

УДК 681.52

**ПРИМЕНЕНИЕ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ
ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ**

© 2012 С.Ю. Шамаев, А.М. Черноусова

Оренбургский государственный университет

Поступила в редакцию 17.10.2012

Рассматривается проблема проектирования высокоавтоматизированных производственных систем. В качестве решения предлагается подход к компьютерному моделированию систем, основанный на объектно-ориентированных технологиях. Разработано программное средство, применяемое при инженерном анализе. Ключевые слова: производственные системы, объектно-ориентированное моделирование, программа

Особенностью функционирования современных предприятий является формирование портфеля заказов из единичных, часто не повторяющихся заказов. Повышению конкурентоспособности предприятия способствует внедрение IT-технологий, обеспечивающих безбумажную технологию передачи информации – от заявки на участие в тендере до конструкторской и технологической документации на изделие и управления процессом его изготовления. Это приводит к необходимости применения высокоавтоматизированных систем. Они включают такое технологическое оборудование, как станки с ЧПУ и компьютерно управляемые комплексы, входящие в гибкие производственные системы.

В работе решаются вопросы проектирования таких производственных систем.

Проектирование, как осознанная целенаправленная деятельность, обладает определённой структурой, то есть последовательностью и составом стадий и этапов разработки проекта, совокупностью процедур и привлекаемых технических средств, взаимодействием участников процесса [3]. Согласно ГОСТ 2.118-73 [1] проектирование состоит из следующих стадий: техническое задание; техническое предложение; эскизный проект; технический проект; рабочее проектирование; опытный образец; испытания и доводка; серийное проектирование.

Для проектирования гибких производственных систем (ГПС) последние три стадии отсутствуют [5]. В виду сложности выполняемых расчетов на многих стадиях применяется компьютерное моделирование.

На данный момент отсутствуют инструменты, охватывающие все этапы проектирования

Шамаев Сергей Юрьевич, преподаватель кафедры систем автоматизации производства.

E-mail: aki_2123@mail.ru

Черноусова Антонина Михайловна, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры систем автоматизации производства. E-mail: am_chernousova@mail.ru

ГПС, а существующие инструменты для моделирования ГПС характеризуются:

- универсальностью, что не позволяет учитывать специфику машиностроительного производственного процесса;

- узкой специализацией, что не позволяет рассматривать проектные решения, не предусмотренные разработчиками инструментов.

Возникает актуальная проблема – создание и внедрение новых подходов и инструментария для разработки технического предложения при проектировании гибких производственных систем.

Поэтому целью данной работы является: повышение эффективности проектирования ГПС на основе использования современных методов моделирования и инженерного анализа.

Для достижения цели решены следующие задачи:

- разработка формализованного описания производственных процессов механической обработки заготовок;

- разработка алгоритма моделирования работы ГПС;

- программная реализация среды инженерного анализа.

Для решения поставленных задач использовались объектно-ориентированные технологии [4, 6, 8].

Объектно-ориентированный подход основан на систематическом использовании моделей для языково-независимой разработки программной системы [4]. В формулировке цели участвуют предметы и понятия реального мира, имеющие отношение к разрабатываемой программной системе. При объектно-ориентированном подходе эти предметы и понятия заменяются их моделями, то есть определенными формальными конструкциями, представляющими их в программной системе.

Модель содержит не все признаки и свойства представляемого ею предмета, а только те, кото-

рые существенны для разрабатываемой программной системы. Тем самым модель «беднее», а, следовательно, проще представляемого ею предмета. Но главное в том, что модель есть формальная конструкция: формальный характер моделей позволяет определить формальные зависимости между ними и формальные операции над ними. Это упрощает как разработку и изучение (анализ) моделей, так и их реализацию на компьютере. В частности, формальный характер моделей позволяет получить формальную модель разрабатываемой программной системы, как композицию формальных моделей ее компонентов.

