

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В PLANT SIMULATION ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

## APPLICATION OF DES MODELS IN PLANT SIMULATION FOR SHIPBUILDING INDUSTRY

**В. И. Медведев (Москва)**

Имитационное моделирование – это мощное средство для анализа, оптимизации и управления производственными процессами, связанными как с изделиями, так и средствами их изготовления. Этот подход зарекомендовал себя в различных отраслях, связанных как с массовым производством или обслуживанием (автомобили, товары народного потребления, транспортные системы и обслуживание пассажиров), так и с мелкосерийным и единичным изготовлением сложных изделий (судостроение, авиация, строительство). Несмотря на различия объектов моделирования, задачи, решаемые в ходе симуляции, схожи: как правило, это оценка показателей работы системы, оптимизация использования ресурсов, планирование исполнения отдельных заказов, изделий или их партий.

Для решения упомянутых задач компания *Siemens PLM Software* предлагает использовать программный продукт *Tecnomatix Plant Simulation*, показавший себя надёжным инженерным инструментом, применяемый заказчиками по всему миру.

Продукт реализует объектно-ориентированный подход к реализации имитационных моделей. Построение модели производится в интерактивном режиме с помощью предоставляемых базовых и специализированных библиотек элементов. Продукт поддерживает неограниченную иерархию (вложенность) моделей, тем самым предоставляя пользователю создавать собственные объекты и библиотеки.

Модели, создаваемые в *Plant Simulation*, в полной мере учитывают стохастический характер процессов. В реальной системе всегда возникают отклонения параметров от их номинальных значений. Поэтому такие параметры объектов, как время обработки или коэффициент надежности, могут задаваться не только в виде константы, но и в виде статистического распределения. Производственные показатели как результат моделирования также могут быть представлены их статистической оценкой.

При работе с любым инструментом важную роль играет не только инструментальный построения модели, но и средства оценки её работы, в продукте имеются мощные аналитические инструменты. Помимо наличия традиционных графиков, диаграмм и индикаторов, существуют объекты для анализа узких мест системы, статистического анализа, анализа энергопотребления, построения временных диаграмм Ганта и другие. Кроме того доступны встроенные средства оптимизации параметров системы для достижения желаемых показателей, работающие на основе генетических алгоритмов, перебора вариантов или подбора на основе правил.

Как правило, процесс внесения изменений в производство достаточно сложен: в нём задействовано много людей с различными знаниями, квалификацией и интересами. Помимо непосредственного исполнителя (инженера или команды инженеров) в бизнес-процессе принимает участие руководство, специалисты из смежных областей, сторонние организации. Для того, чтобы быстро донести результаты моделирования до всех заинтересованных специалистов в удобном виде, *Plant Simulation* имеет средства автоматического формирования отчетов по модели, причем форма и содержание отчетов настраивается пользователем.

В практике моделирования важную роль играет этап подготовки исходных данных. На этом этапе необходимо найти источник информации, сформировать данные в

удобном для использования виде, а иногда и ввести их вручную. Естественно, это может занимать существенное время – часто около 30% от общей длительности проекта. Для автоматизации подготовки данных *Plant Simulation* имеет разнообразные программные интерфейсы – от простейших, на основе файлов (*Excel*, *XML*), до интерфейсов с СУБД и даже «командных» интерфейсов для взаимодействия со сторонним ПО и оборудованием. Это даёт большой выигрыш в скорости загрузки и обновления информации в модели, например, состава изделия и технологических процессов.

Визуализация работы модели может выполняться как в режиме 2D, на основе структурной схемы и анимированных иконок, так и в трёхмерном режиме. В режиме 3D каждый объект имеет своё трёхмерное представление (стандартное или импортированное из CAD-системы). Для отображения статичного окружения, такого как строительные конструкции, может использоваться как модель из CAD-системы, так и облако точек, полученное с помощью лазерного сканирования реального объекта.

