

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ АКСУСКОГО ЗАВОДА ФЕРРОСПЛАВОВ**Д. И. Усанов (Казань)**

Конкурентная окружающая среда заставляет производственные предприятия активно применять информационные технологии для автоматизации производства, что позволяет контролировать производственные процессы и повышать прибыль предприятия.

Используемые на предприятиях MES системы позволяют осуществлять контроль состояния и распределения ресурсов, диспетчеризацию производства, управление документами, сбор и хранение данных о технологических процессах. Однако данных возможностей часто бывает недостаточно для принятия эффективных управленческих решений. Эти модели не способны учесть все возможные управляющие и возмущающие воздействия и смоделировать их последствия.

Одним из возможных способов решения этих проблем является применение методов имитационного моделирования (ИМ). Использование ИМ позволит создать систему, способную оценить влияние управляющих и возмущающих воздействий на отдельные технологические операции и весь производственный процесс в целом. Имитационная модель оценки производственных мощностей Аксуского завода ферросплавов позволяет определить оптимальные параметры технологических схем, выявить и устранить узкие места в организации технологических и производственных процессов, прогнозировать аварийные ситуации, оценить влияния ритмичности и объемов поставок на плановые производственные показатели, провести анализ загрузки производственных мощностей и оценить влияние ремонтно-восстановительных работ.

Разработка имитационной модели осуществляется на основе разработанных [1–4] подходов к разработке имитационных приложений. В соответствии с данными подходами модель формируется из шаблонов, представляющих собой сегменты модели, реализующие отдельные технологические операции или функционирование отдельных производственных объектов (конвейер, бункер, грохот и пр.). Все шаблоны пишутся на языке GPSS, в качестве моделирующего объекта используется пакет GPSS World. Всего в модели используется более 25 различных видов производственных объектов и более 10 шаблонов, реализующих специальные технологические операции. Для каждого производственного объекта задается множество параметров (производительность, потребление электроэнергии, навески и т.д.).

В процессе производства задействовано более 680 объектов, и для упрощения процедуры задания исходных данных был разработан богатый пользовательский интерфейс, который позволяет задавать структуру цехов, расположение и связи между объектами, материальные потоки и характеристики объектов производства. Задание исходных данных осуществляется с помощью графического редактора (рис. 1). Для задания характеристик конкретного объекта достаточно выполнить двойной щелчок левой кнопки мыши по соответствующему объекту в графическом редакторе и задать его характеристики. Графический редактор легко расширяется, и перечень объектов модели может дополняться. Планы производства, планы поставок сырья и потребности в сырье и прочие исходные данные задаются средствами удобного пользовательского интерфейса. Так, для задания законов распределения существует специальная компонента, которая позволяет выбирать один из существующих в GPSS законов распределения случайных величин и задать собственную пользовательскую функцию, построенную на основе статистики или заданной пользователем гистограммы (рис. 2).

