

Ключові слова: обладнання для охолодження молока, первинна обробка молока, енергозбереження, автоматизація, природний холод, холодоносії, екосол

AUTOMATION FUNCTIONAL SCHEME AND ELECTRICAL SYSTEM STRUCTURE FOR MILK COOLING ON FARMS USING FREE COOLING AND LOW FREEZING POINT REFRIGERANTS

A. Korshunov, V. Ivanov

Annotation. *In the article relevance of a question of milk cooling automation in systems using free cooling and low freezing point refrigerants is given.*

Description of electrical system structure for milk cooling on farms using free cooling and low freezing point refrigerants and automation functional scheme are given.

The developed technological decisions allow to introduce these one in equipment system for milk cooling on farms that increases the automation level of primary milk processing lines and reliability and considerably reduces electricity consumption.

Key words: *equipment for milk cooling, primary milk processing, energy-saving, automation, free cooling, low freezing points refrigerants, ecosol*

УДК 621.3:636.5

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ КОМФОРТОМ И ОБОГРЕВОМ ПТИЧНИКА ПО ЭКОНОМИЧЕСКОМУ КРИТЕРИЮ

**А. В. Дубровин, доктор технических наук
ФГБНУ «Всероссийский институт электрификации
сельского хозяйства», г. Москва, Россия
e-mail: dubrovin1953@mail.ru**

Аннотация. *Предложены основы метода управления тепловым комфортом поголовья птицы в помещении и обогревом птичника по экономическому критерию. Условия теплового комфорта птицы измеряются посредством датчика ощущаемой температуры. Расчёт экономических характеристик процесса обогрева птичника производится в зависимости от сигналов датчиков внутренних и наружных тепловых условий.*

Ключевые слова: *автоматизация технологических процессов, экономически оптимальное управление, технико-экономический параметр*

© А. В. Дубровин, 2016

Для осуществления экономически оптимального управления обогревательной технологией в птицеводстве нужны датчики температуры. При управлении общим обогревом помещения птичника достаточно иметь тривиальный датчик температуры внутреннего воздуха. При локальном обогреве инфракрасными облучателями цыплят надо иметь ещё и, как минимум, датчик облучённости, или датчик лучистого теплового потока. При их наличии всё равно необходимы математические модели, учитывающие вклад тепловых излучений в суммарный расчетный теплообмен птицы. Такие математические модели должны учитывать по возможности больше влияющих факторов среды, следовательно, быть либо чрезмерно сложными, либо оставаться недостаточно адекватными теплообмену живого организма.

Известен способ автоматического управления температурным режимом в теплице [1]. Для повышения эффективности весь период выращивания растений делится на равные промежутки времени и для каждого вычисляется оптимальная из условия равенства нулю производной от экономического критерия температура внутреннего воздуха теплицы. Этот критерий эффективности (признак результативности) есть принятая авторами частичная прибыль, равная разности стоимости продукции в ценах реализации и стоимости затрат на обогрев теплицы, причём почему-то без учёта температуры наружного воздуха, что чревато большими ошибками при расчёте теплообмена здания птичника-моноблока. В соответствии со значением этой экономически оптимальной температуры, автоматически устанавливается задание регулятора температуры внутреннего воздуха. Будущее сельскохозяйственной энергетики, электрификации, автоматизации и информатизации остается за экономически оптимально управляемым электрифицированным локальным и общим обогревом, процессами хозяйственно наилучшего управления кормлением, микроклиматом, и многими другими технологиями сельского хозяйства.

Цель исследований – управление экономически оптимальным обогревом птичника, в т. ч. с учетом вредного газа аммиака в воздушной среде помещения. Задачей являются непрерывные в реальном времени автоматизированный поиск положения экономического баланса между стоимостью эксплуатационных энергетических затрат на обогрев сельскохозяйственных животных или птицы и расчётной стоимостью продукции в ценах её реализации, достижение экономически оптимального и энергетически рационального режима обогрева животноводческого или птицеводческого помещения и сельскохозяйственных животных или птиц. Также задачей является получение наивысшего значения экономического критерия прироста прибыли при автоматизированном управлении обогревом. В результате устанавливается такое значение ощущаемой животным или птицей температуры помещения, при котором обеспечивается наивысший на данный момент времени прирост прибыли при обогреве животных или птицы и производственного помещения (рис. 1): 1 – теплозащитные

ограждающие конструкции помещения (здания) птичника; 2 – утепленный пол (древесностружечная подстилка) птичника; 3 – приточная вентиляция; 4 – вытяжная вентиляция; 5 – поголовье птицы; 6 – обогреватели; 7 – энергетическая магистраль; 8 – регулятор температуры; 9 – датчик температуры внутреннего воздуха птичника; 10 – датчик относительной влажности внутреннего воздуха птичника; 11 – датчик ощущаемой температуры помещения в зоне обитания животных или птицы; 12 – датчик концентрации аммиака.

