

Разработка имитационной модели производственной системы механического цеха

Лопаткина С.А., Биткова М.В., Шурыгин А.Ю., Глебов В.В., Курненко А.В.

Арзамасский политехнический институт (филиал)
Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексева

В статье описан подход к исследованию производственной системы механического цеха на основе создания ее имитационной модели в программной среде TecnomatixPlantSimulation. Представлены объекты основной системы цеха и элементов вспомогательных систем, а также настраиваемые параметры объектов. Предложены алгоритмы взаимодействия вспомогательных систем между собой и с основной системой.

Ключевые слова: имитационная модель, производственная система, механический цех, объект, алгоритм.

Производственная система механического цеха состоит из основной и ряда вспомогательных систем, к которым относятся:

- складская система;
- система инструментального обеспечения;
- система контроля качества;
- транспортная система;
- система ремонта и технического обслуживания и другие.

Основная система механического цеха поточного производства образована поточными линиями, которые включают в себя технологическое оборудование, складские площадки для заготовок и деталей, в качестве транспортных устройств для межоперационного перемещения используются конвейеры.

Традиционный подход к разработке цеха включает технологические расчеты и планировку. В настоящее время разработаны технологии и программные среды, позволяющие создавать цифровые модели объектов и исследовать их. Поэтому актуальной является задача повышения эффективности работы производственных систем, в частности механического цеха поточного производства, на основе разработки цифровой модели, ее исследования и оптимизации.

Функционирование производственной системы механического цеха поточного производства протекает во взаимодействии вспомогательных систем между собой и с основной системой. При разработке цифровой модели производственной системы необходимо учитывать данные взаимодействия с целью обеспечения адекватности цифровой модели реальным производственным условиям.

Современным методом анализа дискретно-событийных процессов, которые характерны для производственных систем, является имитационное моделирование. Существует большое количество программных сред, реализующих данный подход, к которым относится объектно-ориентированная программная среда TecnomatixPlantSimulation [1].

На рисунках представлены фрагменты имитационных моделей основной системы механического цеха поточного производства (см. рис.1), а также транспортной системы и элементов системы инструментального обеспечения – заточного отделения и инструментально-раздаточной кладовой (ИРК) (см. рис.2). Каждая подсистема содержит набор объектов программной среды TecnomatixPlantSimulation.

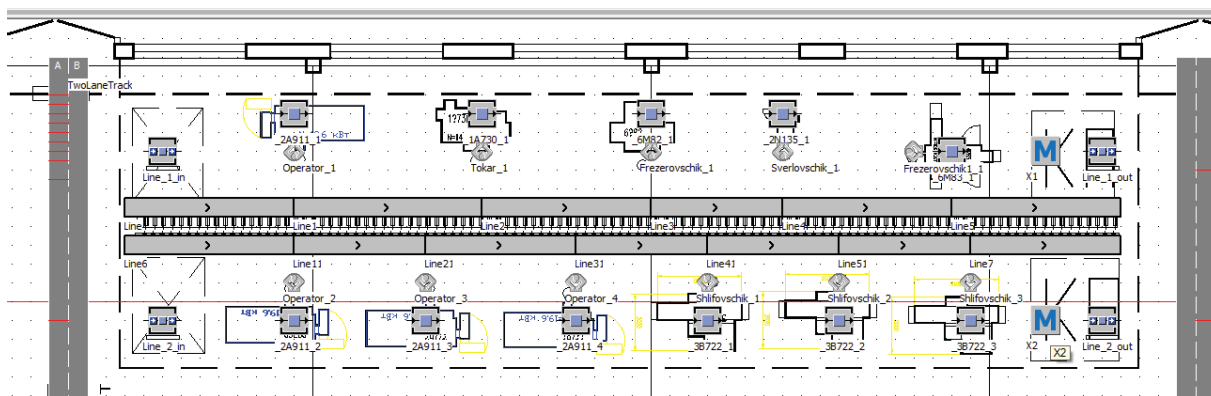


Рис. 1. Имитационная модель поточной линии

К объектам основной системы относятся: накопители в начале и в конце каждой линии, станки, пункты контроля. К объектам транспортной системы относятся: конвейер накопительного типа (роликовый), электрокары и пути, по которым они перемещаются. К объектам заточного отделения относятся: станки. К объектам ИРК относятся: склад, таблица перечня режущего инструмента, форма ведомости склада режущего инструмента, методы управления перемещением режущих инструментов со склада и на склад.

