перечисленными действиями, то будет получена только простая по своей структуре таблица (рис. 17).

В число параметров таблицы можно включить и несколько переменных модели – числовые ряды с их значениями будут занесены в таблицу при моделировании. В диалоговом окне (рис. 16) пользователю представляются следующие возможности.

По умолчанию моменты времени, в которые будут фиксироваться значения переменных, определяются шагами моделирования. В группе «Times» можно установить другие моменты времени, в которые будут фиксироваться значения переменных, например, можно записывать в таблицу лишь часть получаемых значений, допустим, через каждые пять шагов моделирования. Можно также выбрать временной шаг в таблице меньше шага моделирования, в этом случае недостающие значения будут интерполироваться.

В группе "Column Widths" определяется ширина столбцов ("Time" – для самого левого столбца, "Par" – для столбцов, содержащих значения выделенных параметров при горизонтальной ориентации таблицы, "Num" – при выборе вертикальной ориентации).

Группа "Labels" предназначена для редактирования заголовков столбцов.

В поле "Orientation" выбирается расположение значений переменных в таблице: в столбцах или в строках.

Кнопки "Background" и "Table Area" используются для выбора вида и цвета окна таблицы и области значений переменных, кнопка "Title" позволяет оформить заголовок таблицы, кнопки "Label font" и "Number Font" используются для выбора шрифтов, кнопки "Major Grid" и "Minor Grid" – для выбора вида табличной сетки и т.д. Размеры таблицы, а также ширину ее столбцов можно менять, передвигая рамку и линии сетки указателем мыши.

Scatter Graph (Диаграмма рассеивания)

Эта команда предназначена для создания диаграммы рассеивания, то есть графика, отражающего зависимость между значениями двух переменных в процессе моделирования, причем одна из переменных откладывается по оси абсцисс, а другая – по оси ординат (в отличие от временного графика, на котором по оси абсцисс откладывается время, а значения всех переменных – по оси ординат). Диаграмма рассеивания также относится к числу динамических объектов (рис. 18).

Для создания диаграммы рассеивания выбирается эта команда, курсор (в виде символа диаграммы) помещается в выбранное место и щелчком левой кнопки мыши создается окно диаграммы (или при нажатой левой кнопке окно растягивается до желаемого размера). Для определения параметров диаграммы рассеивания можно либо перетащить две переменные в окно диаграммы, либо открыть диалоговое окно “ Define Scatter Graph ” и выбрать эти два параметра в нем (рис. 19).

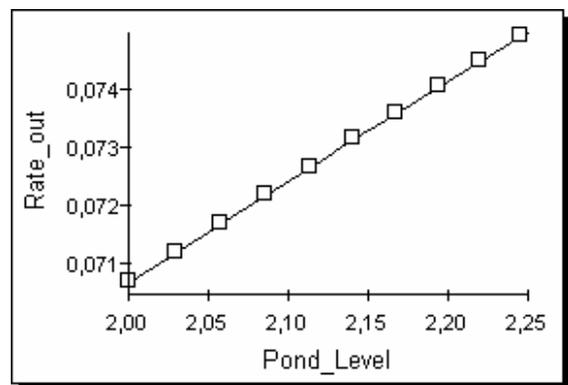


Рис. 18. Пример диаграммы рассеивания

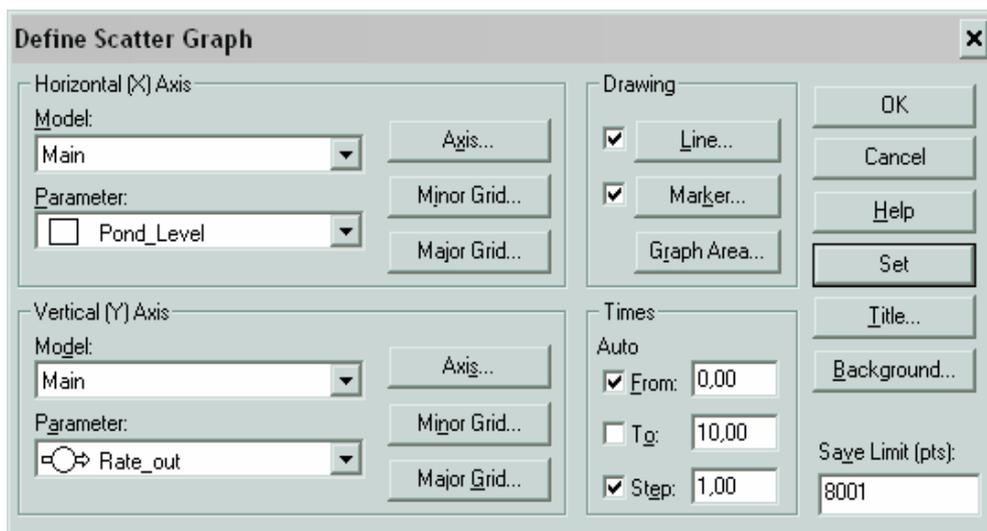


Рис. 19. Диалоговое окно определения диаграммы рассеивания

Помимо параметров в этом окне можно выбрать оформление осей, временной интервал, для которого строится диаграмма (в группе “Times”), оформление заголовка диаграммы (“Title”), вид окна диаграммы (“Background”).

В группе “Drawing” определяется вид диаграммы (выделение линией границы диаграммы, наличие маркеров) и выбираются цвет и стиль для выбранного вида оформления.

Размер окна диаграммы рассеивания можно изменять, передвигая мышью размерную рамку выделенного окна.

Для создания диаграммы рассеивания используется также кнопка  из панели инструментов.

Оформление модели

Завершим оформление модели, заключив диаграмму в рамку и снабдив ее заголовком. Чтобы поместить на экран рамку, нужно выбрать соответствующую кнопку  из панели инструментов и, установив курсор на место левого верхнего угла рамки, растянуть ее (не отпуская кнопку мыши) до нужных размеров.

