

УДК 37

Векслер В. А.,
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н. Г. Чернышевского», г. Саратов
к. п. н., доцент

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКИ

Аннотация. В статье рассматриваются рекомендации по изучению имитационного моделирования в школе. Приводятся примеры задач, рассмотренных с учащимися 10—11 классов по моделированию с использованием сетей Петри, среды агентного моделирования NetLogo и математического пакета Maxima.

Ключевые слова: образование, имитационное моделирование, агентное моделирование, сети Петри

Одной из базовых разновидностей моделирования с которой учащиеся знакомятся в курсе информатики становится «имитационное моделирование». Данная разновидность моделирования интересна своими обширными прикладными возможностями и достаточно большим количеством прикладных программ, в которых учащиеся могут практиковаться в создании моделей (большинство из которых являются бесплатными).

Имитационное (ситуационное) моделирование является частным случаем математического моделирования, представляет собой особый метод, позволяющий произвести построение моделей, описывающих процессы таким образом, как будто они происходят в действительности. Созданную модель ребенок может «проигрывать» с привязкой к шкале времени, как для одного испытания, так и для любого их множества. Структуру имитационного моделирования можно определить как комбинацию следующих составляющих:

1. Элементы системы (основа модели).
2. Переменные (величины, которыми управляют).
3. Параметры (величины, которые необходимо исследовать в модели).
4. Функциональные зависимости (поведение параметров и переменных в пределах элемента).
5. Ограничения (заданные пределы, в рамках которых становится возможным изменять значения переменных).
6. Целевая функция (описание степени достижения цели, поставленной прикладной задачи).
7. Алгоритм описания последовательности действий.
8. Среда имитации.

Имитационное моделирование имеет существенные преимущества перед аналитическим моделированием в тех случаях, когда: отношения между переменными в модели нелинейны, и поэтому аналитические модели трудно или невозможно построить (мы просто не можем найти функциональную зависимость); для понимания поведения системы требуется визуализация динамики происходящих в ней процессов; модель содержит много параллельно функционирующих взаимодействующих компонентов; дорого или невозможно экспериментировать на реальном объекте; присутствуют стохастические (случайные) воздействия.

Учащиеся анализируют исходный процесс, выделяют главные связи, абстрагируясь от всего остального, строят модели уже понимая их логическую структуру, и поведенческие свойства. Сам процесс построения основан на трех стадиях: создание концептуальной (инфологической) модели, алгоритмическое (дatalogическое) описание в рамках среды проведения испытаний и проведение компьютерного эксперимента в программе-имитаторе. Можно выделить несколько видов имитационного моделирования:

1. Дискретно-событийное моделирование. Подход предполагает абстрагироваться от непрерывной природы событий и рассмотреть только основные события моделируемой системы. Модели позволяют описывать поведение системы как набор последовательных и строго определенных событий. В такой системе зачастую описываются состояния и события. Любое событие может изменить текущее состояние и если раньше некоторое событие не могло произойти, то после изменения состояния оно может произойти. Данный вид моделирования широко применяется в логистике, системах массового обслуживания, моделировании производственных процессов. На уроках информатики возможно изучение такого типа моделирования при помощи математического аппарата сетей Петри. Описывая задачу, школьники составляют алгоритм работы системы на условно-событийном языке сетей Петри. Изучение системы становится возможным при постановке задач определения достижимости критических или желательных состояний системы. Описав математически систему, ее можно воссоздать в одной из программ-визуализаций. Расчеты о достижимости производятся в электронных таблицах, компонентом «Поиск решений».

Пример 1. Опишите функционирование следующей системы работы трех заводов А, Б и В. Заводы А и Б поставляют компоненты А1 и Б1 соответственно на завод С. На заводе С производят сборку модели, в которую входят два компонента А1 и один Б1. Предприятие может собирать только две модели одновременно. В случае выпуска одной из моделей предприятие С может оплатить заводам А и Б производство компонентов. Заводы А и Б будут производить новые компоненты только после получения оплаты.

Пример 2. Опишите процесс возникновения и исправления ошибок в технической системе, состоящей из N-однотипных блоков, при условии, что в запасе имеется только один блок и ремонтные работы выполняет только одна

бригада специалистов, которая меняет поврежденный блок на запасной, после чего ремонтирует поврежденный блок. Определите критическое и желаемое состояние системы.

2. Агентное моделирование. Позволяет рассматривать децентрализованные системы, динамика поведения которых определяется не существующими глобальными правилами и функциональными зависимостями, а наоборот глобальные правила зависят от частных предположений о поведении компонентов системы — активных агентов. Агент представляет собой некоторую активную сущность, автономное поведение которого прямо или косвенно взаимодействует с окружением. Построенные модели решают задачи оптимизации и логистики, моделируют потребительское поведение, распределённые вычисления, менеджмент трудовых ресурсов, управляют транспортом, биологическими и физическими процессами. Школьники знакомятся с мультиагентным моделированием при помощи бесплатно распространяемой среды агентно-ориентированного программирования NetLogo.

