

## СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА КОНВЕЙЕРНОЙ СБОРКИ АППАРАТУРЫ

М. А. Клочкова, В. Ф. Мацула (Калининград)

Конвейерная сборка – одна из наиболее эффективных форм организации производства при массовом выпуске продукции. Технологический процесс сборки сложный и многоэтапный. От его организации зависит себестоимость изделия, его качество, объемы выпуска, загрузка оборудования и работников, размер заработной платы и многое другое. Задачи организации конвейерного производства можно решить с применением имитационного моделирования. Использование имитационной модели позволит технологу ускорить процесс создания схем загрузки конвейера и подготовки технологической документации, предвидеть и прогнозировать поведение системы, находить «узкие» места еще на этапе планирования работы. Разработка имитационной модели производственного процесса – трудоемкая задача, требующая специальных знаний в области моделирования.

Рассматриваемая система ориентирована на технологов, занимающихся подготовкой сборки изделий радиоэлектронной аппаратуры на конвейере и не являющихся специалистами в области имитации. Система автоматизирует процесс моделирования и обеспечивает:

- ввод и корректировку исходных данных (длительность процесса моделирования; перечень технологических операций сборки изделия на конвейере; рабочие места, которые будут задействованы в процессе сборки; время выполнения операций; промежутки времени подачи комплектации; состав сборочных операций на каждом рабочем месте в каждой бригаде; количество человек на каждом рабочем месте);

- генерацию текста модели на языке GPSS;

- загрузку из библиотеки созданных ранее моделей и корректировку их параметров;

- загрузку созданного текста модели в систему имитации, инициацию процесса моделирования с элементами анимации;

- формирование отчетов, содержащих информацию о процессе и результатах моделирования в понятном и удобочитаемом для пользователя виде;

- сохранение созданных моделей и отчетов в библиотеке и обращение к ним при необходимости.

Использование созданной автоматизированной системы позволяет:

- получить план производственного процесса, при котором возможны организация непрерывного процесса сборки на конвейере и максимизация потока продукции, выявление участков возникновения очередей изделий, ожидающих обработки, или простаивающих работников и оборудования;

- прогнозировать статистические и планово-экономические параметры производственного процесса;

- определять запасы сырья и материалов в рабочей зоне конвейера, которые должны быть использованы в производстве, формировать график подачи комплектации к рабочим местам для обеспечения непрерывного и равномерного производства;

- уменьшить потери мощностей при переходе с выпуска одного изделия на другое.

Система моделирования процесса конвейерной сборки аппаратуры состоит из двух основных частей – управляющей оболочки, которая представляет собой систему автоматизации создания и настройки моделей и отчетов, и собственно системы имитационного моделирования, – взаимодействующих между собой. Управляющая оболочка реализована с использованием системы объектно-ориентированного программирования Delphi 6.0. Моделирование технологических процессов сборки на конвейере выполняется с использованием системы имитационного моделирования GPSS/PC.

На рис. 1 представлена общая схема функциональной структуры системы.

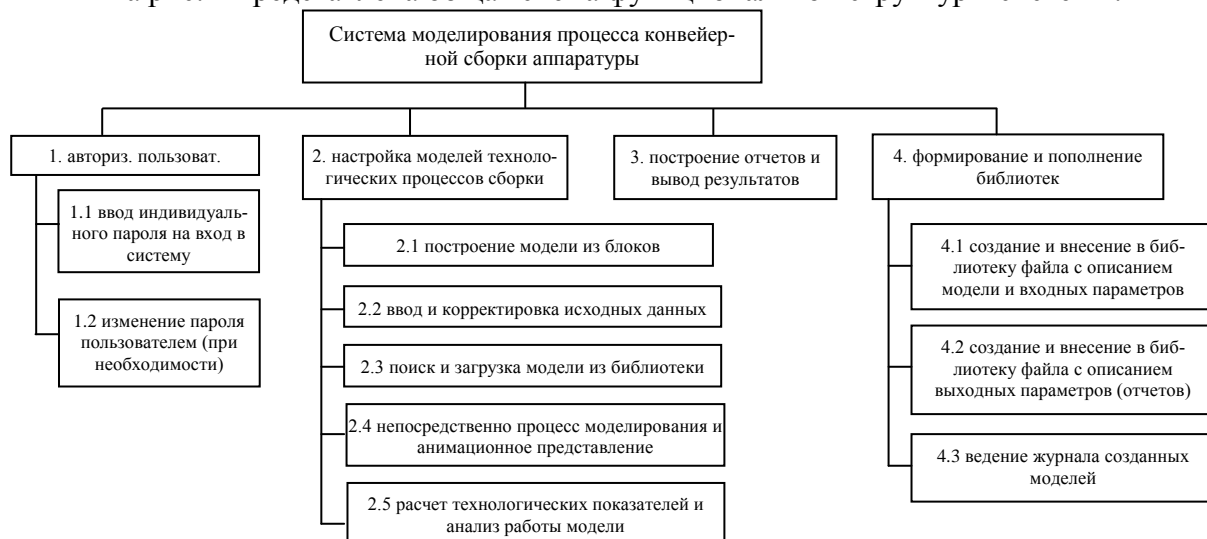


Рис. 1. Функциональная структура системы

Взаимодействие между пользователем и системой реализовано в виде многооконного интерфейса. На рис. 2 представлено главное окно программы.

