

## ПРИМЕНЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ GPSS WORLD ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СУДОСБОРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ В СОСТАВЕ СОВРЕМЕННЫХ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ВЕРФЕЙ

В. В. Девятков, М. В. Федотов (Казань),  
М. А. Долматов, Р. С. Ниссенбаум (Санкт-Петербург)

Технологу-судостроителю на практике очень часто приходится принимать и оценивать принимаемые проектные решения в условиях большой неопределенности. Например, при разработке проектов новых или модернизации существующих производств, начальных этапах проектирования, при внедрении нового оборудования, технологии и т.д. Чем сложнее схема организации проектируемого или модернизируемого судостроительного производства, тем больше возникает самых разнообразных вопросов. Например, что будет с анализируемой производственной системой, если:

- увеличится производственная программа?
- изменится структура плана производства?
- будет закуплено новое оборудование?
- увеличатся производственные мощности?
- изменится технология строительства судов?
- и т.д.

Специалистами ООО «Элина-Компьютер» и ОАО «ЦТСС» в течение нескольких последних лет была проведена работа по созданию и апробации имитационных моделей на базе GPSS World в процессе проектирования технологии строительства судов на базе судосборочных комплексов (сухих доков) в составе современных судостроительных верфей. В результате создано имитационное приложение «Оценка и прогнозирование принимаемых решений технологом в процессе проектирования ПСК с сухими доками», которое позволяет охватить весь комплекс имитационных исследований с момента постановки задачи и ввода исходных данных для модели до разработки модели и проведения на ней экспериментов.

Имитационное приложение представляет собой комплекс компонент, написанных на языке C#.NET и основанных на Flash-технологии. Накопление и управление данными реализовано посредством СУБД MS SQL Server. В качестве моделирующего ядра приложения выбран язык GPSS World.

Почему же была выполнена разработка нового программного решения, а не использованы существующие программные решения (например, компаний Dassault Systems, Siemens PLM Software и др.) по ИМ в области судостроения?

Во-первых, многие существующие решения являются универсальными и предназначены для решения широкого круга задач применительно в различным типам производственных и иных систем. Поэтому с их помощью достаточно сложно учесть особенности и нюансы конкретной технологии, особенно применительно к задачам судостроения, либо это требует значительных затрат.

Во-вторых, это очень дорогостоящие решения, и они не все локализованы для применения в России. Кроме того, их практическое применение требует наличия обученных специалистов.

Учитывая задачи ОАО «ЦТСС» по проектированию технологических процессов новых корпусостроительных производств, и акцентируя внимание на детальном проектировании технологий выполняемых в доке, в имитационном приложении были реализованы следующие функции:

- оценка выполнимости производственных программ по строительству судов;
- нахождение оптимальных показателей работы инфраструктуры дока (по количеству судов, времени строительства и т.д.);
- анализ влияния факторов (оборудование, технология, параметры стапельных позиций и т.д.) на показатели функционирования производства;
- поиск и устранение узких мест производственной системы (очереди, простои, перегрузка, и т.д.).

Создание собственного имитационного приложения позволило не ограничивать степень детализации имитационной модели ни теоретически, ни технически и определялась задачами, поставленными при разработке. Принятый в приложении уровень детализации технологии строительства судов приведен на рисунке 1.



**Рисунок 1. Технология строительства судов в приложении**

Все данные в приложении логически организованы в виде трех баз данных - базы данных предметной области, базы данных моделей и базы данных результатов. Эти базы данных доступны любому пользователю, как для ввода данных, так и для использования при построении модели. В базе данных предметной области хранится общая информация о строящихся судах, производственном и транспортном оборудовании, технологиях постройки, вариантах производственных планов и т.п. После создания модели можно провести с ней один или серию экспериментов. Результаты моделирования сохраняются в базе данных результатов.

Рассмотрим основные этапы работы пользователя с приложением.