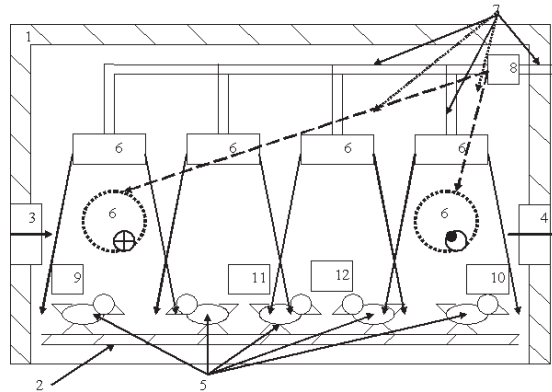


Рис. 1. Общая схема технологии лучистого обогрева цыплят и птичника (пояснения в тексте)

Материалы и методика исследований. От качества (точности) и количества (мощности) локального обогрева в птичнике существенно зависят технико-экономические показатели всей птицефабрики, связанные с сохранностью и темпами развития молодняка. Используются общеизвестные количественные отношения (математические модели) между энергетическими характеристиками внутренней и внешней среды (температурами внутреннего и наружного воздуха), потребляемыми мощностью и энергией для нагрева помещения, стоимостями биологической продукции птицеводства и израсходованной энергией.

На рис. 2 дана иллюстрация взаимного действия физических и экономических характеристик процесса управления обогревом: $T_{вн}$ – температура внутреннего воздуха в птичнике, °С; $T_{нар}$ – температура наружного воздуха, °С; Pr – продуктивность птицы, кг/ед. времени; C_p – стоимость произведённой продукции птицеводства в ценах её реализации, руб/ед. времени; $P_{обогр}$ – мощность обогрева помещения, кВт; $Z_{эн}$ – затраты энергии на обогрев птичника, кВт×ч; C – стоимость затрат энергии на обогрев птичника, руб/ед. времени; $\Pi = C_p - C$ – расчётная прибыль с учётом стоимости затрат только энергии на обогрев теплицы, руб./ед. времени; $T_{вн}^{техн\ опт}$ – технологически наилучшая (оптимальная) температура внутреннего воздуха в помещении (температурный режим наивысшей продуктивности птицы), °С; $T_{вн}^{экон\ опт} | T_{нар1}$ – экономически (хозяйственно) наилучшая (оптимальная) температура внутреннего воздуха в птичнике (температурный режим наивысшей прибыли от выращивания поголовья) при более низкой

температуре наружного воздуха $T_{нар1}$, °С; $T_{вн}^{ЭКОН} |_{опт2} | T_{нар2}$ – экономически (хозяйственно) наилучшая (оптимальная) температура внутреннего воздуха в теплице (температурный режим наивысшей прибыли от выращивания птицы) при менее низкой (при более высокой) температуре наружного воздуха $T_{нар2}$, °С; $T_{нар1} < T_{нар2}$, °С.

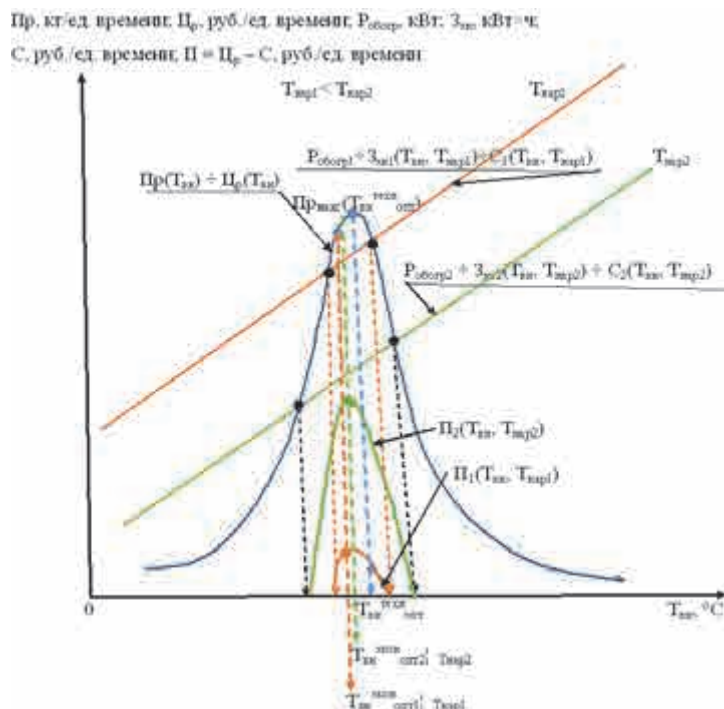


Рис. 2. Вид взаимосвязи физических и хозяйственных характеристик процесса обогрева птицеводческого помещения (пояснения в тексте)