Чтобы дополнить диаграмму заголовком или комментарием, нужно выбрать кнопку “Текст”  из панели инструментов, поместить рамку для текста в выбранное место экрана и двойным щелчком по ней войти в диалоговое окно “Define Text”(рис. 20). В этом окне вводится пояснение, которое и будет помещено в рамку.

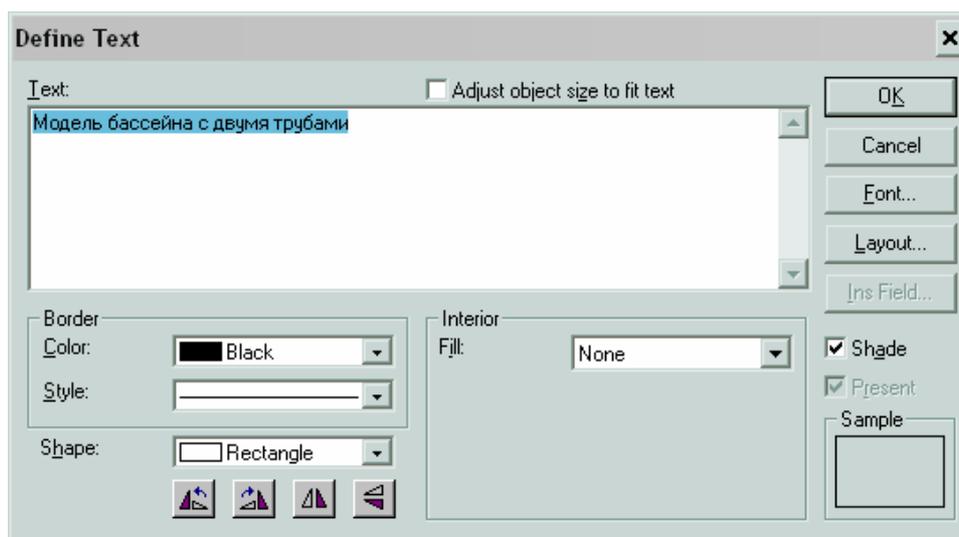


Рис. 20. Диалоговое окно определения текстового комментария

Замечание. Для ввода русского текста нужно, нажав кнопку "Font" в диалоговом окне определения текста, выбрать в открывшемся окне "Шрифт" русский шрифт (рис. 21).

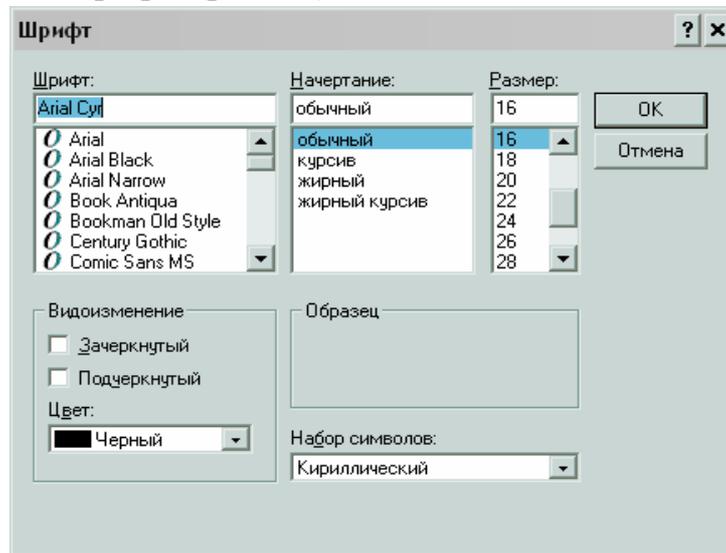


Рис. 21. Диалоговое окно выбора шрифта

Результаты моделирования представлены на рис. 22.

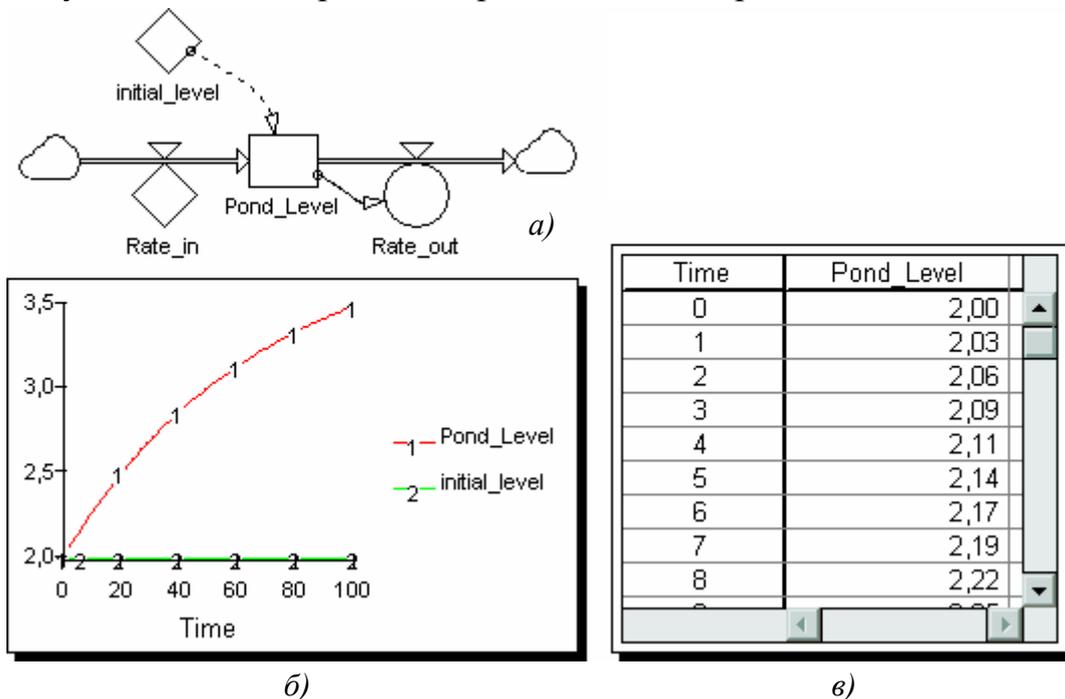


Рис. 22. Результаты моделирования и элементы оформления: а – модель бассейна с двумя трубами; б – диаграмма; в – таблица

К диаграмме можно добавлять другие элементы оформления: рисунки (подробнее см. раздел "Tools»Picture" главы "Меню и опции POWERSIM")

и причинные диаграммы (см. раздел "Tools»Line") [1] и даже строить блок-схемы (используя для этого изображения переменных, стрелки связей и линии).

