

точными дефектами в кристаллической структуре после обработки, а контакт с хлорсодержащими средами активизирует коррозию в этих местах.

В Республике Беларусь цистерны для перевозки агрессивных сред покупаются уже бывшими в эксплуатации, а использование доступных растворителей, не предназначенных для промывки нержавеющих сталей еще более значительно сокращают срок их службы.

Литература

1. Зайцев А.Н, Суздальцева Е.Н. К вопросу о коррозии труб горячего водоснабжения из нержавеющей стали. – Системные технологии. – 2017. – № 23. – С. 4–14.
2. Yin Z. F. et al. Pitting corrosion behaviour of 316L stainless steel in chloride solution with acetic acid and CO₂ // Corrosion Engineering, Science and Technology. – 2011. – Т. 46. – №. 1. – С. 56–63.
3. Turnbull A. et al. Corrosion and electrochemical behaviour of 316L stainless steel in acetic acid solutions // Corrosion science. – 2003. – Т. 45. – №. 5. – Р. 1051–1072.

УДК 004.942

Колесников В.Л., Урбанович П.П.
(Белорусский государственный технологический университет)

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ

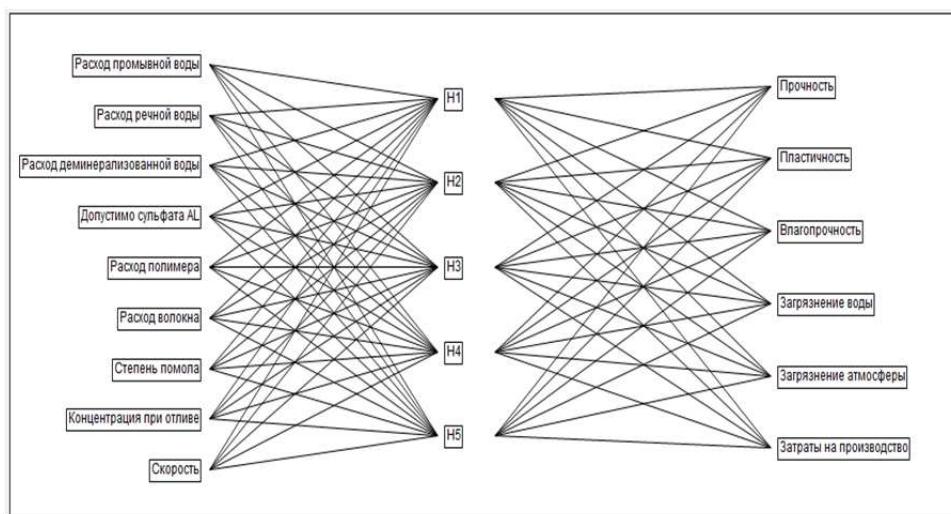
Актуальные тенденции развития химико-технологического комплекса аккумулируют в себе по-существу триединую проблему: создаваемые технологии должны быть ресурсосберегающими, экономически эффективными и экологически безопасными. Важнейшим условием решения каждой из трех указанных задач является разработка адекватных математических и имитационных моделей соответствующих производств [1,2], которые можно было бы использовать и в учебном процессе.

Далее будет проанализирован один из практических примеров разработки модели. В качестве объекта моделирования и оптимизации процессов и систем для использования в учебном процессе разработана системная математическая модель утилизации волокнистых отходов.

дов [3, 4], воспроизводящая все основные условия функционирования производственного комплекса в режиме реального времени. Эта модель объединяет режимные факторы с заказанным качеством получаемой продукции, экономикой и экологией [5, 6]. Разработанный нами программный продукт (VirtualComplex) позволяет автоматически рассчитывать текущие расходы материальных и энергетических затрат, количественно определять выбросы в атмосферу и сбросы в проточный водоем. Программа служит основным источником информации, позволяющим по заданию педагога моделировать различные проблемные ситуации, создавать обширные, многоплановые, многофакторные базы данных, представляющие собой плохо структурированные системы, отражающие климатические, коммерческие, юридические и рыночные условия для их последующего интеллектуального анализа. Программа показала свою высокую эффективность при использовании в учебном процессе.

Некоторые примеры интеллектуального анализа, плохо структурированных систем, полученные по описанной методике, приведены на рис. 1–3.

