

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИВЯЗНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖИВОТНЫХ

И. И. МАНИЛО,

доктор технических наук, заведующий кафедрой,

И. Н. МИКОЛАЙЧИК,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

В. П. ВОИНКОВ,

кандидат технических наук, доцент,

Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева

(641300, Курганская обл., Кетовский р-н, с. Лесниково, КГСХА)

Ключевые слова: животноводческие фермы, условия труда животноводов, привязное содержание животных, автоматическая привязь, продуктивность животных, эффективность автоматизированной системы управления привязным содержанием животных.

Привязное содержание животных в стойле предопределяет повышение производства молока и мяса. Надежная фиксация животного в стойле позволяет оптимизировать все технологические процессы и ветеринарные мероприятия, сопутствующие привязному содержанию животных. При этом стойла оборудуются автоматизированной привязью, которая позволяет сокращать затраты труда работников-животноводов и повышает их безопасность, а также обеспечивает свободный выход животных из помещений на активные моцион и при возникновении пожаров. В этой связи наиболее важной на животноводческих комплексах (фермах) остается проблема оптимальной организации привязи, в частности, ее автоматизация. Последняя может не только существенно облегчить труд животноводов, но и повысить общую безопасность фермы, включая пожарную. В данной статье рассматриваются научно-технические решения, направленные на повышение продуктивности животных и улучшение условий труда животноводов, на обеспечение оперативности и надежности выхода животных из помещений при возникновении пожара на ферме. На основании анализа конструкций устройств и систем автоматизированного привязывания и отвязывания животных при их содержании в стойлах разработана автоматизированная система управления привязным содержанием животных. В целях дальнейшего развития автоматизации содержания животных и улучшения условий труда работников ферм кроме автоматической системы привязи разработаны инженерно-технические решения по оснащению помещений животноводческих комплексов раздвижными воротами и устройствами подачи звуковых сигналов, включение которых совпадает с активацией электроприводов привязи и ворот (привязи — на отвязывание и привязывание; ворот — на открывание и закрывание). При этом для эффективного решения этой задачи при возникновении пожаров помещения животноводческих комплексов (фермы) (собственно, стойловые помещения, а также кормоприготовительные, молочные и другие отделения и подсобные помещения) оснащены системами автоматической пожарной сигнализации. Приведена структурная схема системы, доступная для ее применения специалистами соответствующей квалификации. Приведена целевая функция системы для выбора наилучшего из возможных вариантов и показано решение задачи по нахождению такого соотношения между такими параметрами как время обнаружения и тушения пожара, надежность и стоимость системы для животноводческого комплекса, при котором общие потери от пожара и стоимость системы (капитальные и эксплуатационные затраты) были бы минимальными.

AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF TETHERED ANIMALS

I. I. MANILO,

doctor of technical sciences, head of department,

I. N. MIKOLAJCZYK,

doctor of agricultural sciences, professor,

V. P. VOINKOV,

candidate of technical sciences, associate professor, Kurgan State Agricultural Academy of T. S. Maltsev

(KSAA, Lesnikovo, 641300, Kurgan reg., Ketovsky dist.)

Keywords: animal farm, the working conditions of breeders, harness pet auto leash, livestock productivity, efficiency of automated control system of tethered animals.

The tying of animals in the stall predetermines the increase in the production of milk and meat. Reliable fixation of the animal in the stall allows optimizing all technological processes and veterinary activities associated with the adherence of animals. At the same time, the stalls are equipped with automated tethering, which makes it possible to reduce the labor costs of livestock workers and increase their safety, as well as provide free access of animals from the premises to active outings and fires. In this regard, the most important problem in livestock complexes (farms) is the problem of the optimal organization of the leash, in particular, its automation. The latter can not only significantly facilitate the work of livestock keepers, but also increase the overall safety of the farm, including the fire department. This article examines scientific and technical solutions aimed at increasing the productivity of animals and improving the working conditions of livestock keepers, on ensuring the efficiency and reliability of animals' exit from premises in the event of a fire on the farm. Based on the analysis of device designs and systems of automated binding and unbinding of animals during their keeping in stalls, an automated control system for pegged animals was developed. In order to further develop the automation of animal content and improve the working conditions of farm workers, in addition to the automatic tethering system, engineering solutions have been developed to equip the premises of livestock complexes with sliding gates and sound signaling devices, the inclusion of which coincides with the activation of the electric drives of the leash and the gate (leash — to untying and gates — for opening and closing). At the same time, in order to effectively solve this problem in the event of fires, the premises of livestock complexes (farms) (stall premises, as well as feed preparation, dairy and other compartments and auxiliary rooms) are equipped with automatic fire signaling systems. The structural scheme of the system, available for its application by specialists of appropriate qualification, is given. The objective function of the system for selecting the best possible option is shown and the solution of the problem on finding such a relation between such parameters as the time of detection and fire extinguishing, reliability and cost of the system for the cattle-breeding complex, in which the total losses from heat and the cost Systems (capital and operating costs) would be minimal.

