

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 631.812

Ю. И Азимов, С. Н. Савдур, А. П. Кирпичников,
А. В. КостроминСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА УДОБРЕНИЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ*Ключевые слова: сеть Петри, производство удобрений сельскохозяйственных предприятий.**Рассматривается технологический модуль производства удобрений сельскохозяйственных предприятий. Показана целесообразность применения математического аппарата теории сетей Петри при моделировании технологического модуля производства удобрений сельскохозяйственных предприятий. Разработана модель в виде модифицированной сети Петри и на ее основе создан программный комплекс системы управления производством удобрений сельскохозяйственных предприятий**Keywords: Petri net, the production of fertilizers for agricultural enterprises.**There is considered the technological module for the production of fertilizers for agricultural enterprises. It shows the expediency in using mathematical Petri network when modeling and designing technological module. The model is constructed in the form of modified Petri nets and software package control system for the production of fertilizers for agricultural enterprises is designed on basis of it.*

Одной из преимущественно важнейших проблем, требующих быстрого решения для развития агропромышленного комплекса, является увеличение плодородия почв, значит, и урожайности сельскохозяйственных культур. На сельскохозяйственных предприятиях РФ каждый год образуется приблизительно 640 млн. т. навоза и помета. Тем не менее, данный колоссальный потенциал используется всего на 25-30%, это объясняется отсутствием экономичных и эффективных технологий подготовки отходов животных в качестве органических удобрений.

Особо перспективная, с точки зрения получения агрохимической, экологической и энергетической эффективности - это технология переработки навоза в анаэробных условиях. [1].

Современные сооружения в области производства удобрений сельскохозяйственных предприятий характеризуются сложной многоуровневой структурой, следовательно, могут считаться как сложные системы. Эффективность функционирования подобных систем можно оснастить при помощи современных методов обработки информации, применяя методы системного анализа сложных объектов на базе математического описания технологического процесса [2].

Использование методов системного анализа определяет процедуру создания системы управления установкой по производству удобрений сельскохозяйственных предприятий, которая предусматривает построение математической модели в виде сети Петри (СП), что обеспечивает управление потоками в установке.

Структурная схема установки по производству удобрений сельскохозяйственных предприятий представлена на рис.1 [1].

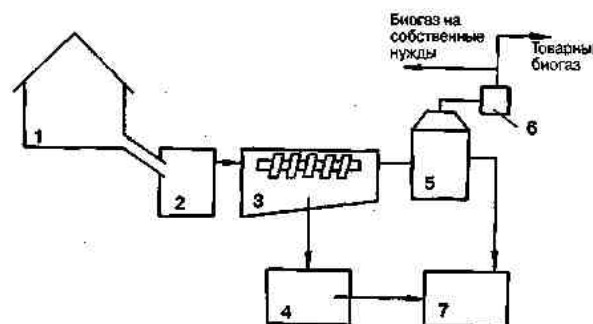


Рис. 1 - Структурная схема установки по производству удобрений сельскохозяйственных предприятий

На рисунке 1 изображены: 1 – животноводческое (птицеводческое) помещение; 2 – сборник исходного сырья; 3 – центрифуга; 4 – биоферментер; 5 – метантенк; 6 – газгольдер; 7 – помещение для расфасовки жидких и твердых органических удобрений.

Технологический процесс в установке производства удобрений сельскохозяйственных предприятий целесообразно может быть описан модифицированными сетями Петри (МСП). Модификация сетей Петри позволяет решать следующие задачи:

- 1) оценка функционирования аппаратов системы в условиях нештатных ситуаций;
- 2) анализа переключения управления на сетевом уровне;
- 3) исследование технологических схем дискретно – непрерывных производств для обеспечения устойчивого, стабильного состояния.

Для управления процессом производства удобрений сельскохозяйственных предприятий созданы математическая модель технологической схемы на основе МСП, которая позволяет изучать

системные связи и законы функционирования модуля в целом и программная реализация полученной модели [3]. Разработаны модели типовых аппаратов, совершающих технологический процесс производства удобрений. Из СП - моделей основных аппаратов была синтезирована общая СП - модель всей установки (рис. 2).

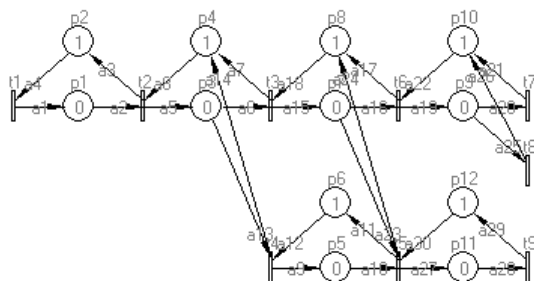


Рис. 2 - Модель технологического комплекса производства удобрений сельскохозяйственных предприятий на основе МСП

Аналитическое описание общей сети Петри (рис. 2):

$P = \{p1, p2, p3, p4, p5, p6, p7, p8, p9, p10, p11, p12\}$

$T = \{t1, t2, t3, t4, t5, t6, t7, t8, t9\}$

$O(t1) = \{p1*1\}$

$O(t2) = \{p2*1, p3*1\}$

$O(t3) = \{p4*1, p7*1\}$

$O(t4) = \{p5*1, p4*1\}$

$O(t5) = \{p6*1, p8*1, p11*1\}$

$O(t6) = \{p8*1, p9*1\}$

$O(t7) = \{p10*1\}$

$O(t8) = \{p10*1\}$

$O(t9) = \{p12*1\}$

$I(t1) = \{p2*1\}$

$I(t2) = \{p1*1, p4*1\}$

$I(t3) = \{p3*1, p8*1\}$

$I(t4) = \{p6*1, p3*1\}$

$I(t5) = \{p5*1, p7*1, p12*1\}$

$I(t6) = \{p7*1, p10*1\}$

$I(t7) = \{p9*1\}$

$I(t8) = \{p9*1\}$

$I(t9) = \{p11*1\}$

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1

0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1

где $T = \{t_i\}$ – конечное непустое множество символов, называемых *переходами*.