Приведём примеры решения задачи агентного моделирования.

Пример 1. Прорастание травы

```
globals [j]; глобальная переменная для хранения цвета травы каждой точки
tsetup; метод начальных установок
clear-all; очистка экрана
askpatches [setpcolor 58 + random 2 ] ; построение мира
; точки-пятна раскрашиваются в вариации зеленого цвета
end
```

```
togo; метод-цикл прорастания травы
; трава меняет свой цвет в зависимости от предыдущего цвета
askpatches [setjpcolor if j < 52 [setj 59] setpcolor j — 1]
end
```

Пример 2. «Эпидемия». Условие: В виртуальном мире живут агенты — «особи». Все «особи» обладают определенным количеством жизненных сил. Здоровая «особь» при определенных условиях может оставить потомство. Начинается эпидемия. Одна из «особей» начинает заражать остальных. Здоровые «особи» на экране белого цвета, больные красного. Больные «особи» теряют жизненные силы и могут умереть. Выздоровление «особей» зависит от целебной травы, которая в небольшом количестве прорастает на лугу. Постройте модель данного виртуального мира. Определите условия прорастания целебной травы, размножение и заболевания «особей». Создайте экран для отображения количества здоровых особей и график для отображения динамики изменения количества больных особей.

Код:

```
turtles-own [energy]; определения параметра жизненных сил для всех агентов
```

```
tosetup; метод установки начальных параметров  
ca; очистка экрана  
crtcount-tr; установка агентов в количестве определённом рычажком  
интерфейса  
ask turtles [setxy random-xcor random-ycor  
setcolorwhite; setenergy 200]; разброс агентов случайным образом,  
определение жизненных сил  
ask turtle 0 [set color red set energy 150]; создание «заболевшего» агента  
ask patches [if random 100 < 5 [set pcolor green]]; разброс  
среды целебной травы  
ask turtles [set shape «cow» set size 2]; установка изображения агентов  
do-plots; вызов метода построения графика  
end
```

```
togo; основной метод жизни системы — циклический  
if count turtles = 0 [stop]; когда исчезнут все агенты цикл обновится  
ask turtles [fd 1 rt random 100 lt random 100]; передвижение агентов  
случайным образом  
ask turtles with [color = red] [ask turtles-here [set color red]; заражение  
if pcolor = green [set pcolor black set energy (energy + 1)];  
поедание больного агентом целебной травы  
if energy = 200 [set color white]; выздоровление агента  
do-plots; создание графика  
ask turtles [ifelse (color = red) [set energy (energy — 1)] [set energy (energy +  
1)]; упадок сил у больных агентов  
set label energy; отображение количества жизненных сил  
if energy < 0 [die]; гибель агента  
if (color = white) and (energy > 350) and (random 100 < 5) [hatch 1 [set energy  
10]]]; размножение агентов  
ask patches [if random 100 < 2 [set pcolor green]]; проращивание  
целебной травы  
end
```

```
to do-plots; метод прорисовки графика  
set-current-plot «График»; на графике  
set-current-plot-pen «Перо Больные»; отобразить поперу  
plot count turtles with [color = red]; количество больных агентов  
end
```

3. Аналитическое моделирование с требованием временного мониторинга.

Приведем пример построения модели «Хищник-Жертва» в среде математического моделирования Maxima. Взаимодействие хищника и жертвы можно описать с помощью системы уравнений: $N_{i+1} = N_i + rN_i - aN_iC_i$; $C_{i+1} = C_i$

+ $f a N_i C_i - q C_i$; где N_i - численность жертв и C_i - численность хищников в момент времени i ; время T_{max} -100 дней; коэффициент рождаемости r -0,2; коэффициент пропорциональности, характеризующий вымирание жертв вследствие их встречи с хищником a -0,005; коэффициент пропорциональности, характеризующий потребность в пище хищника f -0,1; коэффициент смертности q -0,05.

