

Имитационное моделирование как инструмент анализа и оценки выполнимости перспективных производственных программ судовой верфи

А.С. Бузаков, В.А. Рогозин, А.В. Догдин, М.А. Долматов, А.М. Плотников

Методы аналитического моделирования процессов производства, широко применяемые в российской практике исследовательских, инженерно-технических и проектных работ, без учета специфики дискретного изменения компонентов систем зачастую ведут к неоправданно большому объему вычислений и не всегда позволяют получить решение с требуемой степенью точности и достоверности соответствия реальным процессам.

Для мировой практики в настоящее время характерно применение методов имитационного моделирования (ИМ) на этапах разработки технологических проектов реконструкции судостроительных предприятий, функционирующих в условиях жесткой конкуренции. Целями ИМ являются оптимизация существующих схем материальных потоков, состава и характеристик технологического оборудования, а также проверка выполнимости перспективных производственных программ. Эти методы позволяют на самых ранних стадиях разработки проекта модернизации оценить состояние производственной системы, обосновать необходимость проведения модернизации мощностей предприятия и достигаемый при этом эффект. Использование при проведении исследований современных инструментальных пакетов имитационного моделирования позволяет совмещать различные подходы для повышения адекватности создаваемых моделей реальным производственным системам.

В практике российского судостроения решение подобных задач особенно актуально для современных динамически развивающихся предприятий отрасли, занятых производством морской техники гражданского и военного назначения и внедряющих современные технологии и методы постройки судов и кораблей.

Одним из таких предприятий является ОАО «Адмиралтейские верфи», расположенное в Санкт-Петербурге и специализирующееся на постройке и ремонте сложных изделий морской техники гражданского и военного назначения для отечественного зарубежного потребителя.

В рамках работ по оценке перспектив развития производственных мощностей предприятия разработана имитационная модель корпусостроительного производства специализированного комплекса подводного кораблестроения. Разработка выполнена группой специалистов инженерного центра ОАО «Адмиралтейские верфи» при участии специалистов СПбГМУ и ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта» (Санкт-Петербург).

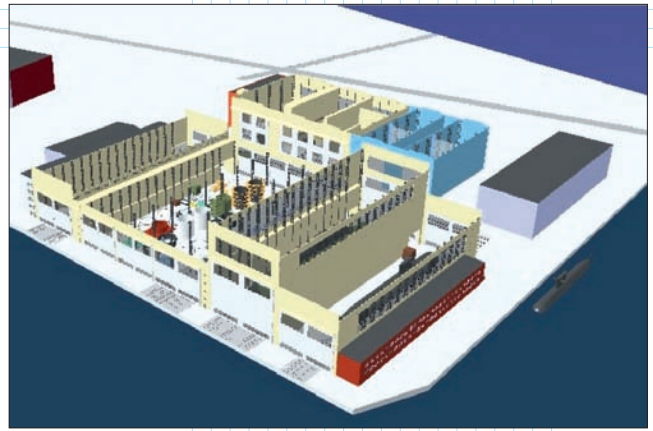


Рис. 1. Внешний вид моделируемого фрагмента производства

Комплекс подводного кораблестроения (рис. 1), описываемый имитационной моделью, предназначен для проведения работ, включающих:

- гибку корпусных деталей из листового и профильного проката;
- изготовление узлов, секций и блок-секций корпуса, секций и объемных конструкций оконечностей, секций переборок, платформ, выгородок, фундаментов и других элементов;
- сборку и сварку блоков корпуса;
- проведение гидравлических испытаний блоков на прочность и герметичность;
- проведение очистки и окрашивания, нанесение спецпокрытий на корпусные конструкции;
- изготовление и испытание трубопроводов;
- предмонтажную подготовку, формирование зональных блоков и монтаж в блоках и корпусах механизмов, оборудования, систем и устройств;
- изготовление изделий корпусостроительной номенклатуры;
- изготовление и монтаж труб вентиляции;
- обстройку корабельных помещений;
- формирование вновь строящихся судов;
- ремонт и модернизацию судов, находящихся в эксплуатации;
- спуск на воду новых и отремонтированных (модернизированных) судов;
- выполнение комплекса достроечных работ и швартовных испытаний на плаву у достроечной набережной.

