

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕХА ПО СБОРКЕ ОБОРУДОВАНИЯ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

А.Т. Садыкова, П.С. Медведев (Альметьевск)

Система – это совокупность взаимосвязанных и взаимовлияющих друг на друга элементов, которые образуют некоторую целостность.

Имитационное моделирование представляет собой метод исследования системы, которую можно заменить определенной моделью. Модель – это некий сконструированный объект, имитирующий поведение и процессы изучаемого объекта. При помощи всевозможных экспериментов над моделью получают необходимую информацию о реальной системе. Важнейшей особенностью модели является возможность неограниченного накопления специализированных знаний без потери целостного взгляда на объект исследования [1]. В современном мире немаловажная роль отводится проектированию сложных систем, к которым помимо информационных систем относятся системы массового обслуживания, производства, предоставления услуг. Вследствие этого быстро растет интерес к имитационному моделированию. Однако каждая из подобных систем является уникальной, и поэтому вероятность разработки универсальных алгоритмов проектирования достаточно мала [2].

Получение прибыли при повышении производительности ресурсов и минимизации расходов является основной целью любого предприятия. Минимизация параметров времени оборудования, нахождение оптимального количества рабочих при условии, что функционирование производства от этого не ухудшится, является одним из способов достижения поставленной цели. Процесс оптимизации позволяет выбрать из всех возможных вариантов работы производства те, которые дают наилучшие результаты [1].

Средства оптимизации в имитационном моделировании уменьшают затраты на расчеты вариантов оптимизации, в результате которых выбирается оптимальный вариант. В данной работе проводится оптимизация работы такой сложной системы как цех по сборке оборудования средствами среды имитационного моделирования Anylogic.

Описание системы работы цеха

Детали четырех типов поступают с четырех конвейеров (source1, source2, source3, source4). Затем они встают в очереди (queue1, queue2, queue3, queue4) перед последующей обработкой.

Деталь первого типа поступает на первое устройство (PK1), обрабатывается определенным количеством рабочих и покидает его. Аналогично, детали второго, третьего и четвертого типов поступают на второе (PK2), третье (PK3) и четвертое (PK4) устройства соответственно и подвергаются определенной обработке.

Затем потоки из деталей первого и второго типа прибывают в сборочный пункт 1 (match1), где синхронизируются путем нахождения подходящих пар для последующего формирования агрегата первого типа. Детали, для которых не было найдено пары из другого потока, хранятся в очереди.

Далее парные детали первого и второго типа поступают на устройство (combine1), где формируются в агрегат первого типа. Аналогичным образом происходит и с потоками из деталей третьего и четвертого типа. После прохождения пункта 2 (match2), они формируются в агрегат второго типа (combine2).

Агрегаты первого и второго типа поступают в сборочный пункт 3 (match), где снова синхронизируются путем нахождения подходящих пар для последующего формирования финальной сборки. Затем парные агрегаты первого и второго типа поступают на устройство (combine), где формируются в финальную сборку. Сборка поступает на устройства (PK5) и (PK6) для последней обработки и проверки и покидает данный цех.

Моделирование и оптимизация

В качестве системы имитационного моделирования была выбрана система AnyLogic за большое количество возможностей для детального моделирования процессов и систем. Система

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

AnyLogic – это программное средство для имитационного моделирования процессов и системного анализа, которое было разработано российской компанией «XJ Technologies» в 2003 году[3].

Схема модели цеха по сборке оборудования в системе AnyLogic представлена на рисунке 1.