Таким образом, объектно-ориентированный подход помогает справиться с такими сложными проблемами, как уменьшение сложности программного обеспечения; повышение надежности программного обеспечения; обеспечение возможности модификации отдельных компонентов программного обеспечения без изменения остальных его компонентов; обеспечение возможности повторного использования отдельных компонентов программного обеспечения.

Непосредственно для проектирования объектно-ориентированных моделей применяется UML – графический язык моделирования общего назначения, предназначенный для спецификации, визуализации, проектирования и документирования всех артефактов, создаваемых при разработке программных систем [6].

Основные преимущества UML: методы описания результатов анализа и проектирования семантически близки к методам программирования на современных объектно-ориентированных языках; позволяет описать систему практически со всех возможных точек зрения и разные аспекты поведения системы.

В основе моделирования лежат диаграммы. В работе использованы следующие диаграммы: диаграмма классов, которая описывает структуру системы, показывая её классы, их атрибуты и операторы, а также взаимосвязи этих классов; диаграмма компонентов, которая показывает разбиение программной системы на структурные компоненты и связи (зависимости) между компонентами; диаграмма состояний, аналогичная диаграмме состояний из теории автоматов [6].

При формализации описания производ-

ственной системы на примере механической обработки заготовок выделим следующие основные подсистемы:

- автоматизированная транспортно-складская система, состоящая из склада заготовок и транспортных средств; функции: хранение заготовок, обеспечение станков заготовками, средствами транспортировки заготовок со склада к станкам и обработанных заготовок со станков на склад;

- обрабатывающая система, состоящая из станков типа «обрабатывающий центр», приставочных накопителей и магазинов инструментов; функция: выполнение технологического процесса по обработке заготовок;

- автоматизированная система инструментального обеспечения, состоящая из склада инструментов и транспортных средств; функции: хранение инструмента, обеспечение заявок станков на инструмент, средства транспортировки инструмента со склада к станкам, между станками и со станков на склад.

Процесс формализации модели производственной системы представим в виде следующей последовательности (рис. 1): выделение функционально-значущих объектов в системе, оформление объектов в виде классов; выделение функционально-значущих параметры объектов, оформленных в виде полей класса; определение действий, которые может выполнять объект, оформление их в виде методов класса; оформление полученных объектов в виде UML-классов; генерация UML-классов в виде программных классов.

Полученная UML-модель производственной системы представлена на рис. 2.

Укрупненный алгоритм моделирования производственной системы включает следующие этапы (рис. 3).

Этап 1. Предварительный этап, состоящий из следующих действий:

- ввод исходных данных: данные по оборудованию и заготовкам, сменное задание;
- инициализация объектов, обнуление переменных, начальных значений.

Этап 2. Формирование и размещение сменного задания на складе заготовок, согласно одному из алгоритмов:

