

спроса на персонал может достигнуть 10%. увеличит спрос на персонал со знаниями в области программирования и IT технологий.

4) Инвестиции. Предполагается, что адаптация производственных процессов под концепцию Индустрии 4.0 потребует от компании инвестиций в размере 1-1,5% ее дохода в течение десяти лет.[4]

Таким образом, исходя из всего выше сказанного, концепция Индустрия 4.0 очень перспективна и привлекательна для частного капитала. Учитывая все эти преимущества, бизнес сыграет главную роль в освоении и продвижении Индустрии 4.0. Инвестиции крупного бизнеса создадут благоприятный микроклимат для реализации четвертой научно-технической революции. Основные уроки, которые можно извлечь из опыта зарубежных промышленников это своевременное проведение промышленных процессов к одним общим параметрам стандартизации и унификации производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hermann, Mario Pentek, Tobias Otto, Boris, 2015: Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review [Электронный ресурс] // URL: http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf (дата обращения 24.03.2015)

2. Kagermann, H., W. Lukas and W. Wahlster, 2011: Industrie 4.0: Mitdem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. VDI nachrichten, 13.

3. Kagermann, H., W. Wahlster and J. Helbig, eds., 2013: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group.

4. Индустрия 4.0. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.sovtest.ru/industriya4-0/> (дата обращения 25.03.2015).

5. Костин Д.В. Роль бизнеса в реализации проектов Индустрии 4.0. для России, - Портал «Управление производством» [Электронный ресурс] // URL: <http://www.up-pro.ru/library/opinion/rol-biznesa.html> (дата обращения 25.03.2015).

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ГРАФИТОВЫМИ СТЕРЖНЯМИ В АТОМНОМ РЕАКТОРЕ

В. А. Колпакова

(г. Томск, Томский политехнический университет)

GRAPHITE RODS'S CONTROL MODEL DEVELOPMENT IN NUCLEAR REACTORS

V. A. Kolpakova

(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)

In this article describes the control model of graphite rods is designed in MATLAB Stateflow program. In this work is given information about models' creation, i.e. conditions description, modeling of transitions.

Keywords: model, control, temperature, priority, MATLAB, Stateflow, condition, regulation, reactor.

Введение. В данной статье рассматривается разработка математической модели управления работой графитовых стержней в ядерном реакторе [1]. Для разработки

модели использовалась среда объектно-визуального проектирования MATLAB Stateflow [2], в которой доступны различные способы визуализация процессов, позволяющие наглядно изучить и продемонстрировать изменения данных в течение симуляции. Данный программный продукт позволяет создавать системы, моделирующие математические, физические и многие другие процессы со всеми необходимыми характеристиками, в том числе и динамическими. Stateflow предоставляет возможность моделировать логику системы с помощью машины состояний, где режимы работы системы реализованы как состояния, а логика переключения между режимами выступает в роли переходов и узлов.

Постановка задачи. Целью данной работы является разработка модели управляющей температурой в ядерном реакторе при помощи замедляющих стержней. Температура реактора должна изменяться в диапазоне от 510 до 550°C за счет использования двух графитовых стержней с разными замедляющими характеристиками. Изменение температуры внутри реактора описывается следующими соотношениями:

- Без использования стержней — $\Delta T = \frac{1}{10} T - 50$.
- С использованием первого стержня — $\Delta T = \frac{1}{10} T - 56$;
- С использованием второго стержня — $\Delta T = \frac{1}{10} T - 60$;

В работе реактора существует ряд ограничений :

- Одновременно оба стержня функционировать не могут;
- Каждый стержень после извлечения не должен использоваться ранее, чем через 200 секунд;
- Если температура в реакторе поднялась выше 550°C, то требуется либо опустить один из стержней (если позволяет условие 200 секунд), либо остановить реактор.

Разработка модели. Система характеризуется четырьмя дискретными состояниями:

- Не используется ни один из стержней;
- Используется первый стержень;
- Используется второй стержень;
- Остановка реактора.

Для любого состояния можно задать операции, которые должны выполняться при наступлении конкретного события (превышение/понижение текущей температуры реактора выше/ниже критической). Например, на рис. 1 изображено состояние под названием «Shutdown». При входе в данное состояние значение переменной state (идентификатор состояния) приравнивается трем, а переменная Tt – уменьшение температуры реактора за счет первого графитового стержня в единицу времени. При выходе из состояния переменная Tout равняется Tl.

```
Shutdown
entry:
state=3;
Tt=0.1*Tl-50;
exit:
Tout = Tl;
```

Рисунок 1 - Дискретное состояние «Shutdown»

В модели системы управления должны осуществляться переходы между состояниями. В MATLAB есть возможность задавать необходимые условия, при выполнении которых можно осуществить переход в указанное состояние. На рис. 2

изображен пример моделирования перехода из одного состояния в другое. При выполнении условия, что температура больше 510, переход не осуществляется, система остается в текущем состоянии. При каждом таком цикле температура изменяется на значение T_t .

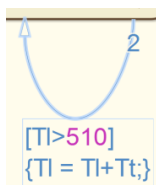


Рисунок 2 - Переход между состояниями

Каждому переходу в соответствующее состояние присваивается номер, определяющий порядок выполнения, который можно изменить при необходимости. Например, если выполняются условия перехода для двух состояний и отсутствуют какие-либо дополнительные условия для их разделения, то порядок выполнения укажет в какое состояние необходимо перейти в первую очередь. Этот порядок выполнения аналогичен относительным приоритетам, реализованным в системах массового обслуживания (СМО) с помощью библиотеки MATLAB SimEvents [3].

Опишем алгоритм работы системы (см. рис. 3).