Положительная рецензия представлена Н. С. Сергеевым, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой Южно-Уральского государственного аграрного университета.

Привязное содержание животных в стойлах, оборудованных автоматической привязью, например, состоящей из ловушки, установленной перед кормушкой, и ошейника с подвеской и грузиком, который носит каждое животное, является эффективным организационно-техническим решением задачи резкого сокращения затрат труда на животноводческих фермах (комплексах) [1–8]. Улавливающие скобы (рис. 1), образованные двумя направляющими и пластиной с вырезом, перекрываемым шаром и выступом основания пластины, устанавливаются перед кормушками на общей тяге, к которой прикреплены (сваркой) основания пластин ловушек, являющийся единой для всей кормовой линии на 25...30 коров. Шарик, свободно перемещающийся в цилиндрическом канале при повороте тяги и, соответственно, опускании и поднятии ловушек, перекрывает вышеупомянутый вырез, в который попадает цепь подвески.

Подойдя к кормушке и пытаясь достать корм, животное опускает голову в кормушку, при этом цепь подвески скатывается по направляющим ловушки к вырезу и, изгибаясь, откатывает шар, и попадает в вырез пластины ловушки. Шар после этого скатывается обратно и перекрывает выход из выреза. Цепь подвески выйти назад уже не может, а пластина ловушки не пропускает грузик, т. к. его размеры больше размеров выреза. Так происходит самопривязывание животных.

Грузик автоматической привязи выполнен из резины и имеет в нижней части амортизирующую юбку, которая исключает набивание ног животного [1].

Цель и методика исследований.

Целью исследования является разработка эффективной автоматизированной системы управления привязным содержанием животных. Для достижения цели рассмотрены и проанализированы существующие технологии привязного содержания животных; определен диапазон приемлемости и экономической целесообразности применения привязей, содержащих ошейник с подвеской и грузиком, который носит каждое животное; выявлены недостатки, послужившие задачами для исследования.

Многолетний опыт разработки и внедрения автоматизированных привязей на животноводческих фермах учебного хозяйства Курганской государственной сельскохозяйственной академии им. Т. С. Мальцева и в ряде других хозяйств (1985–2017 гг. [1, 2, 9, 10]), показывает, что автоматические привязи не только существенно экономят затраты ручного труда на индивидуальное привязывание и отвязывание животных, улучшая тем самым условия труда животноводов (доярок, скотников), но и значительно повышают продуктивность животных за счет обеспечения организованного активного моциона в период отвязывания всех животных и создания условий свободного выгула их на площадке («на свежем воздухе»). Это позволяет сохранить здоровье животных и улучшить санитарно-гигиенические условия в животноводческих помещениях, а также осуществить их выход из помещений содержания в случае возникновения пожара.

В качестве объектов исследования были выбраны устройства для автоматизированного привязывания и отвязывания животных, описанных в на-