Код (результат работы приведен на рис. 1):

```
kill (all)$simp: true$
maxima tempdir: «C:\\temp»$
r:0.2$ a:0.0005$ f:0.1$ q:0.05$N:[[0,100]]$ C:[[0,40]]$ n:100$ c:40$
Tmax:100$
for i:1 step 1 thru Tmax do (y: n+n*r-a*n*c, n: y, N: append (N,[[i, y]]),
y: c+f*a*n*c-q*c, c: y, C: append (C,[[i, y]]))$
wxplot2d ([[discrete, N], [discrete, C]], [ylabel, «count»], [xlabel, «time»],
[legend, «Жертва», «Хищник»])$
```

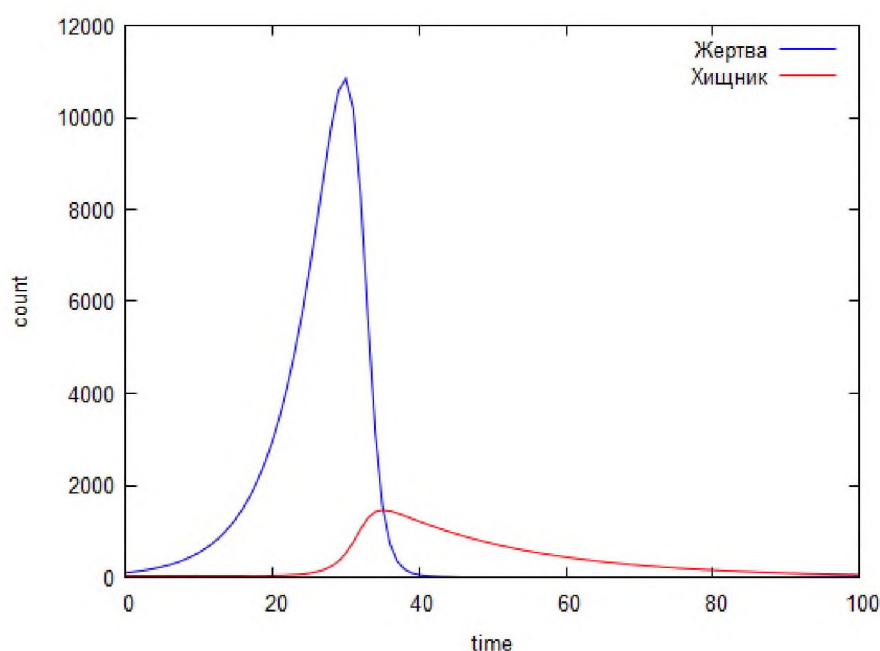


Рисунок — График взаимодействия хищника и жертвы

Таким образом, изучение имитационных моделей могут существенно повысить эффективность изучения линии «Моделирование и формализация» школьного курса информатики за счет увеличения познавательного интереса и мотивации. Занятия, на которых учащиеся строят и исследуют данный вид моделей помогает школьникам осознать суть происходящего, выявить причинно-следственные связи между объектами и явлениями, позволяют развить ключевые компетентности: ценно-смысловую (умение формулировать собственные учебные цели) и учебно-познавательную компетенцию (умение ставить гипотезы, формулировать вопросы к наблюдаемым фактам и явлениям, оценивать начальные данные и «видеть» планируемый результат; владение

навыками использования измерительной техники, специальных приборов, применение методов статистики и теории вероятностей; умение работать со справочной литературой, инструкциями; умение оформить результаты своей деятельности, представить их на современном уровне; создание целостной картины мира на основе собственного опыта).

Литература:

1. Боев В. Д. Компьютерное моделирование: Пособие для курсового и дипломного проектирования. / Боев В. Д., Кирик Д. И., Сыпченко Р. П. — СПб.: ВАС, 2011. — 348 с.

2. Векслер В. А. Мультиагентные среды как инструмент преподавания компьютерного моделирования в школьном курсе информатики //В сборнике: Информационные системы и коммуникативные технологии в современном образовательном процессе/ Материалы Международной научно-практической конференции. Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова; Центр социально-психологических исследований. 2016. — С. 20-24.

3. Журавлева Т. Ю. Практикум по дисциплине «Имитационное моделирование» [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2015. — 35 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27380.html>

Veksler V. A.,

candidate of pedagogy sciences, associate professor, Saratov State University

FEATURES OF CREATING IMITATION MODELS IN STUDYING INFORMATICS

Annotation. The article discusses recommendations for the study of simulation modeling in school. Examples of problems considered with students of grades 10-11 on modeling using Petri nets, NetLogo agent-based modeling environment and the Maxima mathematical package are given.

Key words: education, simulation modeling, agent modeling, Petri nets

References:

1. Boyev V. D., Kirik D. I., Sypchenko R. P. Computer modeling: A manual for course and degree design. St. Petersburg: VAS, 2011. 348 p.

2. Veksler V. A. Multi-agent environments as a tool for teaching computer modeling in a computer science course [Information systems and communication technologies in the modern educational process. Materials of the International Scientific and Practical Conference.] Perm State Agricultural Academy named after Academician D. N. Pryanishnikov. Center for Social and Psychological Research. 2016. pp. 20-24.

3. Zhuravleva, T. Yu. Practicum on the subject «Simulation modeling» Saratov: University education, 2015. 35 p. Available at: <http://www.iprbookshop.ru/27380.html> (accessed 28 February 2019)