

**Гируцкий И.И.¹, д.т.н., доцент, Сеньков А.Г.², к.т.н., доцент,
Загинайлов В.И.³, д.т.н., профессор**

**¹УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь,**

**²ГП «Центр радиотехники Национальной академии наук
Беларуси», Минск, Республика Беларусь,**

³РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, РФ

ЭТАПЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Разработка и внедрение автоматики в управление производственным оборудованием насчитывает более сотни лет. Регуляторы Ползунова и Уатта появились в 18-м веке в период 1-й промышленной революции и обеспечивали безопасную эксплуатацию паровых машин. Но долгие годы автоматика базировалась на механике, гидро- и пневмоэлементах. Внедрение электрической базы связано с использованием электромеханических реле, затем транзисторов и логических микросхем.

Первый электромеханический компьютер – машина Тьюринга, появилась в начале Второй Мировой войны и сыграла выдающуюся роль в дешифрации немецких военных сообщений. По мнению Норберта Винера, такие машины «должны состоять из электронных ламп, а не из зубчатых передач или электромеханических реле. Это необходимо, чтобы обеспечить достаточно быстрое действие». Кроме того, в них «должна использоваться более экономичная двоичная, а не десятичная система счисления». Машину, полагал Норберт Винер, нужно наделить определенной самостоятельностью для корректировки своих действий и самообучения, она должна стать «думающей» [1-3]. И первая вычислительная машина, на базе электронных ламп, появилась в США в конце 1945 г.

А началом автоматизации технологических процессов с помощью вычислительной техникой можно считать появление в 1969 году, по заказу американской фирмы GM, программируемого логического контроллера (ПЛК). Первый ПЛК был разработан на обычных микросхемах транзисторно-транзисторной логики. Но благодаря своей универсальности и возможности изменения алгоритма управления путем перепрограммирования без необходимости перемонтажа стал эффективной альтернативой релейно-контактным схемам. Но только

изобретение в 1971 г. микропроцессора, вследствие, прежде всего, своей низкой стоимости, привело к массовому внедрению компьютерной техники во все области человеческой деятельности, включая автоматизацию технологических процессов и производств [4].

Сельское хозяйство, представляющее собой сложный биотехнический объект управления, предъявляет к системам управления ряд высоких требований, таких как надежность, многофункциональность, возможность построения распределенных систем управления, низкая стоимость и другие, которым и соответствуют микропроцессорные программируемые контроллеры.

Первым массовым внедрением ПЛК в сельское хозяйство Беларуси можно считать разработку автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) кормления свиней [5]. В качестве устройства управления был использован микропроцессорный контроллер КМС-1, производства НПО «Гранат». Несмотря на свои скромные, по современным меркам, свои характеристики, такие как 4 КБ для размещения управляющей технологической программы, по 16 дискретных входов и выходов, ПЛК позволил создать высокоэффективную АСУ ТП, внедренную на ряде свинокомплексов РБ. Было обеспечено распределенное дозирование по групповым кормушкам, осуществлен переход от циклического к точному дозированию и элементы диагностики оборудования, что обеспечило многолетнюю эксплуатацию [6].

А последние поколения АСУ ТП кормления свиней, разработанные на базе компьютеризированных контроллеров и тензочувствительных датчиков, позволили перейти к круглосуточной раздаче кормов, без участия человека, и коренным способом обеспечили снижение металло- и энергоемкости технологического оборудования [7, 8].

Одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности управления сельскохозяйственным производством является использование оптико-электронных методов бесконтактного мониторинга биотехнических объектов сельскохозяйственного производства. Так использование информационных систем на базе геоинформационных технологий позволяют решать следующие задачи [9, 10]:

- информационная поддержка принятия решений;
- планирование агротехнических операций;
- мониторинг агротехнических операций и состояния посевов;

прогнозирование урожайности культур и оценка потерь;
планирование, мониторинг и анализ использования техники.

Для обеспечения руководителей комплексом необходимой для принятия управленческих решений информации на платформе ГИС создается база данных, содержащая цифровую модель местности, на которой осуществляются агротехнические операции; сведения о дистанционном зондировании; информацию о свойствах и характеристиках почв и т.д.

В животноводстве развиваются системы оптической идентификации коров [11]. Перспективным направлением является получение и анализ термографических снимков животных с целью диагностики их состояния [12, 13].

Данная проблема может включать в себя задачи глубокого обучения для объектной и пиксельной сегментации получаемых изображений животных (термографических, цветовых) и выделения на них требуемых областей (англ. ROI – region of interest); задачи классификации образов, например, при выявлении заболевания субклиническим маститом коров по термографическим изображениям вымени; задачи аппроксимации функций при определении степени упитанности и экспресс-оценки массы животных по изображениям; задачи оптимизации при расчете оптимальных по питательности рационов кормления животных. Инструментом численного решения указанных задач могут быть искусственные нейронные сети (ИНС), широко используемые в настоящее время в многих других областях (безопасность, идентификация пользователей, обработка медицинских изображений, выработка различного рода прогнозов и т.д.). Разработка и подготовка к работе искусственной нейронной сети включает в себя следующие шаги: подготовка и разметка исходных изображений, выбор наиболее подходящей архитектуры ИНС, обучение ИНС, использование ИНС. Среди множества доступных программных инструментов реализации данных шагов можно выделить среду Matlab, позволяющую выполнять все указанные действия и имеющую интуитивно понятный интерфейс и подробную справочную документацию. Так, разметка изображений для последующего обучения ИНС может выполняться, в частности, с использованием программного интерфейса Image Labeller среды Matlab (см. рисунок).

