

Рис. 2. Представление функции двух переменных в виде ИНС-модели

Хотя для построения модели нейрона использовались исключительно медицинские знания, дальнейшая разработка (ИНС в целом) невозможна в том же направлении. На данном этапе технического развития невозможно построить модель, даже приближенно соответствующую количеству нейронов в центральной нервной системе, поэтому предлагаю для построения ИНС воспользоваться теоремой А.Н. Колмогорова о представимости функций нескольких переменных с помощью суперпозиций и сумм функций одного переменного (1) [7].

УДК 519.95

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ МАЛООТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

© Ю.В. Плотникова

Ключевые слова: математические модели; моделирование; численные методы; методы оптимизации.

Рассмотрено применение методов математического моделирования в малоотходной технологии производства этанола и ее оптимизации на основе актуальной экономической информации.

Разработка малоотходной технологии является актуальной задачей многих отраслей промышленности. Одним из таких технологических процессов, где было бы желательно использовать малоотходные техноло-

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{q=1}^{2n+1} h_q \left[\sum_{p=1}^n \varphi_q^p(x_p) \right], \quad (1)$$

Соответствующая структура сети (при $n = 2$) представлена на рис. 2.

Функции для такой модели можно задавать различным постсинаптическим потенциалом.

Таким образом, в работе предложена аппаратная реализация ИНС с однозначно задаваемой структурой (в зависимости от количества входов) и нейроном максимально соответствующим биологическому прототипу.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Каллан Р.* Основные концепции нейронных сетей: пер. с англ. М.: Издат. дом «Вильямс», 2001.
2. *Основные концепции нейронных сетей:* пер. с англ. М.: Издат. дом «Вильямс», 2001.
3. *Осовский С.* Нейронные сети для обработки информации / пер. с польск. И.Д. Рудинского. М.: Финансы и статистика, 2004. 344 с.
4. *Уоссермен Ф.* Нейрокомпьютерная техника: теория и практика / пер. на рус. яз. Ю.А. Зуева, В.А. Точенова. М., 1992.
5. *Козадаев А.С.* Принципы реализации искусственной нейронной сети // Вестн. Тамб. ун-та. Сер. Естеств. и техн. науки. Тамбов, 2007. Т. 12. Вып. 1. С. 108-110.
6. *Физиология человека* / под ред. Г.И. Косицкого. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 1985. 544 с.
7. *Арнольд В.И.* О представлении функций нескольких переменных в виде суперпозиции функций меньшего числа переменных // Мат. просвещение. 1958. Вып. 3. С. 41-61.

Поступила в редакцию 12 ноября 2009 г.

Kozadaev A.S. Technical realization of artificial neuron and an artificial neural network.

Possibility of technical realization of artificial neuron is considered and an artificial neural network, hardware realization of ANN with unequivocally set structure (depending on quantity of inputs) and neuron as much as possible corresponding to a biological prototype is offered.

Key words: artificial neuron; artificial neural network.

гии, является производство этанола. Эта технология была предложена ранее инженерами В.Я. Руди, Г.В. Пенским, А.А. Арзамасцевым, которая работала на производстве ООО «Биохим» г. Рассказово. Общая

