

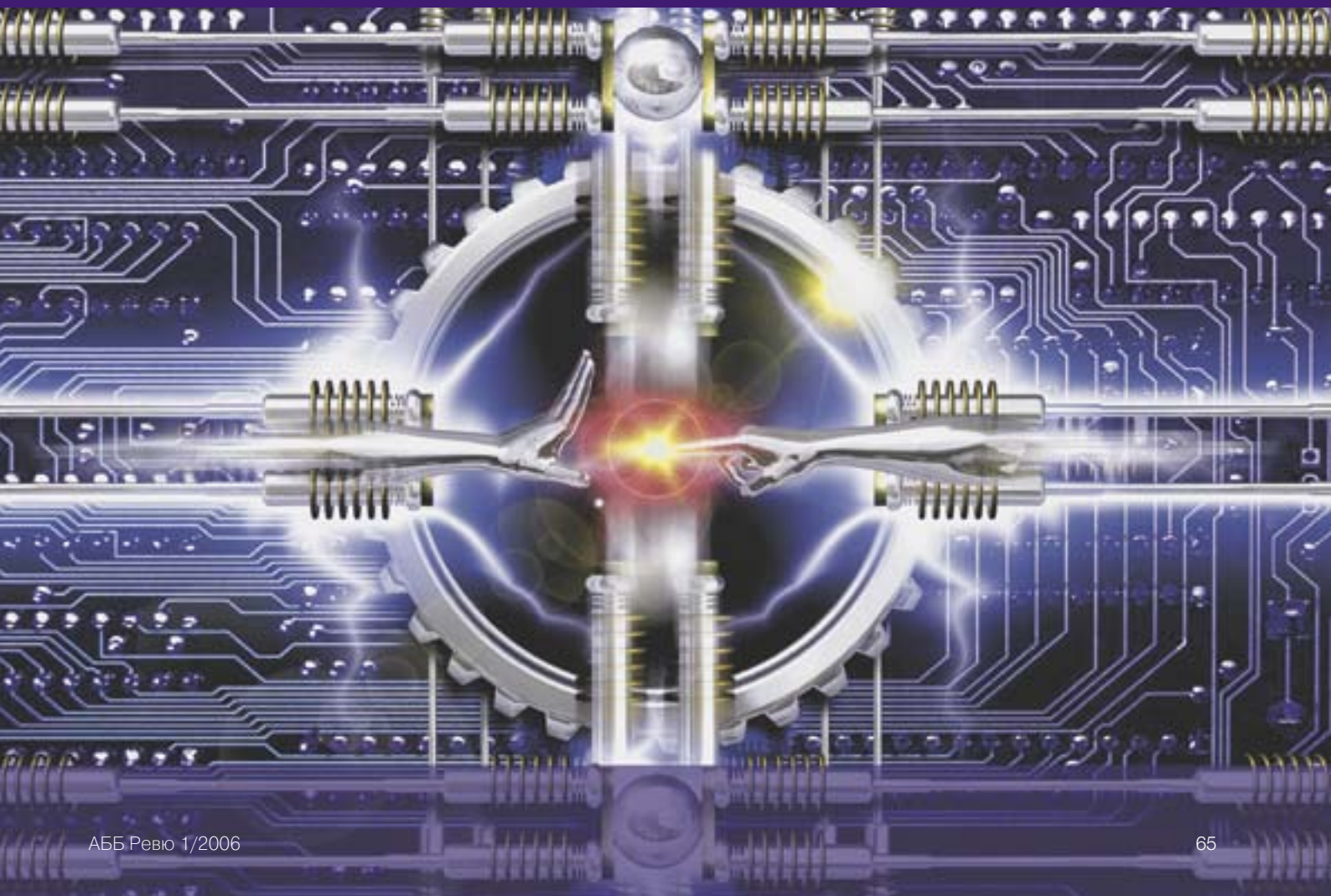
# Моделирование успеха

Моделирование производственных процессов в АББ

Юкка Торвинен, Джеральд Ли

Риск, сопутствующий принятию решений о постройке нового завода или осуществлении крупных капиталовложений, велик. Прежде чем принять окончательное решение, необходимо ответить на множество вопросов. Не слишком ли велико предприятие? Будет ли оно удовлетворять спрос? Допустимы ли показатели издержек? Будет ли новое оборудование нормально работать на предприятии? Ответы на эти вопросы каждому инженеру АББ необходимо знать на как можно более раннем этапе осуществления проекта – задолго до подписания каких-либо контрактов – и с достаточной степенью уверенности.

Моделирование процессов становится неотъемлемым и все более важным инструментом в деятельности предприятий, стремящихся к исключению непроизводительных стадий процессов и повышению эффективности работы персонала и оборудования. Методы имитационного моделирования позволяют пользователю построить модели различных ситуаций, изучить их и извлечь уроки. Средство Process Simulation с успехом применяется исследовательскими центрами АББ для получения ответов на перечисленные вопросы. В данной статье рассмотрен процесс моделирования, программные пакеты для моделирования и примеры внедрения на заводах АББ.



