



5. Заключение

В результате исследования методов были выяснены основные отличия, преимущества и недостатки. Метод голосования Хафа показал лучшие результаты на конкретных примерах данных, однако скорость работы метода геометрической связности оказалась немного выше.

В дальнейшем полученные результаты исследования предполагается использовать в задаче детектирования и распознавания пешеходов и прочих препятствиях при движении автомобиля. Для модификации был выбран метод основанный на преобразовании Хафа, показавший лучший результат по точности.

Литература

1. Fursov, V.A., Information technology for digital terrain model reconstruction from stereo images / V.A. Fursov, Y.V. Goshin // Computer Optics. – Volume 38, Issue 2. – 2014. – P. 335-342
2. Tombari F., Object recognition in 3D scenes with occlusions and clutter by Hough voting / L. Di Stefano, F. Tombari // Fourth Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology. – 2010. – P. 2-4
3. Tombari, F., A Global Hypotheses Verification Method for 3D Object Recognition / A. Fitzgibbon, S. Lazebnik, P. Perona, Y. Sato, C. Schmid // Computer Vision – ECCV 2012, Lecture Notes in Computer Science. – 2012. – P. 511-524
4. Yakimov, P., Localization of objects contours with different scales in images using Hough transform / S. Bibikov, V. Fursov, P. Yakimov // Computer Optics. – Volume 37(4). – 2013. – P. 496-502
5. Chen, H., 3D free-form object recognition in range images using local surface patches / H. Chen, B. Bhanu // Pattern Recognition Letters. – 2007. – p. 1252-1262

К.Т. Саттарова

МУЛЬТИАГЕНТНЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

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

Сегодня применение мультиагентных систем стало популярным во многих отраслях: это и социальная структура, и анализ распространения заболеваний, и моделирование транспортных потоков. [1] На промышленных предприятиях такие системы применяются относительно недавно и требуют значительных доработок. Основным преимуществом мультиагентных систем является последующая возможность построения имитационных моделей рассматриваемой производственной системы, в том числе, имитация работы цеха. Программное обеспечение, применяемое для разработки имитационных моделей на основе мультиагентных систем несколько проще в применении, чем ПО, при-



меняющее централизованный подход, что приводит к упрощению разработки построенной системы и легкому её обслуживанию. [2]

Интерес к мультиагентным системам в производстве связан с возможностью быстрого анализа влияния на производственную систему различных параметров, гибкостью мультиагентных моделей, возможностью адаптации имитационной модели под любое специфичное производство. Еще одной актуальной проблемой современности становится рост объемов информации и, как следствие, степени сложности описания систем.

Для решения подобных проблем применяются мультиагентные технологии, в основе которых лежит понятие "агента", которое в последнее время было адаптировано ко многим областям как прикладного и системного программирования, так и к исследованиям в областях искусственного интеллекта и распределенных интеллектуальных систем. Причем в каждом конкретном случае понятию придается несколько разное значение. В своих исследованиях я опираюсь на понятие интеллектуального агента, который обладает следующими свойствами: автономность, адаптивность, коллаборативность, способность к рассуждениям, коммуникативность, мобильность, и т.д.

Применение мультиагентных систем для организации работы цеха дает следующие преимущества:

1. Выявление и устранение рассогласований (план против факта).
 2. Контроль исполнения планов производства.
 3. Составление оперативных расписаний.
 4. Четкое планирование производственных ресурсов.
 5. Использование имитационных моделей для анализа влияния различных параметров на эффективность выполнения производственного заказа.
- [3]

В проведенном исследовании мультиагентная модель была построена в целях глубокого анализа организации производственного процесса изготовления детали Цапфа, которая может проходить обработку на одном из четырех функционально-подобных станков. При этом на эти же станки может придти еще 10 партий деталей других наименований. Общее описание работы модели, без учета времени простоя оборудования, представлено на рисунке 1.

