

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДОЕНИЯ КОРОВ

**Машлякевич А.А., аспирант; Матвейкин М.Ю., аспирант**

*(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Высшего профессионального образования «Азово-Черноморская Государственная Агроинженерная Академия», г. Зерноград, Россия)*

На современном этапе развития науки и техники автоматизация технологических процессов значительно влияет на развитие производства. Не является исключением и молочное производство. Мировыми лидерами по производству автоматизированных доильных установок являются высокотехнологичные фирмы DeLaval (Швеция), Westfalia Serge (Германия), FullWord, BouMatic (Великобритания), SAC (Дания), Lely. Российскими производителями автоматизированных доильных систем доения являются Кургансельмаш и Челно-Вершинский машзавод, продукция которых в значительной степени отстаёт от западных образцов.

Однако существующие доильные установки имеют на данный момент следующие недостатки: не обеспечивают молоковыведение адекватное молокоотдаче животного, что снижает экономическую эффективность производства молока; из-за неравномерного развития вымени по его долям (до 80 % коров), одни доли вымени не додаивают (раннее отключение доильных стаканов приводит к снижению молокообразования и преждевременному запуску коров), на других долях вымени доильные стаканы передерживают (до 23 % коров заболевают ежегодно маститами машинного происхождения, что приводит к снижению удоев в текущем и последующих циклах лактации, сокращается продуктивный срок службы коров до 2,5 – 3,5 лет), установки зарубежных производителей имеют высокую стоимость.

В связи со сказанным следует считать перспективным направлением развития автоматизированного доильного оборудования – создание и внедрение отечественных адаптивных технологий и устройств для доения коров, которые в процессе доения способны обеспечить молоковыведение, адекватное молокоотдаче по каждой доле вымени.

Основой, на которой можно создать адаптивный алгоритм управления процессом доения и, следовательно, автоматизированную адаптивную систему доения коров, является математическая модель процесса [1]. В упрощенном виде система адаптивного управления доением доения выглядит так, как показано на рис. 1.

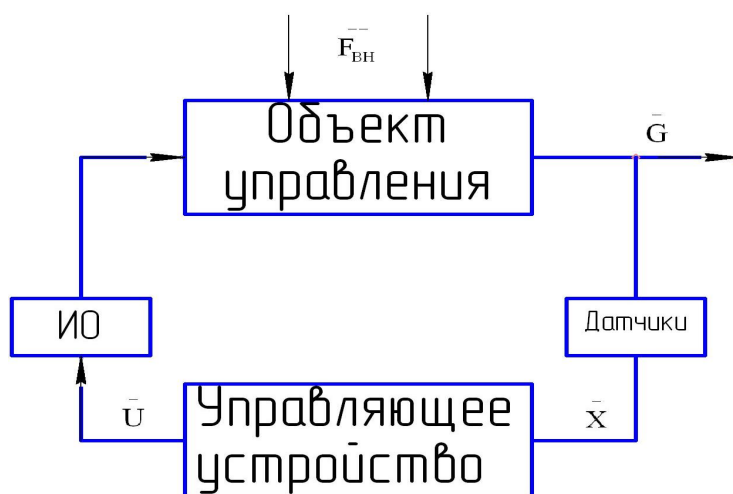


Рисунок 1 – Общая схема взаимодействия объекта управления (ОУ) и устройства управления (УУ)

Система не изолирована и подвергается воздействиям ( $F_{вн}$ ) со стороны внешней среды. Управление объектом осуществляется с помощью микропроцессорного устройства, получающего информацию о молоковыведении посредством оптических датчиков. Объект управления (ОУ) – весьма сложная структура, состоящая из детерминированной (доильный аппарат) и вероятностной (животное) составляющих, то есть, имеем биотехнический объект управления.

Детерминированная составляющая представлена в виде совокупности 4 доильных стаканов, регуляторов и пульсатора, который оказывает пульсирующее воздействие на сосок вымени посредством изменения вакуума в подсосковой камере доильного стакана. Вероятностная часть ОУ состоит из 4 долей вымени, на которые в процессе доения наряду с внешними воздействиями со стороны детерминированной части системы влияет ЦНС коровы (рис. 2).