Замечание. Такие элементы оформления модели, как текст, рамка, вставленный рисунок, линии в причинной диаграмме называются в POWERSIM статическими объектами, в отличие от динамических объектов (график, таблица значений, линейка с бегунком, текущее значение переменной), поскольку они не изменяются в процессе моделирования. Напомним, что базовые компоненты модели (накопитель, переменная, константа, связь, поток) называются структурными элементами модели.

Моделирование в диалоговом режиме

POWERSIM позволяет изменять входные параметры модели в процессе моделирования. Для этого предназначена линейка с бегунком (рис. 23), которая выводится на экран с помощью соответствующей кнопки из панели инструментов и связывается с нужным параметром. Во время моделирования при перетаскивании бегунка мышью на некоторую цифру линейки подключенный к ней параметр принимает это значение (обычно значения переменных изменяют вручную при пошаговом моделировании

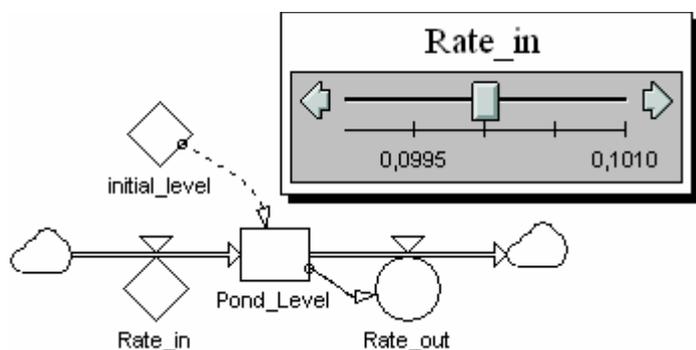


Рис. 23. Линейка с бегунком

или в моменты прерываний).

Чтобы варьировать в процессе моделирования некоторый параметр модели, например характеристику входной трубы Rate_in, нужно предварительно выполнить следующие действия:

- выбрать кнопку "Ли-

нейка с бегунком"  из панели инструментов, поместить курсор (принявший вид этого инструмента) в свободное место окна диаграммы и щелчком левой кнопки мыши создать окно для линейки с бегунком;

- перетащить константу Rate_In внутрь окна, при этом возникнет линейка, на которой при моделировании бегунком будет отмечаться значение Rate_in (как и в случаях таблицы значений и графика можно не перетаскивать переменную мышью, а открыть двойным щелчком диалоговое окно и выбрать константу из списка параметров модели).

Теперь при пошаговом моделировании (производимом с помощью кнопки  из панели команд) на каждом шаге можно менять значение Rate_in, передвигая бегунок по линейке. Однако по умолчанию процесс моделирования состоит из 100 шагов, и проводить его при помощи кнопки пошагового моделирования очень долго. Обычно поступают иначе – устанавливают прерывания, например через каждые 10 шагов моделирования, и меняют значения входных параметров в моменты прерываний. Моделирование с прерываниями – это промежуточный вариант между пошаговым и непрерывным моделированием. Для его выполнения нужно:

- выбрать пункт меню Simulate»RunSetup;
- установить прерывание (Auto Pause) через каждые 10 единиц времени (Every 10 Time Units).

Теперь при моделировании через каждые 10 единиц времени автоматически нажимается кнопка прерывания  и можно двигать бегунок мышью, изменяя значение подключенной к линейке константы. Чтобы сделать следующие 10 шагов моделирования, нужно отключить кнопку прерывания и так далее, пока моделирование не закончится.

Можно изменять одновременно несколько параметров модели – при перетаскивании их в окно или выборе из списка переменных возникнет нужное число линейек с бегунками (если они частично закрывают друг друга, можно растянуть окно линейки с бегунком с помощью мыши, предварительно выделив его). В окно линейки с бегунком можно поместить и вспомогательную переменную, но для нее будет создана линейка без бегунка, на которой будет откладываться текущее значение переменной в процессе моделирования (то есть изменять значение вспомогательной переменной вручную невозможно). Однако допускается изменение с помощью линейки с бегунком значений и динамической переменной (рис. 24).

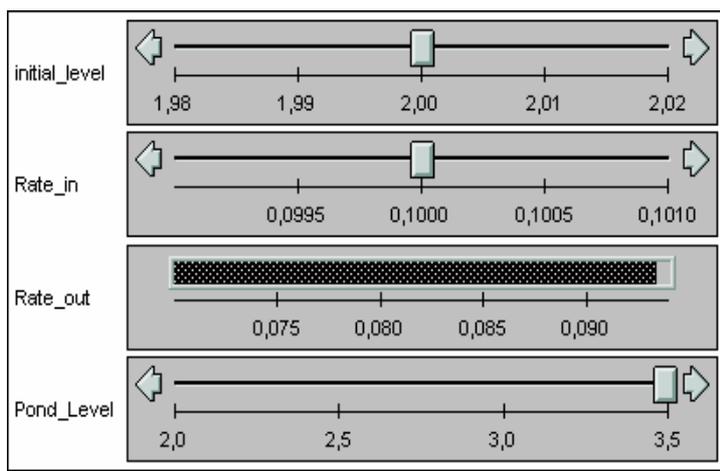


Рис. 24. Переменные разных типов на линейке с бегунком

Кроме линейки с бегунком для изменения значений переменных в процессе моделирования используется также объект "Number" ("Текущее значение переменной"). Это специальное окно, позволяющее наблюдать и вводить с клавиатуры значение выбранного параметра. Оно создается с помощью кнопки  из панели инструментов и связывается с выбранной переменной так же, как и линейка с бегунком. В моменты прерываний для констант и накопителей в окно текущего значения можно вводить с клавиатуры желаемое значение. Подробное описание этого объекта см. в разделе "Tools" главы "Меню и опции"[1].