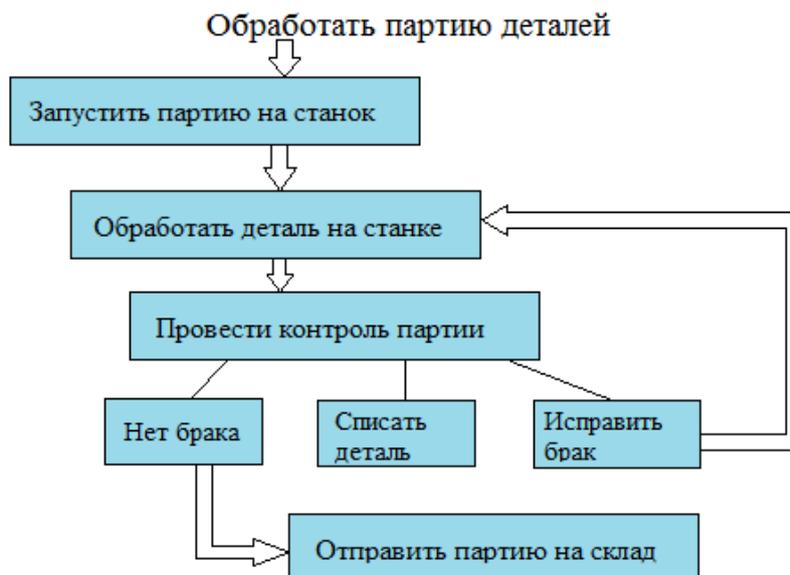


Рис. 1. Описание работы модели

Мультиагентное моделирование обработки детали проводилось в программном продукте AnyLogic. [4] Время работы модели составляет 24 рабочих дня. Основные параметры, учитывающиеся при работе модели, показаны на рисунке 2.

```
public int level = -1; // стадия обработки
public int source = -1; // номер детали
public double time = -1; // время измерения на ММ
public double levelTime = -1; // время обработки детали определенного уровня
public int waitTime = 0; // время простоя рабочего
public int count = -1; // количество заявок в партии
public static int[] arrayCount = null; // массив количества выпущенных деталей каждого типа
public int worker = -1;

/**
 * Конструктор по умолчанию
 */
```

Рис. 2. Параметры построенной модели

При запуске деталей в обработку агент выполнения заказа определяет, на какой станок запустить деталь, контролирует правильность хода обработки партии деталей, определяет возникновение простоя оборудования и отсчитывает его общее время. Агент измерения определяет возникновение брака и решает данный конфликт в соответствии с рисунком 1. Агент ожидания отслеживает пролёживание деталей.

Основной задачей построенной модели было определение влияния различных событий на возникновение простоев оборудования. Вероятность возникновения простоя была получена с применением многоканальной системы массового обслуживания с ожиданием. Каждый станок начинает обработку партии деталей, которую ему определила модель (агент заказа) (рисунок 3).



```
int n;  
n = (int)uniform(Simulation.batchstart,Simulation.batchend);  
The1stage.inject(n); //запускаю первую партию  
batch1_1.set_batchSize(n);  
|  
n = (int)uniform(Simulation.batchstart,Simulation.batchend);  
The2stage.inject(n); //запускаю первую партию  
batch1_2.set_batchSize(n);  
  
n = (int)uniform(Simulation.batchstart,Simulation.batchend);  
The3stage.inject(n); //запускаю первую партию  
batch1_3.set_batchSize(n);  
  
n = (int)uniform(Simulation.batchstart,Simulation.batchend);  
The4stage.inject(n); //запускаю первую партию  
batch1_4.set_batchSize(n);
```

Рис. 3. Запуск обработки деталей на станках

Затем программа полностью моделирует обработку партии деталей, от момента запуска до отгрузки готовой продукции на склад, учитывая при этом вероятность возникновения брака и простоя оборудования. После окончания обработки всех партий деталей, модель подсчитывает общее количество времени пролёживания партий деталей с помощью агента ожидания (рисунок 3) и общее время простоев оборудования.

```
//мое предназначение:задерживаю заявки до тех пор,пока  
//не откроется какой-либо hold  
delayWait.out.disconnectAndUnmapAll();  
delayWait.out.refreshConnections();  
totalWaitingTime++; //завязан на переменных и складываю общее время задержек в ожидании на измерение  
switch(entity.source){ //обращаюсь непосредственно к самой заявке (source)  
case 1:  
entity.waitTime++; //заявка обращается к методу waitTime и увеличивается по времени  
if(entity.waitTime>maxWaitTime1){  
maxWaitTime1 = entity.waitTime; //создаю статистику по максимальному времени задержки  
}break;|
```