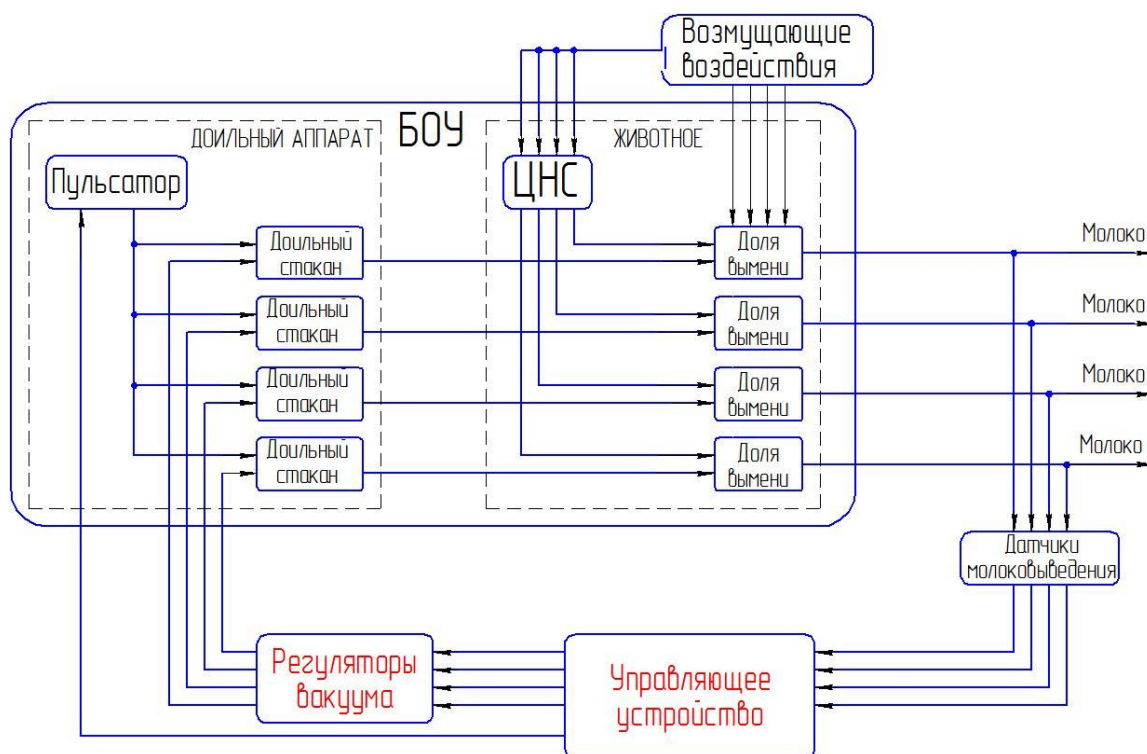


Рисунок 2 – Функциональная схема объекта управления

Чтобы построить соответствующую данной функциональной схеме модель, нужно математически описать процессы, протекающие в ней, учитывая особенности каждого блока, входящего в схему. Описание лучше всего производить посредством передаточных функций, достаточно точно описывающих этапы взаимодействия частей схемы. На основании полученного математического описания методом функциональной и структурной идентификации – путем установления количественных соотношений, определяющих взаимосвязь между наблюдаемыми на входе и выходе системы переменными и определения структуры модели, предполагается разработать алгоритм управления и устройство управления для его реализации.

В результате исследований получена математическая модель объекта управления одной доли вымени [2], и ее компьютерная модель, составленная в среде МВТУ (рис. 3). На рисунке 4 приведена одна из кривых молоковыведения, полученная путем моделирования. Коэффициенты модели получены путем идентификации объекта по реальным кривым молоковыведения.