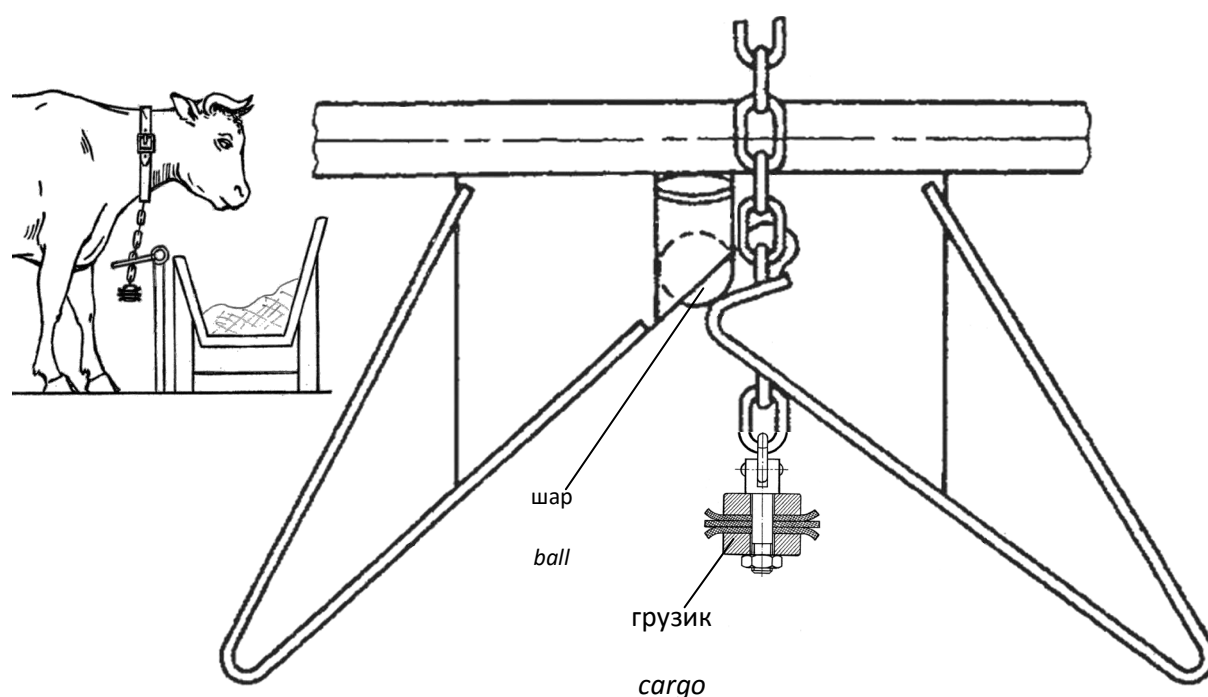


Рис. 1. Улавливающая скоба
Fig. 1. Capture clip

учно-технической, производственной и патентной отечественной и зарубежной литературе за более чем 50-тилетний период. Использовался системный подход к исследованию, включающий не только критический анализ научно-технической литературы и патентные исследования, но и теоретические исследования, и физическое моделирование процессов группового привязывания и отвязывания животных, а также промышленное опробование и внедрение.

Изучение научной проблемы произведено на базе теорий массового обслуживания; теорий программного управления пространственным положением объектов; с применением теоретических основ и научных положений теории оптимизации технологических процессов в животноводстве.

Исследование технологического процесса привязывания и отвязывания животных осуществлялось также с применением общетеоретических положений и позиций прикладной математики и автоматических систем управления технологическими процессами. В целях дальнейшего создания благоприятных условий для увеличения продуктивности животных и улучшения условий труда работников ферм были использованы рекомендации работы [12], которые не потеряли актуальность до настоящего времени. В частности, при планировании нового строительства или работах по реконструкции животноводческих ферм необходимо предусматривать их оснащение автоматическими привязями и раздвижными воротами (в работах [2, 9, 10] рекомендуется предусматривать раздвижные ворота вагонного типа с устройством воздушной завесы и с дверью-калиткой для обслуживающего персонала) электроприводами. При этом целесообразно в помещениях содержания животных установить устройства подачи звуковых сигналов (например, электрических звонков и т. п.), включение которых должно осуществляться одновременно с подачей сигналов на включение электроприводов привязи и ворот (привязи — на отвязывание и привязывание; ворот — на открывание и закрывание).

Результаты исследований.

При подготовке настоящей работы (статьи) основное внимание уделено конструкторско-технологической части системы АСУПСЖ, обеспечению оперативности и надежности выхода животных из помещений на моцион или при возникновении пожара, а также улучшению условий труда животноводов, особенно при уходе за быками-производителями и быками, содержащимися на откорме.

Разработка ряда конструкций привязей и опыт по их изготовлению и внедрению показывает целесообразность применения устройств для подачи звуковых сигналов соответствующих тональностей

и громкости, включаемых при установке ловушек в положения «Привязь» и «Отвязано». В частности, привыкание животных к подаче звуковых сигналов, за которыми сразу же происходит их отвязывание и/или привязывание, позволяет достаточно оперативно решить еще одну актуальную задачу при привязном содержании животных. А именно — осуществить отвязывание животных и выход их из помещения содержания на выгульную площадку (и в случае необходимости за ее пределы) при возникновении пожара.

