

Д/р
11974

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
(повна найменування вищого навчального закладу)

Інститут інноваційної та післядипломної освіти
(повна найменування інституту/факультету)

Кафедра економічної кібернетики та інформаційних технологій
(повна назва кафедри)

Дипломна робота

Бакалавра

на тему: «Имитационное моделирование вероятностных событий в среде Simulink»

«Імітаційне моделювання ймовірнісних подій у середовищі Simulink»
«Simulation of probabilistic events in the Simulink environment»

Виконав: студента денної форми навчання
напряму підготовки 6.050102 «Комп'ютерна інженерія»
Грабован Аліна Ігорівна

Керівник канд. фіз.-мат. наук., доц. Бойцова І.А.

Рецензент канд. фіз.-мат. н., доцент НДІ фізики
Гоцульський В.С.

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

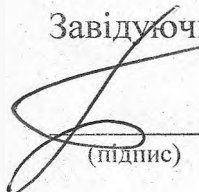
№ 11 від 27.05 / 2016 р.

Захищено на засіданні ЕК № 7

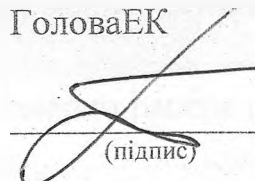
протокол № 51 від 23.06 2016 р.

Оцінка задовільно 65 /
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Завідуючий кафедри

 Тюрин О.В.
(підпис)

Голова ЕК

 Тюрин О.В.
(підпис)

Одеса 2016

779454

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	13
1.1 Понятие модели	13
1.2 Классификация моделей	13
1.3 Последовательность разработки математических моделей	15
1.3.1 Определение цели моделирования	16
1.3.2 Построение концептуальной модели	17
1.3.3 Разработка алгоритма модели системы	19
1.3.4 Разработка программы модели системы	20
1.3.5 Планирование модельных экспериментов и проведение машинных экспериментов с моделью системы	20
1.4 Математические схемы моделирования систем	21
1.4.1 Классификация моделируемых систем	21
1.4.2 Математические схемы (модели)	23
2 МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН И СОБЫТИЙ	27
2.1 Моделирование случайных величин	27
2.2 Моделирование дискретных случайных величин	28
2.2.1 Моделирование дискретных случайных величин с биномиальным законом распределения	30
2.2.2 Моделирование дискретных случайных величин с пуассоновским законом распределения	31
2.2.3 Моделирование дискретных случайных величин с геометрическим законом распределения	32
2.3 Моделирование непрерывных случайных величин	32
2.3.1 Моделирование непрерывных случайных величин методом обратной функции	33
2.3.2 Моделирование равномерно распределенных непрерывных случайных величин	34
2.3.3 Моделирование непрерывных случайных величин с экспоненциальным законом распределения	35
2.3.4 Моделирование непрерывных случайных величин с нормальным законом распределения	36

2.4	Моделирование случайных событий.....	38
2.4.1	Моделирования простого случайного события.....	38
2.4.2	Моделирование полной группы несовместных событий...40	
2.4.3	Моделирование совместных независимых событий	42
2.4.4	Моделирование совместных зависимых событий	43
3	ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ СИСТЕМ В СРЕДЕ SIMULINK/MATLAB.....	45
3.1	Моделирование случайных величин	45
3.2	Моделирование простого случайного события.....	48
3.3	Моделирование полной группы несовместных событий.....	54
3.4	Моделирование совместных независимых событий	57
3.5	Моделирование совместных зависимых событий	58
	ВЫВОДЫ	61
	ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК.....	62

ВВЕДЕНИЕ

В течение всей своей жизни человек вынужден принимать те или иные решения. Если определенная ситуация, требующая принятия решения, повторяется достаточно часто, то решение приходит само собой, автоматически. Если же ситуация недостаточно знакома или человек не располагает всей необходимой информацией, то принятие решения существенно усложняется. В таких случаях он вынужден, как правило, сравнивать между собой несколько возможных вариантов и выбирать тот, который кажется ему наиболее предпочтительным (или наименее опасным).

Значительно более важные последствия имеют так называемые управляющие решения. Из теории исследования операций известно, что количественно принятое решение можно оценить с помощью показателя эффективности функционирования исследуемой (разрабатываемой) системы, в том числе экономической.