В процессе моделирования может получиться, что первоначально установленная длительность моделирования (например 100 шагов моделирования) не позволит получить требуемые результаты. Для более длительного моделирования необходимо изменить значение конечного момента моделирования Stop Time, открыть пункт меню «Simulation» Simulation Setup и установить новое значение Stop Time – конечного момента моделирования.

Инициирование моделирования

Запуск процесса моделирования выполняется из меню **Simulate (Моделирование)**

Меню Simulate (Моделирование) содержит команды:

Run (Моделировать)

Эта команда предназначена для выполнения моделирования (до конца, до момента первого прерывания или до искусственного прекращения моделирования) и дублируется кнопкой  из панели команд.

Run Step (Шаг моделирования)

Эта команда предназначена для выполнения одного шага моделирования (пошаговое моделирование обычно используется при отладке модели). Удобнее проводить пошаговое моделирование с помощью кнопки  из панели команд.

Pause (Прерывание)

Эта команда включает или отменяет прерывание процесса моделирования и дублируется кнопкой  из панели команд. При установке в диалоговом окне "Run Setup" прерываний через определенное число шагов моделирования эта команда выполняется в нужные моменты автоматически (при этом кнопка прерывания остается нажатой до отмены прерывания).

Stop (Прекратить моделирование)

Эта команда прекращает моделирование. Для быстрой остановки моделирования служит кнопка  из панели команд.

Clear Results (Стереть результаты моделирования)

Эта команда позволяет стереть все результаты моделирования в текущем документе (очистить все динамические объекты, убрать автоотчет из диаграммы).

Run Setup (Параметры моделирования)

Этот пункт меню позволяет определить следующие параметры моделирования в открывающемся диалоговом окне (рис. 25):

– прерывание моделирования "Auto Pause" – не устанавливается, устанавливается через каждые n единиц времени (1 единица времени = $1/\text{TIMESTEP}$ шага), устанавливается через каждые n шагов моделирования;

- число последовательных циклов моделирования "Runs" (по умолчанию 1);
- задержка на n миллисекунд между шагами моделирования "Delay" (по умолчанию 0 – максимальная скорость моделирования).

Simulation Setup (Установки моделирования)

Этот пункт меню позволяет изменять общие установки **процесса** моделирования (как для основной модели, так и для субмоделей):

- начальный момент моделирования (Start Time);
- момент окончания моделирования (Stop Time);
- единицу времени (Time Unit);
- метод интегрирования (Method);
- шаг моделирования (Time Step);
- пределы величин абсолютной и относительной погрешности интегрирования для метода интегрирования с переменным шагом (AbsError, RelError), а также подключать субмодели (co-models) к основной модели для параллельного моделирования и согласовывать установки моделирования для основной и субмоделей (группа "Parallel Simulation").

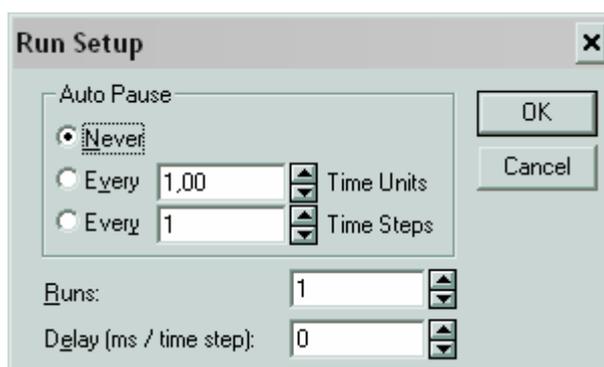


Рис. 25. Диалоговое окно параметров моделирования

Замечание. Субмодель – это любая модель POWERSIM (которую в принципе можно редактировать и моделировать независимо), связанная с текущей моделью.

Библиотека функций POWERSIM

Описание любой функции, используемой "POWERSIM". можно найти в справочной системе. Для этого в меню "Help" выбирается команда «Contents», в содержании справки – раздел "Reference Information", в нем – подраздел "Function". Нужную функцию следует искать в подходящей по смыслу группе "Function Groups". Например, чтобы найти описание функции, вычисляющей текущую (современную, приведенную) стоимость суммы денег, нужно, пройдя путь "Help —> Contents —> Reference Information —> Function -> Function Groups", открыть раздел "Financial functions", в нем находится функция **PV** (present value).

Для облегчения поиска нужной функции в диалоговом окне "Define Variable" (при использовании функции в определении переменной) можно также выбрать группу, к которой она относится, в расположенном под окном функций окне "Function Group".

При выборе функции в окне определения переменной рекомендуется держать включенной опцию "Paste Func Arguments". В этом случае функция, помещаемая в определение переменной двойным щелчком по названию в списке функций, содержит перечисление своих аргументов. Это часто бывает полезно, особенно для функций с несколькими аргументами.

Функции "POWERSIM" объединены в следующие группы:

- Функции, работающие с массивами (Array functions);
- Встроенные (Built-in functions).
- Условные (Conditional functions).
- Контрольные (Control functions).
- Преобразования (Conversion functions).
- Задержки (Delay functions).
- Финансовые (Financial functions).
- Графические Graph functions).
- Исторические (History functions).
- Логические (Logical functions).
- Математические (Mathematical functions).
- Разные (Miscellaneous functions).