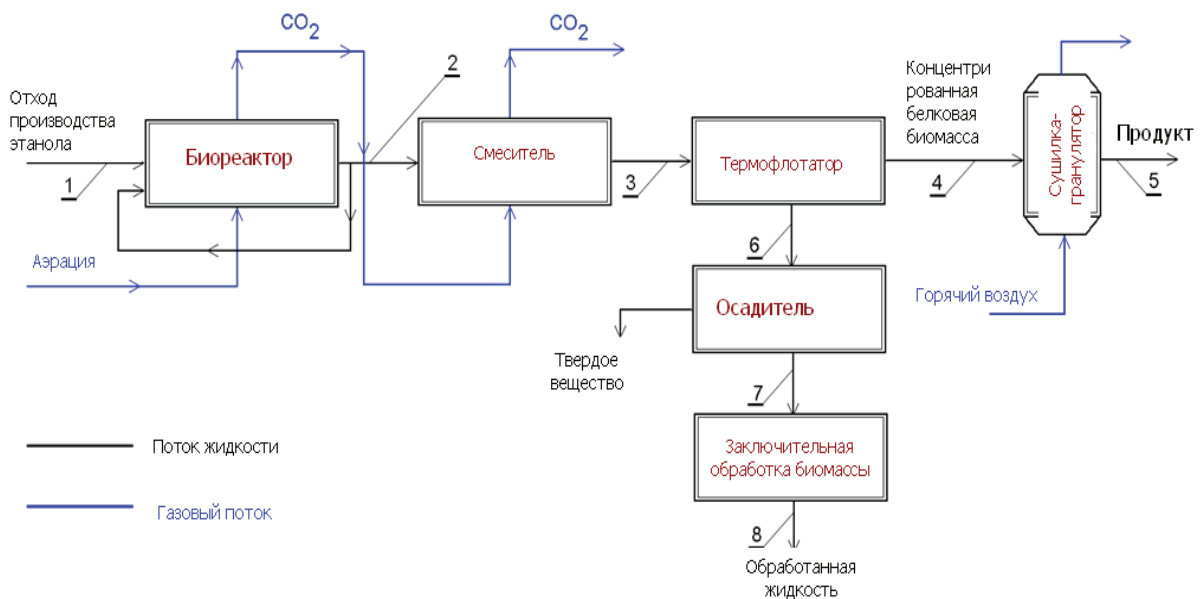


Рис. 1. Общая схема утилизации отходов производства этанола

схема такого технологического процесса показана на рис. 1.

Проблема заключается в том, чтобы таким образом организовать технологический процесс и управление технологическим процессом, чтобы в максимальной степени использовать отход этого производства.

Целесообразность и преимущество математических моделей для решения практических задач исследования и оптимизации технологических процессов очевидна. Рассматриваемый технологический процесс включает в себя несколько различных стадий: стадия получения бактериальной биомассы, стадия разделения ее в термофлотаторе, стадия гранулирования. Технологический процесс не может быть оптимизирован путем экспериментальных и эмпирических данных, поэтому разработка математических моделей основных технических единиц является той задачей, без которой сама малоотходная технология не возможна.

Отдельными частями данной проблемы занимались разные исследователи, в частности это Г.А. Минаев, В.И. Бодров, В.И. Иньков (математические модели сушилки-гранулятора), А.А. Арзамасцев (математические модели биореакторов и их оптимизация), А.А. Арзамасцев, В.П. Дудаков, С.П. Рудобашта (математические модели термофлотатора и исследование процесса). Однако задача общей экономической оптимизации для данного очень важного процесса не была решена и нет полной ясности относительно того, целесообразен ли такой процесс или нет в данный момент.

Использование методов математического моделирования позволяет решить данную проблему. На этой основе созданы математические модели основных технологических единиц процесса – биотехнологического реактора, термофлотатора, сушилки-гранулятора. Данные модели адекватны реальным объектам и позволяют рассмотреть динамику изменения основных параметров технологических единиц (концентрации биомассы и субстрата, температуру, влажность готового продукта и т. д.). Применение численных методов позволяет

получить результат оптимизации на основе актуальной экономической информации.

В качестве целевой функции будем использовать совокупность капитальных и эксплуатационных затрат. Использование такой целевой функции приводит к снижению себестоимости продукции, тем самым обеспечивая ее конкурентную способность на рынке, повышает экономию природных, энергетических и иных ресурсов, снижает затраты на монтаж и эксплуатацию оборудования. При решении задачи оптимизации будем стремиться к минимизации данной целевой функции. В качестве экономических показателей будут использованы современные цены на материалы, сырье, энергетические ресурсы, а также существующий уровень оплаты труда персонала.

По результатам математических расчетов можно будет говорить о практическом применении данной малоотходной технологии, т. е. о ее возможности внедрения в производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арзамасцев А.А. Оптимальное проектирование технологического процесса и аппарата для выработки бактериальной биомассы из отходов производства этилового спирта. Тамбов, 1984
2. Дудаков В.П. Математическое моделирование и оптимизация процесса термофлотационного разделения суспензий. Тамбов, 2001.
3. Иньков В. И. Математическое моделирование и оптимизация статических режимов процесса грануляции в псевдоожиженном слое. Тамбов, 1984.

Поступила в редакцию 12 ноября 2009 г.

Plotnikova Yu.V. Use of methods of mathematical modeling for economic optimization low-waste technologies.

Application of methods of mathematical modeling in low-waste technology of ethanol production and its optimization on the basis of the actual economic information is considered.

Key words: mathematical models; modeling; numerical methods; optimization methods.