

УДК 658.5.012.1

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

Малыхин А.Н., Кокарева В.В.

Руководитель: канд. техн. наук, доцент Смелов В.Г.

*Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)*

Сегодня мы наблюдаем развитие машиностроительных предприятий, в основном, за счет технического перевооружения, проводимого в целях улучшения эффективности производственных показателей, таких как себестоимость, трудоемкость и производительность. При этом актуальным становится вопрос обеспечения требуемого уровня параметров производственной системы предприятия. Здесь речь идет о возможности синхронизации и оптимизации взаимодействия основных информационных и организационно-технических потоков служб машиностроительного предприятия (поток заготовок, комплектующих, технологических процессов, норм, оборудования и т.п.). Эпоха информационных технологий сопровождается внедрением и повсеместным использованием автоматизированных систем. Поэтому компьютерное моделирование играет ключевую роль при управлении современными производственными системами. Основу производственной системы составляет дорогостоящее оборудование с ЧПУ. Необходимость моделирования их производственной деятельности в структуре механообрабатывающего подразделения обусловлена их сложностью и стоимостью.

С помощью имитационных моделей можно проводить комплексное управление технологическими, логистическими процессами, выбирать эффективную стратегию управления запасами, решать задачи оперативного планирования. Важно подчеркнуть одно, что имитационное моделирование должно применяться на всех этапах жизненного цикла изделия. К тому же, современные производственные линии характеризуются большой номенклатурой, поэтому задачи определения оптимального количества партий запуска, запасов сырья и комплектующих. Аналитические методы определения таких оптимальных технических параметров технологических систем не учитывают дискретности протекания процессов и особенностей взаимодействия элементов.

Методика моделирования производственных процессов механического цеха состоит из следующих этапов: анализ объекта (декомпозиция, модели в нотации IDEF0) и постановка задач; разработка модели в программе Tecnomatix; построение стратегического и оперативного плана проведения; верификация и проверка результатов; построение математической модели производственных процессов для оптимизации производственно-экономических параметров.

