

ханизм. При это возникает ситуация, когда решения, принятые раньше, детерминируют частично или полностью решения, принятые позднее.

Таким образом, легко заметить, что экономические задачи, решаемые математическими методами, имеют специфику, определяемую особенностями экономических систем, как более высоких форм движения по сравнению с техническими или биологическими системами. Эти особенности экономических систем сделали недостаточными те математические методы, которые выросли из потребностей других наук. Т.е. потребовался новый математический аппарат, причем не столько более сложный, сколько просто учитывающий особенности экономических систем на базе уже существующих математических методов.

Кроме того, экономические системы развиваются и усложняются сами, изменяется их структура, а иногда и содержание, обусловленное научно-техническим прогрессом. Это делает устаревшими многие методы, применявшиеся ранее, или требует их корректировки. В то же время научно-технический прогресс влияет и на сами математические методы, поскольку появление и усовершенствование электронно-вычислительных машин сделало возможным широкое использование методов, ранее описанных лишь теоретически, или применявшихся лишь для небольших прикладных задач.

### **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

*А.Б.Сафронова, студент группы 17Г20,  
научный руководитель: Березовская О.Б.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Актуальность имитационного моделирования состоит в том, что эта деятельность стала эффективным инструментом исследования и проектирования сложных систем. Что в свою очередь позволяет учитывать все многообразие факторов, имеющих место в реальных системах. Это дает возможность управлять отраслями хозяйства, решать задачи проектирования и исследования технических, экономических, организационных и других систем в современных условиях.

Моделирование — это построение и изучение моделей реально существующих объектов, процессов или явлений с целью получения объяснений этих явлений, а также для предсказания явлений, интересующих исследователя.

Имитационное моделирование - это метод исследования, при котором изучаемую систему заменяют на модель, которая достаточно точно описывает действительную систему в реальной жизни, с ней проводят эксперименты с целью получения информации о системе. Экспериментирование с моделью называют имитацией. Имитация — это изучение сути явления, не проводя эксперименты на реальном объекте.

Имитационная модель – логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта.

Имитационное моделирование применяется к процессам, в ход которых может вмешаться человек. Человек, который руководит операцией, может в зависимости от сложившейся обстановки, принимать те или иные решения. После чего приводится в действие математическая модель, которая показывает, какое ожидается изменение обстановки в ответ на это решение и к каким последствиям оно приведет спустя некоторое время.

Структура имитационного моделирования представляется последовательно-циклической. Последовательность определяется тем, что процесс имитационного моделирования можно разбить на несколько этапов, выполнение которых осуществляется от предыдущего к последующему, т. е. последовательно. Цикличность проявляется в необходимости возвращения к предыдущим этапам для повторения уже однажды пройденного пути с измененными для необходимости данными и параметрами модели.

В настоящее время имитационное моделирование применяется во многих областях человеческой деятельности: в экономике, на транспорте, в промышленности, экологии, в сферах информационной безопасности и услуг, а также в сферах общественных, государственных и военных отношений. При этом задачами имитационного моделирования является:

- научные исследования (планирование экспериментов, определение статистических характеристик случайных факторов, проверка статистических гипотез);
- автоматическое проектирование;
- отработка рабочих режимов пилотных объектов;
- автоматическое управление;
- организация, оценка, планирование и прогнозирование человеческих отношений;
- учебная деятельность;
- воспроизведение игровых ситуаций.

Применяют имитационное моделирование в случаях, если:

- дорого или невозможно экспериментировать на реальном объекте;
- невозможно построить аналитическую модель: в системе есть время, причинные связи, последствия, нелинейности, стохастические (случайные) переменные;
- необходимо симитировать поведение системы во времени.

Цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между её элементами или другими словами — разработке симулятора исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов. Имитационное моделирование позволяет имитировать во времени поведение системы. Плюсом является то, что временем можно управлять: замедлять в случае быстропротекающих процессов и ускорять для моделирования систем с медленной изменчивостью.

Метод имитационного моделирования с успехом применяется при анализе эффективности функционирования производств и предприятий, организации работы транспорта и сферы обслуживания; изучении различных сфер деятельности человека (охрана окружающей среды, управление водными ресурсами, экологические проблемы, энергетика и т.п.), в автоматизированном управлении технологическими и организационными процессами. Важно подчеркнуть, что имитационное моделирование используется на всех этапах жизненного цикла: при проектировании, создании, внедрении, эксплуатации систем, а также на различных уровнях их изучения - от анализа работы элементов до исследования взаимодействия систем в целом с окружающей средой.