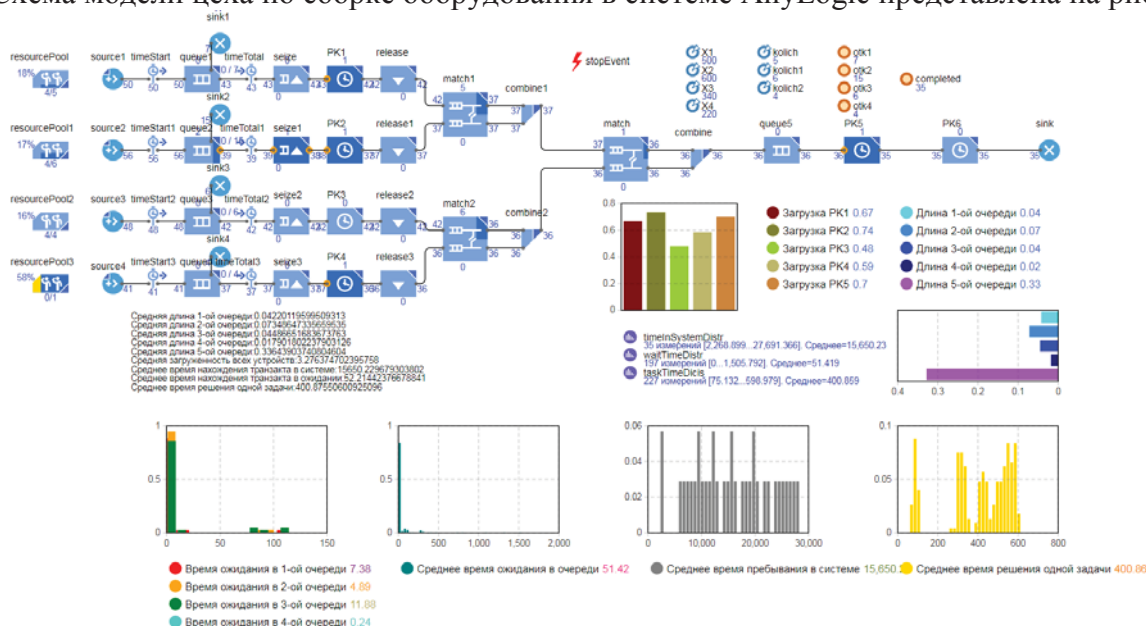


Рис. 1 – Схема модели цеха по сборке оборудования в системе AnyLogic

Время моделирования и оптимизация данной модели составляло 28000 секунд. На рисунке 2 представлен оптимизационный эксперимент исходной моделии его результаты.

ModelConf : Optimization

	Текущее	Лучшее
Итерация:	500	54
Функционал ↓	16.216	8.108
Параметры	Copy best	
kolich	1	1
kolich1	6	6
kolich2	1	1
X1	156.563	156.671
X2	127.223	154.822
X3	276.896	277.979
X4	100	153.463



Рис. 2 – Оптимизация исходной модели по времени обработки деталей

Была проведена минимизация времени задержки деталей на первых четырёх устройствах(PK1, PK2, PK3, PK4) и количества рабочих на первых трёх устройствах (PK1, PK2, PK3). В результате оптимизации среднее время задержки деталей на устройствах уменьшилось практически в 2 раза.

Полученные значения оптимизации подставили в параметры исходной модели. На рисунке 3 представлены результаты моделирования с оптимизированными параметрами.

