

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ В РАБОТЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Радыгин А.Б.

Оренбургский государственный университет

При функционировании производственного оборудования возникают случайные возмущения, которые не поддаются учету традиционными методами планирования и ухудшают фактические показатели работы производственных систем в целом.

Данные возмущения связаны с рассеянием времени выполнения технологических и сервисных операций, со сбоями и отказами станков, роботов, их узлов и агрегатов. Например, рассеяние времени технологических операций характерно, в том числе, для современных высокоавтоматизированных станков с ЧПУ, оснащенных системами обратной связи, и вызывается колебаниями припуска на обработку, неравномерностью заточки режущего инструмента, температурными деформациями узлов станков и прочими трудно формализуемыми факторами.

Вероятность сбоев и отказов иногда указывается производителями в технических характеристиках оборудования, однако из-за конкуренции такие данные обычно не соответствуют действительности. Поэтому единственно возможным способом учета и прогнозирования случайных возмущений является имитация работы производственных систем посредством компьютерного моделирования. С этой целью разрабатываются специальные методы генерирования вероятности появления, продолжительности и законов распределения случайных возмущений в программном коде приложений для моделирования.

Разработанный метод формализованного описания случайных возмущений реализован в последней версии приложения для компьютерного моделирования работы гибких производственных систем (ГПС) PolyTrans-3 (рисунок 1). На форме ввода данных добавлен блок параметров возмущений, включающий список учитываемых возмущений (рассеяние, сбои и отказы станков и транспортных средств), вероятность их появления и используемый закон распределения значений (нормальный, экспоненциальный, Пуассона и равной вероятности).

Приложение может работать в двух режимах – на текущем варианте сменного задания (СЗ), либо на их множестве. В режиме текущего варианта СЗ на форме результатов выводятся (рисунок 2): - циклограмма работы технологического и транспортного оборудования; - сведения о наличии и величине рассеяния, сбоев и отказов технологических и транспортных операций; - сводные данные о работе ГПС, включающие плановое и фактическое время выполнения СЗ, а также простои оборудования по различным причинам; - показатели эффективности функционирования ГПС (коэффициент загрузки, производительность, срок окупаемости).

Для статистической оценки результатов функционирования ГПС при заданных входных данных разработан режим генерирования множества (по умолчанию – 1000) прогонов компьютерной модели со случайными возмущениями процесса функционирования системы (рисунок 3).

PolyTrans-3. Ввод данных для моделирования с компенсацией возмущений в работе ГПС

Инструкции Разработчики Выход

Данные об оборудовании

Станки
Число станков, штук **5**

Станок № =>	1	2	3	4	5
Технологическая группа	1	1	1	1	1
Приоритет станка	1	1	1	1	1
Координата перегрузки, м	1	5	10	15	20
Число позиций в ПН, шт.	4	4	4	4	4
Цикл смены паллеты, сек	60	60	60	60	60

Автоматизированный склад
Тип склада **Линейный**
Число позиций на складе, шт. **50**
Координата первой позиции, м **1**
Шаг позиций склада, м **1**
Число транспортных средств **5**

Транспортное средство **Робокара**
Число позиций для паллет, шт. **2**
Скорость перемещения, м/с **1.5**
Время цикла смены паллет, с **50**

Правило выбора заявок на обслуживание:
1. С первой заявки в очереди
Дополнительное правило:
1. По приоритетам станков

Данные об оборудовании **Загрузить** **Сохранить**

Производственная программа
Номенклатура деталей, шт. **3**

Порядковый номер деталей	1	2	3
Технологическая группа	1	1	1
Трудоемкость, мин	2	6	4

Сменное задание
Номенклатура партий запуска, шт. **6**

Номер партии запуска =>	1	2	3	4	5
Порядковый номер деталей	1	2	3	1	2
Число деталей, шт.	5	5	5	5	5

Исходное размещение заготовок на складе
Расположить заготовки
2. По порядковым номерам техпроцессов слева направо
1. В случайной последовательности
3. По порядковым номерам техпроцессов справа налево
4. По порядковым номерам партий запуска слева направо
5. По порядковым номерам партий запуска справа налево
6. По минимальному времени транспортной операции
7. Вручную

Параметры возмущений в работе оборудования

Параметр	Значение, %	Закон распр.
Рассеяние обработки	15	Random
Рассеяние транспорта	15	Нормальный
Рассеяние перегрузки	10	Пуассона
Сбой работы станка	5	Нормальный
Сбой в работе ТС	3	Экспонент.
Отказ в работе станка	5	Random
Отказ в работе ТС	20	Random