Рис. 4. Принцип работы агента ожидания

В результате, для получения статистических данных в данной модели было проведено 5 экспериментов, которые позволили определить среднее время простоев оборудования и пролёживания деталей (на рисунке 5 представлены соответствующие значения работы модели в минутах в течение рабочего месяца), а самое главное - проанализировать, как будут меняться данные значения при изменении влияющих на них параметров (брак при обработке заготовок, нехватка рабочей силы, отсутствие инструмента и т.д.). Отметим, что выходные параметры работы модели были сопоставлены с данными статистики, полученными на производственном участке, послужившим основной площадкой для проводимых исследований. [5] Это сравнение позволило установить высокую точность результатов модели, а также выявить основную проблему построенной модели, которая кроется в заложенной в неё вероятности возникновения аварийного события.

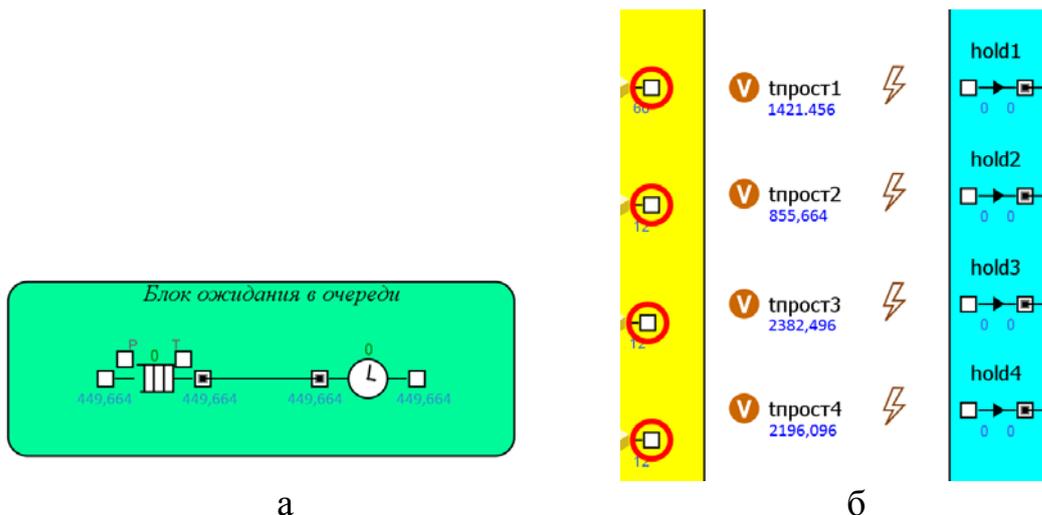


Рис. 5. Результат работы имитационной модели:

а – общее время пролеживания деталей; б – простои оборудования

Данная модель может быть в дальнейшем значительно расширена до уровня всего цеха, что поможет использовать её для быстрого принятия оптимальных стратегически важных производственных решений в условиях неопределенности и динамики изменений. Моделирование различных сценариев работы цеха на основе мультиагентного моделирования поможет получить важные сведения о поведении системы, установить её законы, что будет в дальнейшем использовано для уточнения и настройки концептуальных параметров производственной системы.

Литература

1. Трофимов В. В.. Информационные системы и технологии в экономике и управлении. М: Высшее образование, 2006. С. 94-212.
2. Коротыгин А. А.. Создание информационной модели виртуального предприятия на основе использования современных PLM-технологий. Самара: СГАУ, 2009. С. 1-20.
3. Проничев Ю.Н. Повышение эффективности обслуживания технологических комплексов в авиадвигательном производстве. Ю.Н. Проничев.- Самара: СГАУ, 2012. С. 3-45.
4. Боев В.Д., Исследования адекватности GPSS World и AnyLogic при моделировании дискретно-событийных процессов. Монография ВАС, 2011. С. 76-108.
5. Сагтарова К.Т., Кокарева В.В., Проничев Н.Д.. Анализ производственных систем машиностроительного производства методом моментных наблюдений. Сборник трудов Международной научно-практической конференции. Юргинский технологический институт. Томск, 2014. С. 46-48.