В общем случае он отражает результат функционирования системы, который является функцией трех факторов: полезного эффекта операции (q), затрат ресурсов на проведение операции (c) и затрат времени на ее проведение (t). Значения величин q , c и t зависят от стратегии проведения операции (u). В формальном виде сказанное можно записать так:

$$Y_{on} = Y(q(u), c(u), t(u)).$$

Например, принимается решение относительно строительства крупного складского помещения для дорогостоящего товара (например автомобилей). От того, насколько правильно будет выбран показатель эффективности, определены факторы, зависит выбор правильного решения.

$q(u)$ – число автомобилей, хранящихся на складе;

$c(u)$ – стоимость доставки и хранения автомобилей;

$t(u)$ – время доставки и хранения автомобилей.

Имея возможность рассчитать указанные величины, можно получить достаточно объективную оценку эффективности выбранного способа продажи автомобилей.

Показатель эффективности позволяет оценить (точнее, описать) результат операции, полученный при использовании конкретной стратегии. Однако даже если такие оценки будут получены для всего множества допустимых стратегий, этого еще недостаточно, чтобы выбрать одну из них, ту, которая будет реализована. Например, при оценке загруженности вычислительной сети оказалось, что коэффициент использования равен 0,7. Хорошо это или плохо? Чтобы ответить на подобный вопрос, необходимо сформулировать правило, позволяющее лицу, принимающему решение, сравнивать между собой стратегии, характеризующиеся различными значениями показателя эффективности. В одних случаях правило сравнения может быть очень простым, в других же его вообще не удастся найти и придется изменять (уточнять) показатель эффективности экономических систем и процессов. Скажем, если автомобиль одной и той же марки в двух разных автосалонах продается по разным ценам (при прочих равных условиях), то правило выбора салона напрашивается само. Совсем другое дело, когда автомобили различаются стоимостью, фирмой-изготовителем, дизайном, организацией гарантийного обслуживания и т.д. При этом первый оказывается предпочтительнее по одним показателям, второй – по другим. В такой ситуации покупатель должен сначала определить правило выбора и только после этого сравнивать между собой различные варианты.

В теории принятия решений правило, на основании которого производится выбор стратегии, отвечающей интересам лица принимающего решение, называется критерием эффективности:

Таким образом, показатель эффективности и критерий эффективности в совокупности отражают цели, которые преследует лицо принимающее решение, при проведении данной операции, а также наиболее предпочтительный для него способ достижения этой цели.

Лица, ответственные за принятие решений, касающихся проектирования и создания экономических систем, могут оценить их эффективность одним из трех следующих способов.

Во-первых, есть возможность (по крайней мере, теоретическая) проводить управляемые эксперименты с экономической системой фирмы, отрасли или страны. Однако принятие неоптимальных решений может причинить ущерб экономической системе. При этом, чем больше масштаб системы, тем ощутимее убытки. Тем не менее, на практике такие эксперименты нередко производились и производятся (в некоторых странах) с неизменно отрица-

тельным результатом. Даже в случае оптимальных решений, касающихся, например, управления деятельностью фирмы, при проведении натурных экспериментов трудно сохранить постоянство факторов и условий, влияющих на результат, а следовательно, сложно обеспечить надежную оценку различных экономических решений.

Во-вторых, если есть данные о развитии экономической системы за некоторый период времени в прошлом, то можно провести мысленный эксперимент на этих данных. Однако для этого нужно знать точно, какие изменения и каких входных переменных привели к наблюдаемому изменению выходных переменных, характеризующих эффективность экономической системы. Иногда причинами изменений могут оказаться случайные возмущения, или так называемый шум. Поэтому, нельзя слишком доверять оценкам экономических решений, полученным на основе данных о развитии системы в прошлом.

В-третьих, можно построить математическую модель рассматриваемой системы, связывающую входные (независимые) переменные с выходными (зависимыми) переменными, а также с экономической стратегией, т.е. со способом управления экономической системой. Если есть основания для того, чтобы считать разработанную математическую модель адекватной рассматриваемой экономической системе, то с помощью модели можно производить расчеты или машинные эксперименты (если модель реализована на компьютере). По результатам этих экспериментов можно выработать рекомендации по повышению эффективности существующей или проектируемой экономической системы (рис 0.1).