## Технологии производства

Компании постоянно ищут более эффективные способы осуществления своей деятельности, улучшения схемы организации работы и повышения прибыли. Для достижения этих целей они все чаще обращаются, например, к концепции рационального производства. Можно сказать, что концепция рационального производства и моделирование процессов идут рука об руку: «рациональное производство» – это высокопроизводительный метод организации промышленного производства, а моделирование процессов позволяет проверить методы без фактических капиталовложений.

Моделирование физических процессов осуществляется с целью изучения их параметров. Программные модели позволяют с успехом изучать взаимодействия между системами, которые слишком сложны для понимания или прогнозирования без проведения трудоемких и дорогостоящих натурных экспериментов (рис. 1). Существует множество примеров процессов, которые человеку приходится моделировать как на производстве, так и в других сферах деятельности: прогнозирование погоды осуществляется путем изучения и моделирования метеорологических явлений и систем; а жизненный цикл изделий часто моделируют для предсказания, например, влияния циклических тепловых и механических нагрузок.

Моделирование процессов производства могут осуществлять, чтобы понять, как эти процессы влияют на состав и форму изготавливаемых изделий, свойства материала и распределение напряжений в нем. Результаты зачастую используются для борьбы с вариациями в производственном процессе, что помогает повысить показатели качества.

Компания АББ – один из лидеров в области реализации передовых систем производства.

Эти системы требуют непрерывного повышения и улучшения таких показателей, как сроки поставки, эксплуатационные расходы, объем выработки, коэффициент утилизации материалов и эффективность обмена информацией. Компания в работе широко применяет методы моделирования, поскольку они не имеют себе равных в способности точно прогнозировать эти показатели в самых различных ситуациях. Многие компании, в том числе АББ, применяют эти методы в следующих областях: планирование капиталовложений, проектирование новых заводов, концептуальное проектирование, выбор компоновки заводского оборудования, анализ и оптимизация процессов (рис. 2), трехмерная визуализация, эргономика, испытание новых методов и принципов управления производством, обучение, маркетинг.

Вероятность успеха в построении надежной модели сильно зависит от наличия данных для проверки адекватности модели. Во многих случаях исходные данные могут быть получены из системы управления производством, внедренной у заказчика, или собраны путем хронометража.

### Процесс моделирования

Типичный анализ на основе методов имитационного моделирования обычно включает следующие этапы:

- определение задач;
- сбор данных;

- моделирование процесса (в существующем виде);
- проверка и подтверждение адекватности модели по имеющимся данным;
- циклы моделирования;
- анализ результатов моделирования;
- итерационный процесс (создание модели – имитация – результаты);
- выбор наиболее подходящего решения;
- внедрение;
- дальнейший контроль.

При типичном имитационном анализе необходимы следующие данные: ассортимент продукции, график и отклонения от него, схемы процессов, распределение рабочей силы, интервалы между поступлением продукции на обработку, длительность подготовительно-заключительных работ, длительность цикла, продолжительность плановых и внеплановых простоев, компоновка оборудования и объем партий. Вероятность успеха в построении надежной модели сильно зависит от наличия данных для проверки адекватности модели. Во многих случаях исходные данные могут быть получены из системы управления производством, внедренной у заказчика, или собраны путем хронометража.

Важнейшие результаты, получаемые в ходе циклов моделирования, включают: объемы выпуска, коэффициент использования ресурсов и продолжительность производственного цикла. Оптимизация этих параметров позволяет достичь повышения производительности, сократить продолжительность циклов и сроки поставки.

В АББ применяются два пакета моделирования, получившие название Quest и Extend, краткое описание которых приведено ниже.

Пакет Quest – гибкое объектно-ориентированное средство дискретного моделирования, позволя-

### 1 Моделирование производственного процесса:

от концепции



к реализации

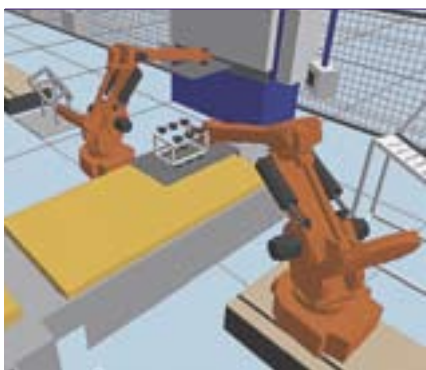


юще с высокой эффективностью моделировать компоновку производственного объекта и схему технологического процесса и проводить эксперименты и анализ на основе полученной модели. Графический оконный интерфейс и обширные библиотеки объектов позволяют быстро создавать схематические двумерные и физические трехмерные модели. Интерактивный режим работы позволяет в режиме реального времени менять значения переменных модели и просматривать значения параметров во время циклов моделирования.