Моделирование функционирования корпусостроительного производства комплекса подводного кораблестроения выполнялось с целью анализа и оценки возможностей реализации на существующих мощностях предприятия перспективной

производственной программы по строительству и ремонту судов на период с 2011 по 2016 год.

При создании имитационной модели были использованы следующие исходные данные:

- статистические данные, накопленные техническими и технологическими службами предприятия в процессе строительства и ремонта судов, кораблей и изделий морской техники, полученные из информационных систем предприятия;
- отраслевые нормативные документы для корпустроительного производства верфи;
- конструкторская документация на технологическое и транспортное оборудование, крановое хозяйство, специализированные агрегаты и приспособления, используемые в процессе производства изделий судостроения;
- проектная документация по основным производственным мощностям предприятия;
- научно-технические и методические материалы по теории и практике использования языков и программных средств ИМ.

В процессе разработки модели были формализованы алгоритмы функционирования производственного комплекса в целом и распределения строящихся судов по построечным местам.

Алгоритм функционирования производственного комплекса (рис. 2) сформирован на основе схемы организации работ и описывает варианты процесса функционирования комплекса в

зависимости от планируемой первоначальной занятости участков и стапельных позиций в составе комплекса.

Алгоритм распределения строящихся и ремонтируемых судов по построечным местам (рис. 3) формировался по результатам анализа номенклатуры заказов в составе перспективной производственной программы предприятия и существующих производственных площадок и участков в составе комплекса.

Для повышения адекватности разрабатываемой имитационной модели была проанализирована система взаимосвязей комплекса подводного кораблестроения с другими цехами предприятия – в том числе с теми, где выполняется формирование отдельных сборочно-монтажных единиц (СМЕ) или их фрагментов с последующей передачей на другие участки комплекса или непосредственно на стапельную позицию.

При создании моделей использовался специализированный пакет имитационного моделирования **AnyLogic Professional**, в среде которого была воссоздана схема функционирования производственной системы комплекса с учетом ранее разработанных алгоритмов и системы внешних кооперативных связей.

Для обеспечения взаимодействия специалистов предприятия при проведении экспериментов на имитационной модели был разработан