Безусловно, для эффективности решения данной задачи (с точки зрения оперативности и надежности) необходимо в помещениях фермы (собственно, в стойловом помещении, а также в кормоприготовительном, молочном и других отделениях и подсобных помещениях) установить систему автоматической пожарной сигнализации (АПС) [11].

На рис. 2 приведена блок-схема управления комплексом технических средств, обеспечивающих решение вышеизложенных решений и рекомендаций (обозначения элементов автоматизированной системы управления привязным содержанием животных (АСУПСЖ) и их расшифровки приведены в подрисуночных подписях к рис. 2).

Автоматизированная система АСУПСЖ, состоящая из АПС и автоматической привязи, работает следующим образом.

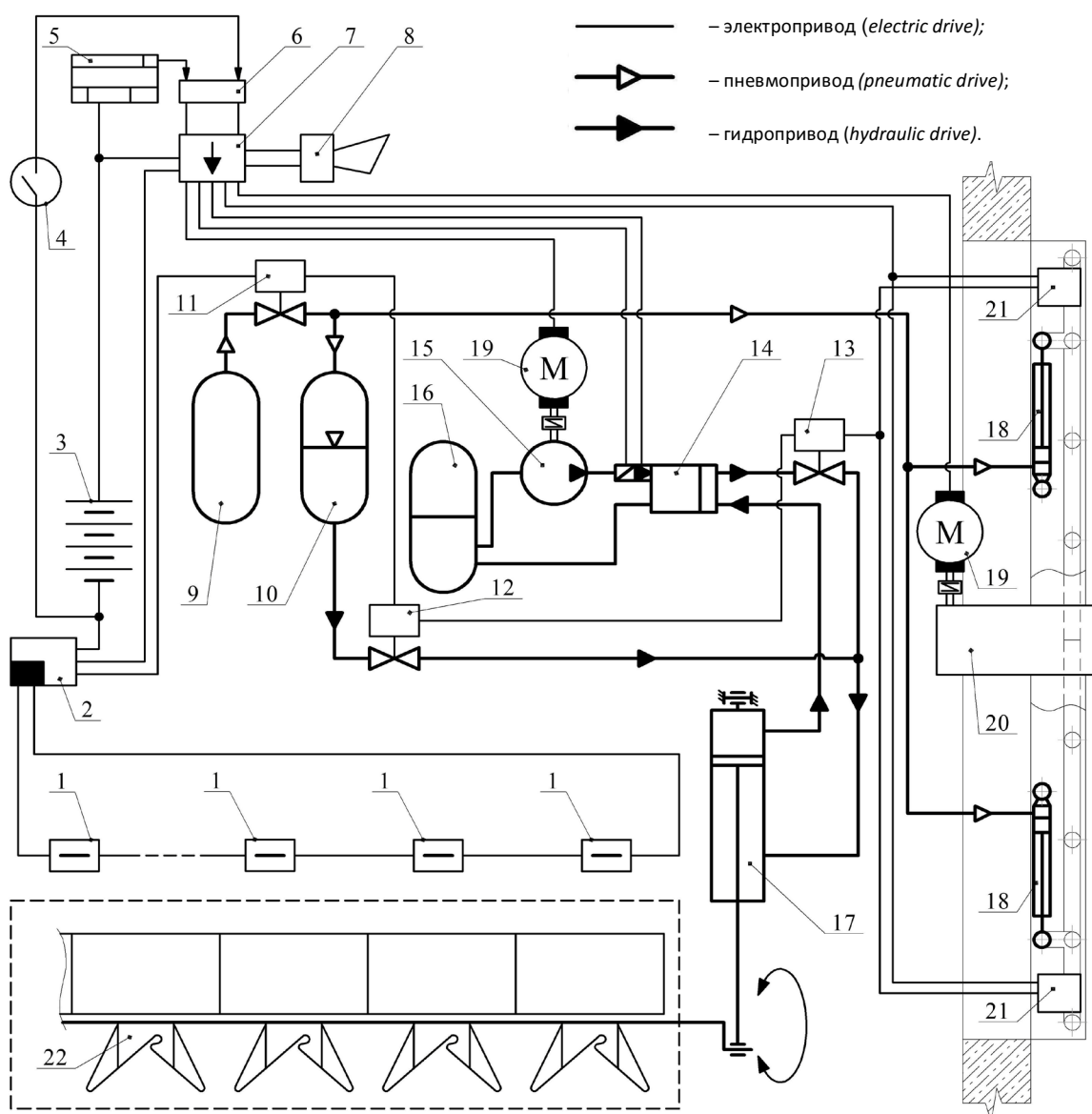
При срабатывании программируемого таймера 5 в соответствии с достижением установленного технологическим временем начала моциона (выпуска животных на площадку выгула) сигнал с его выхода поступает через элемент «ИЛИ» 6 на блок управления 7 гидравлической системой для перевода автоматической привязи 22 в положение «Отвязано» путем поднятия направляющих ловушек вверх последними с помощью гидропневмоцилиндра 17 и открывания раздвижных ворот посредством включения электродвигателя 19 и редуктора 20. Одновременно сигнал с блока управления 7 поступает на устройство подачи звукового сигнала 8. Животные покидают помещение и выходят на выгул. Через промежуток времени, определяемый опытным путем на выходе таймера, снова появляется сигнал управления, в результате чего гидравлическая система переводит привязи в положение «Привязано» путем опускания направляющих ловушек вниз, в то же время происходит закрытие ворот. После истечения времени выгула животных на выходе таймера снова появляется сигнал управления, которым осуществляется подача звукового сигнала и открывание дверей. Животные возвращаются в свои стойла, где происходит их самопривязывание. Через несколько минут, необходимых для самопривязывания всех животных (определяемое опытным путем) на выходе таймера