На рис. 3 приведена общая схема устройства: 1 – датчик ощущаемой температуры помещения [2]; 2 – датчик температуры наружного воздуха; 3 – датчик температуры внутреннего воздуха помещения; 4 – датчик относительной влажности наружного воздуха; 5 – датчик относительной влажности внутреннего воздуха; 6 – вычислительный блок; 7 – блок управления; 8 – регулятор температуры; 9 – обогреватели (электрические, газовые и т. п.); 10 – датчик концентрации аммиака; 11 – блок задатчиков возраста поголовья, технологически допустимых наименьшего и наибольшего заданных значений ощущаемой температуры, времени опроса, сигнала сформированной величины ощущаемой температуры, констант; 12 – блок индикации стоимости потерь теплоты помещением с обогреваемыми животными или птицей $\Delta Q(tвизм)$ [3].

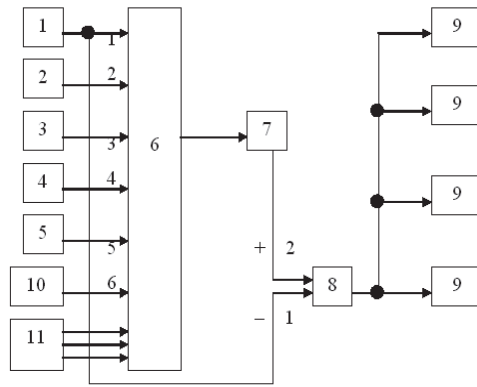


Рис. 3. Функциональная схема устройства управления обогревом (пояснения в тексте)

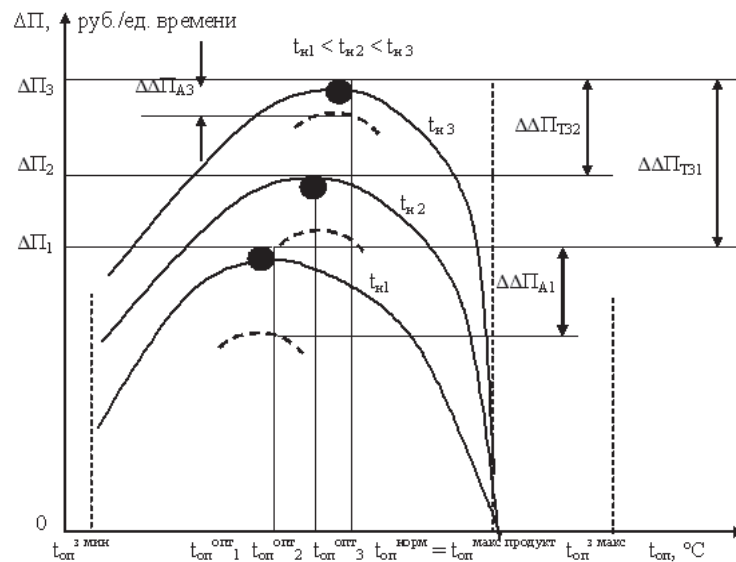


Рис. 4. Иллюстрация технико-экономической эффективности обогревательной технологии по критерию прироста прибыли в результате суммирования стоимостей затрат энергоносителя и прогнозируемых потерь продукции в искусственно формируемом диапазоне изменения теплового режима (пояснения в тексте)

На рис. 4 дана дополнительная иллюстрация оценки технико-экономической эффективности обогревательной технологии по критерию прироста прибыли в результате суммирования стоимостей затрат на энергоноситель и прогнозируемых потерь продукции (с отрицательным знаком) в искусственно формируемом диапазоне изменения теплового режима по величине ощущаемой температуры помещения: $\Delta П$ – прогнозируемый расчетный прирост прибыли в результате управления обогревом данной партии цыплят и данного птичника; $t_{оп}$ – ощущаемая температура помещения в зоне обитания поголовья в результате действия обогревателей; $t_{оп}^{опт}$ – экономически оптимальное значение $t_{оп}$ при

соответствующих наружных метеоусловиях, теплозащите помещения здания птичника и данной концентрации аммиака; $t_{оп}^{макс\ продукт}$ – биологически наилучшее значение для получения режима наивысшей продуктивности поголовья птицы данных породы, кросса и возраста; $\Delta\Delta\Pi_T$ – изменение величины наивысшего прироста прибыли при изменении температуры наружного воздуха t_n ; $\Delta\Delta\Pi_A$ – изменение величины наивысшего прироста прибыли при изменении (при увеличении) концентрации аммиака; $t_{оп}^3$ – искусственно сформированный сигнал величины ощущаемой температуры помещения в выбранном диапазоне между технологически допустимыми наименьшим $t_{оп}^{3\ мин}$ и наибольшим $t_{оп}^{3\ макс}$ её заданными значениями.