- Случайные (Random functions).
- Статистические (Statistical functions).
- Временные (Time related functions).
- Тригонометрические (Trigonometric functions).

Для начального изучения методов работы с пакетом POWERSIM ограничимся только простыми и наиболее часто используемыми функциями.

Замечание. Некоторые функции одновременно входят в разные группы, что облегчает их поиск. Использование библиотеки функций будет рассмотрено непосредственно в описании лабораторных работ.

2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторная работа № 1.

ОСВОЕНИЕ МЕТОДОВ РАБОТЫ С ПАКЕТОМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ POWERSIM

Цель работы. Получить первоначальные навыки работы с пакетом POWERSIM.

Постановка задачи

1. Используя материалы, изложенные в разд. 1 по работе с пакетом POWERSIM, провести моделирование задачи о бассейне.
2. Подготовить все отчетные формы, предусмотренные в пакете.

Содержание отчета

1. Схема модели.
2. Результаты исследования модели.
3. Выводы по полученным результатам.

Лабораторная работа № 2.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ АДАПТАЦИИ СРЕДНЕЙ ПОТРЕБНОСТИ В КРЕДИТЕ

Цель работы. Средствами пакета имитационного моделирования POWERSIM построить и исследовать упрощенную модель адаптации средней потребности в кредите.

Постановка задачи.

Рассматривается упрощенная модель финансирования 12-летнего инвестиционного проекта. Предполагается, что для осуществления проекта требуются ежегодно средний объем кредитования $C_{п-кр}$, объем кредитных траншей $t_{кр}$, их объем прогнозируется в размере $V_{кр,i}$ ($i = 1, \dots, 12$). Поскольку ежегодные объемы кредитных поступления могут быть различными,

для планирования потребностей в кредите определяют изменение средней потребности в кредите

$$\Delta_{\text{ср-п-кр}} = (V_{\text{кр}, i} - C_{\text{п-кр}}) / t_{\text{кр}} .$$

Задача заключается в определении интервалов поступлений кредитных траншей и их объемов так, чтобы средняя потребность в кредите адаптировалась к некоторому постоянному уровню, что позволит более регулярно (а следовательно, и успешно) планировать потребности в кредитовании инвестиционного проекта.

Задание на выполнение

1. Разработать в среде POWERSIM модель.
2. Определить переменные модели: начальное значение средней потребности в кредите, с помощью графических функций пакета задать прогнозные значения времени поступления и объемов кредитных траншей.
3. Определить значения переменных модели так, чтобы обеспечить стабилизацию средней потребности в кредите на некотором уровне.
4. Используя средства пакета, подготовить подробный отчет о результатах работы.

Содержание отчета

1. Схема модели.
2. Результаты исследования модели.
3. Выводы по полученным результатам.

Лабораторная работа № 3.

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОКРЫТИЯ КРАТКОСРОЧНЫХ ФИНАНСОВЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ

Цель работы. Разработать имитационную модель прогноза возможностей покрытия краткосрочных финансовых обязательств.

Постановка задачи

Проблемные ситуации, с которыми сталкиваются как владельцы бизнеса, так и инвесторы зачастую связаны с необходимостью тщательного отслеживания риска и защиты от потерь первоначальной суммы выдавае-

мого кредита, особенно если он долгосрочный. Для оценки надежности такой защиты используют комплекс специальных коэффициентов, отражающих платежеспособность компании. Существует также набор других коэффициентов, с помощью которых можно измерить относительную долю долга, или финансовый рычаг, фирмы для того, чтобы взвесить относительные преимущества для владельцев и инвесторов. Используются также и так называемые коэффициенты покрытия (ликвидности), которые определяют способность компании обеспечить выполнение своих кредитных обязательств за счет собственных средств, создаваемых текущей деятельностью фирмы. Наиболее часто используют так называемый коэффициент текущей ликвидности, модель мониторинга которого должна быть разработана в лабораторной работе.

Коэффициент текущей ликвидности сравнивает текущие оборотные активы компании с ее краткосрочными обязательствами и показывает, насколько кредитор застрахован от потерь из-за возможного нарушения кредитного соглашения. Предполагается, что чем больше коэффициент текущей ликвидности, тем надежнее финансовое состояние компании. Действительно, более высокий коэффициент обеспечит более надежную защиту от значительных потерь в случае невыполнения кредитных соглашений. Существенное превышение текущих активов над краткосрочной задолженностью, скорее всего, поможет удовлетворить претензии кредиторов, если товарно-материальные запасы будут реализованы при распродаже имущества, а счета дебиторов востребованы в срочном порядке. С другой стороны, слишком высокий коэффициент ликвидности указывает на слабость финансового менеджмента, выражающаяся в наличии денежных средств, которые осели на счетах и тем самым увеличили размер дебиторской задолженности.

Значение ликвидности может изменяться во времени. Это изменение оказывает нетривиальное воздействие на динамику покрытия, которое обычно задается экспертом.

Спецификация модели

1. Рассматривается временной интервал в один год (12 месяцев). Шаг моделирования – один месяц.
2. Поступления на счета компании задаются с помощью встроенной функции GRAFH.

3. Оборотные активы определяются поступлениями и текущими обязательствами.

4. Расход активов = покрытие обязательств.

5. Воздействие ликвидности задается с помощью встроенной функции GRAPH, аргумент которой – коэффициент ликвидности с возможными значениями в диапазоне [0,2]. Значения функции воздействия ликвидности также находятся в диапазоне [0,2].

6. Коэффициент ликвидности = оборотные активы/текущие обязательства.

7. Покрытие обязательств = краткосрочные обязательства · воздействие ликвидности.