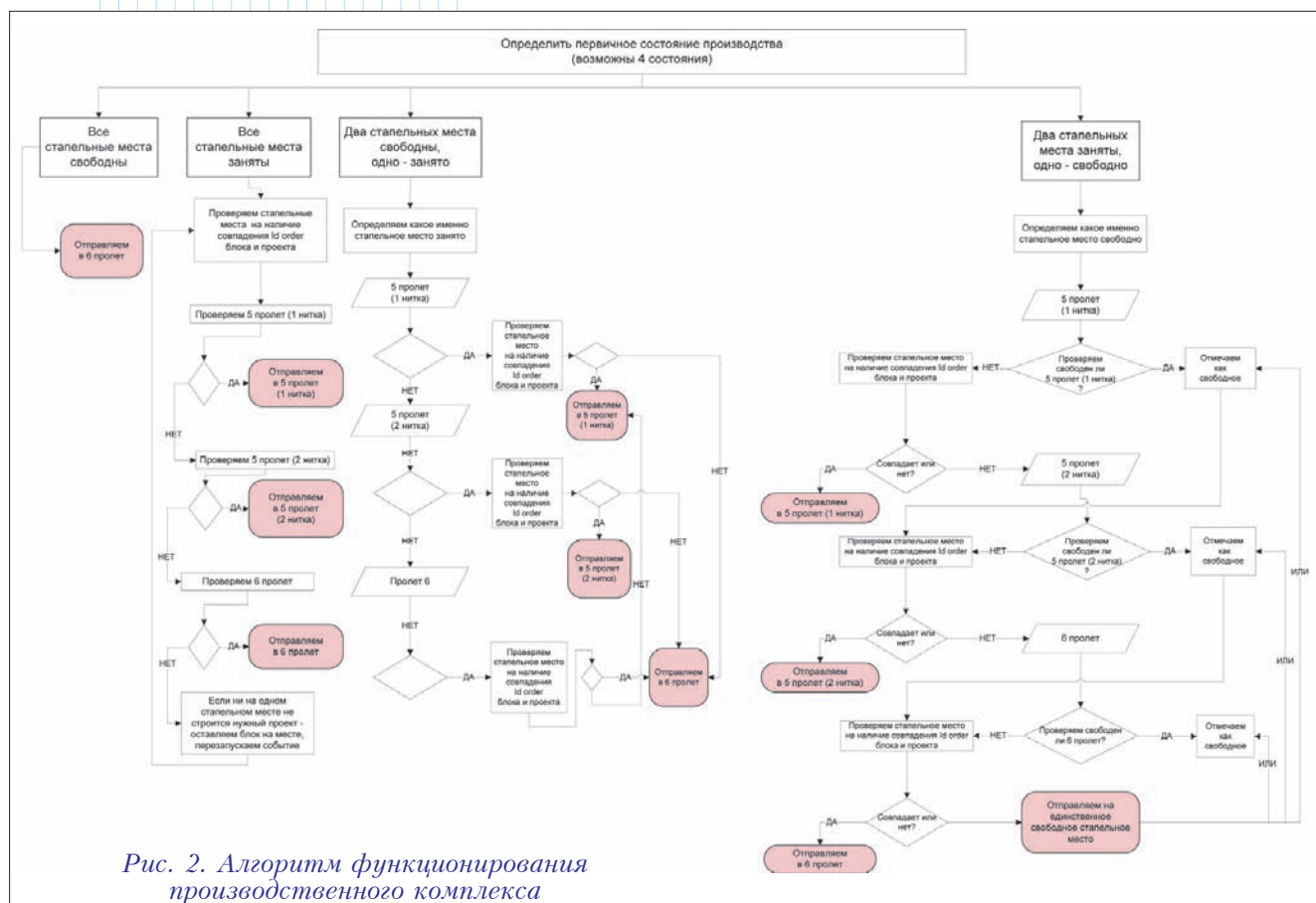


Рис. 2. Алгоритм функционирования производственного комплекса

специализированный пользовательский интерфейс (рис. 4), представляющий собой совокупность взаимосвязанных окон, предназначенных для решения различных задач и содержащий набор инструментов, включая средства изменения регулируемых параметров модели и ввода данных по первоначальному размещению СМЕ на производственных участках комплекса.

Пользовательский интерфейс позволяет задавать исходные параметры проведения эксперимента, задавать условия его завершения, сохранять результаты экспериментов – в том числе схемы размещения СМЕ на производственных участках с заданным периодом.

Кроме того, для пользователя предусмотрена возможность участия в распределении поступающих СМЕ между производственными участками,

включая отправку на участки временного хранения и перемещение между пролетами цехов в составе комплекса.

Имитационная модель связана с внешними базами данных, содержащими сведения об основных характеристиках строящихся и ремонтируемых судов, включенных в производственную программу предприятия, перечень и характеристики СМЕ по каждому из строящихся судов (в том числе массогабаритные характеристики СМЕ – секций, блоков, зональных блоков), трудоемкость работ (на основе статистических данных), планируемые даты начала строительства.

Остальные исходные данные включены непосредственно в структуру имитационной модели в качестве параметров блоков, составляющих эту модель.

Подобный подход позволит специалистам предприятия оперативно дополнять и корректировать основные исходные статистические данные без внесения изменений в структуру самой имитационной модели.

Анализ адекватности и отладка разработанной модели выполнялся специалистами предприятия посредством выполнения прогонов с последующим сравнением результатов с реальной статистикой за предыдущие годы по строительству аналогичных проектов. Значительных отклонений по срокам выполнения работ от имеющихся статистических данных в результате выявлено не было, и, следовательно, соответствие имитационной модели реальной производственной системе комплекса подводного кораблестроения было подтверждено.

Для удобства пользователей встроенными средствами пакета *AnyLogic Professional* в состав интерфейса была включена укрупненная анимация процессов перемещения СМЕ между производственными участками комплекса и поступления СМЕ из других цехов, а также формирования корпусов строящихся судов на построечных местах (рис. 5).

