

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. М. Плотников, М. А. Долматов, А. А. Васильев (Санкт-Петербург)

Деятельность в условиях рыночной экономики определяет заинтересованность отечественных судостроительных предприятий во внедрении технологий, обеспечивающих существенное снижение трудоемкости и сокращение сроков постройки судов и кораблей. С целью комплексного внедрения современных технологий в 2005–2007 гг. специалистами отраслевого института ФГУП «ЦНИИ технологии судостроения» разработан ряд проектов реконструкции ведущих судостроительных предприятий Санкт-Петербурга. Особенностью разработки всех проектов стало применение методов имитационного моделирования для анализа функционирования производств с целью оптимизации схем материальных потоков, состава и характеристик технологического оборудования.

Среди такого рода проектов можно выделить разработку бизнес-плана реконструкции корпусного производства предприятия ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь».

Бизнес-план был разработан с целью обоснования перспективности реконструкции корпусообработывающего и сборочно-сварочного производства, расположенного в пяти пролетах цеха № 4 ОАО «СЗ «Северная верфь» на существующих производственных площадях.

Основными принципами реконструкции производства являлись:

- обеспечение технико-экономических показателей реконструируемого корпусообработывающего и сборочно-сварочного производства предприятия на уровне ведущих верфей мира;

- проведение реконструкции без остановки действующего производства;

- внедрение новейшего оборудования, прежде всего, автоматизированного и роботизированного (включая поточную линию очистки и грунтования проката, роботизированную линию изготовления и комплектации профильных деталей, многофункциональные машины тепловой резки с числовым программным управлением, роботизированные линии сборки и сварки микропанелей, поточную линию сборки и сварки плоских секций, станки ротационно-локальной гибки металлопроката);

- минимизация затрат на реконструкцию за счет использования существующих производственных зданий и части существующего технологического оборудования, отвечающего требованиям современного производства;

- проведение реконструкции без остановки действующего производства;

- проверка эффективности совместного функционирования принятого комплекса оборудования корпусного цеха с уточнением схемы материальных потоков и загрузки оборудования на базе имитационного моделирования производства.

При разработке бизнес-плана специалистами института рассмотрено несколько вариантов реконструкции. Рассматриваемые варианты отличались габаритными размерами обрабатываемого проката (вариант листа 2x8 м и 3,2x12 м), а также комплектацией технологического оборудования и его компоновкой на существующих производственных площадях.

Реконструируемое производство позволит в перспективе осуществить обработку не менее 30 тысяч тонн проката в год.

Целями имитационного моделирования производства являлись:

1) обоснование выбора проектантом наиболее оптимальной организационно-технологической схемы производства;

2) проверка эффективности совместного функционирования сложного комплекса оборудования, расположенного в пяти пролетах цеха;

3) уточнение схемы материальных потоков и загрузки оборудования.

Перед началом моделирования, параллельно с процессом проектирования, произведено изучение структуры внутреннего и внешнего взаимодействия действующего производства цехов верфи и выполнен сбор необходимой производственной статистики.

В основу исходных данных для моделирования заложены проектные данные по одному из предлагаемых вариантов модернизации производства, статистика по работе технологического оборудования и производственных линий, данные типовых технологических процессов, статистика по строящимся и планируемыми к постройке на верфи проектам.

В модель включено более 50 единиц оборудования, расположенного на участках корпусообрабатывающего и сборочно-сварочного производства, участке предварительной обработки металлопроката, а также на открытом складе (рис. 1).

В частности, в модель включены:

- линия машин тепловой резки (МТР) вырезки деталей МСЧ (5 ед.);
- линия МТР с ЧПУ для вырезки листов (2 ед.);
- пресс гибочный;
- линия предварительной обработки проката;
- листопрямительные вальцы и вальцы гибочные;
- автоматизированная гибочно-правильная машина;
- роботизированная линия обработки профиля;
- линия изготовления тавровых балок;
- роботизированная линия микропанелей (1,6x8 м);
- роботизированная линия микропанелей (3,2x12 м);
- поточная линия плоских секций шириной до 12 м;
- крановое и транспортное оборудование (14 ед.);
- площадки комплектации и складирования.

Создание модели выполнялось с учетом следующих первоначальных требований (требования были выставлены непосредственно верфью):

- необходимость учета в модели возможности осуществления поэтапной модернизации производства;
- необходимость сохранения в процессе модернизации отдельных единиц оборудования согласно первоначальной схеме размещения производственных участков;
- возможность размещения на существующих производственных площадях дополнительных производственных участков;
- проверка используемой принципиальной технологии постройки.

Для создания имитационной модели производства использовалась специализированная система имитационного моделирования AnyLogic версии 5.1.

