

## ПРИНЦИПЫ И ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ САИИ ДЛЯ МАССОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ОБЪЕКТОВ УНИВЕРСИАДЫ 2013.

### Введение

Развитие языков программирования и технологий имитационного моделирования, таких как блочное построение моделей, открыло путь к широкому применению имитационных исследований в различных областях и сделало процесс разработки моделей исследуемых систем более эффективным.

Однако применение методов имитационного моделирования требует определенных навыков и опыта работы. Роберт Шеннон[2] подчеркнул, что для эффективного построения моделей необходимо не только знать математические основы, но и обладать инженерной интуицией исследователя. Кроме того, поскольку имитационные модели всегда строятся для решения определенного класса задач или конкретной задачи исследования системы, при разработке модели также должны учитываться особенности предметной области, отбираться факторы для построения модели и вводиться упрощающие допущения, не влияющие на принятие правильных решений. Поэтому, при моделировании необходимо сочетать знания из обеих областей, обеспечивая разработку постоянной обратной связью и привлекая к активному участию в исследовании специалистов предметной области.

### Имитационное исследование с использованием расширенного редактора

Имитационное исследование содержит множество этапов, которые, в свою очередь, состоят из множества действий и операций, логически объединенных для достижения локальной цели исследования. Этапы исследования должны обеспечить выполнение целей и задач, поставленных пользователем. В зависимости от результатов исполнения или управляющих воздействий пользователя, в процессе исследования этапы могут многократно повторяться.

Имитационные исследования, проводимые с помощью «Расширенного редактора GPSS World» [1] можно разделить на шесть укрупнённых этапов (рисунок 1):

- 1) структурная декомпозиция системы на множество составных элементов, полностью характеризующих её,
- 2) разработка библиотеки типовых элементарных блоков модели, соответствующих элементам системы, полученным в результате декомпозиции,
- 3) сборка модели, включая построение структурно-функциональной схемы и автоматическую генерацию текстовой модели на языке GPSS, а также проверку на работоспособность и адекватность поведения,
- 4) разработка формы с удобным пользовательским интерфейсом ввода данных, списком факторов и показателей для проведения экспериментов, структуры ролика для анимации результатов,
- 5) выбор начальных данных для моделирования, планирование серии экспериментов, проведение экспериментов,
- 6) анализ и интерпретация полученных результатов.

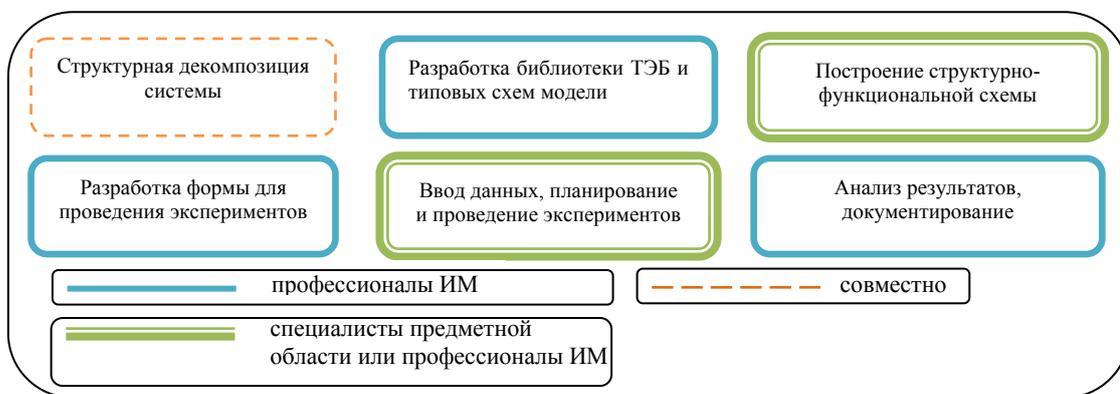


Рис. 1. Обобщенная схема процесса исследования с использованием «Расширенного редактора GPSS World»

Рассмотрим каждый из приведенных этапов на примере моделирования транспортных потоков объектов Универсиады 2013 в Казани.

Декомпозиция системы на множество составных элементов, полностью характеризующих её, проводится с учетом специфики исследуемой системы и предметной области. Этот этап профессионалу в ИМ полезно производить совместно со специалистом предметной области. Совместное обсуждение характеристик системы позволит избежать разногласий и прийти к пониманию еще до начала разработки модели.