Результаты исследований. По результатам измерения и задания параметров климата, помещения, микроклимата, оборудования, поголовья вычислительный блок 6 формирует значение $\Delta\Pi(t_{оп}^3, t_{оп}^{норм})$ в диапазоне изменения $t_{оп}^3$ за цикл опроса $T_{опр}$ системой автоматизации рассматриваемой биотехнической системы. Вычислительный блок 6 по данным формирования искусственной величины $t_{оп}^3$ управляемого параметра теплоощущений поголовья $t_{оп}$ рассчитывает целевую функцию оптимизации $\Delta\Pi(t_{оп}^3, t_{оп}^{норм})$ в выбранном диапазоне ($t_{оп}^{3\ мин}, t_{оп}^{3\ макс}$). Блок управления 7 находит экстремальное (максимальное) её значение, то есть экономически оптимальное значение расчетного прироста прибыли $\Delta\Pi(t_{оп}^{3\ опт}, t_{оп}^{норм})$, и соответствующее ему значение аргумента функции $t_{оп}^{3\ опт}$ и подает его в качестве задающего сигнала на задающий вход регулятора температуры 8. Одновременно вычислительный блок 6 рассчитывает ежесуточные затраты на обогрев производственного помещения и со своего второго выхода подает соответствующий им сигнал на блок индикации 12 для информирования персонала и для дополнительного контроля издержек.

Выводы

Технология обогрева идет по экономически наилучшей траектории. Обеспечивается экономически наилучшее для обогревательной технологии и для предприятия в целом соотношение между получаемой продукцией птицеводства (например, бройлеров) и животноводства и расходуемым на обогрев поголовья энергоносителем любого вида [4].

Список литературы

1. А. с. № 1438657 СССР, МПК 4 А01G 9/26. Способ автоматического управления температурным режимом в теплице / Ф. Я. Изаков, С. А. Попова, Е. В. Стрельникова, Л. В. Гребенкина. – № 3738938/30-15 ; заявл. 20.01.1984 ; опубл. 23.11.1988, Бюл. № 43.
2. А.с. СССР № 1783567. Имитационная модель животного / Дубровин А. В., Слободской А. П., Ходов В. Н. – № 4903461/15 ; заявл. 18.01.91 ; опубл. 23.12.92, Бюл. № 47.
3. Патент № 2297761 РФ. Способ экономичного обогрева сельскохозяйственных животных или птицы и устройство для его

осуществления / Дубровин А. В., Краусп В. Р., Борисов В.В. – № 2005136406/12 ; заявл. 24.11.2005 ; опубл. 27.04.2007, Бюл. № 12.

4. Дубровин А. В. Основы автоматизированного управления технологическими процессами в птицеводстве по экономическому критерию. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : ФГБНУ ВИЭСХ, 2014. – 544 с.

АВТОМАТИЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ ТЕПЛОВИМ КОМФОРТОМ І ОБІГРІВАННЯМ ПТАШНИКА ЗА ЕКОНОМІЧНИМ КРИТЕРІЄМ

О. В. Дубровін

Анотація. *Запропоновано основи методу керування тепловим комфортом поголів'я птиці в приміщенні та обігріванням пташника за економічним критерієм. Умови теплового комфорту птиці вимірюються за допомогою датчика відчуття температури. Розрахунок економічних характеристик процесу обігрівання пташника проводиться залежно від сигналів датчиків внутрішніх і зовнішніх теплових умов.*

Ключові слова: *автоматизація технологічних процесів, економічно оптимальне керування, техніко-економічний параметр*

AUTOMATION OF MANAGEMENT BY THERMAL COMFORT AND HEATING OF POULTRY HOUSE ON ECONOMIC CRITERION

A. Dubrovin

Annotation. *Bases of management method are offered by the thermal comfort of population of bird in an apartment and heating of poultry house on an economic criterion. The terms of thermal comfort of bird are measured by means of sensor of the felt temperature. The calculation of economic descriptions of process of heating of poultry house is produced depending on the signals of sensors of internal and outward thermal terms.*

Key words: *automation of technological processes, economically optimal management, feasibility parameter*