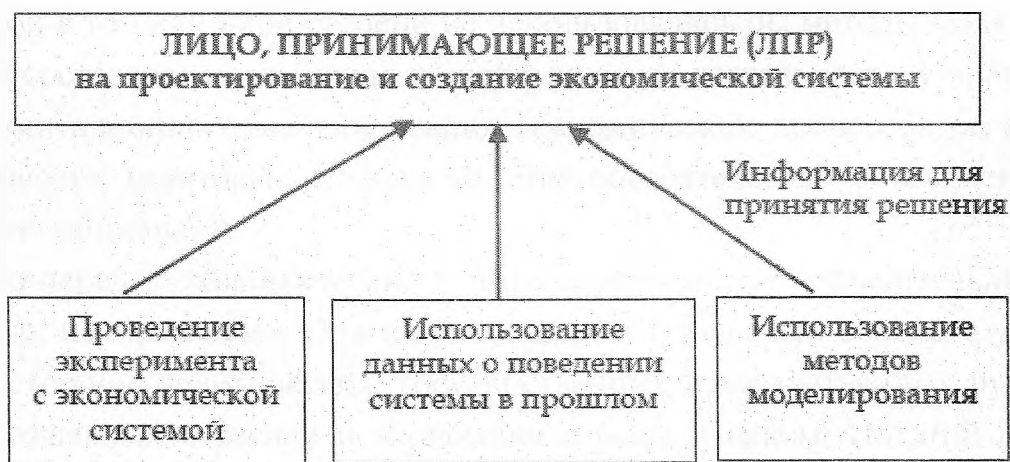


Рисунок 0.1 – Принятие решения об эффективности экономической системы

Условием для разработки модели является наличие так называемой информационной достаточности. Это означает, что разработчик должен иметь достаточное представление о том, что является входными и выходными переменными в исследуемой системе и какие факторы оказывают влияние на процесс ее функционирования. Если уровень информационной достаточности невысок, то создать модель, с помощью которой можно получать новые знания об объекте-оригинале, невозможно. Если же уровень информационной достаточности велик, т.е. система уже хорошо изучена, то вопрос о создании модели теряет смысл, так как новых знаний она также не даст.

Следовательно, разрабатывать модель имеет смысл только в том случае, если объект-оригинал еще недостаточно изучен или вообще не существует в природе и только проектируется.

Если объект-оригинал существует, то модель считается адекватной ему в том случае, если зависимость выходных переменных от входных параметров в модели и в объекте оригинале практически совпадает. При упрощении моделей степень адекватности снижается.

Если же объекта-оригинала еще не существует, то модель считается адекватной ему, если она с достаточной степенью приближения на уровне понимания моделируемого процесса исследователем отражает закономерности процесса функционирования реальной системы. Залогом адекватности в этом случае является полнота описания моделируемого процесса, т.е. учет всех факторов, поддающихся формализации.

Математические модели делятся на две группы: аналитические и алгоритмические (которые иногда называют имитационными).

В настоящее время нельзя назвать область человеческой деятельности, в которой в той или иной степени не использовались бы методы моделирования. Не составляет исключения и экономическая деятельность. Однако в области имитационного моделирования экономических процессов до сих пор наблюдаются некоторые сложности. Это обстоятельство объясняется следующими причинами.

Во-первых, экономические процессы происходят в значительной мере стихийно, неуправляемо. Они плохо поддаются попыткам волевого управления со стороны политических, государственных и хозяйственных руководителей отдельных отраслей и экономики страны в целом. По этой причине экономические системы плохо поддаются изучению и формализованному описанию.

Во-вторых, специалисты в области экономики, как правило, имеют недостаточную математическую подготовку вообще и по вопросам математического моделирования в частности. Большинство из них не умеет формально описывать (формализовать) наблюдаемые экономические процессы. Это, в свою очередь, не позволяет установить, адекватна ли та или иная математическая модель рассматриваемой экономической системе.