На рис. 1 и рис. 2 приведены условия и результаты использования нейронных сетей для минимизации загрязнения проточного водоема сбросами бутадиен-стирольного полимера, применяющегося в качестве упрочняющей добавки листового волокнистого материала. Рис. 1 отражает структуру полносвязной нейронной сети прямого распространения для исследования условий и результатов функционирования производственного комплекса. Удельный расход полимера требует постоянного контроля и коррекции, так как может приводить к загрязнению водоема, принимающего стоки, превышающие ПДК.



**Рисунок 1 – Структура нейронной сети
для графического решения описанной оптимизационной задачи**

На рис. 2 показана оригинальная схема дальнейшего использования нейронной сети в соответствии со структурой на рис. 1. Это использование предполагает графическую оптимизацию условий, при которых определяются значения управляющих параметров, обеспечивающих заданные требования к качеству продукции при минимальном загрязнении проточного водоема.

Условия минимального загрязнения водоема

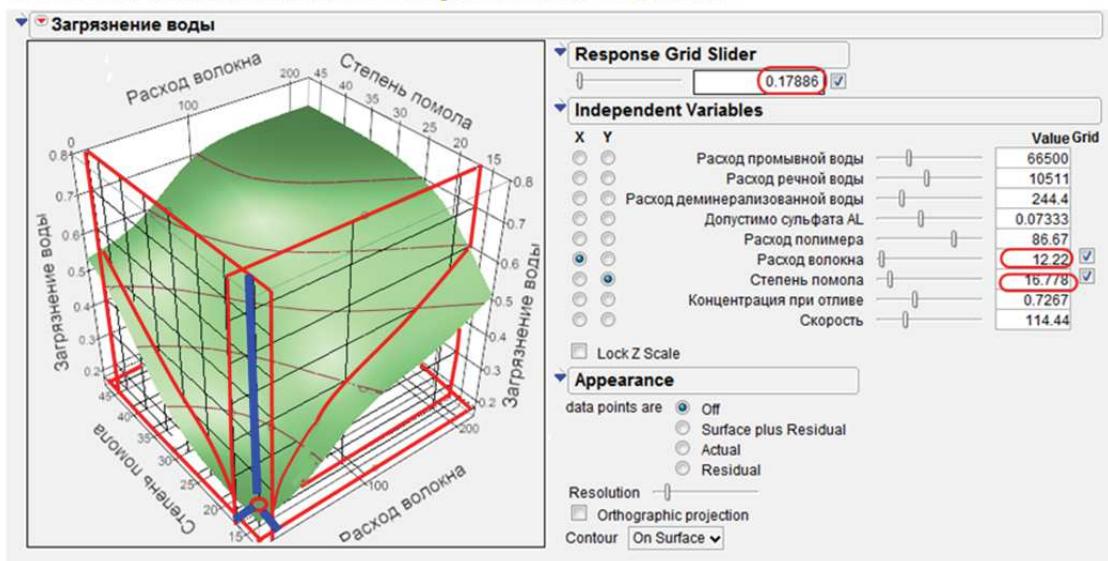
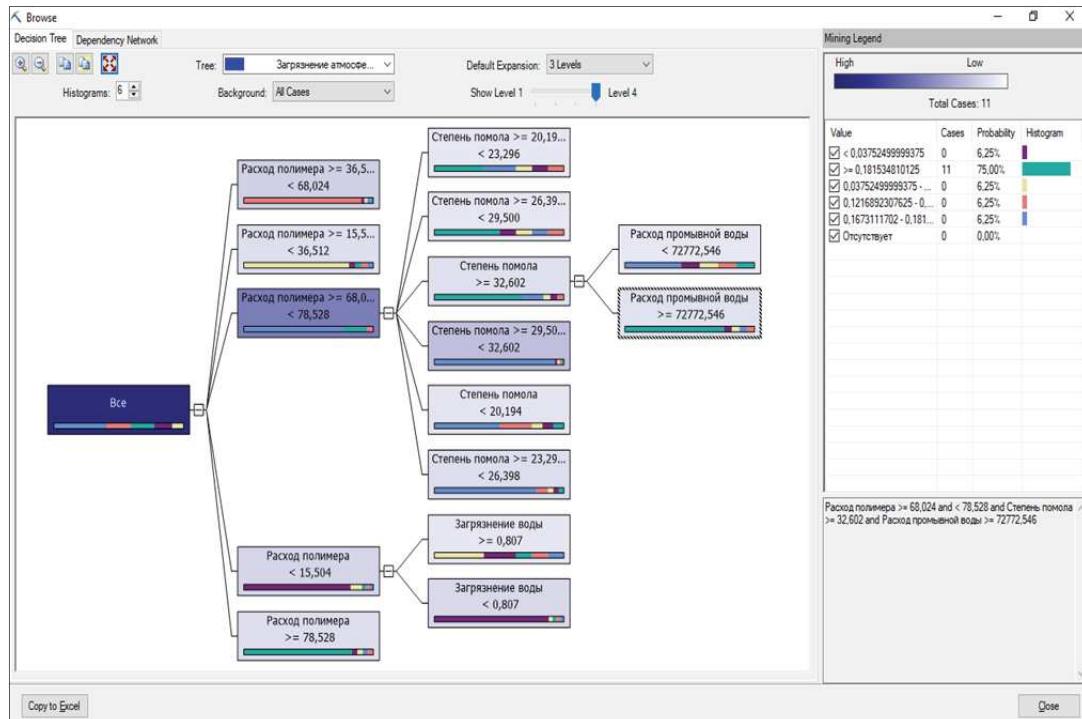