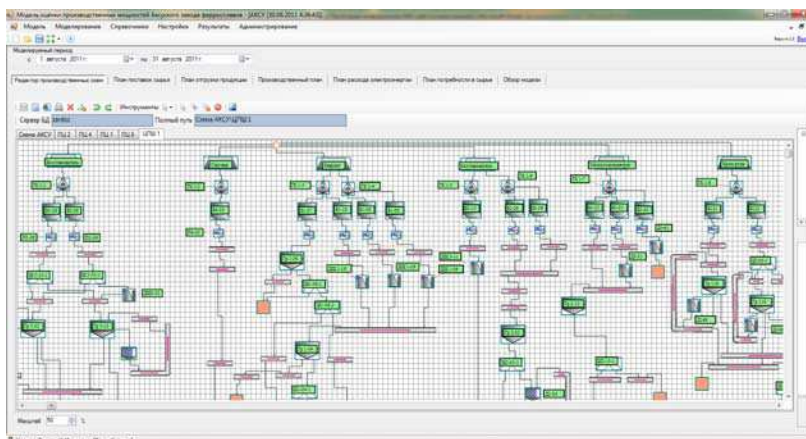


Рис. 1. Графический редактор производственных схем

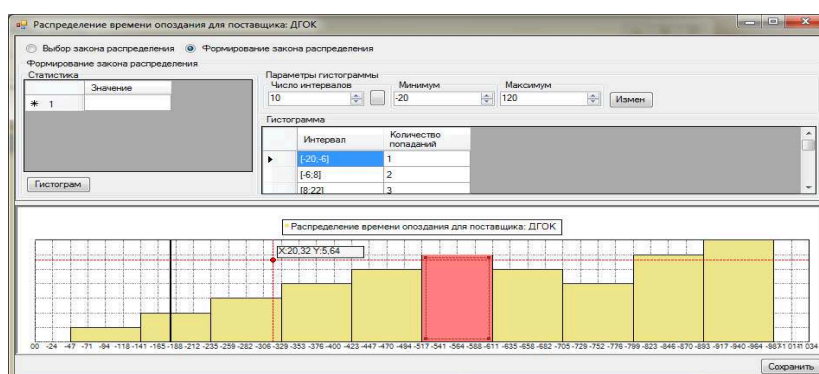


Рис. 2. Подсистема формирования законов распределения

Кроме того, модель содержит подсистему импорта, которая позволяет выгружать часть исходных данных из баз данных предприятия. Подсистема импорта позволяет выгружать планы производства, планово-предупредительных работ, расхода электроэнергии и расхода шихтовых материалов, а также статистику для построения законов распределения времени опоздания поставок, расчета вероятностей отказов оборудования и пр. Возможность импорта исходных данных из базы данных автоматизированной системы, функционирующей на предприятии, позволяет существенно повысить адекватность модели.

Разработанное имитационное приложения состоит из множества взаимосвязанных программных компонент, позволяющих максимально автоматизировать и упростить проведение исследований. Структура приложения представлена на рис. 3 и подробно рассмотрена в работе [5].

Наибольший интерес для исследователя представляет подсистема анализа результатов моделирования. Именно эффективные средства анализа результатов позволяют существенно повысить полезность имитационной модели для принятия управленческих решений.

За накопление и отображение результатов отдельного эксперимента отвечает подсистема мониторинга имитационных моделей [6]. Исследуя динамику изменения показателей функционирования отдельных объектов модели, в процессе моделирования можно выявлять узкие места, оценивать влияние ритмичности поставок на производственный процесс, оценивать влияние отказов оборудования и планово предупредительных работ на выполнения производственной программы. Подсистема анализа позволяет отражать динамику различных показателей на одном графике, а также отражать допустимые границы их изменения (рис. 4).

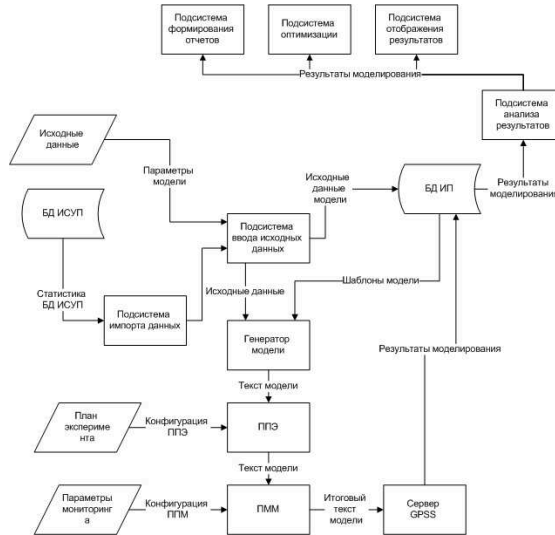


Рис. 3. Структура имитационного приложения

Кроме того, по каждому отдельному эксперименту формируется большое количество специализированных отчетов (рис. 5), таких как технический отчет, отчет о выполнении плана отгрузки готовой продукции, отчет о выполнении производственной программы, о расходе сырьевых материалов и пр. Большинство отчетов представлены в том виде, в котором они уже существуют на предприятии, что существенно упрощает их восприятие. На данный момент ведется активная разработка отчетов, отражающих экономическую эффективность производства.

