

**В. С. Смородин, В. А. Прохоренко, А. В. Сахар**  
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

## **АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ СИСТЕМАМИ**

В рассматриваемой задаче адаптивного управления математическая модель нейрорегулятора получает информацию о текущем состоянии технологической системы, данные о внешних и случайных управляющих воздействиях на объект управления, обработка которых формирует обратные связи по управлению, обеспечивающие удержание параметров функционирования технологического цикла в заданных диапазонах изменений, в режиме реального времени [1,2].

Для достижения поставленной цели были решены задачи, связанные с применением нейросетевых технологий при построении архитектуры и математической модели нейрорегулятора. При этом математическая модель нейрорегулятора разработана на основе физического прототипа, а построение обратных связей по управлению в режиме реального времени (адаптивного управления) основано на процедуре обучения рекуррентной нейронной сети, построенной с использованием LSTM-блоков.

Выбор предложенного в работе метода адаптации к внешним управляющим воздействиям и случайным возмущениям по управлению на основе LSTM-модулей удовлетворяет требованиям к быстрдействию процесса адаптации и требованиям к качеству процессов управления для случаев, когда актуальная информация о природе случайных возмущений управления отсутствует.

С учетом полученных результатов установлено, что рекуррентные сети с LSTM-модулями могут успешно применяться в качестве аппроксиматора Q-функции агента для решения поставленной задачи в условиях, когда наблюдаемая область состояний системы имеет сложную структуру.

Программная составляющая для реализации экспериментов и обратных связей по управлению, построению моделей нейронных сетей реализованы на языке программирования Python с использованием библиотеки TensorFlow на основе динамической имитации технологического цикла производства и многоуровневых математических моделей нейрорегуляторов.

Материалы XXIII Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 23–25 марта 2020 г.

---

### **Литература**

1 Смородин, В.С. Разработка имитационных моделей сложных технических систем : монография / И. В. Максимей, В. С. Смородин, О. М. Демиденко. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2014. – 298 с.

2 Смородин, В.С. Проблемы теории и практики моделирования сложных систем. / И. В. Максимей, О. М. Демиденко, В. С. Смородин. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – 263 с.