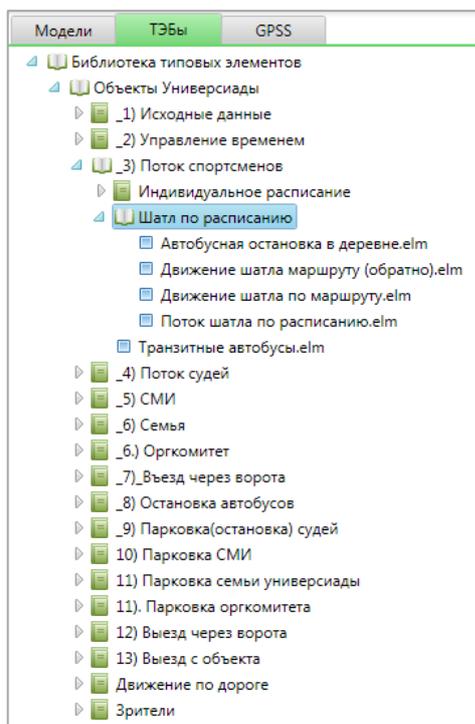


Рисунок 2. Библиотека ТЭБов

Уровней декомпозиции может быть неограниченное количество. Тем самым, формируется иерархическая структура системы.

В качестве нижнего (элементарного) уровня подсистем берется такой, на котором располагаются подсистемы, понимание устройства которых или их описание доступно специалисту предметной области. Более высокие уровни декомпозиции представляют собой взаимосвязанные подсистемы, объединенные в одну структуру.

На следующем шаге, после выделения базовых элементов системы, программист описывает эти элементы в виде типовых элементарных блоков (ТЭБ), обладающих интерфейсом (входами и выходами) и имеющих модель на языке GPSS, а также формирует библиотеку ТЭБов.

Фрагмент библиотеки ТЭБов, с помощью которых можно описать модель транспортных потоков любого объекта Универсиады, изображен на рисунке 2.

Представлением более высоких уровней структурной декомпозиции являются типовые схемы, которые также имеют входы и выходы, но вместо модели содержат набор взаимосвязанных ТЭБов и не имеют собственной логики (рисунок 6).

При разработке ТЭБов, программист должен с помощью средств Расширенного редактора GPSS World обеспечить возможность пользователю составлять структурно-функциональную схему модели и изменять значения параметров блоков без необходимости внесения изменения в GPSS модель ТЭБа. Для этого, в редакторе предусмотрены функции для работы с параметрами блоков (рисунок 4), автоматической корректировки имён объектов GPSS и работы с исключениями (рисунок 3).

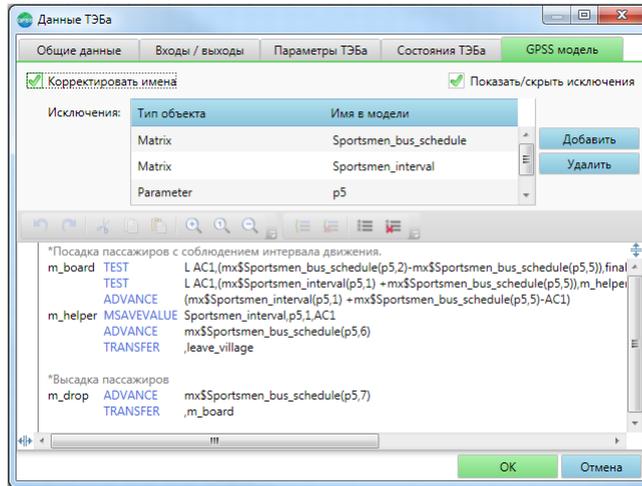


Рисунок 3. Модель ТЭБа и работа с исключениями

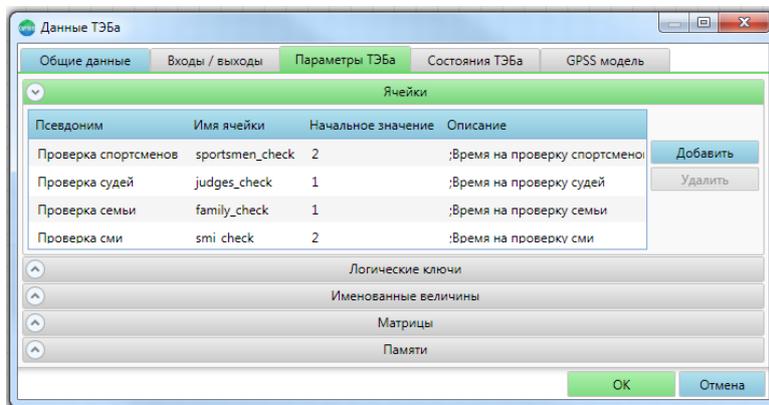


Рисунок 4. Работа с параметрами ТЭБа.