**Ввод исходных данных и построение модели.** В состав приложения входит семь специализированных текстовых и графических редакторов для ввода исходной и статистической информации, которые ориентированы на предметную область, удобны и просты в использовании. Они позволяют: вводить характеристики строящихся судов, производить разбивку корпусов судов на СЕ и СМЕ, осуществлять проектирование технологий формирования корпуса на стапельной позиции, конструировать планировки доков и размещать в них оборудование; задавать производственный план постройки судов; формировать план поступления СЕ и СМЕ в док.

В результате работы с редакторами, пользователь формирует набор данных, по которому строится модель и проводятся эксперименты.

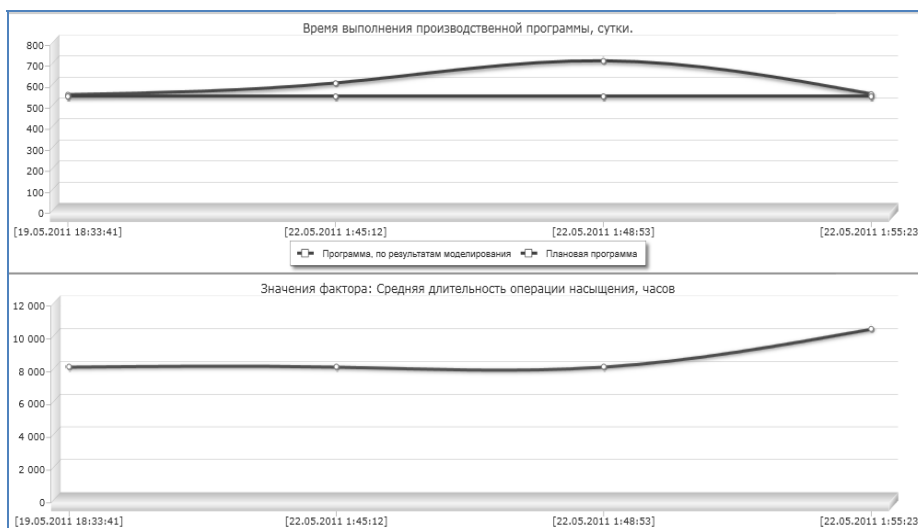
Внешний вид рабочих окон редакторов ввода исходных данных и построения модели, приведен на рисунке 2.





**Рисунок 4. Анимация процесса сборки корпуса судна**

По результатам серии экспериментов, имитационное приложение формирует и выводит данные в виде сводных графиков показателей работы производства. Пример графического представления данных по длительности технологических операций и выполнимости производственной программы, представлен на рисунке 5.



**Рисунок 5. Представление статистических данных**

**Сохранение результатов исследований.** Любой фрагмент исходных данных области параметров модели (сведения об оборудовании, список и характеристики судов, планировки дока, технология сборки и т.д.), результаты выполнения эксперимента на модели и сравнительные результаты серий экспериментов могут быть сохранены и представлены в формате текстового редактора Microsoft Word. В дальнейшем можно использовать эти данные при разработке отчетной документации по проекту производства: отчетов, справок, технических предложений и т.д.

Применение имитационного моделирования на этапах проектирования в настоящее время стало одним из средств верификации принимаемых организационно-технических и проектных решений и оптимизации затрат на реконструкцию предприятий. В настоящее время ОАО «ЦТСС» выполняет разработку проектов модернизации производств ряда судостроительных и судоремонтных предприятий России, в том числе ОАО «ПСЗ «Янтарь», Калининград. В рамках этих проектов планируется использование имеющихся наработок в области имитационного

моделирования, полученных в рамках ранее выполненных работ. Применение разработанного приложения возможно для предварительной оценки принимаемых решений на начальных этапах разработки проектов судосборочных комплексов верфей.

#### **Литература**

1. **Девятков В.В.** Руководство пользователя по GPSS World, Мастер Лайн, 2002.
2. **Кудрявцев Е.М.** GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем, ДМК Пресс, 2004.
3. **Девятков В.В.** Разработка приложений в среде GPSS World Статья. - В сб. докладов конференции ИММОД-2005 «Имитационное моделирование. Теория и практика». СПб.: ФГУП ЦНИИТС, 2005.