появляется сигнал управления электроприводом ворот, в результате чего они закрываются.

В случае возникновения пожара от пожарного извещателя 1 (или нескольких извещателей) сигнал тревоги поступает на приемно-контрольный прибор 2, с которого через блок управления 7 подаются командные импульсы на включение звукового сигнала устройством 8 и активацию гидроприводов и электроприводов для перевода привязи в положение «Отвязано» и открытия раздвижных ворот, соответственно.

В случае необходимости, например, при выходе из строя таймера 5, осуществляется ручное дистанционное включение электродвигателей 19 и подача звукового сигнала устройством 8. Для этого используется кнопка 4, подключенная через элемент «ИЛИ» 6 к одному из входов блока управления 7 АСУПСЖ.

В процессе подачи звукового сигнала и поднятия ловушек в положение «Отвязано» цепи подвесок освобождаются из вырезов пластин ловушек и животные, следуя выработанной привычке, покидают



1 — пожарные извещатели; 2 — приемно-контрольный прибор; 3 — аккумуляторная станция; 4 — кнопка ручного дистанционного включения; 5 — таймер; 6 — логический элемент ИЛИ; 7 — блок управления; 8 — устройство подачи звукового сигнала; 9 — баллон со сжатым воздухом; 10 — аккумулятор пневмогидравлический; 11 — постоянно-закрытый электромагнитный воздушный клапан; 12 — постоянно-закрытый электромагнитный масляный клапан; 13 — постоянно-открытый электромагнитный масляный клапан; 14 — распределитель с электроприводом; 15 — масляный насос; 16 — масляный бак гидросистемы; 17 — гидроцилиндр; 18 — пневмоцилиндр открытия встроенных аварийных ворот; 19 — электродвигатели; 20 — редуктор привода раздвижных ворот; 21 — актуатор фиксации аварийных ворот; 22 — автоматическая привязь.

Рис. 2. Структурная блок-схема автоматизированной системы управления привязным содержанием животных

Fig. 2. Structural block-diagram of an automated the control system of tethered animals

стойловые места и устремляются к освободившимся дверным проемам, и выходят из загоревшегося здания фермы.

В целях обеспечения надежного функционирования всей системы в целом ее электропитание осуществляется от двух источников, имеющих определенные взаимосвязи (автоматически заряжаемая аккумуляторная станция 3 подключена к питающей сети), но работающих в индивидуальных режимах.

В случае обрыва проводов (или кабеля) подачи электроэнергии на ферму (что может быть вызвано возникшим пожаром или другой причиной, приведшей к отключению энергоснабжения и возникновению пожара, например, молнией) напряжение на выходе блока 7 управления и питания электродвигателей 19 и других элементов АСУПСЖ исчезает. В таком случае питание системы осуществляется от аккумуляторов.