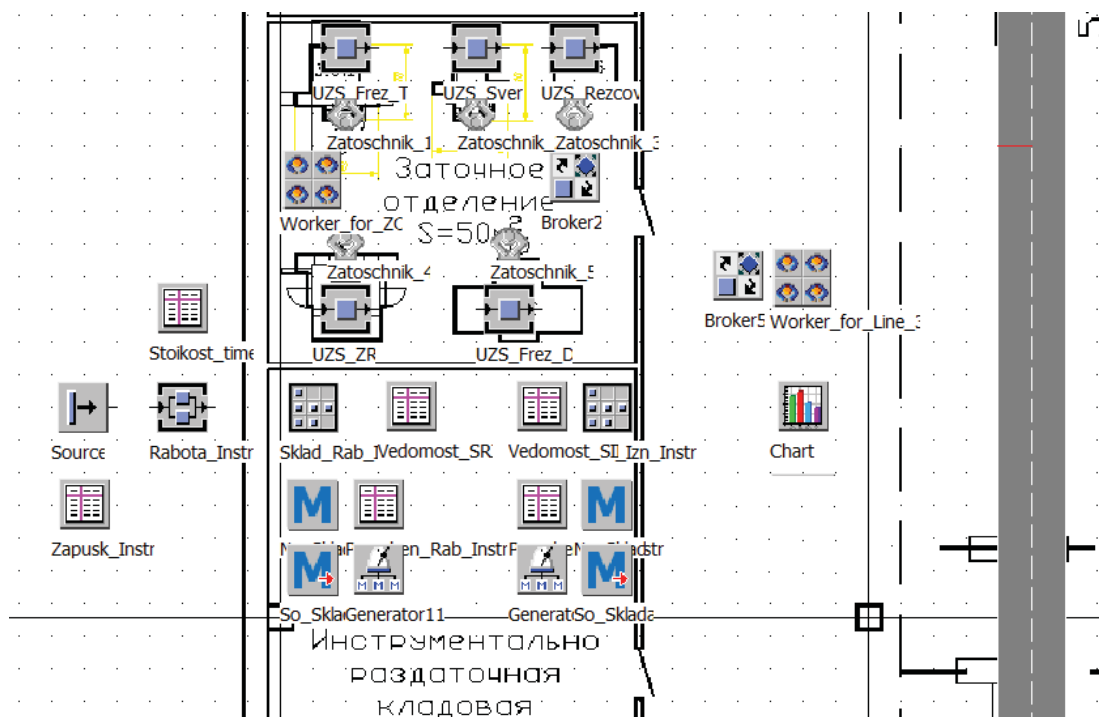


Рис. 2. Имитационная модель заточного отделения и ИРК

Для обеспечения взаимодействия вспомогательных систем между собой и с основной системой разработаны алгоритмы, которые реализованы на языке программирования Simtalk в программном продукте TecnomatixPlantSimulation в виде следующих методов:

- метода управления началом движения электрокара;
- метода загрузки электрокара;
- метода управления формированием списка заказов;
- метода управления разгрузкой электрокара;
- метода управления перемещениями режущих инструментов со склада и на склад.

Алгоритм и метод управления началом движения электрокара приведены соответственно на рис. 3 и 4.