#### Пример имитационного моделирования

Применение метода имитационного моделирования можно продемонстрировать на примере работы отделения банка по обслуживанию физических лиц. Допустим, что необходимо определить минимальное количество обслуживающего персонала, которое обеспечивает требуемое качество сервиса.

Критерий качества сервиса зададим правилом: средний размер очереди клиентов не должен превышать  $N$  человек. Очевидно, что для решения поставленной задачи необходимо иметь достаточные знания о системе: какие клиенты посещают банк, какое количество клиентов приходит в течение рабочего дня, а также сколько времени занимает обслуживание одного клиента.

На первом этапе решения задачи создается модель, которая соответствует структуре и бизнес-процессам отделения банка. В ходе разработки модели учитываются только те детали, которые оказывают существенное влияние на изучаемые аспекты работы системы. Например, наличие отделения обслуживания юридических лиц или кредитного отдела не влияет на обслуживание физических лиц, поскольку они физически и функционально отделены от последнего. Схематично такую модель можно представить в виде последовательности следующих действий.

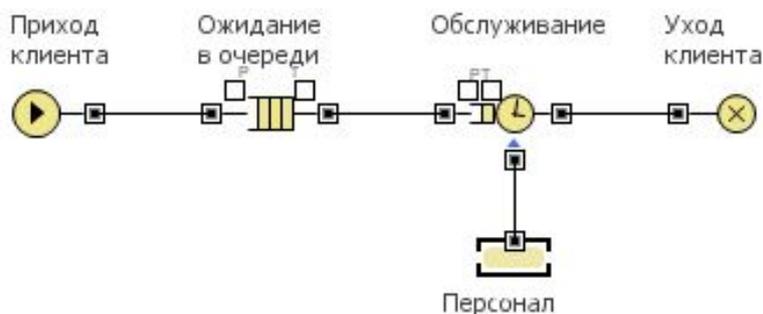


Рис. 1

На втором этапе на вход модели подаются исходные данные: интенсивность прихода клиентов, среднее время обслуживания клиентов, количество доступного персонала. На основании этих данных модель имитирует, или воспроизводит, работу банка в течение заданного промежутка времени, например, рабочего дня.

Время	Событие
19:54	клиент № 167 пришел и встал в очередь
19:56	клиент № 168 пришел и встал в очередь
19:57	клиент № 164 закончил обслуживаться и ушел
19:57	клиент № 167 начал обслуживаться

Рис. 2

Следующий этап заключается в анализе статистики, собранной и представленной моделью. Если средний размер очереди клиентов превышает выбранный предел в  $N$  человек, то количество доступного персонала следует увеличить и выполнить новый эксперимент.



Рис. 3.

В результате проведения серии экспериментов над моделью пользователь может определить оптимальное количество персонала. Процесс подбора параметров может быть осуществлен также и с помощью встроенного оптимизатора, который в автоматическом режиме проверяет различные сочетания и находит лучшее решение.

Имитационная модель отражает временной, пространственный и логический аспекты исследуемого процесса, это новый класс моделей, которые основаны на программировании. Обладая знаниями о имитационном моделировании, можно решить множество задач высокого уровня сложности.

Литература.

1. ru.wikipedia.org
2. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование: Теория и технологии, 2004
3. www.anylogic.ru.

## ПРОСТЫЕ ДРОБИ И ИХ ИНТЕГРИРОВАНИЕ.

### ПРИЕМ М.В. ОСТРОГРАДСКОГО

*Р.В. Стаин, студент группы 17В41,*

*научный руководитель: Соколова С.В.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

При интегрировании рациональных дробей необходимо уметь интегрировать так называемые *простые дроби* четырёх типов:

$$I. \frac{A}{x-a}, \quad II. \frac{A}{(x-a)^k}, \quad III. \frac{Mx+N}{x^2+px+q}, \quad IV. \frac{Mx+N}{(x^2+px+q)^k}, \quad \text{где } A,$$

$M, N, a, p, q, k$  ( $k=2,3,\dots$ ) – вещественные числа; кроме того, по отношению к дробям вида *III* и *IV*