1. Процессы, происходящие в доильном аппарате

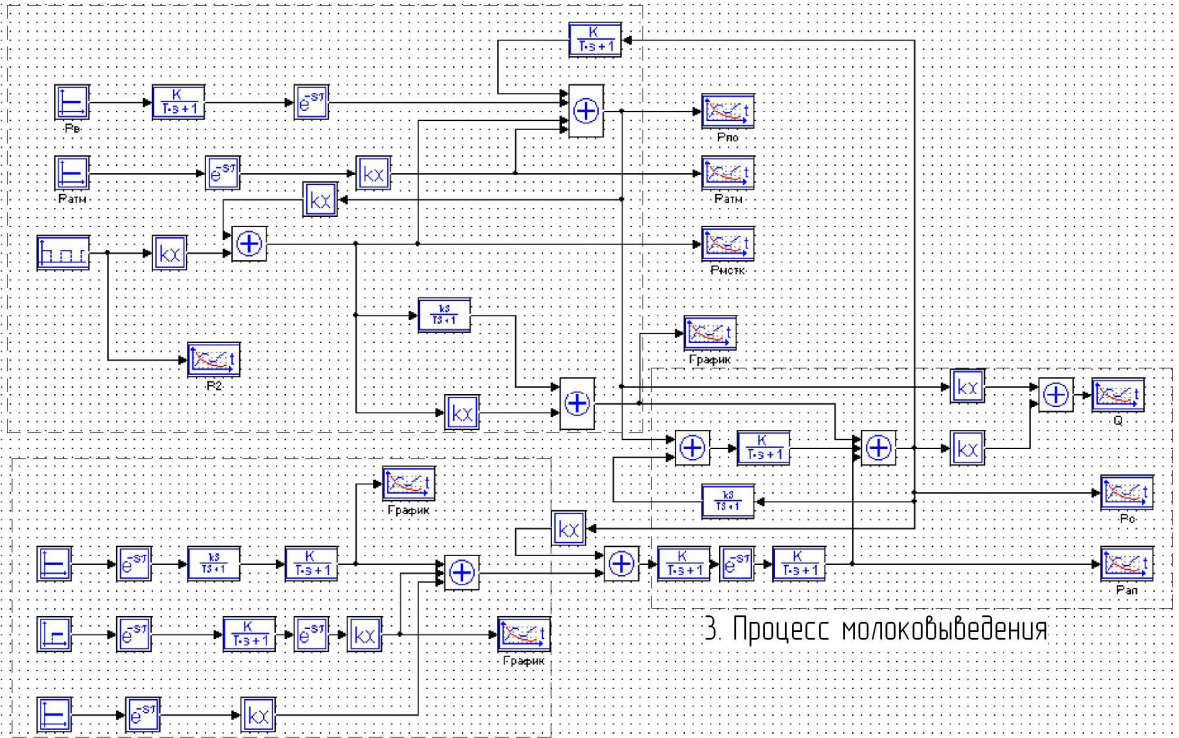


Рисунок 3 – Модель БОУ, составленная в среде МВТУ 3.7

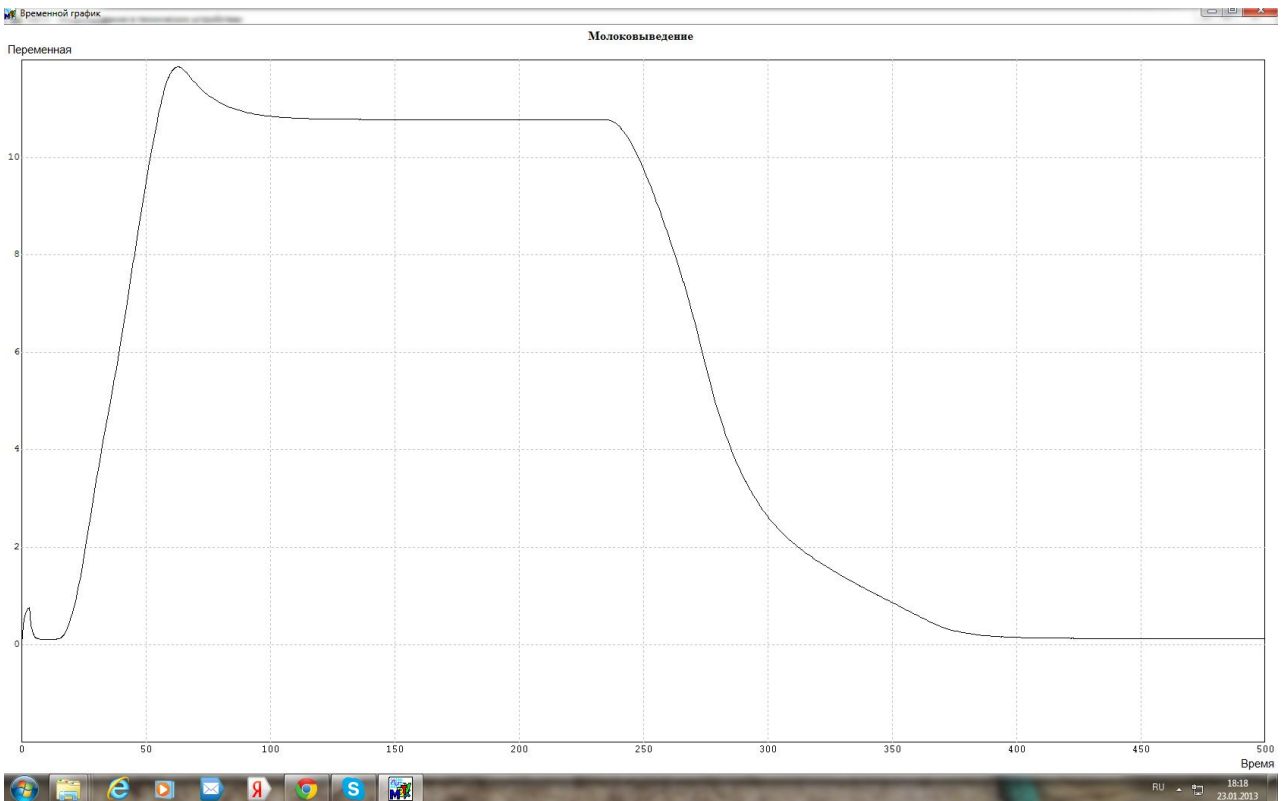


Рисунок 4 – График зависимости молоковыведения от времени

На основании данных моделирования разработан адаптивный алгоритм управления процессом доения