8. Текущие обязательства = усредненные обязательства · t_покрытия обязательств.

9. Усредненные обязательства = AVG (краткосрочные обязательства).

AVG – встроенная функция.

10. t_покрытия обязательств = (3 – 6) месяцам.

Задание на выполнение

1. Определить условия, при которых будет обеспечено покрытие краткосрочных обязательств без накопления избыточных средств на счетах компании.

2. Сформировать средствами пакета все необходимые отчетные формы.

Содержание отчета

1. Краткое описание задачи.

2. Имитационная модель.

3. Отчетные формы.

Выводы по результатам работы.

Лабораторная работа № 4.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗА ТЕМПА РОСТА КОНКУРЕНТНОГО ДОХОДА НА РЫНКЕ ИДЕНТИЧНЫХ ТОВАРОВ И УСЛУГ

Цель работы. Разработка и исследование имитационной модели для прогноза конкурентного дохода на олигополистическом рынке товаров и услуг.

Постановка задачи.

Рынок считается олигополитическим, если лишь несколько фирм поставляют основную долю отраслевой продукции. Принципиальный эффект небольшого количества фирм состоит в том, что каждая фирма занимает на рынке такое положение, что ее решения и действия оказывают серьезное воздействие на конкурентов. То, что делает один из участников рынка, отзывается на других, часто заставляя их реагировать определенным образом. Так, если одна фирма объявляет об изменении цены, конкуренты вынуждены достаточно быстро отвечать соответствующим образом. Если фирма изменяет фактор привлекательности товара, конкуренты вынуждены как-то реагировать и на это. Таким образом, подобный тип конкуренции оказывается высоко персонифицированным и каждая фирма обязана отслеживать действия конкурентов, учитывая, что ее лучший образ действий зависит от стратегии конкурентов. Взаимозависимость поведения олигополистов является ключевым признаком олигополии и распространяется буквально на все сферы конкуренции: цену, объем продаж, стратегию стимулирования, инновационную деятельность и т.д.

На рис. 26 представлена простейшая концептуальная схема, которая позволяет исследовать динамику изменения дохода в условиях олигополистического рынка. Для упрощения предполагается, что рынок поделен между активным экономическим агентом – компанией – и ее потенциальным конкурентом. Подобная экспресс-модель (при необходимой доработке и расширении) может использоваться как при анализе бизнес-ситуаций олигополистической конкуренции между отдельными корпорациями, так и при анализе динамики внутрифирменной конкуренции между товарными линиями идентичных товаров и услуг.

Поскольку в лабораторных работах используется неруссифицированная версия пакета POWERSIM, ниже приведен перечень условных обозначений, используемых в модели.

P_t – продажи; R_d – рост доходов; C – цена, $T_{K_R_D_O}$ – темп конкурентного роста доходов, %; C_{Pr_T} – ценовая привлекательность товара; K_{Pr_T} – конкурентная привлекательность товара; $W_{F_Y_{Pr_T}}$ – воздействие факторов увеличения привлекательности товара, K_{Pr} – конкурентные продажи; K_r_D – конкурентный рост дохода; K_D – конкурентные доходы; D – доходы, K_C – конкурентная цена.

Исследуемая модель состоит из двух взаимодействующих частей. Левая часть относится к компании, действующей на рынке, правая – пред-

ставляет поведение конкурента. Взаимодействие моделей происходит через три узла:

- 1-й – темп конкурентного роста дохода, %;
- 2-й – ценовая привлекательность товара;
- 3-й – конкурентная привлекательность товара.