В-третьих, специалисты в области математического моделирования, не имея в своем распоряжении формализованного описания экономического процесса, не могут создать адекватную ему математическую модель. Существующие математические модели, которые принято называть моделями экономических систем (рис. 0.2), можно условно разделить на три группы.

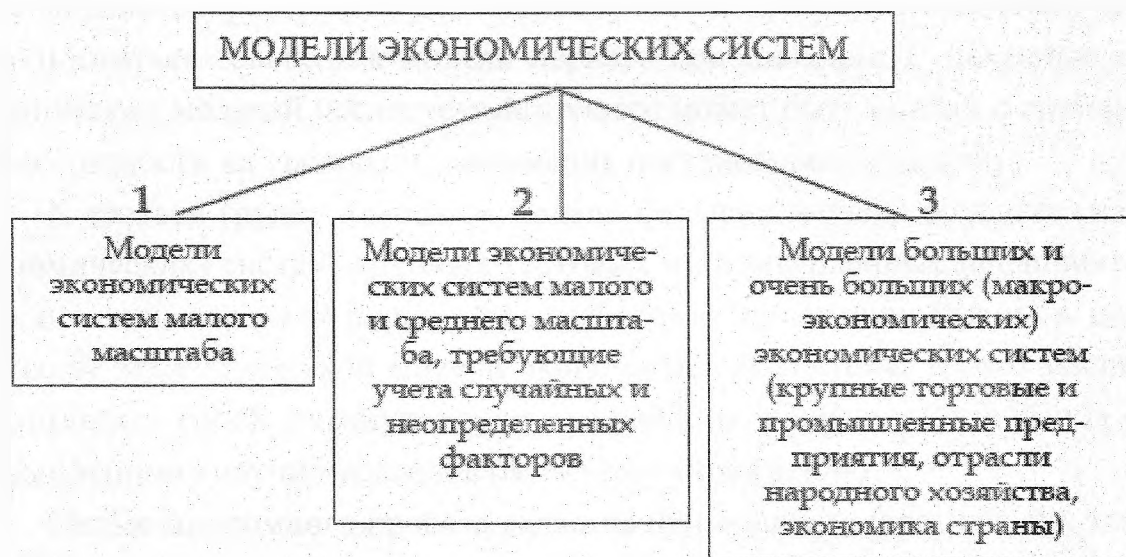


Рисунок 0.2 – Классификация моделей экономических систем

К первой группе можно отнести модели, достаточно точно отражающие какую-либо одну сторону определенного экономического процесса, происходящего в системе сравнительно малого масштаба. С точки зрения математики они представляют собой весьма простые соотношения между двумя-тремя переменными. Обычно это алгебраические уравнения 2-й или 3-й степени, в крайнем случае, система алгебраических уравнений, требующая для решения применения метода итераций (последовательных приближений). Они находят применение на практике, но не представляют интереса с точки зрения специалистов в области математического моделирования.

Ко второй группе можно отнести модели, которые описывают реальные процессы, протекающие в экономических системах малого и среднего масштаба, подверженные воздействию случайных и неопределенных факторов. Разработка таких моделей требует принятия допущений, позволяющих разрешить неопределенности. Например, требуется задать распределения случайных величин, относящихся к входным переменным. Эта искусственная операция в известной степени порождает сомнение в достоверности результатов моделирования. Однако другого способа создания математической модели не существует.

Среди моделей этой группы наибольшее распространение получили модели так называемых систем массового обслуживания. Существуют две разновидности этих моделей: аналитические и алгоритмические. Аналитические модели не учитывают действие случайных факторов и поэтому могут использоваться только как модели первого приближения. С помощью алгоритмических моделей исследуемый процесс может быть описан с любой степенью точности на уровне его понимания постановщиком задачи.

К третьей группе относятся модели больших и очень больших (макроэкономических) систем: крупных торговых и промышленных предприятий и объединений, отраслей народного хозяйства и экономики страны в целом. Создание математической модели экономической системы такого масштаба представляет собой сложную научную проблему, решение которой под силу лишь крупному научно-исследовательскому учреждению.

Целью дипломного проекта является применение теоретических знаний и практических навыков имитационного моделирования вероятностных систем. А для этого необходимо уметь моделировать случайные числа, случайные величины и случайные события.