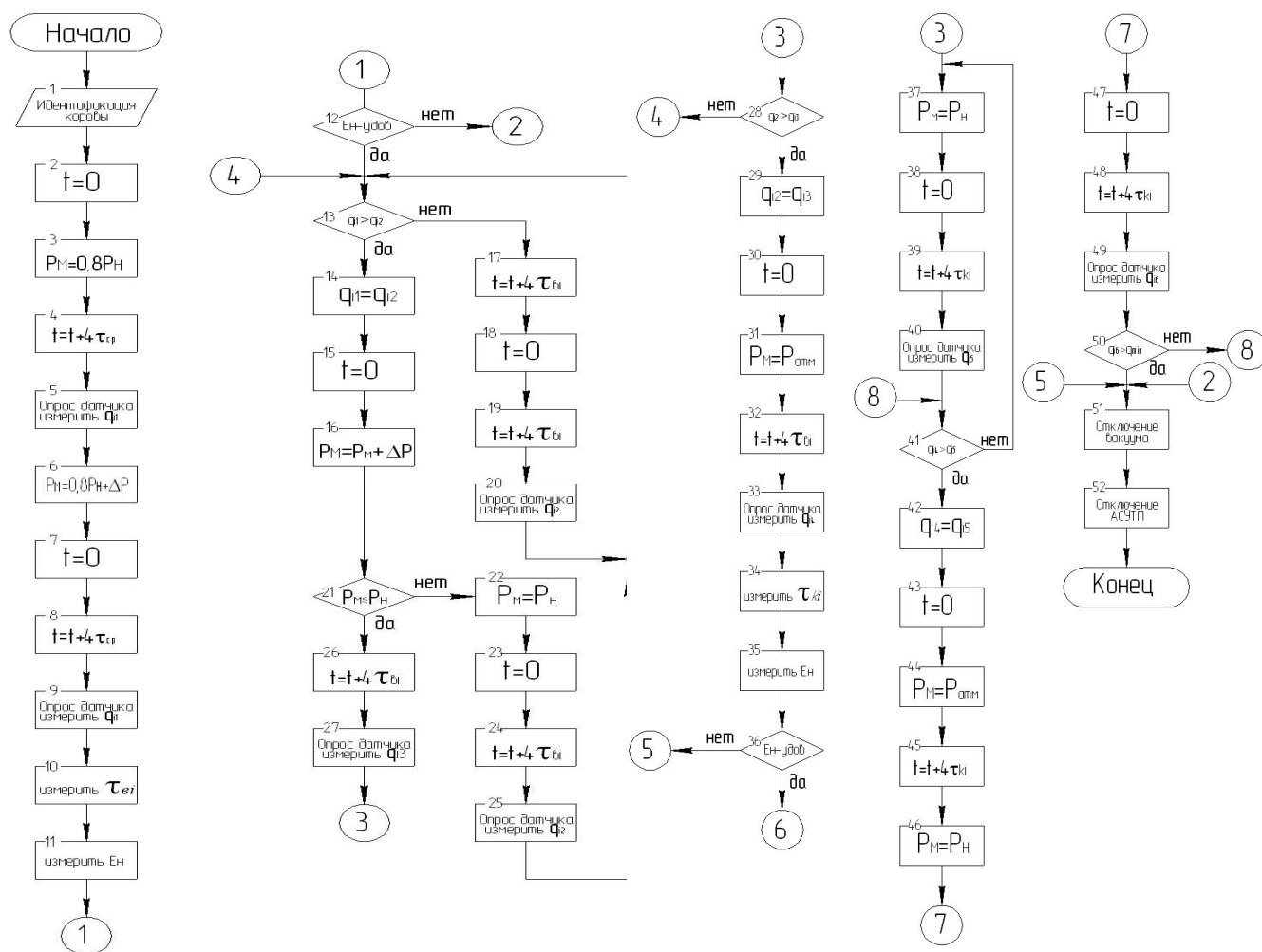


Рисунок 5 – Адаптивный алгоритм управления процессом доения коров

Для реализации полученного алгоритма сформулированы требования к техническим средствам разрабатываемой системы адаптивного управления доением:

1. Датчики интенсивности молоковыведения, не должны содержать подвижных элементов, дабы избежать накопления молочного камня и упростить промывку оборудования..

2. Управляющая вычислительная машина (УВМ) должна быть оснащена современной элементной базой, обеспечивать контроль технологического процесса в реальном времени, позволяющий обнаруживать место неисправности с точностью до съёмной конструктивной единицы, поддерживать открытую модульную архитектуру, обеспечить возможность отображения технологического процесса на дисплее. В качестве УВМ предлагается использовать микроконтроллер на базе ATMEL MEGA.

3. Регулятор-коллектор должен обеспечить регулирование уровня давления в доильном стакане в диапазоне от 1,2 номинального разрежения в доильном стакане до уровня атмосферного давления.

На основании вышеизложенных требований было разработано и запатентовано устройство управления автоматизированного доильного аппарата (патент RU 126 564 U1), функциональная схема которого приведена ниже [3].

