

УДК 517.958, 519.711.3

**ОСОБЕННОСТИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ
НА ПРИМЕРЕ ЛЕНТОЧНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ХЛОПКА**

**PARTICULARITIES OF SIMULATION MODELING
OF THE TECHNOLOGICAL MACHINE ON EXAMPLE
OF THE BAND MACHINE FOR PAT**

В.С. НИКОЛАЕВ, В.В. ВОЛКОВ, И.А. ПРОШИН
V.S. NIKOLAEV, V.V. VOLKOV, I.A. PROSHIN

(Пензенский государственный технологический университет)
(Penzenskiy State Technological University)
E-mail: mycolo @ rambler.ru

В статье предложена имитационная модель технологической машины, на примере ленточной машины по переработке волокнистой ленты, которая включает приборную конфигурацию модели и описание необходимой программной конфигурации, обеспечивающей моделирование технической системы.

In article is offered simulation model of the technological machine, on example of the band machine on conversion of the stringy tape, which includes the instrument deskside to models and description to necessary programme deskside, providing modeling of the technical system.

Ключевые слова: имитационное моделирование, технологическая машина, волокнистая лента, приборная конфигурация, программная конфигурация.

Keywords: simulation modeling, technological machine, fibre tape, instrument deskside, programme deskside.

Имитационное моделирование технологических процессов в ленточной машине заключается в разработке автоматизированного инструментария, позволяющего произвести оптимизацию параметров функционирования оборудования и на этой

основе установить пропускную способность отдельных технологических звеньев.

Формализация процессов, происходящих в исследуемой системе, относится к главному процессу разработки и реализации имитационных моделей. В процессе моделирования сложной технической си-

стемы можно выделить этапы составления ее формализованного описания.

1. Разработка вербальной модели системы, включающей содержательное описание объектов исследования.

2. Проведение декомпозиции системы на определенное число ее элементов и формирование параметров модели, удобных для математического и алгоритмического описания.

3. Разработка физической модели системы и ее математического описания.

4. Алгоритмизация функционирования компонентов модели.

Рассмотрим единицу ленточного оборудования, которую можно представить в виде ряда взаимосвязанных технико-технологических подсистем [1], [2] обработки волокнистой ленты, а именно: "Выем питающей ленты из тазов (тары)", "Транспортирование ленты в зону вытяжного прибора", "Сложение лент в холстик и подача его в вытяжной прибор", "Вытяжка волокнистого холста с процессами распрямления и параллелизации волокон", "Формирование ленты из мычки, полученной на выходе из вытяжного прибора", "Уплотнение ленты", "Укладка ленты в таз". Каждая подсистема машины соответствует технологическим процессам, выполняемым определенным типом и видом механизмов, которые принимают определенные технологические состояния во времени и пространстве. Очевидно, модель событий функционирования оборудования будет состоять из последовательно связанных блоков, технологических состояний рассматриваемых элементов единицы оборудования и системы взаимосвязи их операций.

В соответствии с процедурами описания физических процессов технических элементов машины разрабатываются математические модели технико-технологических подсистем в виде совокупности соотношений логических условий. Эта основа позволяет получить моделирующие алгоритмы, определяющие реальное функционирование объекта исследования. Также синтез математических моделей подсистем позволяет построить обобщенную

модель функционирования ленточной машины, которая интерпретируется системой логических уравнений, описывающих условия перехода одной технико-технологической подсистемы в другую.

Экспериментальной основой создания имитационной модели служит исследование статистических закономерностей в основных и вспомогательных процессах, а именно:

- времени наработки продукта в функциональной модели исследуемого объекта;

- учет технологических и технических отказов в единице технологического оборудования;

- отклонения от норм выработки и норм качества продукта и т.п.

Полученные данные статистической информации можно использовать для определения констант переменных, случайных и индикаторных функций в системе управления и самообучения исполнительской программы в программируемом контроллере. Это позволяет накопленную информацию использовать для выбора направления процессов имитации в соответствии с математическим представлением функционирования объекта исследований [3], которое можно реализовать, например, в блоках логического сравнения.

Трансформация математических моделей подсистем в имитационной системе моделирования должна осуществляться с помощью программных процедур алгоритмизации и включает в процесс моделирования использование ЭВМ (компьютера), где динамика технологических процессов обработки волокнистой ленты представляется во времени. Это позволяет из отдельных модулей, описывающих функционирование подсистем, синтезировать обобщенную имитационную модель сложной машинной системы. Синтез имитационной модели технической системы должен учитывать логические взаимосвязи подсистем, выделенных при формализации.

При синтезе имитационной модели возникает задача построения моделирующих алгоритмов основных и вспомогательных модулей, описывающих поведе-

ние всей исследуемой технологической системы. Построения алгоритмов основывается на использовании двух принципов-факторов:

- принцип "фиксированного интервала времени" опроса вспомогательных модулей, который отражает взаимосвязи между подсистемами;

- принцип "состояний", характеризующий технико-технологическую подсистему, что позволяет определить истинное машинное время наработки продукта при частых отказах.