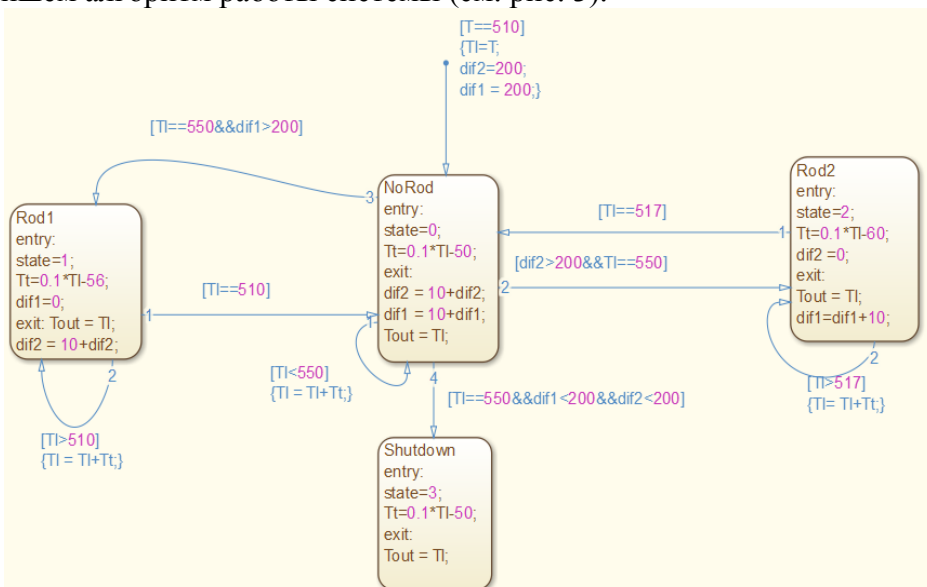


Рисунок 3 - Модель управляющего устройства

Шаг 1. Инициализация переменных: T — начальная температура реактора, $dif1$, $dif2$ — время остывания стержня первого и второго соответственно.

Шаг 2. «NoRod» — основное состояние реактора ($state = 0$), при котором происходит нагрев реактора. В соответствии с уравнением высчитывается изменение температуры в данном состоянии. По событию выход из нулевого состояния переменные $dif1$ и $dif2$ увеличиваются на 10 (условно принято, что каждое изменение температуры в 1 цикле соответствует интервалу времени, равному 10 тактам). Из данного состояния существует 3 перехода в другие состояния.

Шаг 2.1 Система остается в состоянии, если текущая температура меньше 550°C . При обработке перехода температура реактора увеличивается на величину T_t .

Шаг 2.2 Если температура реактора $T \geq 550$ и время, прошедшее с последнего использования второго стержня $dif2 > 200$, то система переходит во 2 состояние «Rod2».

Шаг 2.3 Если температура реактора $T \geq 550$ и время, прошедшее с последнего использования первого стержня $dif1 > 200$, то система переходит в 1 состояние «Rod1».

Шаг 2.4 Переход 4 выполняется в состояние «Shutdown», если текущая температура равна 550°C и время, прошедшее после последнего использования первого и второго стержней меньше 200 секунд, то реактор глушится.

Шаг 3. Когда система попала в состояние «Rod2» (state = 2), dif2 сбрасывается. В соответствии с уравнением высчитывается понижение температуры, dif1 увеличивается на 10 на каждом цикле. Система остается в этом состоянии, пока температура реактора не уменьшится до 517.

Шаг 3.1 Переход 1 выполняется в состояние «NoRod» и осуществляется в том случае, если текущая температура меньше, равна 517°C.

Шаг 4. Состояние «Rod1» аналогично состоянию «Rod2» с поправкой на названия переменных и учетом условий перехода и понижения температуры.

Шаг 5. Состояние «Shutdown» (state = 3), реактор находится в заглушенном состоянии.

Заключение. В результате проделанной работы создана модель системы управления графитовыми стержнями ядерного реактора. Разработка модели осуществлена средствами MATLAB Stateflow, что позволило визуализировать и исследовать поведение модели в зависимости от характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морозов В. К., Рогачев Н. Г. Моделирование информационных и динамических систем. — М. Издательский центр «Академия», Москва, 2011. — 384с.
2. Файзутдинов Р. Н., Лабораторный практикум «Математическое моделирование сложных систем», Казань, 2013. — 69с.
3. J.J. Katsman, X.N. Apachidi. Algorithm Simulation of Resource Allocation of the Queueing Systems, Based on the Priorities/ International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems (MEACS). (2014) 1-6.
4. Stateflow. Разработка и симуляция машин состояний и конечных автоматов [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://matlab.ru/products/stateflow/stateflow_rus_web.pdf.
5. Stateflow-Simulink [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/stateflow/default.php>.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОДНОМЕРНОЙ ЗАДАЧИ УПАКОВКИ В БЛОКИ

*В. М. Курейчик, В. В. Курейчик, Р. Потарусов
(Таганрог, Институт компьютерных технологий и безопасности
Южного Федерального Университета)*

GENETIC ALGORITHM FOR ONE-DIMENSIONAL BIN PACKING PROBLEM

*V. M. Kureychik, V. V. Kureychik, R. Potarusov
(Taganrog, Computer sciences and information safety institute of Southern Federal
University)*

In the given paper one-dimensional Bin Packing Problem which plays an important role for the optimization of transportations and production activities is considered. The Hybrid Genetic Algorithm for one-dimensional Bin Packing Problem is proposed. For this purpose two evolution models (de Vries' evolution model and Lamarck's evolution model) have been adapted. Besides, new problem-oriented genetic operators are developed. The main advantage of the suggested approach is that it never decreases the quality of solution so it