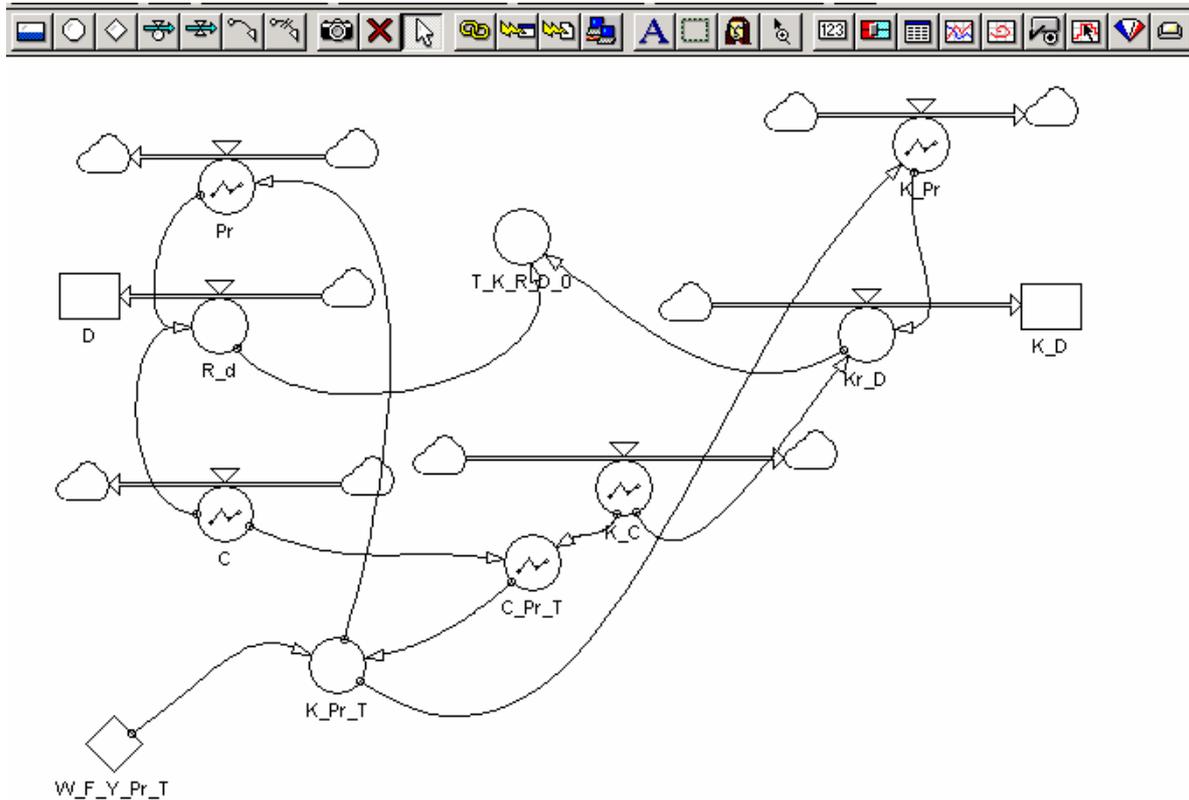


Рис. 26. Концептуальная схема модели

Спецификация модели

1. Начальные значения доходов компании и конкурента принимаются равными нулю.

2. Изменение конкурентной цены задается с помощью встроенной функции GRAPH, аргументом которой является время, $t = 12$ месяцев, шаг моделирования – один месяц. Диапазон возможных значений конкурентной цены определяется пользователем (например $[0,100]$).

3. Объем конкурентных продаж задается с помощью встроенной функции GRAPH, аргументом которой является конкурентная привлекательность товара. Диапазон изменения уровня конкурентной привлекательности товара.

тельности товара и число значений определяются пользователем (например, 5 значений в диапазоне от 0 до 1000).

4. Конкурентный рост доходов = конкурентная цена · конкурентные продажи.

5. Объем продаж задается с помощью встроенной функции GRAPH, аргументом которой является конкурентная привлекательность товара. Диапазон изменения уровня конкурентной привлекательности товара и число значений определяются пользователем (например 5 значений в диапазоне от 0 до 1000).

6. Рост доходов = цена · продажи.

7. Цена (изменение цены во времени) задается с помощью встроенной функции GRAPH, аргументом которой является время $t = 12$ месяцев, шаг моделирования – один месяц. Диапазон возможных значений конкурентной цены определяется пользователем, например (40, 60).

8. Конкурентная привлекательность товара = ценовая привлекательность товара · воздействие факторов увеличения привлекательности товара.

9. Темп конкурентного роста дохода в процентах = РСТ (рост доходов/(конкурентный рост доходов + рост доходов)), РСТ-функция пакета POWERSIM, непосредственно представляющая результат вычислений в процентах.

10. Ценовая привлекательность товара задается с помощью встроенной функции GRAPH, аргументом которой является отношение цена/конкурентная цена. Диапазон изменения аргумента и число значений функции определяются пользователем (например аргумент изменяется в пределах (0.25, 0.5), функция имеет 6 значений в диапазоне от 40 до 100).

11. Воздействие фактора увеличения привлекательности товара можно принять равным 1.

Задание на выполнение

1. Собрать модель.
2. Получить при моделировании изменения конкурентной привлекательности товара и темпа конкурентного роста дохода в процентах.
3. Построить диаграммы рассеивания, отображающие:
 - зависимость между ростом доходов фирмы и ростом доходов конкурента;

- зависимость между значениями объемов продаж агента-компании и конкурентной привлекательностью товара.

4. Провести исследования при различных значениях параметров модели.

Содержание отчета

1. Описание модели.
2. Результаты моделирования.
3. Выводы.

Лабораторная работа № 5.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВОСПРОИЗВОДСТВА УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА

Цель работы. Изучение возможностей использования пакета POWERSIM для моделирования процессов управления персоналом.

Постановка задачи

Развитие официальных программ по подготовке и воспроизводству руководящих кадров зачастую связано с бизнес-процессами управления карьерными изменениями (процессами управления продвижением по службе). Программы управления продвижением по службе помогают компаниям в полной мере использовать способности своих сотрудников, а персоналу – воспринимать работу в компании как последовательность перемещений по различным должностям. Такие передвижения способствуют развитию как организации, так и непосредственно сотрудника компании.

На рис. 27 представлена концептуальная модель бизнес-ситуации перемещений и воспроизводства управленческого персонала.

В модели использованы следующие обозначения:

H – наем;

N – новички;

DN – увольнение новичков;

PML – перевод в среднее звено;

KPML – коэффициент продвижения в среднее звено;

PDN – доля уволенных новичков;

ML – среднее звено;

DML – увольнение среднего звена;

CLD – общее число уволенных;
 PHL – перевод в высшее звено;
 HL – высшее звено;
 KPHL – коэффициент продвижения в высшее звено;
 DHL – увольнение высшего звена;
 PDML – доля увольнения среднего звена;
 PDHL – доля увольнения высшего звена.