Данные об изделиях **Загрузить** **Сохранить**

Режимы запуска приложения: **Старт 1 варианта** **Старт 1000 вариантов**

Рисунок 1 – Экранная форма ввода данных со случайными возмущениями производственного процесса

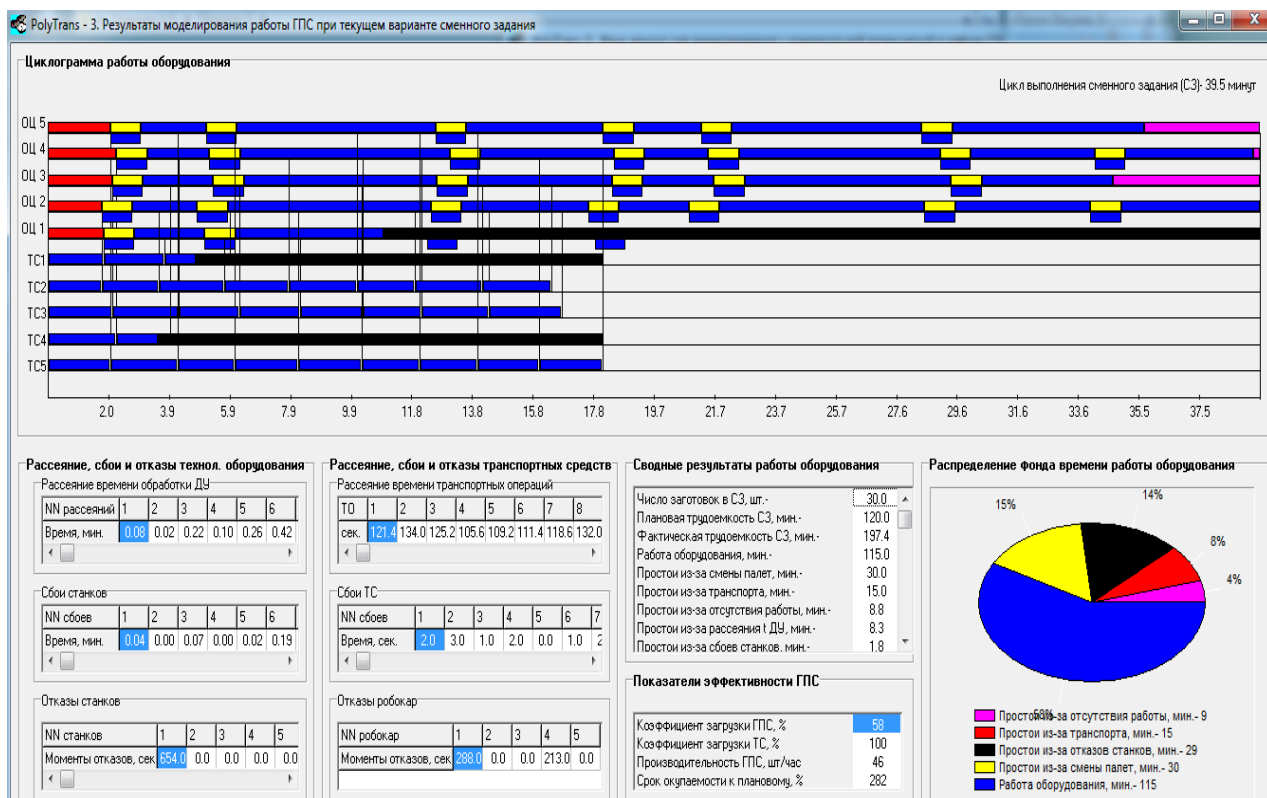


Рисунок 2 – Экранная форма с результатами моделирования работы ГПС на текущем варианте сменного задания