Использование выбранных принципов построения моделирующих алгоритмов обеспечивает строгое следование выбранной концепции построения процесса моделирования. Здесь классифицируются компоненты системы, обеспечивается гибкость имитационной программы (возможности ее корректировки).

Структура разрабатываемой имитационной модели должна включать:

1) модули технико-технологических подсистем;

2) вспомогательные модули: "управляющий модуль", генераторы случайных чисел, параметры производительности, параметры состояния подсистем, параметры качества волокнистой ленты;

3) обеспечивающие модули: ввод-вывод исходных данных, вывод результатов моделирования, данных по элементам подсистем.

Имитация реальных производственных условий заключается в обработке информации технического состояния объекта, состояния технологических процессов в элементах подсистем исследуемого объекта, по качеству выпускаемой волокнистой ленты, а также решения физических моделей системы.

Для реализации модели имитации работы машины (рис. 1 – имитационная модель технологической ленточной машины) используется приборный имитационный комплекс (рис. 1-а), который включает:

- *программируемый контроллер*, который выполняет функции автоматизированной системы сбора и обработки информации, решения физико-математических и логических задач, определяющих состояние имитируемого объекта, а также выработки команд управления;

- *цифровую вычислительную машину* (ПК), которая выполняет функции имитатора состояний исследуемого объекта, а именно:

1) состояние технических элементов машины;

2) состояние качества продукта на входе в машину;

3) состояние качества продукта на выходе машины;

4) производительность машины и т.п.

- *интерфейс пользователя* (испытателя), который включает приборную часть (клавиатуру, мышь) и сервисную программу позволяющую формировать:

1) задания технологических режимов функционирования оборудования;

2) внешних и внутренних воздействий на перерабатываемую волокнистую ленту;

3) задания случайных факторов технического состояния технологической машины.

Дополнительно компьютер (ПК) выполняет следующие функции:

- перепрограммирования цифровых программ контроллера,

- имитации технических признаков состояния элементов технологической машины, "да - нет" на данный период времени;

- имитации технологических признаков состояния перерабатываемой волокнистой ленты (вводит возмущающие воздействия в виде гармонических или периодических функций);

- отображения информации "технологических параметров" по машине на дисплее для информирования оператора (испытателя).