Далее проведена серия экспериментов по анализу выполнимости перспективной производственной программы предприятия по строительству и ремонту заказов на период с 2011 по 2016 годы.

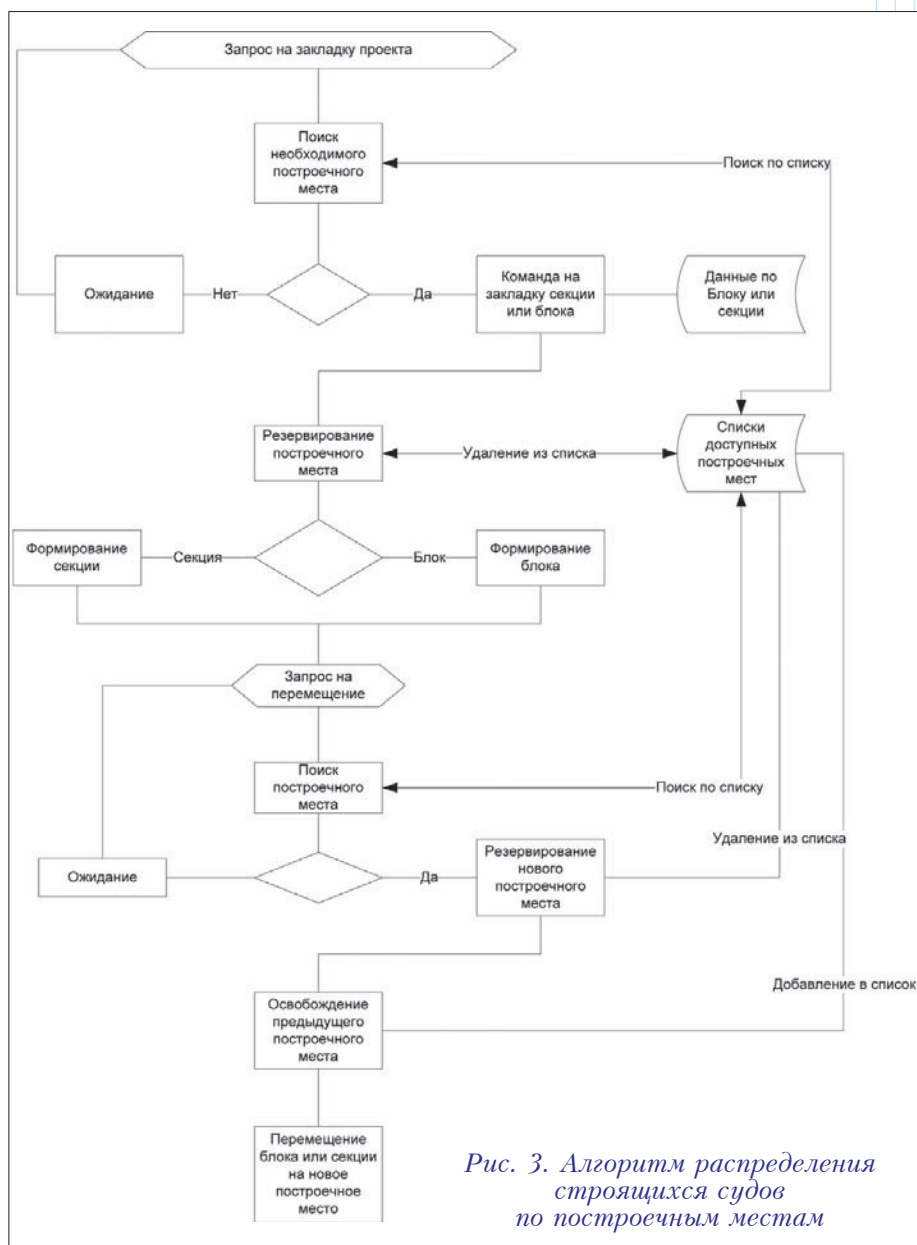


Рис. 3. Алгоритм распределения строящихся судов по построечным местам

Основными регулируемыми параметрами являлись:

- сменность выполнения работ на производственных участках комплекса;
- размещение СМЕ на участках по состоянию на начало расчетного периода.