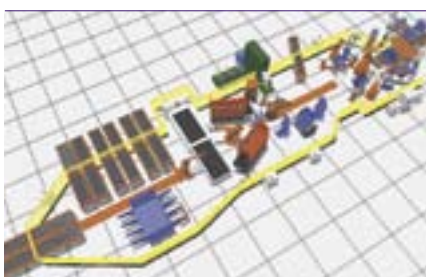
Для предприятий обрабатывающей промышленности очень важны скорость вычислений и быстрота построения моделей, поскольку они определяют число возможных итераций и экспериментов.

Пакет Extend – средство двумерного моделирования, позволяющее создавать модели быстро и так же просто, как электронные таблицы. В пакете используются библиотеки типичных пользовательских функций и отчетов. Библиотеки при необходимости могут быть с легкостью модифицированы. Предусмотрены режимы дискретного и непрерывного моделирования. Пакет Extend, кроме того, содержит ряд моделей, хорошо аппроксимирующих многие объекты,

7 Гибкие и автоматизированные процессы



8 Безлюдное производство



благодаря чему возможно моделирование многих ситуаций за считанные минуты.

**Моделирование на практике**

Первый практический пример моделирования – проект World Class Breaker (выключатели мирового класса), осуществленный на заводе по производству автоматических выключателей в г. Людвика (Швеция) в 2001-2002 годах. В работе по проектированию и проверке новых систем производства выключателей методы моделирования сыграли важную роль.

Моделирование применялось для решения следующих задач:

- опробования различных принципов управления производством и проверки выбранного принципа;
- проверки положительного эффекта ограничения объема незавершенной продукции в обработке (WIP) с помощью метода CONWIP (Constant WIP – постоянный WIP);
- определения и визуализации соответствующих изменений компоновки;
- проверки максимальной производительности линий после внесения изменений;
- определения и проверки принципов планирования производства компонентов;
- проверки сокращения длительности производственного цикла (TPT);
- тщательного анализа реализованного процесса производства для использования в дальнейших разработках;
- проверки производственного процесса с использованием файла с реальным графиком операций.

Были достигнуты весьма высокие технические и экономические результаты, в том числе

- сокращение времени производственного цикла на 60% и
- сокращения объема незавершенной продукции в обработке более чем на 50%.

Поддержание постоянным показателя WIP позволяет добиться более стабильного времени производственного цикла, что делает планирование более точным.

Во втором примере рассмотрено применение моделирования на базовом предприятии АББ (Focused Factory) по выпуску распределительных трансформаторов. Завод представляет собой высокоавтоматизированное «производство будущего», выпускающее распределительные трансформаторы для североамериканского рынка.

Проект был осуществлен в г. Афины (шт. Джорджия). В ходе проекта были внедрены: система подготовки коммерческих предложений и приема заказов с возможностью работы через Интер-

нет, полностью автоматизированный модуль производства баков, новое автоматизированное намоточное оборудование и быстрая сборочная линия. Все это позволило добиться значительного сокращения затрат на материалы, трудозатрат и укоротить производственный цикл. Моделирование широко применялось в ходе решения следующих задач:

- разработки новых производственных процессов;
- выбора компоновки производственной линии (проанализированы результаты более 30 итераций);
- моделирования новой производственной линии и процессов;
- балансировки новой линии для достижения максимальной производительности.

Среди результатов проекта можно выделить следующие важные достижения:

- безлюдное производство с компоновкой и производственными процессами, прошедшими оптимизацию;
- гибкое производство большой мощности, позволяющее исполнять единичные заказы;
- отсутствие необходимости в переналадке при смене конфигурации изделий;
- минимальное значение WIP за счет устранения буферов между модулями;
- реализацию в короткие сроки и быстрый выход на рабочий режим.

Перечисленные результаты в количественном выражении дали сокращение трудозатрат на 50%, времени цикла – на 90%, а площади, занятой оборудованием – на 60%. В целом, проект помог должным образом оценить эффективность принципа «базовых предприятий», который в настоящее время внедряется во многих подразделениях АББ.

Значение же методов моделирования переоценить просто невозможно. Для предприятий обрабатывающей промышленности очень важны скорость вычислений и быстрота построения моделей, поскольку они определяют число возможных итераций и экспериментов. Аппаратное и программное обеспечение непрерывно совершенствуется, что позволяет увеличивать скорость выполнения задач моделирования. Благодаря этому программные пакеты для моделирования остаются превосходным инструментом реализации концепции рационального производства.

**Юкка Торвинен**

ABB Corporate Research  
Вааса, Финляндия  
jukka.torvinen@fi.abb.com

**Джеральд Ли**

ABB Corporate Research  
Роли, шт. Сев. Каролина, США  
gerald.lee@us.abb.com