Подсистема планирования эксперимента позволяет осуществлять автоматизированное выполнение множества наблюдений и получать зависимости показателей функционирования объектов от заданных факторов. В качестве факторов могут быть выбраны любые характеристики любого объекта. На основе полученных зависимостей может быть проведена оптимизация. Подсистема планирования эксперимента и процедура оптимизации на основе нейронных сетей и генетических алгоритмов подробно рассмотрена в статьях [7, 8].

Разработанное имитационное предложение предоставляет пользователю удобный и наглядный интерфейс для задания больших массивов исходных данных. Богатый набор инструментов для анализа результатов с возможностью их расширения позволяет проанализировать всевозможные аспекты производственного процесса и принимать действительно эффективные управленческие решения.

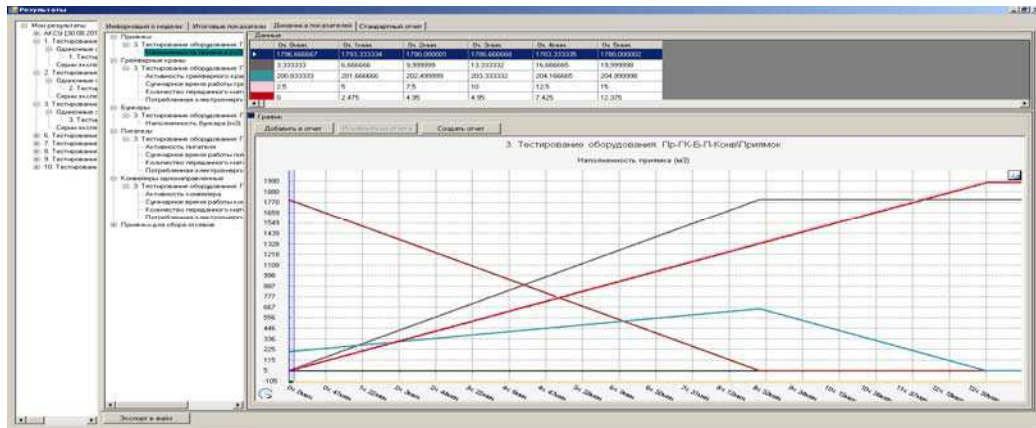


Рис.4. Анализ динамики показателей

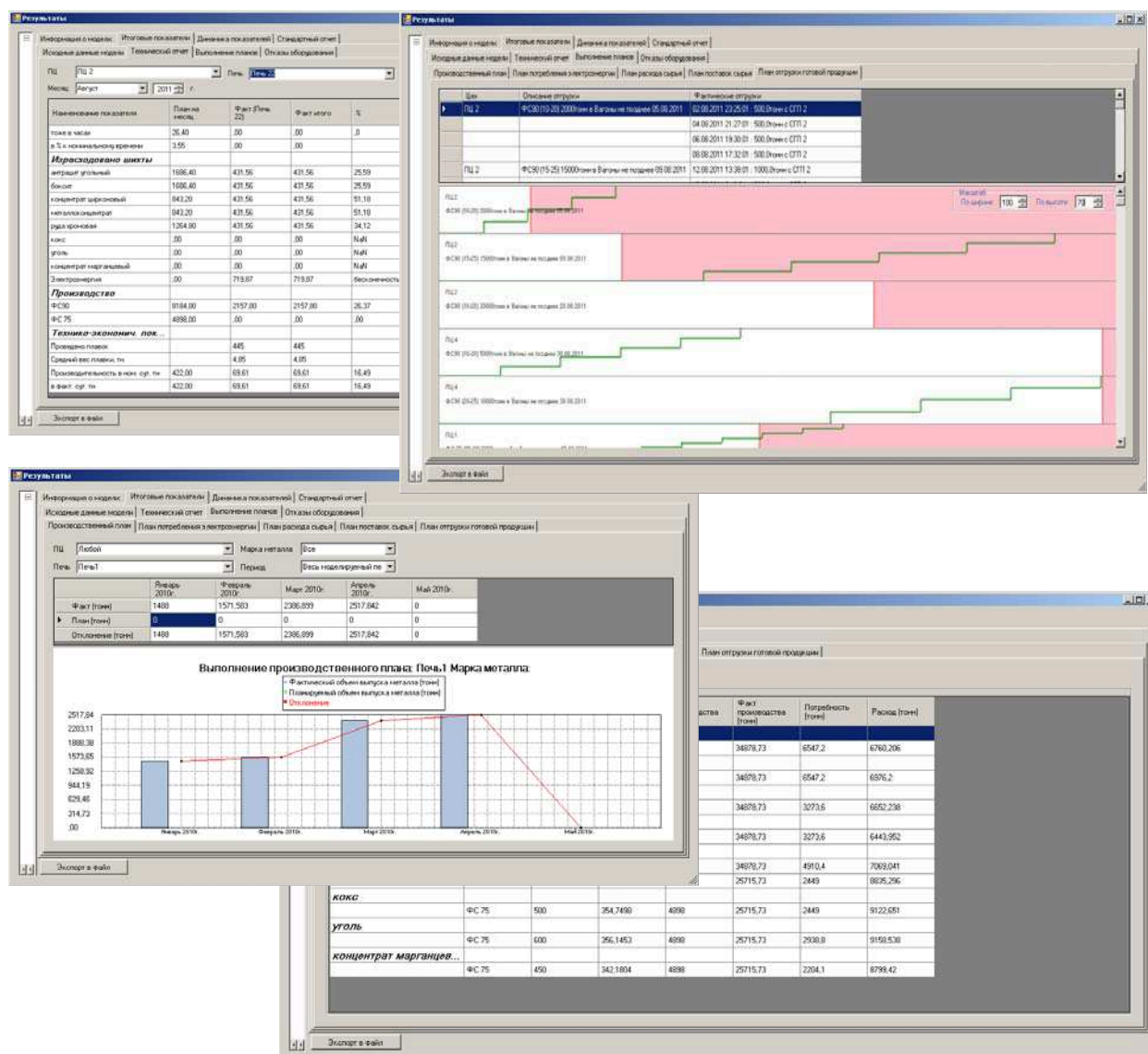


Рис.5. Примеры отчетов (технический отчет, отчет об отгрузке готовой продукции, отчет о выполнении производственного плана, отчет о расходе сырья)

Литература

1. Власов С. А., Малый С. А., Томашевская В. С., Тропкина А. И. Интегрированное проектирование металлургических комплексов. М.: Металлургия, 1983.
2. Смирнов В. С., Власов С. А., Ваулинский Е. С., Лебедев Б. И. Методы и модели управления проектами в металлургии. М.: СИНТЕГ, 2001.