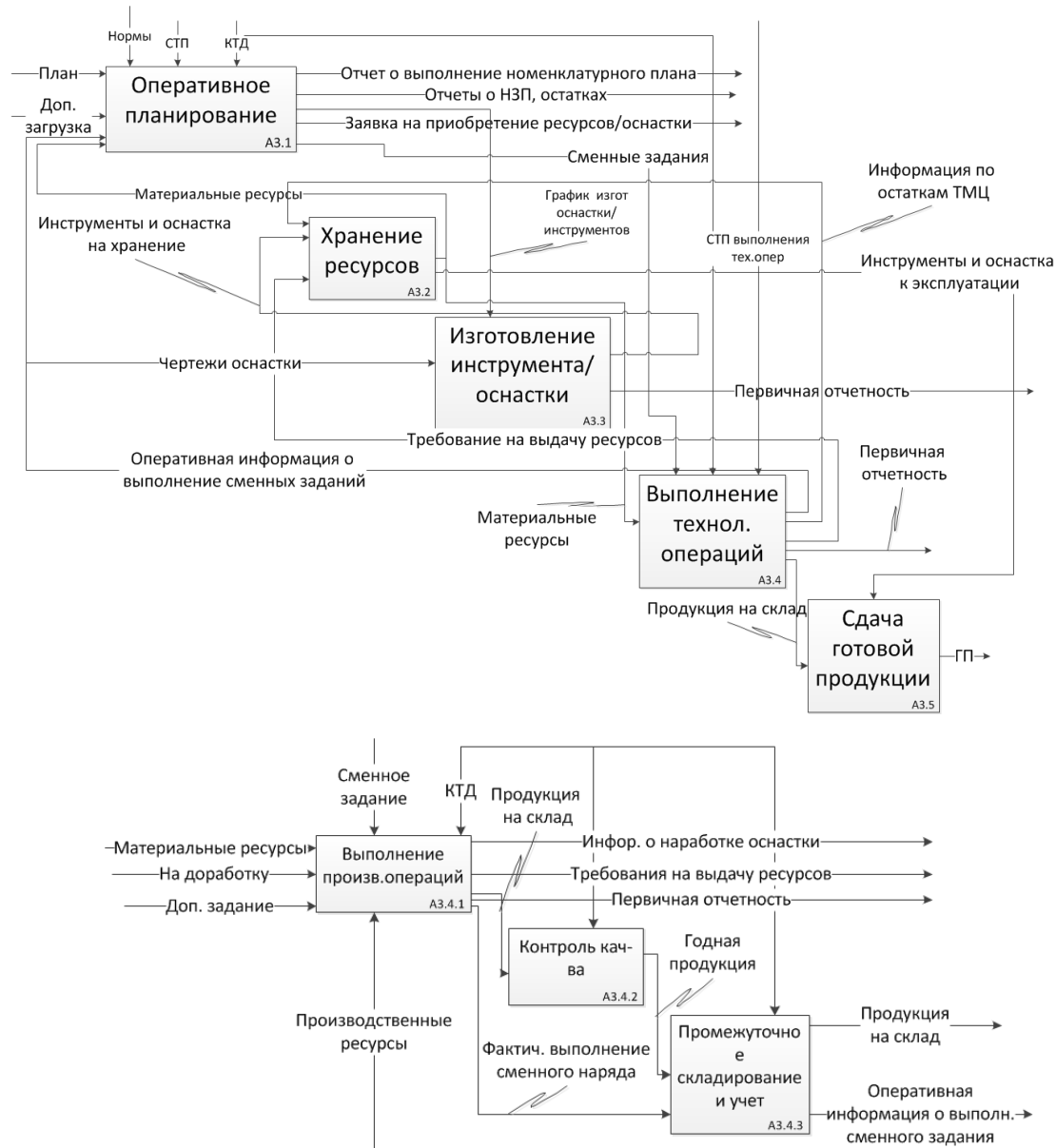


Рисунок 1 - Диаграмма процесса «Выполнение технологических операций»

Специфика производственно-организационных систем заключается в том, что алгоритм работы производственных процессов реализуется с помощью имитационной модели, а экономические процессы с оптимизацией материальных и нематериальных ресурсов требует наличия математической модели. Общий вид такой системы приведен на рис.2.

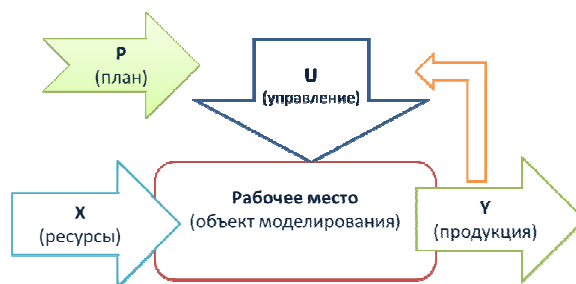


Рисунок 2 – Общая схема производственной системы

Моделируемый процесс представляется как поток деталей (заготовок) в системе обработки. Каждая деталь стремится занять свое место на рабочем месте, образуя при этом очереди.

Для нас основным критерием оптимизации является стоимость единицы рабочего времени оборудования.

Уравнение для расчета затрат времени на изготовление изделия:

$$A_N(\alpha) = \sum_{j=1}^m (1 - \alpha_j) a_j n_j$$

где a_j – время, затрачиваемое на выполнение операции j -го вида, n_j – число одинаковых операций j -го вида, m – общее число видов технологических операций, которые необходимы для изготовления изделия.

Уточним, что производственная система требует решения многокритериальных оптимизационных задач. Особенностью таких задач является наличие в них времени простоев и издержек. Для учета факторов неопределенности можно использовать критерий:

$$\sum_{i=1}^N C_i(t) \varphi(x) \rightarrow \min_{x \in D}$$

где $C_i(t)$ – зависимость издержек выполнения i -й операции от ее продолжительности; $x = \{T_i, \sigma_i\}$ – вектор оптимизируемых параметров, D – область, в которой выполняются прямые ограничения на элементы x (нормативные длительности операций и т.д.).

Решение оптимизационной задачи можно рассматривать для решения задач: сокращение длительности производственного цикла, доставка комплектующих и материалов «точно в срок» при максимальной экономии ресурсов.

Крайне важно определить в самом начале цикла разработки, имеются ли производственные возможности для производства данного изделия: различные внутренние ресурсы, профессиональные навыки персонала для выполнения определенных задач, технологии и оборудование, используемые при создании изделия, производственные мощности. Исходя из этих возможностей производственному отделу необходимо учесть существующие ограничения до запуска нового изделия или новой технологии в производство.

На рис. 3 приведены основные элементы имитационной модели механического цеха (входные и выходные параметры, диаграммы загрузки оборудования, визуализирован материалопоток изделий и 3D планировка цеха).

При этом обеспечивается информационная интеграция всех видов деятельности, которые связаны с подготовкой и реализацией процесса производства. Сами люди, участвующие в этой деятельности, получают возможность наблюдать статические объекты или динамические процессы, как правило, в виде трёхмерных изображений, создаваемых с помощью методов виртуальной реальности.