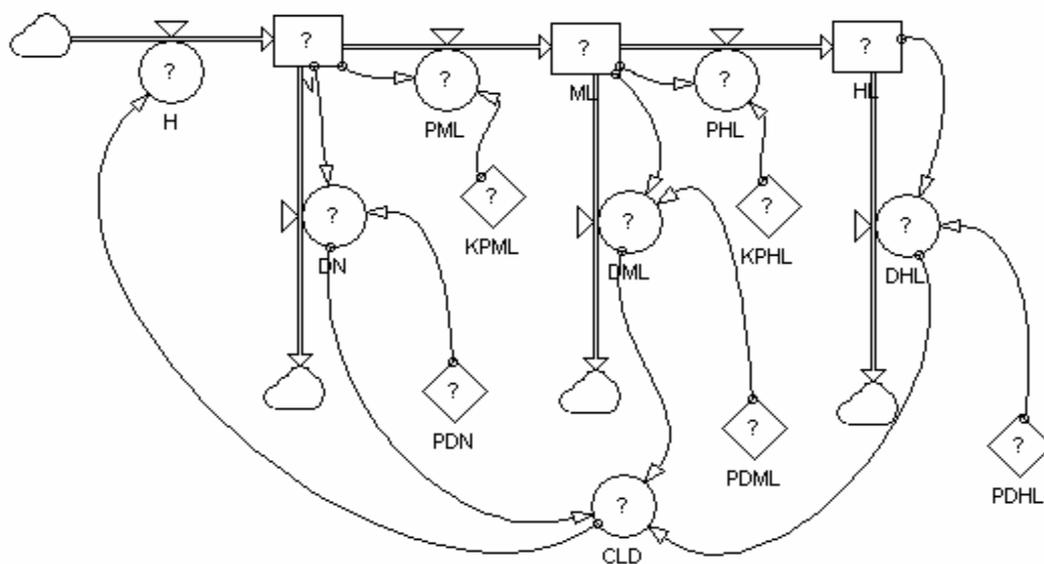


Рис. 27. Модель динамики воспроизводства управленческого персонала

Спецификация модели

1. Количество сотрудников высшего и среднего звена выбирается самостоятельно.
2. Количество новых сотрудников, принимаемых на работу, выбирается самостоятельно.
3. $H = N$.
4. $PHL = ML/KPHL$.
5. $PML = N/KPML$.
6. $DHL = HL \cdot PDHL$.
7. $DN = N \cdot PDN$.
8. $DML = ML \cdot PDML$.
9. $CLD = DN + DML + DHL$.

10. Доля уволенных по каждому уровню выбирается произвольно, но должны составлять не более 10 %.

11. Коэффициент продвижения на более высокий уровень выбирается как целое число в диапазоне от 2 до 5.

Задание на выполнение

1. Манипулируя значениями доли уволенных новичков, доли увольнения среднего звена, доли увольнения высшего звена, коэффициента продвижения в среднее звено, коэффициента продвижения в высшее звено, исследовать динамику воспроизводства управленческого персонала.

2. Построить диаграмму рассеивания, отражающую зависимость текущего значения количества вновь принятых сотрудников от количества сотрудников, обладающих необходимым опытом руководящей работы.

Содержание отчета

1. Схема модели.
2. Результаты исследования модели.
3. Выводы по полученным результатам.

ЗАЧЕТНАЯ РАБОТА

Цель работы. После выполнения лабораторных работ студенты проводят самостоятельную разработку имитационной модели, демонстрируя уровень освоения пройденного материала.

Постановка задачи.

Внутрифирменная бизнес-ситуация характеризуется тем, что фирма наряду с продажей высокотехнологичного HARDWARE занимается и его обслуживанием. По мере роста объемов продаж растет и соответствующая статья доходов от подобной деятельности. Однако по мере увеличения парка уже проданного и установленного оборудования, растет также и доход от его сервисного обслуживания и сопровождения. В то же время возможно насыщение рынка, и тогда доход от продаж будет снижаться, и в какой-то момент доходы от сервиса начнут расти более заметно. Поэтому потребуются новые управленческие решения, реорганизующие бизнес фирмы, в направлении кадрового и технологического усиления подразделений, обеспечивающих обслуживание и сопровождение.

Задание на выполнениеработы. Предлагается разработать модель динамики развития бизнес-линий фирмы.

Динамика продаж оборудования, изменение цены продажи единицы оборудования и цены обслуживания задаются пользователем в виде графиков.

Оценка бизнес-линий фирмы производится по доли доходов от продаж и сервиса в общем доходе фирмы, а также по диаграмме рассеивания, отражающей зависимость между изменением цены единицы оборудования и ростом процента дохода от сервиса и сопровождения. Разработчик модели может предложить свои оценки.

Содержание отчета

1. Схема модели.
2. Результаты исследования модели.
3. Выводы по полученным результатам.

Библиографический список

1. *Евсюхина, К.* Работа с пакетом динамического моделирования PowerSim (верс. 2.01) / К. Евсюхина, М. Чесалова; под ред А. Масаловича. – М. : Тора-центр, 1997. – 136 с.

2. *Шебеко, Ю.* Имитационное моделирование и ситуационный анализ бизнес-процессов. Принятие управленческих решений: учеб. и практ. пособие / Ю. Шебеко. – 1999. – 205 с.

Оглавление

Введение	3
1. ОСНОВЫ РАБОТЫ С ПАКЕТОМ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ POWERSIM	4
1. Установка пакета POWERSIM	4
2. Принципы построения моделей в POWERSIM	5
3. Пользовательская среда POWERSIM	7
4. Работа с пакетом POWERSIM	10
5. Определение переменных	14
2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	32
Лабораторная работа № 1. ОСВОЕНИЕ МЕТОДОВ РАБОТЫ С ПАКЕТОМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ POWERSIM	32
Лабораторная работа № 2. ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ АДАПТАЦИИ СРЕДНЕЙ ПОТРЕБНОСТИ В КРЕДИТЕ	32
Лабораторная работа № 3. РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОКРЫТИЯ КРАТКОСРОЧНЫХ ФИНАНСОВЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ	33
Лабораторная работа № 4. ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗА ТЕМПА РОСТА КОНКУРЕНТНОГО ДОХОДА НА РЫНКЕ ИДЕНТИЧНЫХ ТОВАРОВ И УСЛУГ	35
Лабораторная работа № 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВОСПРОИЗВОДСТВА УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА	39
Зачетная работа.....	41
Библиографический список.....	42

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания к лабораторным работам

Составитель ЧЕРНОВ Владимир Георгиевич

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой доцент А.А. Гамин

Редактор Р.С. Кузина

Корректор Е.В. Афанасьева

Компьютерная верстка Е.Г. Радченко

ЛР № 020275. Подписано в печать 25.04.05.

Формат 60×84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.

Печать на ризографе. Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 2,62. Тираж 100 экз.

Заказ

Редакционно-издательский комплекс

Владимирского государственного университета.

600000, Владимир, ул. Горького, 87.