ТЭБы в библиотеке должны иметь понятное название и содержать текстовое описание для того, чтобы специалист предметной области, мог понять, какому элементу рассматриваемой системы этот блок соответствует.

При формировании библиотеки разработчик может сгруппировать типовые блоки и схемы по папкам с учетом требований и пожеланий специалистов предметной области (рисунок 2).

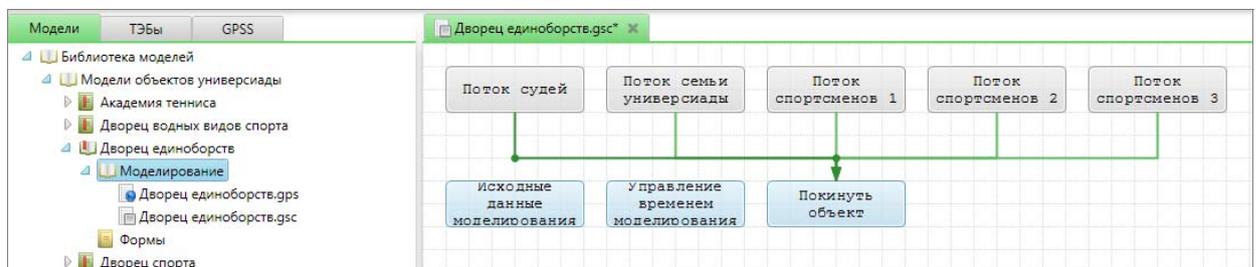


Рисунок 5. Модель транспортных потоков объекта Универсиады в виде структурно-функциональной схемы.

Следующим шагом в имитационном исследовании с использованием расширенного редактора GPSS World является построение структурно-функциональной схемы из типовых элементарных блоков и схем. С учетом того, что процесс сборки модели максимально упрощен и сведен к переносу необходимых ТЭБов из библиотеки на рабочую область, указанию связей и изменению значений параметров, с ним может справиться пользователь, не разбирающийся в построении моделирующих алгоритмов и

в программировании. Но, он понимает устройство и назначение типовых блоков и схем в библиотеке.

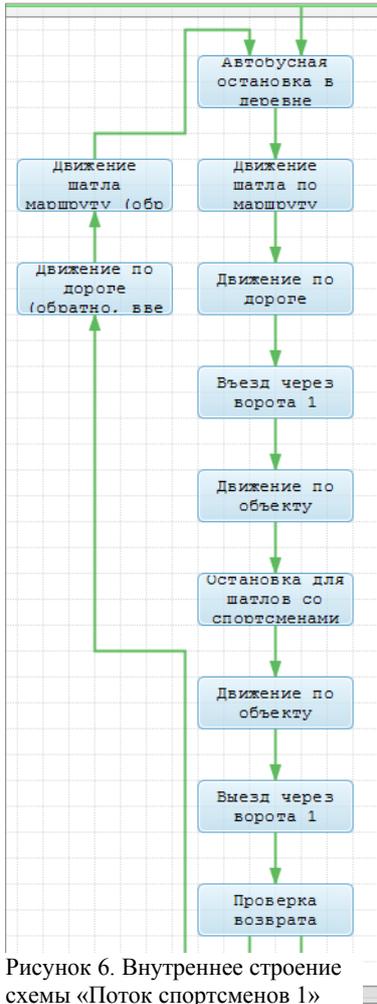


Рисунок 6. Внутреннее строение схемы «Поток спортсменов 1»

После построения структурно-функциональной схемы модели и автоматической генерации текстовой модели, необходимо проверить работу модели и оценить, адекватно ли поведение модели исследуемой системе с помощью русифицированного стандартного отчета GPSS или запуска в режиме трассировки для отслеживания путей транзактов. В том случае, когда поведение модели нас не устраивает, нужно внести изменения в ТЭБы и перестроить схему модели. Если же модель подходит, то осуществляется переход к этапу построения формы.

Форма создается в виде визуального интерфейса для удобного и понятного ввода данных и наблюдения за ходом эксперимента и изменением значений показателей в динамике. На форме также располагаются средства для планирования серии экспериментов и отображения результатов моделирования.

Работа с формой в ходе исследования разбивается на два этапа. Первый этап выполняется профессионалом и заключается в оформлении удобной структуры вкладок для ввода данных, динамики хода эксперимента и анимации, а также перечисления факторов и показателей для планирования серии экспериментов. Второй этап выполняется пользователем и заключается в заполнении данных, выборе факторов и показателей и анализе результатов.