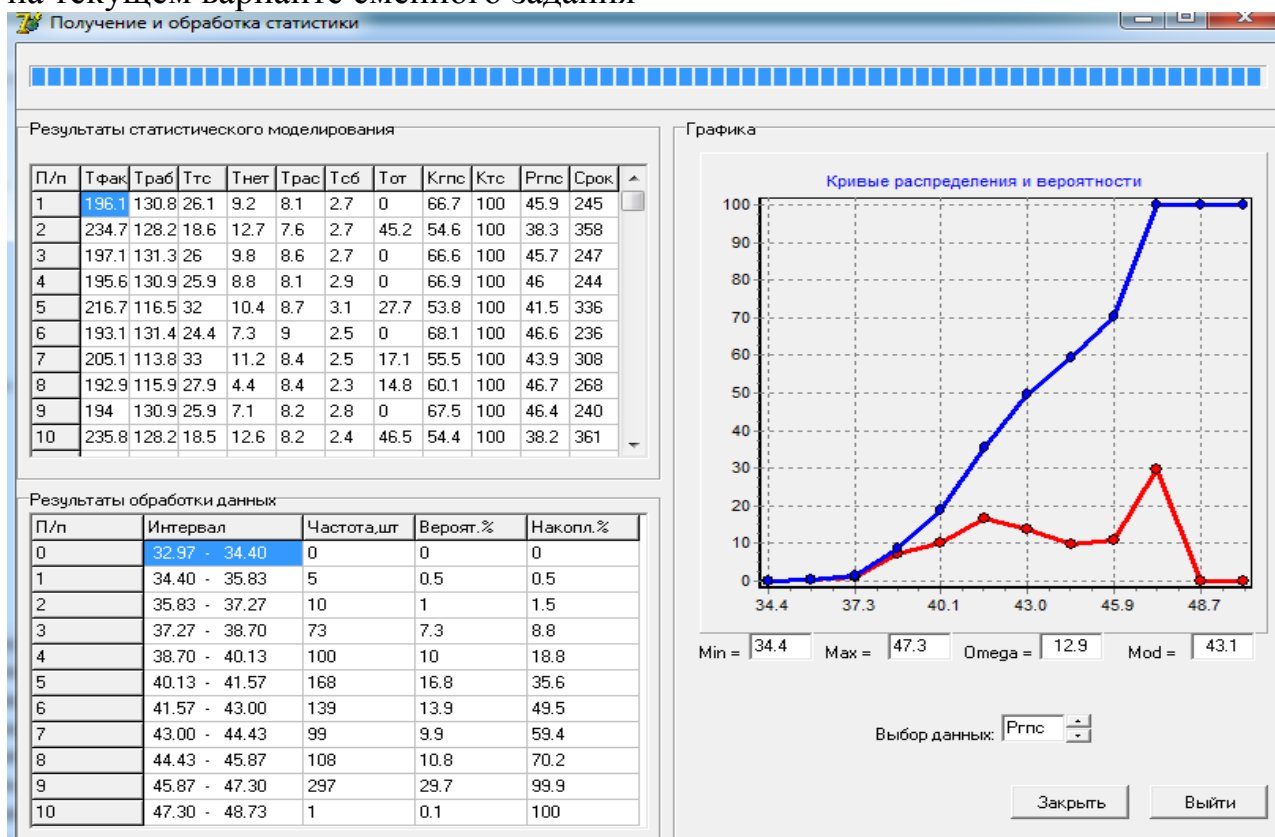


Рисунок 3 – Экранная форма с результатами статистической оценки

Проведенные процедуры верификации разработанного программного кода, включающие оценку чувствительности к входным данным, формальные процедуры (в том числе на программах – аналогах) и проверку правильности

построения графических объектов (циклограммы, круговой диаграммы, графиков распределения и накопления) позволили доказать правильность выполняемых вычислений.

Можно констатировать, что разработанное приложение представляет собой современный научно - практический инструментарий для проектирования гибких производственных систем, позволяя оценивать качество принимаемых решений на входе показателями эффективности функционирования ГПС на выходе.

Список литературы

1. Радыгин, А.Б. Инфология процессов функционирования гибких производственных систем/ А.И. Сердюк, А.Б. Радыгин, В.Н. Шерстобитова/ Проблемы машиностроения и автоматизации. 2016. № 4. С. 26-36.

2. Радыгин, А.Б. Компьютерное моделирование гибких производственных систем с автоматизированной системой инструментального обеспечения// А.И. Сердюк, А.И. Сергеев, А.Б. Радыгин// Автоматизация. Современные технологии. - 2017, № 9.- С.

3. Радыгин, А.Б. Учет случайных отклонений в работе гибкой производственной системы / А.Б. Радыгин // Сборник докладов всероссийской научно-практической конференции «Компьютерная интеграция производства и ИПИ технологии», 16 ноября 2017 г. – Оренбург: ОГУ, 2017. – С. 684 - 689