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

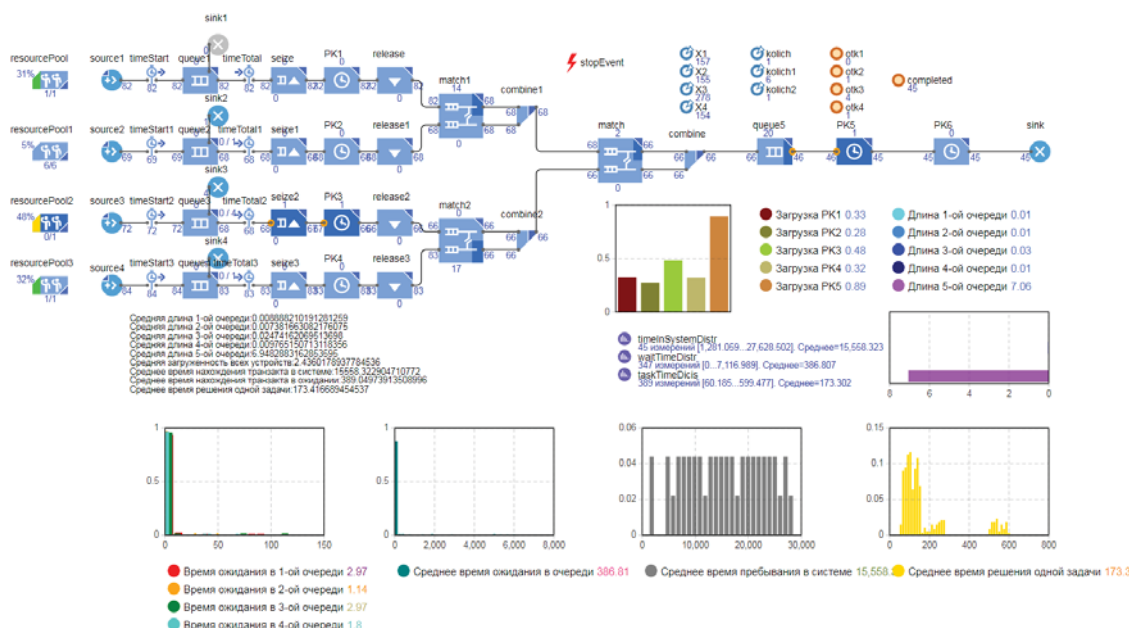


Рис. 3 – Схема модели цеха по сборке оборудования с оптимизированными параметрами

В результате моделирования с оптимизированными параметрами количество готовых сборок увеличилось на 10 штук, уменьшилось время ожидания в очередях перед первыми четырьмя устройствами, снизилась средняя загрузка всех устройств. Также уменьшилось среднее время пребывания транзакта в системе. В таблице 1 показаны результаты оптимизации исходной модели.

Таблица 1. Результаты оптимизации исходной модели

Наименование параметра	Исходная модель	Оптимизация исходной модели по времени обработки детали	Оптимизация исходной модели по загрузенности	Оптимизация исходной модели по загрузенности	Оптимизация модели с повышением нагрузки по времени обработки деталей	Оптимизация модели с повышением нагрузки по загрузенности
1	2	3	4	5	6	8
kolich	5	1	1	1	2	2
kolich1	6	6	4	4	5	6
kolich2	4	1	2	6	6	5
X1	400,0	156,7	299,7	300,9	350,7	400,8
X2	550,0	154,8	236,4	430,4	456,7	567,7
X3	320,0	277,9	112,8	211,5	279,1	281,2
X4	280,0	153,5	147,3	167,5	230,5	251,1
Среднеквадратическое отклонение, сек.	6,920	6,621	7,359	7,780	7,890	7,912

Оптимизированные параметры: *kolich* – количество рабочих на 1-ом устройстве (PK1), *kolich1* – количество рабочих на 2-ом устройстве (PK2), *kolich2* – количество рабочих на 3-ом устройстве (PK3); *X1* – среднее время обработки детали на PK1, *X2* – на PK2, *X3* – на PK3, *X4* – на PK4.

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

Выводы

В процессе моделирования была осуществлена разработка структурной модели работы цеха по сборке оборудования в системе AnyLogic. Была проведена оптимизация имитационной модели работы цеха по сборке оборудования. В оптимизационном эксперименте были минимизированы параметры времени обработки деталей на первых четырёх устройствах, оптимизировано количество рабочих на первых трёх устройствах, что повлияло на увеличение готовой продукции. Предложенный алгоритм оптимизации позволяет уменьшить время задержки деталей на устройствах, и тем самым повысить количество произведенных сборок.

Литература

1. Леонова Н.Л. Имитационное моделирование: конспект лекций // СПбГТУРП. –СПб., 2015. – 94 с.
2. Родина Р.В. Имитационное моделирование как средство оптимизации процессов производства // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч.1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017. С.75-77
3. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие; 2-е изд., перераб. и доп. // М.:Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. — 496 с., ил.
4. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М., Захарова З.Х. // Вестник Технологического университета. – 2017. - 20, 18. – С. 120-126.
5. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М. // Вестник Технологического университета. – 2017. - 20, 17. – С. 99-103.
6. Мокшин В.В., Якимов И.М., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М. // Вестник Технологического университета. – 2017. -20, 19. – С. 75-81.
7. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А.// Вестник Технологического университета. – 2015. - 18, 5. – С. 184-188.