3. Власов С. А., Жагловская А. В. Повышение эффективности проектирования бизнес – процессов металлургических предприятий с использованием имитационного моделирования // Тр. I междунар. конф. «Системный анализ и информационные технологии». Т. 1. М., 2005.
4. Самойлов В. В., Власов С. А., Девятков В. В. Имитационное исследование системы сервисного обслуживания программно-технических средств ОАО «Татнефть» // Автоматизация в промышленности. 2007. № 4.
5. Усанов Д. И. Разработка имитационного приложения для анализа и оценки производственных мощностей Аксуского завода ферросплавов // Материалы всероссий-

-
- ской научно практической конф. «Проблемы перехода к устойчивому развитию монопрофильных городов». Нижнекамск, 2010.
6. **Усанов Д. И.** Мониторинг имитационных моделей в среде GPSS World и анализ динамики параметров модели в процессе эксперимента // Всероссийская научно-практическая конф. по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование, теория и практика»: Сб. докладов. СПб. 2007.
 7. **Усанов Д. И.** Планирование эксперимента и оптимизация на основе нейросетевых метамоделей и генетических алгоритмов в среде GPSS World // Всероссийская научно-практическая конф. по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование, теория и практика»: Сб. Докладов. СПб. 2009.
 8. **Rossetti M. D., Hill R. R., Johansson B., Dunkin A. and Ingalls R. G.** Sequential Metamodelling With Genetic Programming and Particle Swarms // Proceedings of the Winter Simulation Conference, 2009.