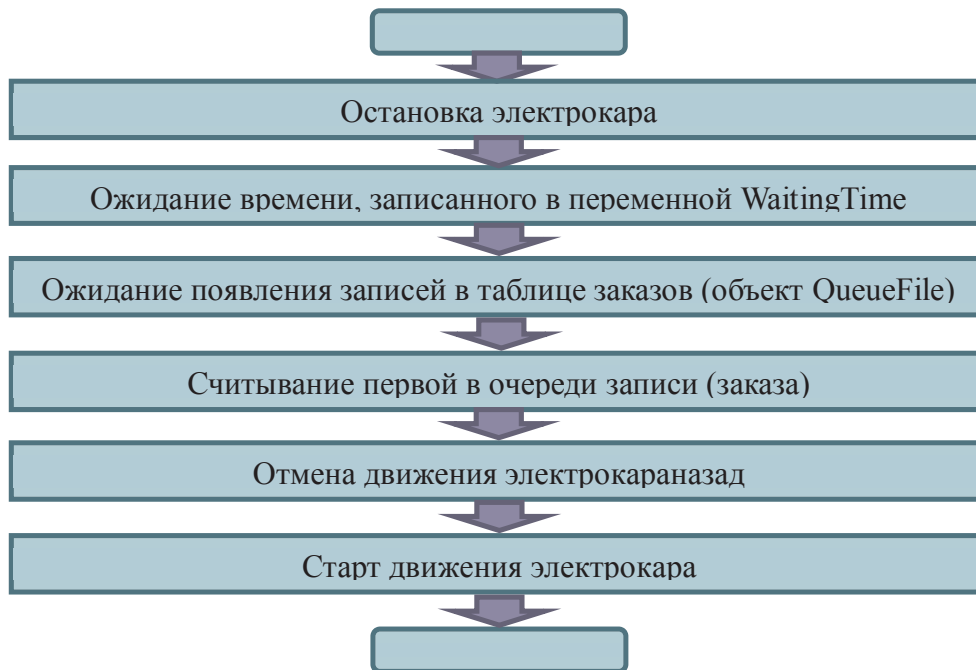


Рис. 3. Алгоритм работы метода управления началом движения электрокара

```

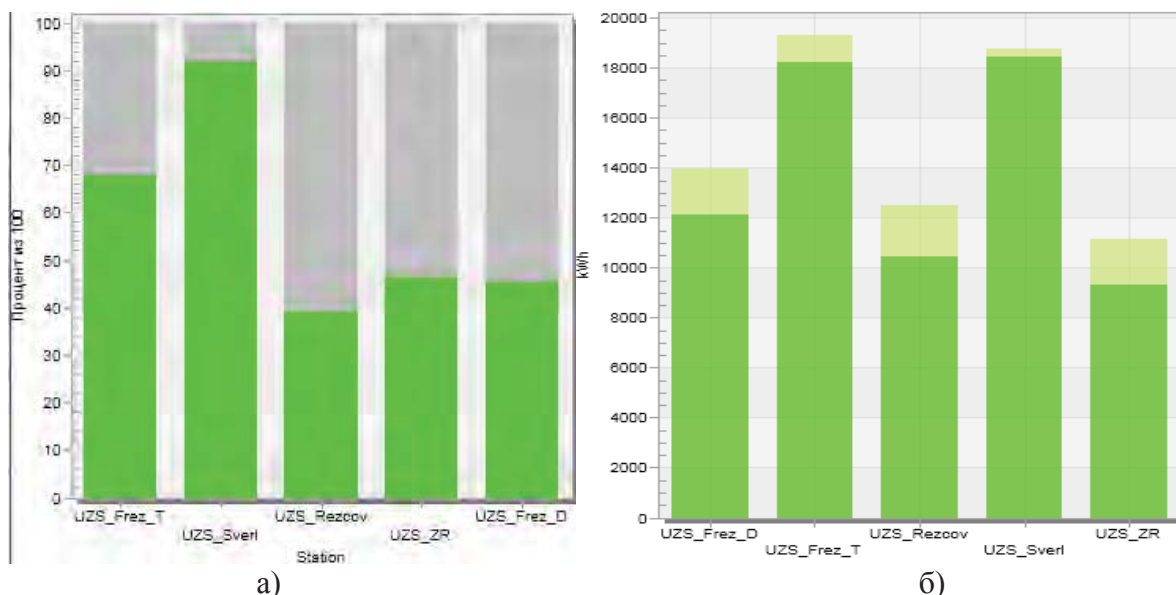
is
do
    @.stopped := true;
    wait WaitingTime;
    waituntil QueueFile.dim > 0 prio 1;
    @.destination := QueueFile.top;
    @.backwards := false;
    @.stopped := false;
end;
  
```

Рис. 4. Метод управления началом движения электрокара, реализованный на языке Simtalk

	object 1	integer 2	string 3	table 4
string	MU	Number	Name	Attribute
1	.MUs.Val	100	Val	
2	.MUs.Os	300	Os	
3	.MUs.Flanec	400	Flanec	
4	.MUs.Mahovik	300	Mahovik	
5	.MUs.Krischka	300	Krischka	
6	.MUs.Palec	400	Palec	
7	.MUs.Stakan	300	Stakan	

Рис. 5. Таблица последовательности запуска заготовок на линии

Настройка имитационной модели заключается в задании параметров работы объектов. Для основной системы это: последовательность запуска заготовок на линии (см. рис.5), объем партий, время на каждую операцию, вместимости накопителей, условия распределения заготовок по наименованию. Для транспортной системы задаются: вместимость электрокара, места и условия загрузки и разгрузки электрокара. Для системы инструментообеспечения: номенклатура и количество используемого режущего инструмента, вместимость склада инструментов, время заточки инструментов, а также условия перемещения инструментов со склада и на склад.



а) – диаграмма загрузки оборудования; б) – диаграммы расхода электроэнергии

Рис. 6. Инструменты графического анализа

Результаты моделирования могут быть представлены в виде различных диаграмм, несущих информацию о различных параметрах моделируемого рабочего процесса, например, диаграммы загрузки оборудования, а также диаграммы расхода электроэнергии (см. рис.6). Кроме того, в программной среде TecnomatixPlantSimulation имеются инструменты оптимизации разработанной имитационной модели производственной системы [2].

Список литературы

1. Шурыгин А.Ю., Курненко Д.Н. Моделирование работы участка механического цеха на основе заданного рабочего плана в среде имитационного моделирования PlantSimulation/Техника и технологии машиностроения: материалы IV Международной студенческой научно-практической конференции; ОмГТУ. – Омск, 2015. – с. 132-139.
2. Шурыгин А.Ю., Капранов А.Е., Кувшинов А.С. Оптимизация работы производственной системы методом генетических алгоритмов с использованием TecnomatixPlantSimulation/ Технические науки – от теории к практике / Сб. ст. по материалам LV междунар. науч.-практ. конф. № 2 (50). Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2016. – с. 90-95.

© С.А. Лопаткина, М.В.Биткова, А.Ю.Шурыгин, В.В.Глебов, А.В. Курненко, 2019