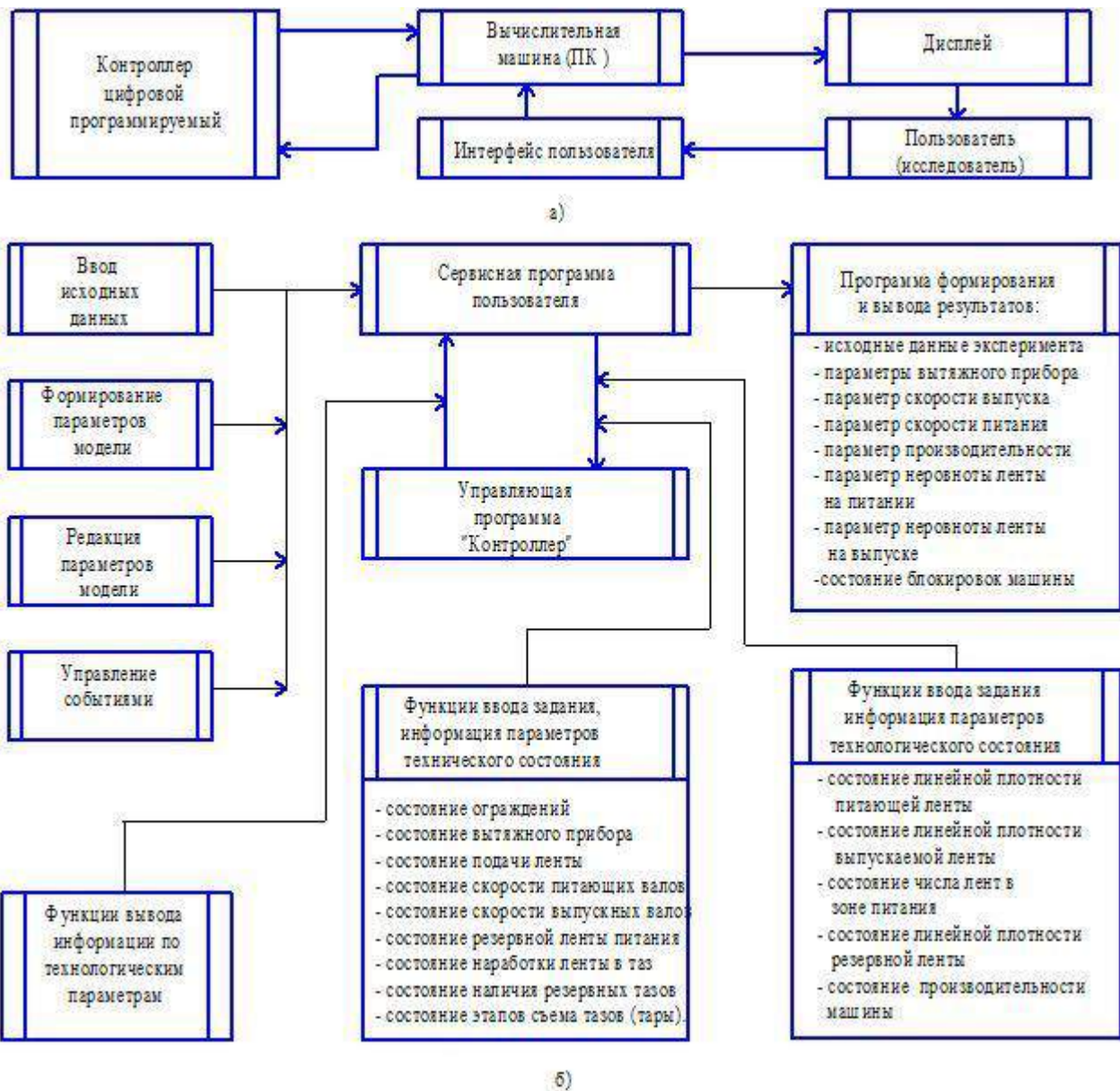


Рис. 1

Основные функции программируемого контроллера включают:

- анализ технического состояния технологической машины;
- определение и назначение режимов функционирования элементов машины;
- анализ информации качества волокнистой ленты в зоне питания и зоне выпуска и выработка команд, воздействующих на перерабатываемую ленту;
- анализ наработки волокнистой ленты в тазу и управление съемом продукта и др.

Программная конфигурация имитационной модели (рис. 1-б) состоит из следующих модулей и блоков: модуль технико-

технологических подсистем; вспомогательные модули; обеспечивающие модули.

Имитационное моделирование функционирования технологической машины реализуется быстродействующими программными алгоритмами с применением кодировки специальных и универсальных языков программирования. Это позволяет применить гибкое моделирование сложной технической системы объекта с учетом специфики ее функционирования в производственной системе. Ключевым моментом в имитационном моделировании является выделение и описание состояний системы. Система характеризуется набором переменных состояний, каждая комбина-

ция которых описывает конкретное состояние. Следовательно, путем изменения значений этих переменных можно имитировать переход системы из одного состояния в другое. Таким образом, имитационное моделирование – это представление динамического поведения системы посредством продвижения ее от одного состояния к другому в соответствии с хорошо определенными операционными правилами. Эти изменения состояний могут происходить либо непрерывно, либо в дискретные моменты времени [3] по логическим структурам.

Построение имитационной модели технической системы, реализующей технологический процесс, состоит из основных этапов:

1) постановка проблемы – определение сущности проблемы и ее границ;

2) определение и постановка целей – определение целевой функции модели, в случае множества целей им присваивают весовые коэффициенты;

3) описание условий ограничений технологической системы – определение сути технологических процессов и их специфики, выявление количественных характеристик, определение математических соотношения и определение данных для моделирования;

4) выбор необходимого программного обеспечения — конкретизация технологического процесса с учетом особенностей технологической системы;

5) макетирование отдельных схем имитационной модели — оценка технологического процесса и проверка правильности выбора соответствующего программного обеспечения с учетом гарантированной достоверности рассматриваемой теории имитационных процессов;

б) корректировка и усовершенствование имитационной модели – конкретизи-

рует дополнительные факторы, определяющие технологический процесс, и определение альтернативных сценариев модели;

7) проведение имитационных экспериментов и анализ результатов моделирования, определение оптимального варианта структуры модели, в соответствии с поставленной задачей обеспечивающей универсальность и информативность моделируемой проблемы.

ВЫВОДЫ

1. Определена имитационная модель технологической ленточной машины по переработке волокнистой ленты, которая включает приборную конфигурацию модели и описание необходимой программной конфигурации, обеспечивающей моделирование технической системы.

2. Определены основные этапы построения имитационной модели сложной технической системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев В.С., Волков В.В. и др. Моделирование интегрированной технической системы в автоматизированных пищевых производствах // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. Серия: Технические науки. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2014. Вып. 6 (22). С. 14...20.

2. Николаев В.С., Волков В.В. и др. Моделирование технологической машины по информационным функциональным параметрам // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. Серия: Технические науки. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, 2013. Вып. 12 (16). С. 88...94.

3. Николаев В.С. Моделирование условий функционирования ленточной машины // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. Серия: Технические науки. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2013. Вып. 6 (10). С. 94...98.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 03.02.15.