1) по очереди (порядок добавления в смен-



Рис. 1. Процесс выделения объектов и генерация шаблона класса на основании UML

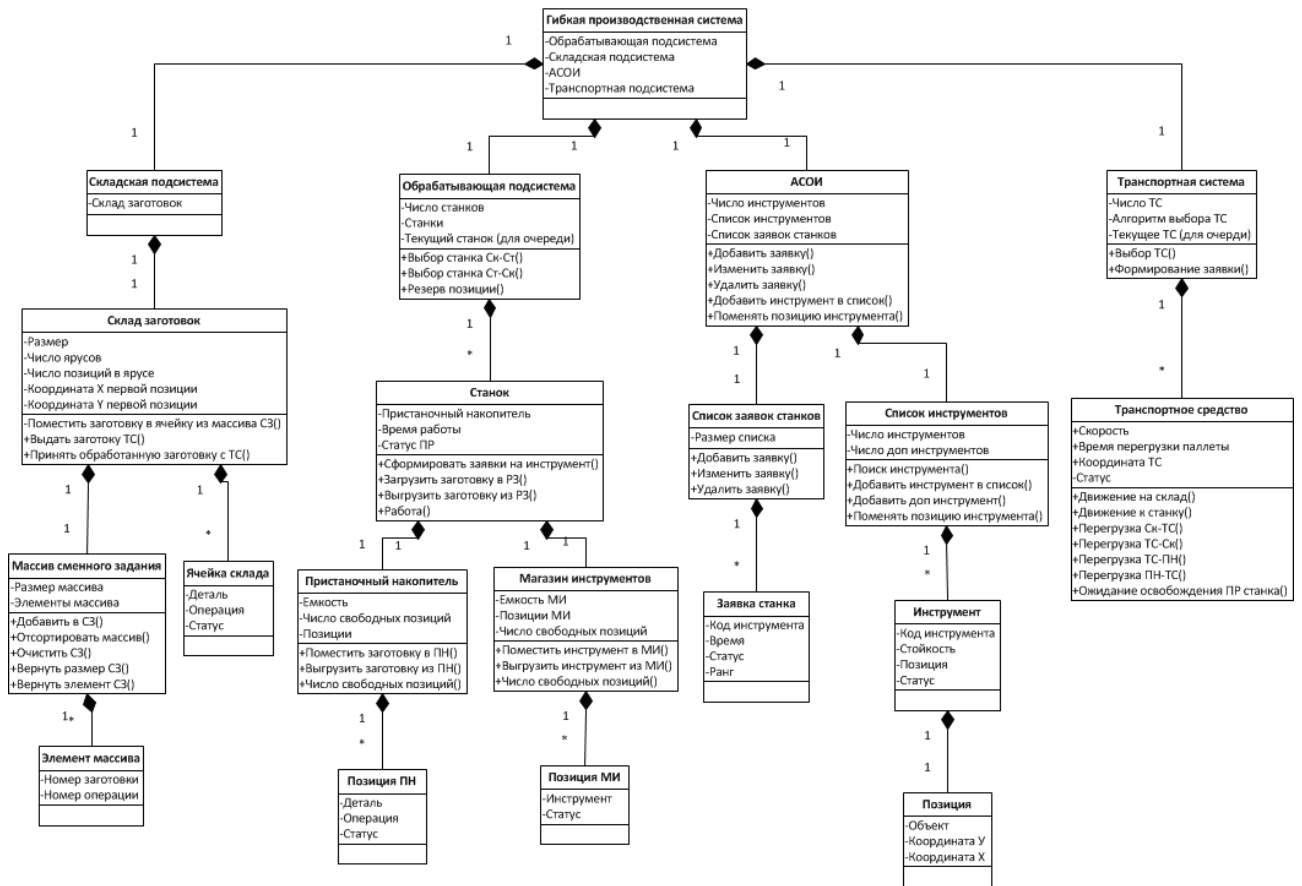


Рис. 2. UML – модель производственной системы

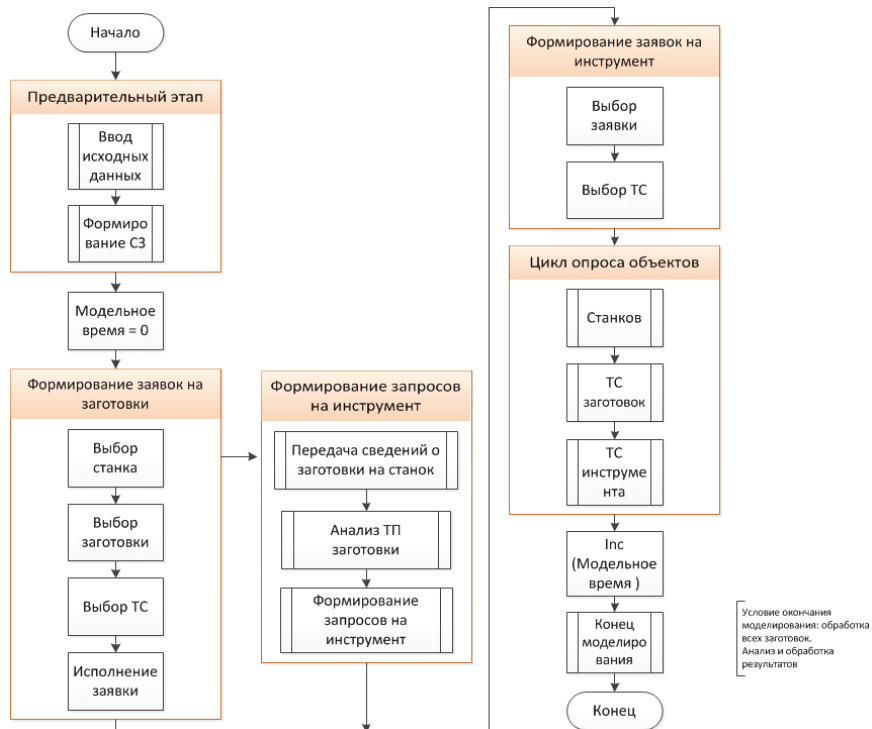


Рис. 3. Алгоритм моделирования работы гибкой производственной системы

ное задание);

- 2) минимальное время обработки;
- 3) максимальное время обработки;
- 4) ближе всего к станку;
- 5) предварительно распределив между станками.

Установим критерии размещения сменного задания (СЗ) на складе заготовок:

- коэффициент загрузки оборудования,
- время выполнения сменного задания;

T_0 – фактическое время работы (время, ког-

да закончил работу последний станок, и заготовка перемещена на склад);

- размещение заготовок в позициях, близких к соответствующим станкам.

Этап 3. Непосредственно процесс моделирования, состоящий из стадий.

3.1. Инициализация модельного времени.

С определенной дискретностью происходит опрос объектов системы (проверка и смена текущих статусов). Время увеличивается после каждой итерации, по умолчанию принимается интервал, равный 1 секунде.

3.2. Формирование заявки, опрос объектов транспортно-складской системы.

Опрашиваются все транспортные средства (ТС). Если есть еще необработанные заготовки и простаивающее ТС, то соответствующее транспортное средство выделяется.

Далее выполняется процесс выбора обслуживаемого станка (ищется станок со свободными позициями в пристаночном накопителе), и, если он возвращает значение, не равное нулю, то на обслуживание выбирается станок с этим номером.

Происходит смена статуса у транспортного средства, оно переходит в состояние движения на склад за заготовкой, рассчитывается время нахождения в данном состоянии, равное времени движения с текущего положения до соответствующей позиции заготовки на складе.