Рисунок 2 – Результат графического определения
условий минимального загрязнения водоема

Указанный анализ на основе нейросетевой технологии выполнялся с помощью программного средства JMP SAS v.8. Для исследования плохо структурированных систем, о которых говорилось выше, также использовалась надстройка интеллектуального анализа системы MS SQLServer, позволяющая «управлять работой предприятия» с помощью деревьев решений. Анализу подвергаются данные, накопленные за длительное время работы приложения VirtulComplex. Большие объемы информации поступают от эмуляторов регистрирующих и регулирующих приборов, отчетных данных о работе комплекса в режиме оперативной оптимизации в различных климатических условиях, ценовой ситуации на рынке, при текущих значениях регламентированных параметров по возмещению ущерба, нанесенного окружающей среде.

Разработана оригинальная методика определения рациональной адаптации к окружению за счет использования метода деревьев решений (пример диалогового окна показан на рис. 3). Путем отсечения ветвей с понижающимися значениями изучаемого свойства определяется последовательность обегания узлов дерева до терминалной вершины (листа),

которая представляет собой рациональный технологический режим для адаптации работы промышленного предприятия к текущим погодным и рыночным условиям, обеспечивающий заданное минимальное загрязнение окружающей среды.



**Рисунок 3 – Дерево решений для определения
рационального технологического режима функционирования
производственного комплекса в условиях весеннего паводка**

Кроме описанных методов для интеллектуального анализа плохо структурированных систем в учебном процессе БГТУ применяются также методы кластерного и факторного анализа, которые позволяют более полно оценить функционирование объектов промышленной экологии.

Литература

1. Колесников, В.Л. Математические основы компьютерного моделирования химико-технологических систем/ В.Л. Колесников. – Минск: БГТУ, 2003. – 312 с.
2. Колесников, В.Л. Компьютерное моделирование и оптимизация химико-технологических систем/ В.Л. Колесников, И.М. Жарский, П.П. Урбанович. – Минск: БГТУ, 2004. – 532 с.
3. Kolesnikov, V. The concept of dynamic modeling and optimization of fibrous waste disposal processes / Vitaly Kolesnikov, Pavel Urbanovich, Andrei Brakovich // 9th International Conference ‘New Electrical and

“Electronic Technologies and their Industrial Implementation” – NEET’2015, Zakopane, Poland, June 23–26, 2015. – P. 48.

4. Kolesnikov, V. Modeling and software implementation of fibrous waste disposal processes / V. Kolesnikov, P. Urbanovich, A. Brakovich // Przegląd Elektrotechniczny. – 2016. – № 8. – P. 33–35

5. Brakovich, A. I. A comprehensive assessment of product quality in the relation to anthropogenic impacts on the environment / A.I. Brakovich, V.L. Kolesnikov, P.P. Urbanovich // 7th International Conference “New Electrical and Electronic Technologies and their Industrial Implementation” – NEET’2011, Zakopane, Poland, June 28 – July 1, 2011. – P. 148.

6. Бракович, А. И. Компьютерное обучающее интерактивное программное средство «Комплексная оценка качества выпускаемой предприятием продукции во взаимосвязи с его антропогенным воздействием на окружающую среду» / А. И. Бракович, В. Л. Колесников, П. П. Урбанович // Сахаровские чтения 2012 года: тезисы 12-й междунар. науч. конф., 17–18 мая 2012 г. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова. – 2012. – С. 277–278.