В результате экспериментов получена статистика по выполнению производственной программы, данные по загрузке производственных участков и

оборудования, а также схемы размещения СМЕ на участках комплекса.

По результатам выполненной серии экспериментов был выполнен анализ полученных данных по процентной загрузке производственных участков в составе комплекса, а также данные по периоду нахождения СМЕ на производственных участках.

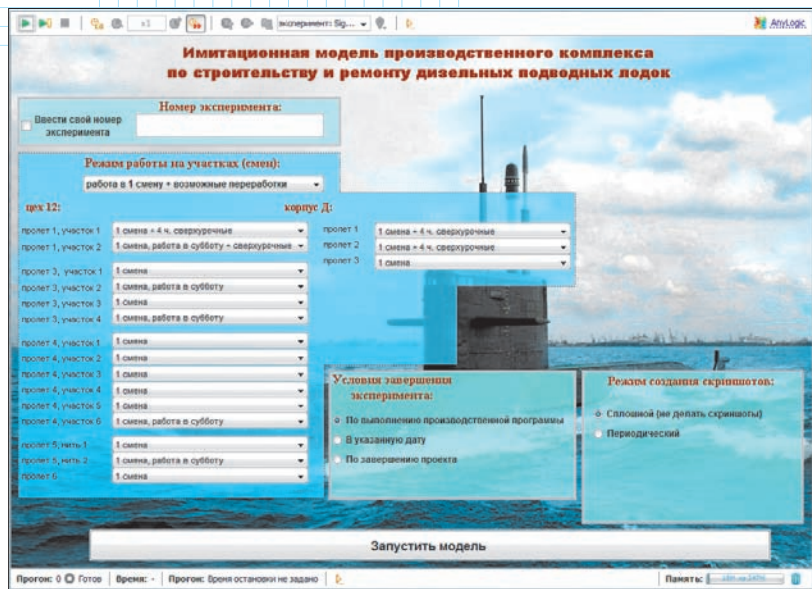


Рис. 4. Пользовательский интерфейс имитационной модели

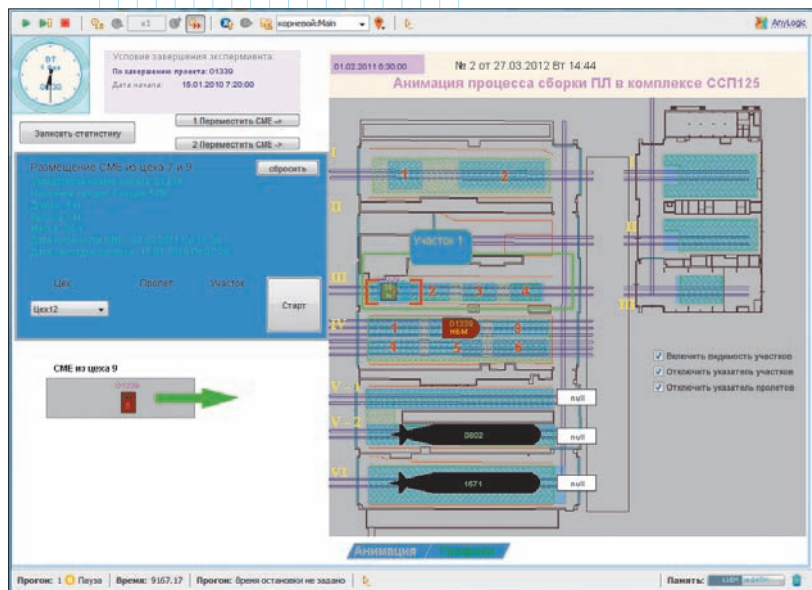


Рис. 5. Анимация процесса перемещения СМЕ

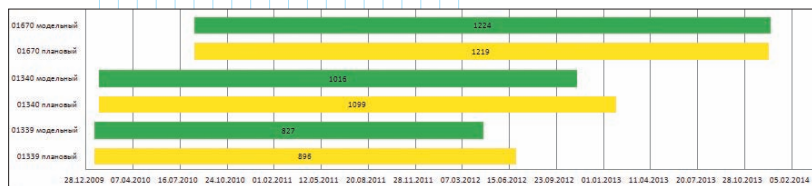


Рис. 6. Фрагмент графика выполнения заказов (по результатам эксперимента)

При сравнении построенных по результатам моделирования графиков постройки судов с первоначально планируемыми графиками постройки по каждому из судов выявлено, что значительных отклонений по срокам не наблюдается, а максимальное отклонение для нескольких заказов имеет место в сторону сокращения длительности стапельного периода (рис. 6).