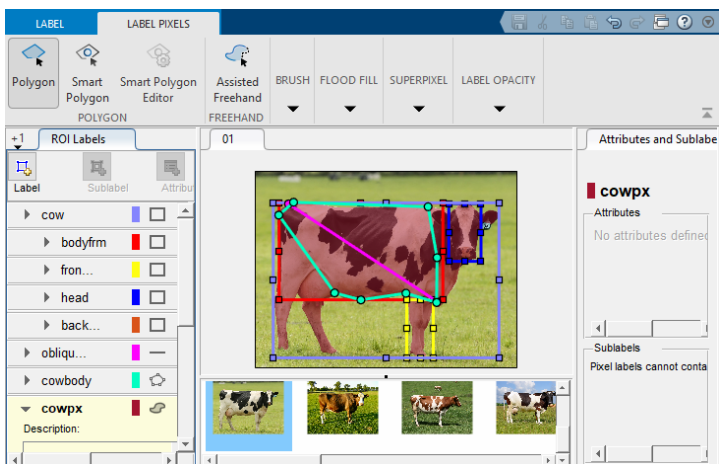


Рисунок – Использование программного модуля Matlab для разметки изображений при обучении искусственной нейронной сети

Для разработки архитектуры (графа слоев) и обучения ИНС предназначен программный интерфейс Matlab Deep Network Designer, позволяющий использовать как готовые, так и оригинальные пользовательские архитектуры ИНС.

Темпы перемен зависят от качества подготовки будущих специалистов. В БГАТУ создана программно-техническая база для инновационной подготовки активных специалистов в области построения современных систем управления производством.

Список использованных источников

1. Rosenbluelh A., Wiener N., Bigelow J. Behavior, Purpose and Teleology //Philosophy of Science. Baltimore, 1943, vol. 10, No 1.
2. Wiener N. Cybernetics: Or control and communication in the animal and the machine. Paris: Hermann & Cie & Camb. Mass.: MIT Press. 1948.
3. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. М.: Советское радио. 1958.
4. Гируцкий, И.И. Микропроцессорная техника систем автоматизации/ И.И. Гируцкий, А.Г. Сеньков.// Минск, БГАТУ, 2022. – 222 с.
5. Протокол №36-92 государственных приемочных испытаний опытного образца автоматизированной системы управления техно-

логическим процессом кормления свиней// Белорусская государственная сельскохозяйственная машиноиспытательная станция. 1992. – 33 с.

6. Гируцкий И.И. Точное управление откормом свиней, [электр] /И.И. Гируцкий// Труды 6-ой Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», ИПУ РАН, Москва, 2007. – С. 508–525.

7. Гируцкий, И.И. Энергосберегающий потенциал интеллектуальной раздачи жидких кормов на свиноводческих комплексах /И.И. Гируцкий, А.Г. Сеньков. // Mechanization in agriculture/ Year LX1, ISSN 08'61-9638, issue 10/2015, Bulgaria.-p. 12–14.

8. Автоматизированная система для откорма свиней. /И.И. Гируцкий, А.А. Жур, С.В. Крылов, В.Ф. Марышев // Патент на полезную модель РБ №7909. Заявл. 15.06.2011; опубл. 28.02.2012.

9. <https://integral-russia.ru/2020/07/30/tsifrovaya-platforma-razvitiya-agropromyshlennogo-kompleksa-kontsepsiya-i-osnovnye-tezisy/> Обзор цифровых технологий для агропромышленного комплекса: от ГИС до интернета вещей.

10. Робот над полем. [Текст] / И. Дашковский, И. Шивков // Агротехника и технологии: ООО "Москоутаймс". – 2017. – N 6. – С. 32–35. : цв. ил.

11. Загинайлов, В.И. Электрооптическая система идентификации животных [Текст] / В.И. Загинайлов, Н.А. Федотов, А.В. Рой // Сельский механизатор. – 2007. – № 2. – С. 32–33.

12. Ivan I. Hirutski, Yuri A. Rakevich, Andrey G. Senkov Selection of the information parameter for the thermography method of diagnostics of dairy cows mastitis. //IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS AGRICULTURAL MACHINERY, Year V Volume 1/8, 23.06 – 26.06.2021, VARNA, BULGARIA, pp. 48–53.

13. Кирсанов В.В., Павкин Д.Ю., Довлатов И.М., Юрочка С.С., Хакимов А.Р. Определение методом инфракрасной термографии заболеваний вымени коров маститом и их влияния на продуктивность // Агроинженерия. 2022. Т. 24. № 4. С. 4–9.