Если в данный момент времени происходит окончание какого-либо события, анализируется текущий статус, и по таблице смены статусов и событий выбирается новый статус, транспортное средство переходит в следующее состояние, рассчитывается время нахождения в этом состоянии.

3.3. Опрос обрабатывающего оборудования.

Опрашиваются все станки. Процесс опроса, смены статусов и времени нахождения в соответствующем состоянии выглядит аналогично опросу транспортных средств. После того, как закончится обработка заготовки на станке, значение необработанных заготовок уменьшается на единицу.

3.4. Проверка условия окончания моделирования работы гибкой производственной системы.

Моделирование прекращается, как только обработаны все заготовки, и на склад поступит последняя обработанная деталь.

3.5. Анализ результатов моделирования работы.

Рассчитываются время работы оборудования, время простоев, собирается статистическая информация, строятся графики и диаграммы.

В основе программной реализации среды инженерного анализа «FMSPC» лежит разработанная объектно-ориентированная модель производственной системы. Реализация осуществлена в системе программирования Delphi [7].

Программа состоит из следующих модулей:

- модуль расчета числа станков, исходные данные: технологические процессы заготовок из базы данных деталей и производственная программа;

- модуль расчета емкости складов, исходные данные: число станков, данные о недогрузке оборудования, технологические процессы заготовок из базы данных деталей, база данных инструмента;

- модуль разработки предварительной планировки, исходные данные: геометрические размеры оборудования, складов, станков;

- модуль моделирования.