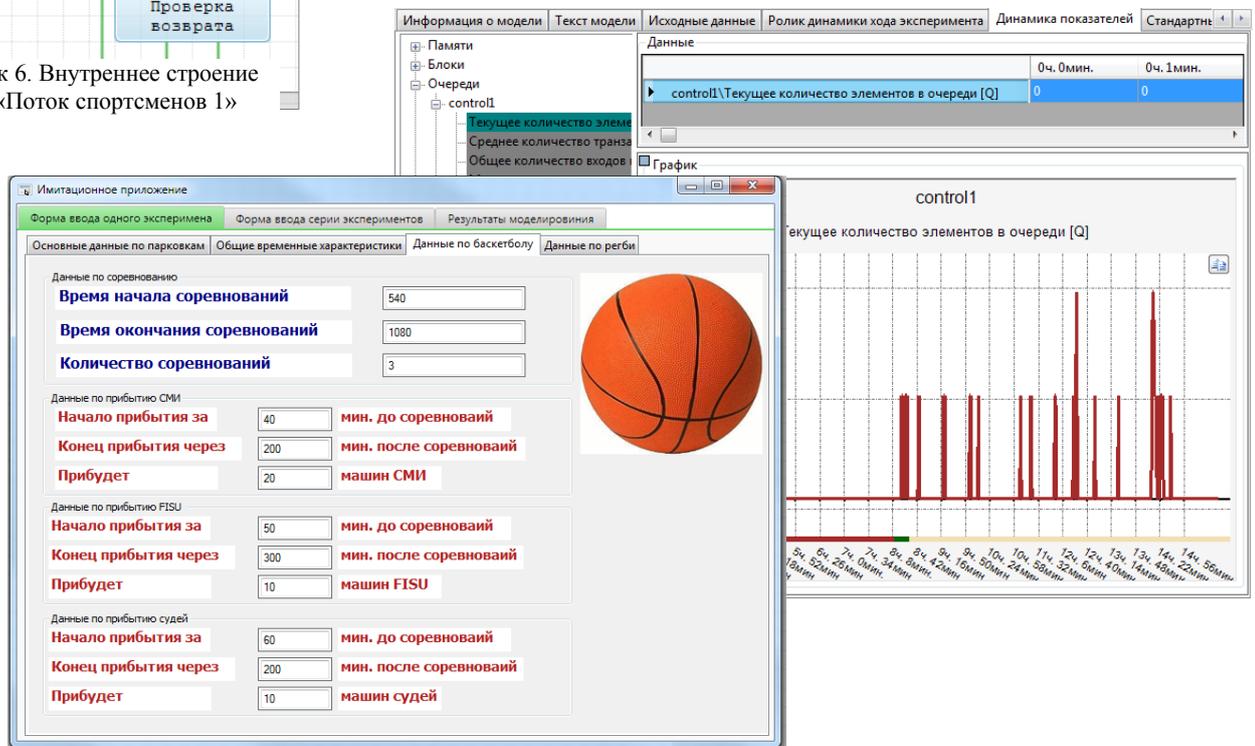


Рисунок 7. Вкладки ввода данных одного эксперимента и просмотра результатов моделирования.

### **Заключение.**

Описанный в статье подход с использованием возможностей расширенного редактора GPSS World позволяет:

- Автоматизировать и упростить реализацию большинства этапов имитационного исследования от генерации модели до документирования результатов исследований
- Использовать все достоинства структурно-графического проектирования модели, которое может не только облегчить процесс построения моделей сложных систем, но и сделать модели более наглядными.
- Описывать понятные специалистам исследуемой предметной области элементы системы в виде библиотеки типовых элементарных блоков и схем с возможностью последующей сборки моделей из этих элементов. При этом сам процесс сборки модели максимально упрощен и не требует от пользователя необходимости программирования.
- Избежать семантической проблемы, связанной с трудностями понимания не профессионалами терминологии и принципов моделирования. С помощью описания системы в виде схемы из составных элементов и связей между ними облегчается общение профессионалов в ИМ и специалистов предметной области, обсуждение и корректировка модели.
- Упростить ввод данных, планирование и проведение одного или серии экспериментов с моделью с использованием возможностей редактора форм.
- С помощью встроенных средств разработать структуру анимации для визуализации поведения системы в динамике.
- Сгенерировать исполняемый (.EXE) модуль для работы с формой без необходимости запускать расширенного редактор, редактор форм и GPSS World.
- Сократить время на проведение исследований, с увеличением результативности.
- Расширить круг пользователей средств имитационного моделирования.

### **Литература:**

1. В.В.Девятков, М.В. Федотов Расширенный редактор GPSS World - Санкт-Петербург, 2011 г., Пятая всероссийская научно-практическая конференция «Имитационное моделирование, теория и практика», Сборник докладов, том 1, стр. 350-354.
2. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с.