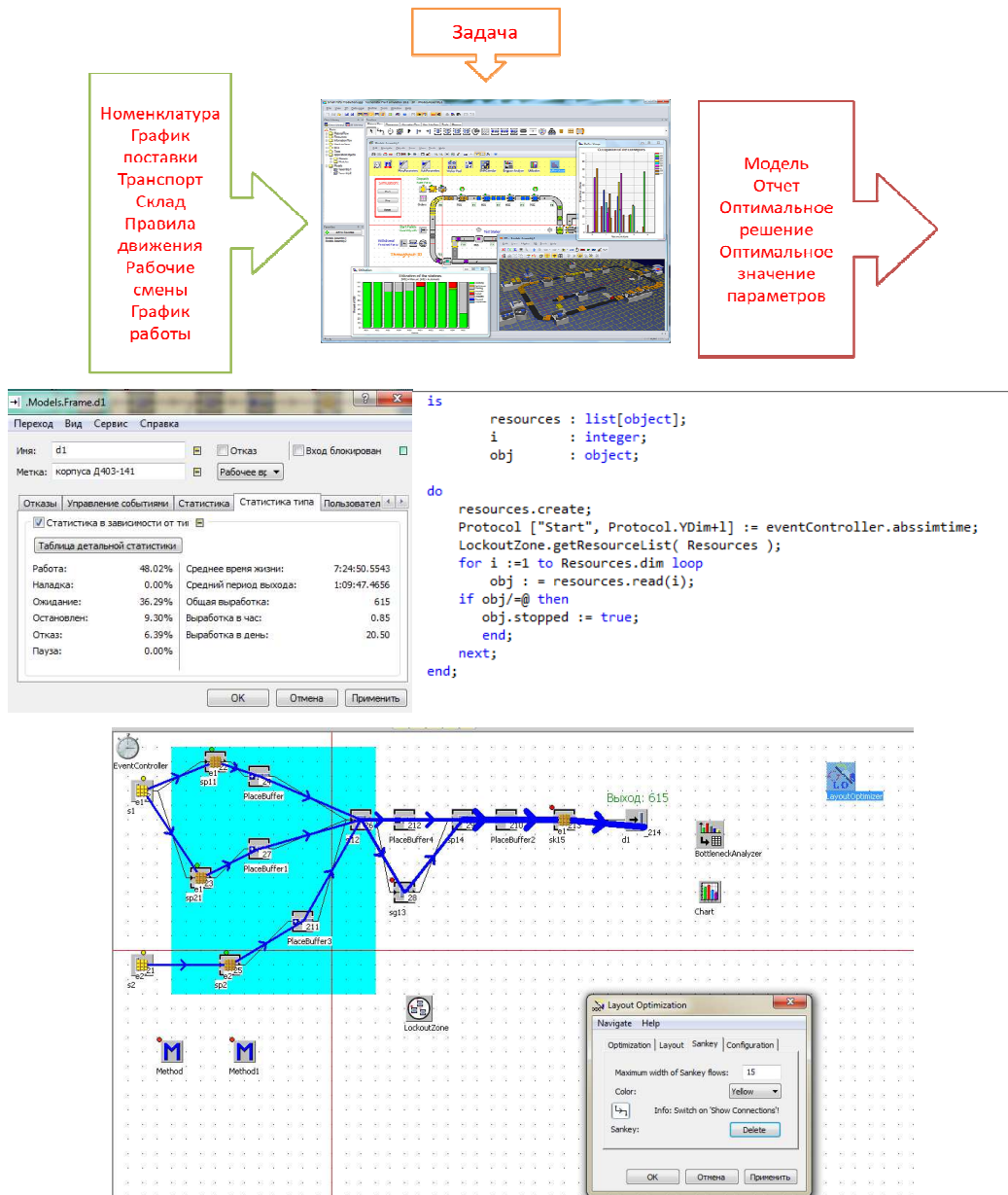


Рисунок 3 – Имитационная модель работы производственного участка

Как видно, выработка составила 615 деталей, производительность увеличилась на 45%. Кроме этого, мы добились отсутствия блокировки оборудования из-за недостатка заготовок на рабочем месте. При этом догрузили слесарный станок (на 10%), универсальный токарный станок (на 15%) и увеличили производительность операции контроль (на 45%). Созданная имитационная модель позволила определить производительность вводимого в производственную среду оборудования, проанализировать и оптимизировать его загрузку. Также проведен анализ критического пути (материалопоток), выявлены и устранены «узкие» места рассматриваемой производственной системы. С помощью средств имитационного моделирования можно обеспечить производственный участок/цех заданной производительностью, оптимизировать движение материального потока и загрузку рабочих мест производственного участка.