*Plant Simulation* – это универсальный продукт, который может быть использован в любых отраслях, однако каждая отрасль имеет свою специфику. Хорошая возможность повышения эффективности моделирования – применение специализированных библиотек объектов, преднастроенных для решения определённых задач. Библиотеки могут поставляться вместе с *Plant Simulation* как дополнения к продукту (например, *Value Stream Mapping*). Они могут создаваться компаниями для внутреннего применения (библиотека для симуляции аэропортовых комплексов). Они могут поставляться сторонними компаниями в качестве коммерческого продукта (*SimChain* для оптимизации цепочек поставок от компании *SimPlan* или библиотека для симуляции складов компании *CARDS PLM Solutions*). *Plant Simulation* предоставляет все возможности – от управления версионностью библиотек до возможности их защиты пользовательской лицензией.

Одним из ярких примеров является применение *Plant Simulation* в области судостроения. Поскольку продукт применяется в области достаточно давно, имеется ряд наработок в этой области. Например, компания *Flensburger* занимается планированием производства на основе имитационных моделей, для чего был разработан набор инструментов *SAPP* (*Simulation aided production planning*). Для дальнейшего развития этого направления был создан консорциум *SimCoMar* (<http://www.simcomar.com>), в состав которого входят как коммерческие компании, так и университеты:

- Flensburger Schiffbau-GmbH & Co. KG;
- Blohm & Voss Nordseewerke GmbH;
- Fr. Lürssen Werft;
- Howaldtswerke – Deutsche Werft;
- Technische Universität Hamburg-Harburg;
- Technische Universiteit Delft (NL);;
- Center of Maritime Technologies e. V.
- ANAST – Universität Liège (B).

К настоящему времени разработана библиотека *STS* (*Simulation Toolkit Shipbuilding*), в которую входят специализированные объекты, позволяющие решать такие задачи, как моделирование различного кранового оборудования, оптимизация распределения площадей, управление параллельной сборкой нескольких изделий, симуляция монтажа внутреннего оборудования и оснащения, календарное планирование процесса сборки судов.