Созданная модель поддерживает регулировку следующих параметров:

- период модельного времени;
- распределение толщин и габаритов заказного листа;
- распределение по типам деталей;
- режимы работы оборудования и циклы его «изъятия»;
- длительность транспортных операций;

- численность и производительность персонала.

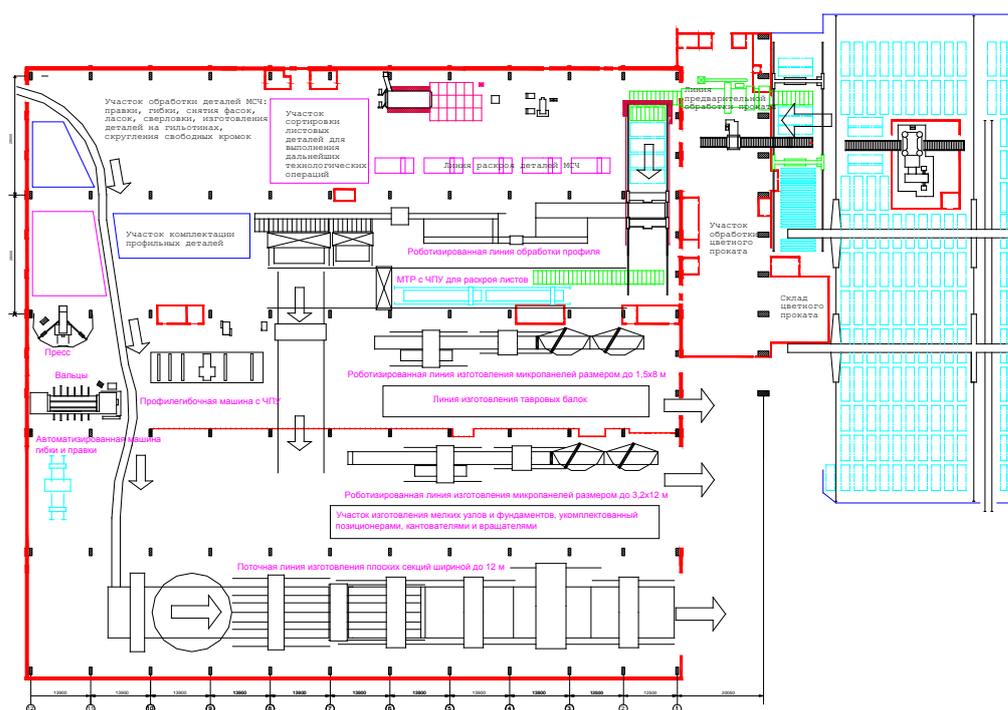


Рис. 1. Схема расположения оборудования в цехе верфи

С помощью встроенных в систему AnyLogic средств объектно-ориентированного программирования была воссоздана схема взаимодействия основных производственных участков и отдельных единиц производственного оборудования между собой (рис. 2).

При создании данной модели были использованы результаты моделирования других судостроительных производств. В частности, использовались ранее разработанные типовые модели функционирования отдельных единиц оборудования и производственных участков для обработки металлопроката.

Для упрощения работы пользователя с моделью средствами системы AnyLogic разработан интерактивный графический интерфейс (рис. 3), основанный на Web-технологии и языка Java.

Интерфейс позволяет визуально отслеживать загрузки производственного оборудования во времени, а также производить эксперименты по изменению основных характеристик производства (производственной программы и режимов работы МТР). Интерфейс может функционировать независимо от основной системы моделирования.

Помимо имитационной модели выполнена анимация схемы материальных потоков корпусообработывающего и сборочно-сварочных производств, воссозданная по результатам проведенного моделирования на основе применения Flash-технологий. Также была разработана полная трехмерная модель производства (в CAD системе Rhinoceros) и на ее основе подготовлена серия анимационных роликов, иллюстрирующих процесс функционирования производств. Необходимо отметить, что пользовательский интерфейс, в удобной и доступной форме представляющий результаты функционирования имитационной модели, а также выполненные анимации оказались весьма весомым «совокупным» аргументом убеждения заказчика в правильности предлагаемых решений по реконструкции производства.