Процентная загрузка производственных участков и кранового оборудования в составе комплекса не превысила 80%, что коррелирует с имеющейся статистикой технологических служб предприятия.

Выводы

Полученный опыт внедрения методов ИМ и программного пакета AnyLogic на площадке ОАО “Адмиралтейские верфи” подтвердил, что использование имитационных моделей позволяет эффективно решать задачи оценки выполнимости перспективных производственных программ предприятия на планируемый расчетный период с учетом текущей занятости производственных участков, планирования загрузки производственных участков, оптимизации транспортных потоков между основными цехами предприятия.

Проведение экспериментов на моделях делает возможным выполнить “автоматизацию определения” тех параметров производства, которые при традиционных подходах определялись (и определяются до сих пор) методами прямого расчета, с использованием значений входящих в них параметров (взятых, как правило, из нормативной и проектной документации).

Тесная интеграция с информационными системами предприятия позволяет значительно повысить адекватность создаваемых имитационных моделей и, как следствие, получить более качественные результаты экспериментов.

Разработка пользовательских интерфейсов, ориентированных на

специалистов инженерного центра предприятия, которые в процессе выполнения экспериментов имеют возможность оперативно вносить изменения (например, при распределении поступающих СМЕ по участкам), позволяет максимально использовать их инженерный опыт. 🍷

Литература

1. Grigoriev I. AnyLogic 6 in Three Days. AnyLogic North America, 2012.
2. Долматов М.А., Плотников А.М., Федотов Д.О. Применение методов имитационного моделирования при разработке оргтехпроектов модернизации и реконструкции предприятий судостроительной отрасли // Сборник докладов пятой научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности конференции “Имитационное моделирование. Теория и практика” (ИММОД-2011). Санкт-Петербург, 2011, т. 2.
3. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005.

Авторы:

- Бузаков Александр Сергеевич, генеральный директор ОАО “Адмиралтейские верфи”, Санкт-Петербург.
- Рогозин Владимир Алексеевич, к.т.н., главный технолог ОАО “Адмиралтейские верфи”, Санкт-Петербург (rogozin@ashipyards.com).
- Догадин Александр Владимирович., к.т.н., профессор, заведующий кафедрой “Технология судостроения”, СПбГМТУ, Санкт-Петербург.
- Долматов Михаил Анатольевич, главный специалист сектора компьютерного моделирования и виртуального прототипирования, НТФ “Судотехнология”, ОАО “Центр технологии судостроения и судоремонта”, Санкт-Петербург (dolmatov@sstc.spb.ru).
- Плотников Александр Михайлович, заместитель начальника отдела ИТ – начальник сектора компьютерного моделирования и виртуального прототипирования, НТФ “Судотехнология”, ОАО “Центр технологии судостроения и судоремонта”, Санкт-Петербург (plotnikov@sstc.spb.ru).

◆ Выставки ◆ Конференции ◆ Семинары ◆

12-15.02.2014

Беларусь, Минск,
ул .Я. Купалы, 27,
НВЦ “БелЭкспо“

17-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

АВТОМАТИЗАЦИЯ
ЭЛЕКТРОНИКА

14-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭЛЕКТРОТЕХ. СВЕТ

Организатор:



МИНСКЭКСПО

220035, Минск, Беларусь

ул. Тимирязева, 65

тел.: +375 17 226 98 21

факс: +375 17 226 91 92

Email: sveta@m...

www.minskexpo.com

ЗАО МИНСКЭКСПО УНН 100094846

ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР: elec.ru

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



При поддержке:

Министерства промышленности Республики Беларусь
Ассоциации промышленных энергетиков “БелАПЭ”