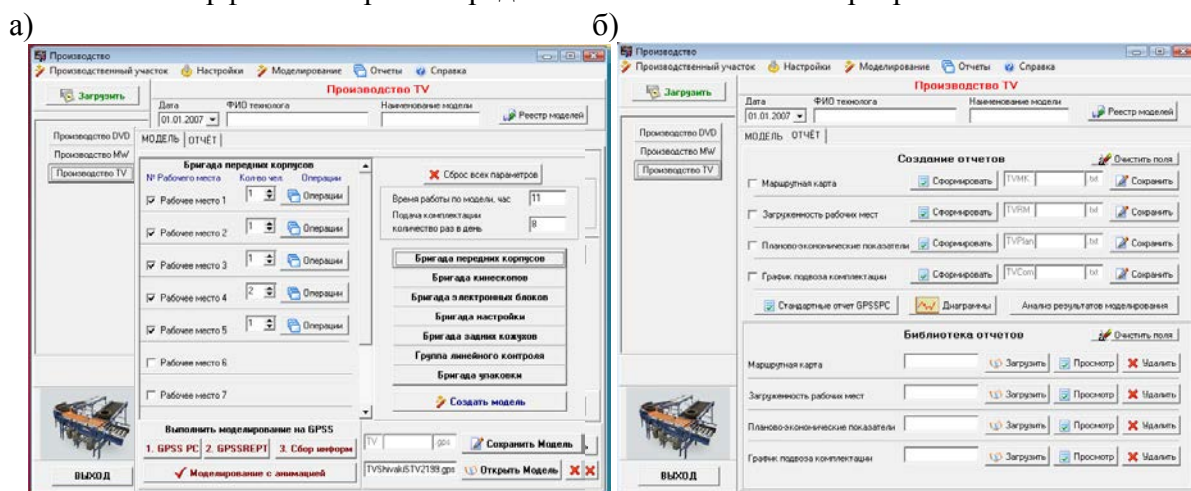


Рис. 2. Главное окно программы: а – вкладка «Модель»; б – вкладка «Отчет»

Начальным этапом в работе системы является ввод исходных данных, полученных технологом в результате изучения документации по изделию, или выбор из библиотеки описания, созданного ранее. Затем, при необходимости, эти данные корректируются и генерируется текст GPSS-модели, описывающей технологический процесс сборки изделия. Созданный текст модели загружается в систему GPSS/PC и выполняется имитация. Результаты моделирования представляются в виде нескольких отчетов, понятных технологу: «Технологическая документация», «Анализ результатов моделирования», «Диаграммы распределения загрузки и времени выполнения технологических операций на рабочих местах». Созданную модель технолог имеет возможность откорректировать или сохранить в библиотеке моделей, так же как и сформированные отчеты.

Выбор одного из вариантов организации технологического процесса сборки аппаратуры на конвейере осуществляется по следующим критериями:

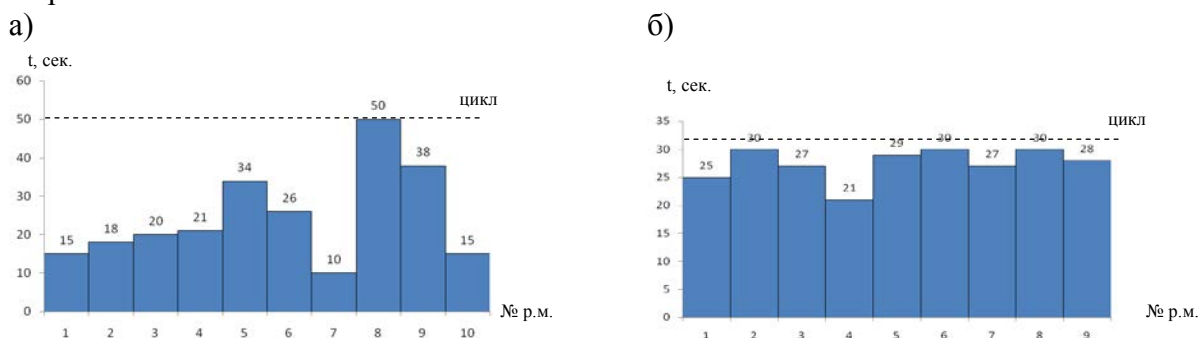
максимальный план выпуска изделий за указанный период;

минимальные потери времени в результате неравномерного распределения операций по рабочим местам;

минимальный цикл сборки изделия;

равномерная загрузка рабочих мест.

Одна из главных проблем в организации производственного процесса, которую позволяет решить созданная система, – это выравнивание загрузки между рабочими местами и создание ритмичной, непрерывной работы конвейера. Выравнивание загрузки осуществляется перераспределением элементарных технологических операций между рабочими местами или изменением последовательности выполнения некоторых операций. Такие действия позволяют уменьшить цикл работы конвейера, а следовательно, увеличить выпуск, уменьшить потери времени, которые возникают в результате простоев оборудования и работников на рабочих местах, уменьшить число рабочих мест. Пример перераспределения операций по рабочим местам и результаты приведен на рис. 3.



**Рис. 3. Задача перераспределения операций по рабочим местам:**

*а* – до перераспределения (цикл 50 с, потери 253 с, 10 рабочих мест);

*б* – после перераспределения (цикл 30 с, потери 23 с, 9 рабочих мест)

Таким образом, разработанная система позволяет технологу автоматизировать создание схем организации производственного процесса и обеспечить обоснованность принимаемых им решений. При этом пользователю достаточно только применять свои профессиональные знания и не требуется специальных знаний в области имитационного моделирования. Созданные модели организации производственного процесса позволят минимизировать затраты (потери) времени и сил на производство радиоэлектронной аппаратуры и максимизировать количество единиц выпускаемой продукции.

Опытная эксплуатация полученного программного продукта показала, что генерируемые программой модели адекватно отражают процесс сборки на конвейере, позволяют исследовать технологические процессы, решать поставленные задачи на основе результатов моделирования.