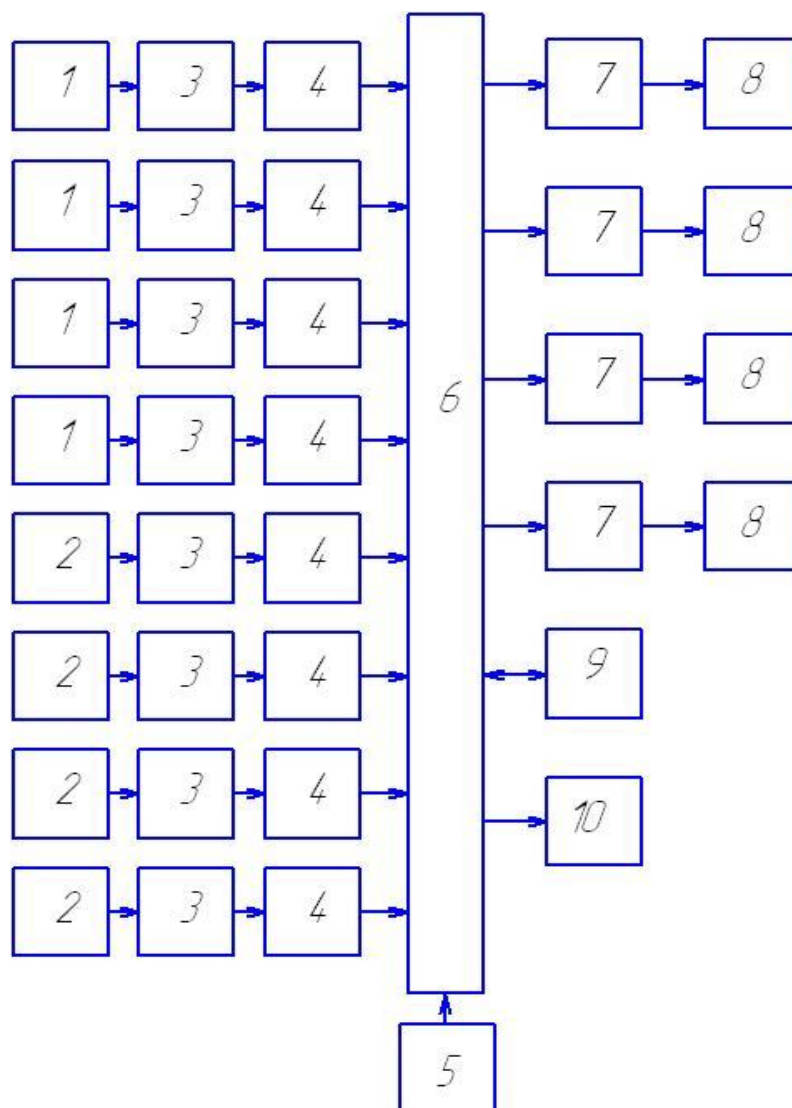


Рисунок 6 – Устройство управления автоматизированного доильного аппарата:

1 – датчик интенсивности молочного потока; 2 – кондуктометрический датчик; 3 – фильтр; 4 – усилитель; 5 – клавиатура; 6 – микроконтроллер; 7 – блок оптической развязки; 8 – электромагнитный регулятор вакуума; 9 – порт вывода; 10 – жидкокристаллический дисплей

#### Перечень ссылок

1. Винников И.К. Технологии, системы и установки для комплексной механизации и автоматизации доения коров / И. К. Винников, О. Б. Забродина, Л.П. Кормановский: Под ред. Л.П. Кормановского. – зерноград, 2001. – 354 с.

2. Забродина, О.Б. Моделирование средствами МВТУ биологической части объекта управления автоматизированной адаптивной системы доения коров/ О.Б. Забродина, А.А. Машлякевич, М.Ю. Матвейкин // Новые технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона: сборник научных трудов по материалам VII Всерос. научно-практ. конференции. – Ставрополь: Параграф, 2012. С.20-25.

3. Патент №126565 U1, МПК А 01 J 5/14. Устройство управления автоматизированного доильного аппарата / А.А. Машлякевич, М.Ю. Матвейкин, О.Б. Забродина, И.Н. Максаев (РФ) – №2012149482/13; заявл. 20.11.2012; опубликовано 10.04.2013, БЮЛ. №10