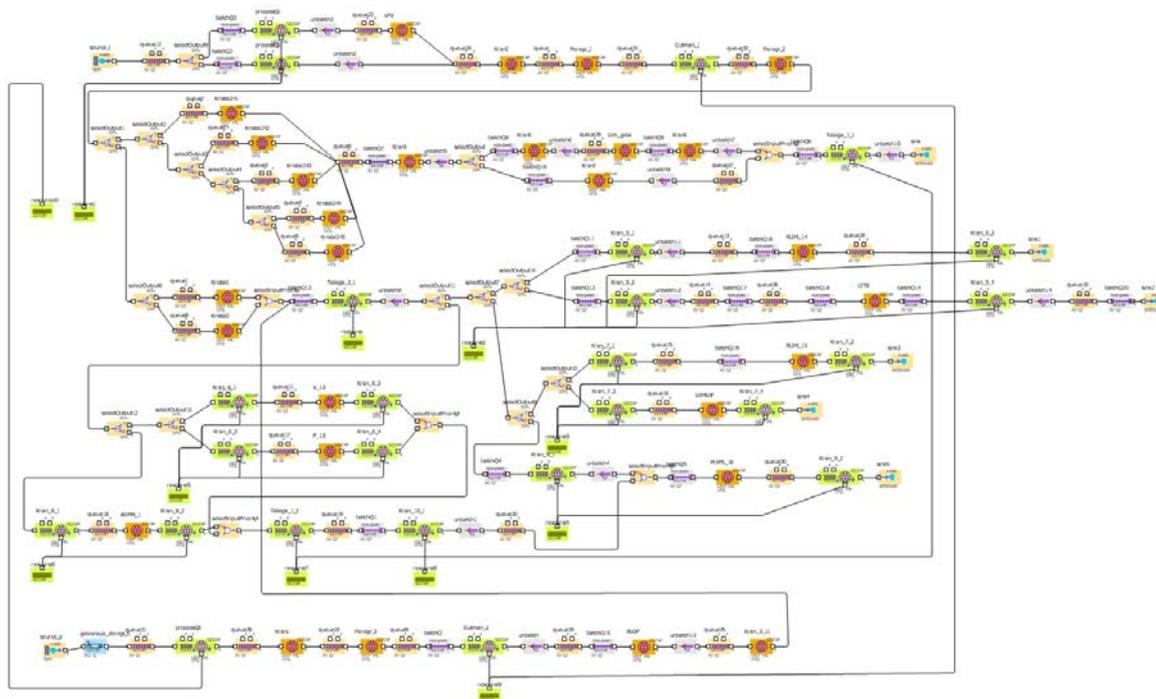


Рис. 2. Структура имитационной модели

В результате моделирования была подтверждена возможность выполнения расчетной программы и уточнена загрузка отдельных единиц оборудования. В частности, показано, что в одну смену будут работать поточная линия очистки и грунтования металлопроката и роботизированная линия обработки и комплектации профильных деталей, в две смены – машины тепловой резки и линия сборки и сварки тавровых балок, в три смены – линии сборки и сварки плоских секций и микропанелей.

Имитационная модель показала, что пропускная способность оборудования по обработке проката при работе в две смены может быть увеличена для:

- линии предварительной обработки – до 2 раз;
- оборудования тепловой резки листов – до 1,5 раз;
- роботизированной линии обработки и комплектации профильных деталей – до 2 раз.

При реализации заданной расчетной программы участки сборочно-сварочного производства будут полностью загружены. Следовательно, при увеличении производственной программы верфи потребуется загрузка других цехов или участков.

В целом моделирование подтвердило, что реконструируемое производство позволяет в перспективе осуществить обработку до 30 тысяч тонн металлопроката в год. Подтверждена возможность выполнения годовой расчетной программы при двухсменной работе цеха.

При заданной расчетной программе и двухсменной работе роботизированные линии сборки и сварки плоских секций и микропанелей будут загружены почти полностью.

Работа над имитационной моделью будет в дальнейшем продолжена уже в рамках создания технического проекта реконструкции верфи.



Рис. 3. Интерфейс имитационной модели (фрагмент электронной презентации)

Проведенные специалистами института исследования показали, что использование имитационных моделей на этапе разработки проектов модернизации и реконструкции как существующих, так и новых производств, способствует более эффективному решению задач оптимизации производственных систем и технологических процессов. Это тем более актуально, если принять во внимание стоимость проектов. Так, стоимость реализации рассматриваемого проекта реконструкции корпусного производства ОАО «СЗ «Северная верфь» составляет порядка 0.8-0.92 млрд. рублей (в зависимости от варианта реконструкции). Ряд российских верфей осознали всю важность предварительного «виртуального» моделирования. Поэтому практика включения в состав проектных работ создания имитационных моделей для анализа функционирования модернизируемых производств воспринимается сейчас как вполне необходимая к решению проектантом задача.

Литература

1. Васильев А. А., Долматов М. А., Плотников А. М., Попов В. И. Разработка организационно-технологических проектов технического перевооружения и реконструкции судостроительных предприятий Санкт-Петербурга с применением методов имитационного моделирования//Морской вестник. СПб., 2007. № 3 (6).
2. Карпов Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
3. Васильев А. А., Долматов М. А., Любимова И. Е., Плотников А. М. Опыт применения методов имитационного моделирования в задачах разработки оргтехпроектов модернизации действующих производств судостроительных предприятий//Сб. докладов второй научно практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика. ИММОД-2005». Том 1. СПб., 2005.