Примеры экранных форм с результатами работы приведены на рис. 4–6.

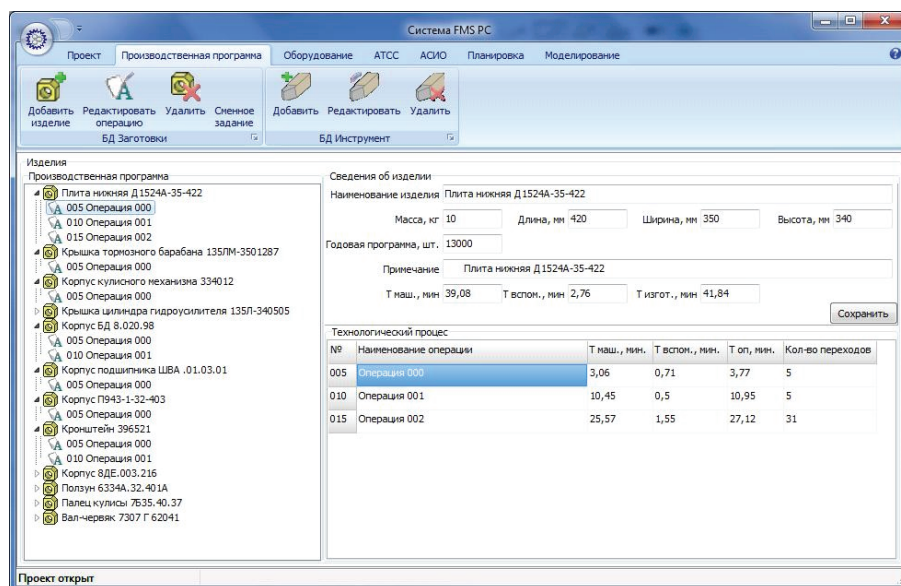


Рис. 4. База данных заготовок

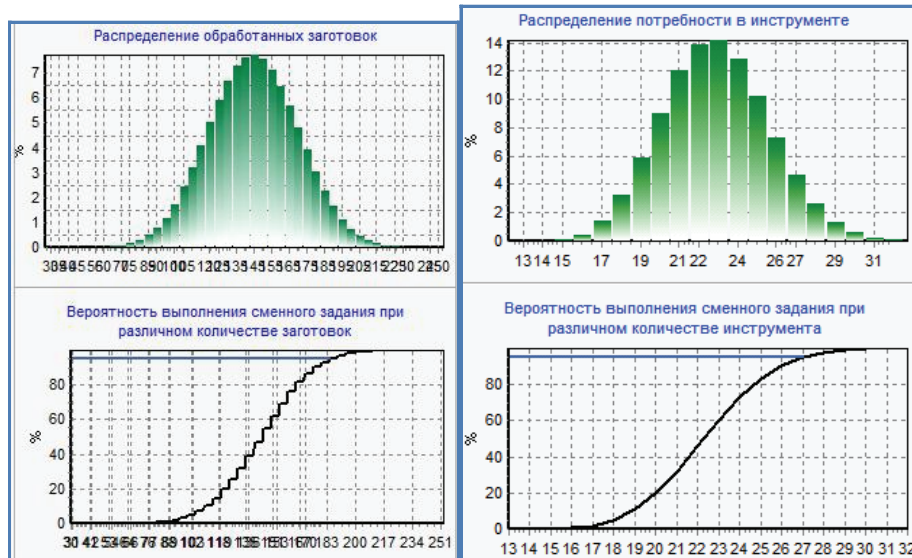


Рис. 5. Результаты расчета размеров складов заготовок и инструмента

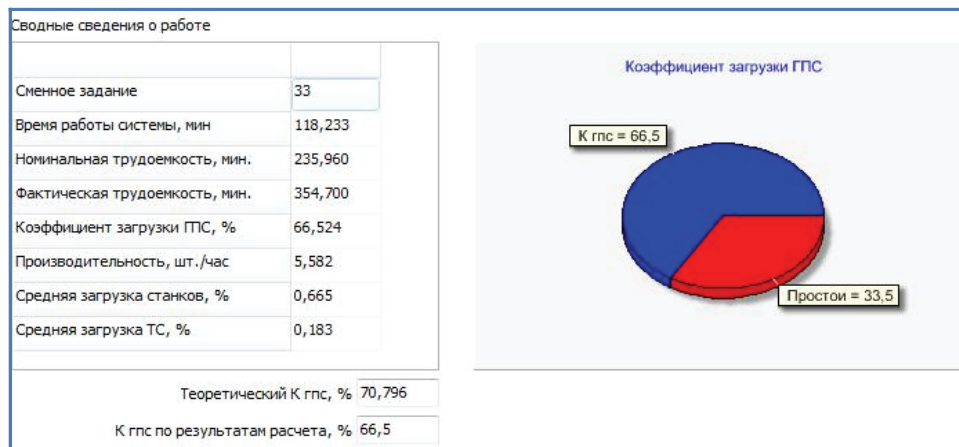


Рис. 6. Сводные сведения о работе

ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Модели, созданные в универсальных системах имитационного моделирования, вынуждают абстрагироваться от конкретных характеристик систем, что делает невозможным их применение для моделирования работы гибкой производственной системы на заданных уровнях иерархии.

2. Разработано математическое обеспечение и формализованное описание процесса функционирования ГПС на уровне технологического перехода.

3. Разработан алгоритм моделирования работы гибкой производственной системы с использованием дискретно-событийного метода.

4. Применение программного средства возможно в качестве инструментального анализа при проектировании ГПС за счет многократного прогона моделирования работы ГПС и изменения параметров объектов на итерациях при принятии решения об оптимальных значениях параметров ГПС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 2.118-73. Единая система конструкторской документации. Техническое предложение. Введ. 1974-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1995. 5 с.
- Лафоре Р. Объектно-ориентированное программирование в С++ = Object-Oriented Programming in C++ / Р. Лафоре. 4-е изд. СПб.: Питер, 2008. 928 с.
- Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. – 2-е изд., перераб и доп. М.: МГТУ им. Баумана, 2002. 336 с.
- Объектно-ориентированные технологии проектирования прикладных программных систем / С.С. Гайсарян [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://citforum.ru/programming/oor_rsis/ (дата обращения: 01.09.2012).
- Практические расчеты гибких производственных ячеек. Модели, алгоритмы, приложения: монография / Р. Р. Рахматуллин, А. И. Сердюк, А. М. Черноусова, С. Ю. Шамаев. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. 237 с.
- Рамбо, Дж., Блаха М. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка. 2-е изд. СПб.: Питер, 2007. 544 с.
- Свидетельство № 010610231 Российская Федерация. Программа формирования технического пред-

ложения на создание гибкой производственной системы «FMS-PC»: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ / А.И. Сердюк, С. Ю. Шамаев; заявитель и правообладатель гос. обра-

зоват. учреждение Оренб. гос. ун-т. - №2009616111; заявл. 03.11.2009; зарегистр. 11.01.2010. 1 с.
8. Труб И.И. Объектно-ориентированное моделирование на C++: учебный курс. СПб.: Питер, 2006. 411 с.: ил.

THE USE OF OBJECT-ORIENTED TECHNOLOGIES IN MODELING HIGHLY AUTOMATED PRODUCTION SYSTEMS

© 2012 S.Yu. Shamaev, A.M. Chernousova

Orenburg State University

The problem of the design of highly automated production systems. As a solution, an approach to computer modeling systems based on object-oriented technologies. Developed software used in engineering analysis.

Keywords: production systems, object-oriented modeling, software