$P = \{p_i\}$ – конечное непустое множество символов, называемых *позициями*.

$I: P \times T \rightarrow \{0, 1\}$ – входная функция, которая для каждого перехода t_i задает множество его позиций $p_i \in I(t_i)$.

$O: P \times T \rightarrow \{0, 1\}$ – выходная функция, которая отображает переход в множество выходных позиций $p_i \in O(t_i)$.

Интерпретация элементов СП-модели следующая:

Позиция $p1$ моделирует сборник исходного сырья.

Переход $t1$ – вход в сборник (аппарат) исходного сырья.

Позиция $p2$ показывает количество свободного места в сборнике исходного сырья.

Переход $t2$ – выход из сборника, и вход в центрифугу.

Позиция $p3$ моделирует центрифугу, и степень ее заполненности.

Переход $t3$ – выход из центрифуги, и вход в метантенк.

Позиция $p4$ показывает количество свободного места в центрифуге.

Переход $t4$ моделирует выход из центрифуги и вход в биоферментер.

Позиция $p5$ моделирует биоферментер.

Позиция $p6$ показывает количество свободного места в биоферментере.

Переход $t5$ моделирует выход из биоферментера и вход в помещение для расфасовки жидких и твердых органических удобрений.

Переход $t6$ моделирует выход из метантенка и вход в газгольдер.

Позиция $p7$ моделирует метантенк.

Позиция $p8$ показывает количество свободного места в метантенке.

Позиция $p9$ моделирует газгольдер.

Позиция $p10$ показывает количество свободного места в газгольдере.

Переход $t7$ моделирует выход из газгольдера.

Переход $t8$ моделирует выход из газгольдера.

Позиция $p11$ моделирует помещение для расфасовки жидких и твердых органических удобрений.

Позиция $p12$ показывает количество свободного места в помещении для расфасовки жидких и твердых органических удобрений.

Переход $t9$ моделирует выход из помещения для расфасовки жидких и твердых органических удобрений.

С применением СП-модели нами создан программный комплекс системы технологического модуля производства удобрений сельскохозяйственных предприятий, имитирующей функционирование производства в виртуальном времени. Средствами SCADA-технологии TRACE MODE создан программный комплекс системы управления технологическим процессом производства удобрений сельскохозяйственных предприятий [3].

Система управления технологическим процессом производства удобрений сельскохозяйственных предприятий позволяет осуществлять диспетчерский контроль основных элементов системы управления, приостанавливать систему производства удобрений сельскохозяйственных предприятий и производить анализ ее состояния, как в целом, так и в целях прогнозирования формирования внештатных ситуаций.

Заключение

Основные результаты настоящей работы заключаются в следующем:

1. Показана эффективность применения математического аппарата сетей Петри при моделировании процесса производства удобрений сельскохозяйственных предприятий

2. Построена математическая модель функционирования системы производства удобрений сельскохозяйственных предприятий, реализованная на основе МСП, которая позволяет изучать системные связи и законы функционирования модуля в целом.

3. Создан программный комплекс системы производства удобрений сельскохозяйственных предприятий, позволяющий производить анализ состояния целостной системы производства и

прогнозировать формирование в ней нештатных ситуаций.

Литература

1. Сидоренко О.Д. Биологические технологии утилизации отходов животноводства: учеб. пособие / О.Д. Сидоренко, Е.В. Черданцев. - М.: Изд - во МСХА, 2001. - 74 с.
2. Анаников С.В., Савдур С. Н., Басырова Д.И. Технологический модуль очистки сточных вод производства полимеров. «Вестник Казанского технологического университета», Казань, КНИТУ, Т. 15, № 6, 2012, С. 121 - 125.
3. Савдур С. Н., Понкратова С.А. Системный подход в моделировании технологического процесса очистки нефтесодержащих сточных вод. «Вестник Казанского технологического университета», Казань, КГТУ, № 7, 2010, С. 218 – 226.

© **Ю. И. Азимов** - д-р техн. наук, профессор каф. экономико-математического моделирования Института управления, экономики и финансов К(П)ФУ; **С. Н. Савдур** – канд. техн. наук, ассистент каф. экономико-математического моделирования Института управления, экономики и финансов К(П)ФУ, savdur.svetlana@yandex.ru; **А. П. Кирпичников** – д-р. физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой интеллектуальных систем и управления информационными ресурсами КНИТУ, e-mail: kirpichnikov@kstu.ru; **А. В. Костромин** - канд. техн. наук, доцент каф. экономико-математического моделирования Института управления, экономики и финансов К(П)ФУ, e-mail: andrei_kostromin@inbox.ru.

© **Yu. I. Azimov** - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Economical-mathematical modeling in the Institute of Management, Economics and Finance of Kazan (Volga Region) Federal University; **S. N. Savdur** - PhD of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economical-mathematical modeling in the Institute of Management, Economics and Finance of Kazan (Volga Region) Federal University, e-mail: savdur.svetlana@yandex.ru; **A. P. Kirpichnikov** - Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Intelligent Systems & Information Systems Control in Kazan Scientific Research Technical University, e-mail: kirpichnikov@kstu.ru; **A. V. Kostromin** - PhD of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economical-mathematical modeling in the Institute of Management, Economics and Finance of Kazan (Volga Region) Federal University, e-mail: andrei_kostromin@inbox.ru.