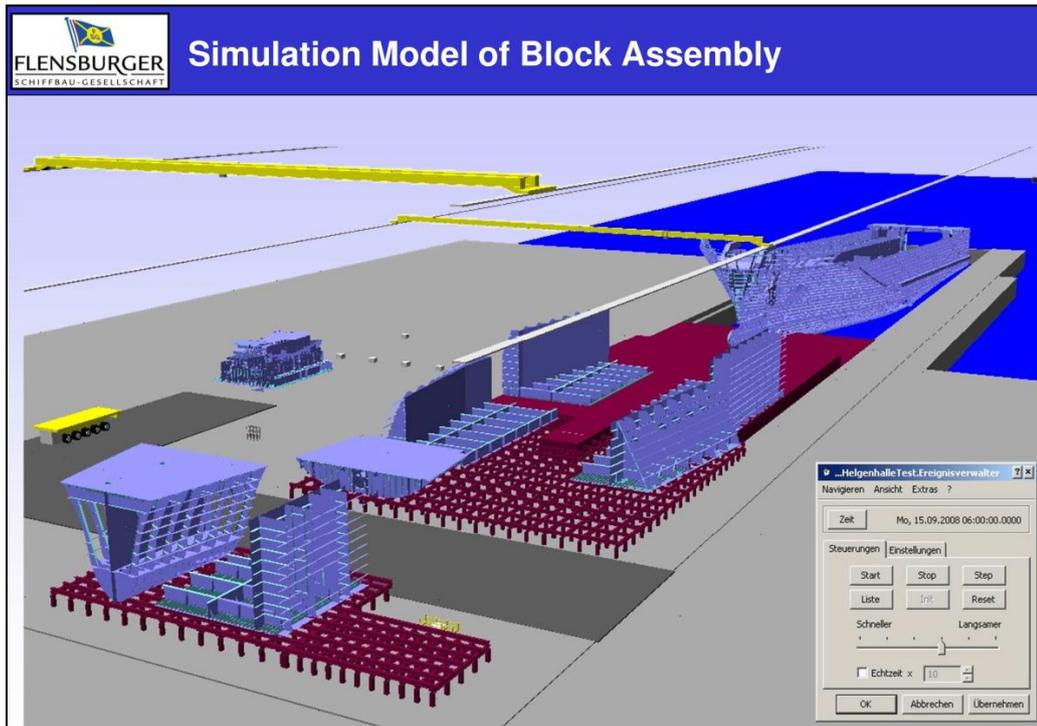


Рис. 1. Имитационная модель блочной сборки судна

Продукт входит в линейку «Цифровое Производство», наряду с другими продуктами, такими как *Process Simulate* для трёхмерной симуляции технологических процессов сборки, сварки, обслуживания. Здесь необходимо отметить существенные функциональные различия между продуктами. *Plant Simulation* используется для моделирования работы в течении длительных промежутков времени – сутки, неделя, год.

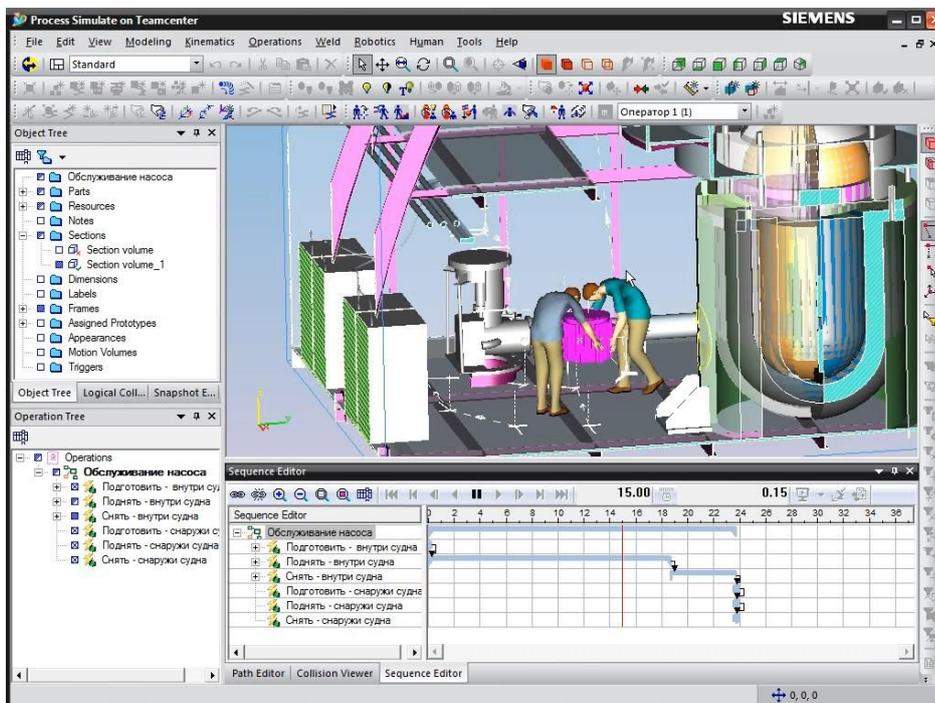


Рис. 2. Детальная симуляция процесса обслуживания в Process Simulate

Несмотря на возможность 3D-визуализации, продукт не предназначен для детального анализа собираемости конструкции, формы траектории движения, столкновений и засечек. Основная причина этого – наличие специализированных инструментов, таких как *Process Simulate*, интегрированных в общее решение, линейку *Tecnomatix*. С помощью этих инструментов и трёхмерной симуляции можно выполнять детальный анализ операций с учетом столкновений, эргономических требований, применяемого инструмента, а также средств автоматизации. Такая технология широко используется и для подготовки управляющих программ роботов, применяющихся в таких технологических процессах, как дуговая сварка или окраска.