В ходе выполнения дипломной работы следовало ознакомиться со средствами имитационного моделирования процессов функционирования систем, овладеть методами имитационного моделирования, типовыми этапами моделирования процессов:

- построение концептуальной модели и ее формализация;
- алгоритмизация модели и ее компьютерная реализация;
- подготовка и проведение имитационного эксперимента и интерпретация результатов моделирования;

- овладение практическими навыками реализации моделирующих алгоритмов для исследования характеристик и поведения сложных систем.

Для решения поставленных задач необходимо знать:

- основы теории и практики имитационного моделирования процессов;
- основные классы моделей систем предметной области, технологию их моделирования;
- принципы построения моделей процессов функционирования систем, методы формализации и алгоритмизации, возможности реализации моделей с использованием программно-технических средств современной компьютерной техники.

Кроме того, необходимо уметь:

- пользоваться методом имитационного моделирования при исследовании, проектировании и эксплуатации систем;
- разрабатывать схемы моделирующих алгоритмов процессов и систем, реализовывать модели с использованием пакета прикладных программ моделирования *Matlab* и встроенного в него средства визуального моделирования *Simulink*;
- строить имитационные модели и проводить статистический эксперимент над построенной моделью.

ВЫВОДЫ

Имитационное моделирование – наиболее мощный и универсальный метод исследования и оценки эффективности систем, поведение которых зависит от воздействия случайных факторов. К таким системам можно отнести и летательный аппарат, и популяцию животных, и предприятие, работающее в условиях слаборегулируемых рыночных отношений.

В основе имитационного моделирования лежит статистический эксперимент, реализация которого практически невозможна без применения средств вычислительной техники. Поэтому любая имитационная модель представляет собой в конечном счете более или менее сложный программный продукт.

Вместе с тем в настоящее время на рынке компьютерных технологий есть продукт, позволяющий весьма эффективно решать указанные проблемы, – пакет *MATLAB*, содержащий в своем составе инструмент визуального моделирования *Simulink*.

Simulink – это инструмент, позволяющий достаточно быстро смоделировать систему и получить показатели ожидаемого эффекта и сравнить их с затратами сил на их достижение.

В результате выполнения дипломного проекта были реализованы следующие имитационные модели:

- модель генерации случайных чисел;
- модель генерации случайных величин, подчиненных различным законам распределения;
- модель простого случайного события;
- модель полной группы несовместных событий;
- модель совместных независимых событий;
- модель совместных зависимых событий.

Над всеми моделями были проведены разнообразные имитационные эксперименты, иллюстрирующие достоинства и недостатки моделируемых событий и систем.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Анфилов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 368 с.
2. Борщев А.В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика // Exponenta Pro. – 2004. – № 3–4 234–424с.
3. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 399 с.
4. Варфоломеев В.И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 208 с.
5. Гуляев А. Визуальное моделирование в среде MATLAB. – СПб.: Питер. – 2000. – 234с.
6. Гуляев А.К. MATLAB 5.3 Имитационное моделирование в среде indows: Практ. пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 400 с.
7. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7+ Simulink 5/6. Основы применения. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 800 с.
8. Дэбни Дж.Б., Харман Т.Л. Секреты мастерства. /Пер с англ. М.Л. Симонова. Simulink 3. – М.: БИНОМ, 2003. – 403 с.
9. Емельянов А.А. Имитационное моделирование в управлении рисками. – СПб.: Инжекон, 2000. – 376 с.
10. Емельянов А.А., Власова Е.А. Имитационное моделирование в экономических информационных системах. – М.: Изд-во МЭСИ, 1998. – 108 с.
11. Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В. Моделирование экономических процессов. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 368 с.
12. Клейнрок Л.Т. Теория массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.
13. Кобелев Н.Б. Практика применения экономико математических методов и моделей. – М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000. – 424с.
14. Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. СПб.: Питер; Киев: BHV, 2004. – 847 с.
15. Налимов В.В., Чернова И.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. – М.: Наука, 1965. – 366 с.
16. Нейлор Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. – М.: Мир, 1975. – 392 с.
17. Прицкер А. Введение в имитационное моделирование и язык СЛАМ-II. – М.: Мир, 1987. – 544 с. – 847 с.