Замыкание в сети при ударе молнии может вызвать полное отключение электропитания АСУПСЖ, включая резервные аккумуляторы. В таком случае срабатывает аварийная система пневмопривода. Постоянно-закрытый электромагнитный воздушный клапан 11 и постоянно-закрытый электромагнитный масляный клапан 12 открываются, а постоянно-открытый электромагнитный масляный клапан 13 закрывается, воздух из баллона 9 поступает в пневмогидравлический аккумулятор 10. Давление, возникшее в аварийном контуре гидросистемы, приводит в движение гидроцилиндр 17 и ловушки поворачиваются в положение «Отвязано». При этом одновременно обесточенный актуатор 21 разблокирует встроенные аварийные ворота жалюзийного типа, и они открываются с помощью пневмоцилиндров одностороннего действия 18. Устройство подачи звукового сигнала в таком случае работает от встроенного источника питания (блок батареек). Животные самостоятельно покидают помещение.

Часть технических средств (ТС) рассматриваемой комплексной системы, прежде всего, аппаратура, в частности, приемно-контрольный прибор АПС, блок управления, блок питания, таймер и логический элемент должны размещаться в специальном помещении, отвечающим следующим требованиям: предел огнестойкости стен и перекрытий не менее 0,75 ч; высота не менее 2,5 м; пол с твердым покрытием, выдерживающим нагрузку от устанавливаемых ТС; температура воздуха в пределах 288–209 К; освещенность не менее 150 лк; среда невзрывоопасная.

Возможно размещение вышеперечисленных ТС также либо в диспетчерском пункте (животноводческого комплекса), либо в помещении, где постоянно находится дежурный персонал. Дверной проем должен быть защищен труднооткрываемыми дверями с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч.

Размещение аккумуляторной станции должно осуществляться в отдельном специальном помещении, отвечающем соответствующим требованиям, предъявляемым к электрооборудованию такого вида (рода).

Автоматические пожарные извещатели (имеющие выход в систему пожарной сигнализации) устанавливаются во всех помещениях животноводческой фермы (комплекса) за исключением помещений, не подлежащих защите. Количество и размещение извещателей в помещениях фермы должно определяться требованиями соответствующего НПБ.

Элементы АПС должны обеспечивать автоматическое самотестирование работоспособности и передачу информации, подтверждающей их исправность в ЦДП. Организационными и техническими мероприятиями должно обеспечиваться восстановление работоспособности как элементов, так и АСУПСЖ в целом, за определенное время после получения сигнала о неисправности (например, не более 2 часов).

Для повышения оперативности и надежности функционирования системы (с точки зрения выполнения системой функций по обеспечению автоматического отвязывания животных и ориентации их на покидание помещения) следует придерживаться следующих правил (рекомендаций, требований и т. д.). Звуковые сигналы (звонки, сирены, ревуны и т. п.) по интенсивности (громкости) должны превышать не только обычный шум в помещениях, но и шумы, возникающие при пожаре, в частности, подаваться с интенсивностью звука около 100...120 дБ.

При этом следует учитывать следующее обстоятельство. С целью возможного снижения стрессового состояния у животных (что может впоследствии сказаться на их продуктивности) предусматривается особый режим подачи звукового сигнала, в частности, с нарастанием его от некоторого минимума (например, с 60...80 дБ) до указанного выше (т. е. до 100...120 дБ) в течение 1...10 с, т. е. в течение времени перевода привязи в положение «Отвязано». Далее — без изменений интенсивности звука до полного открывания ворот и ухода всех животных на выгульную площадку.

АСУПСЖ имеет следующие режимы работы: дежурный режим; режим подачи сигналов на начало и завершение моционов; режим обнаружения пожара и подачи соответствующих сигналов (звукового) и команд (на перевод привязи в положение «Отвязано» и открывание ворот); режим технического обслуживания; режим ремонта; режим нахождения в состоянии «отказ».

Эффективность применения системы может быть оценена с применением методических подходов к решению аналогичных задач, решение которых приведено в предшествующих работах [9]. В частности,

эффективность применения системы определяется сокращением материального ущерба от пожара, в результате которого могут погибнуть животные (все или определенная часть) и сгореть помещения фермы, технические средства систем комплексной механизации и автоматизации технологических процессов и производств придти в негодность (частично или полностью).

При этом эффективность системы должна отвечать оптимальным соотношениям (для выбора наилучшего из возможных вариантов) таких параметров (свойств, качеств системы), как время обнаружения и тушения пожара, надежность и стоимость системы. Эти показатели, согласно указанному источнику [12], связаны между собой таким образом, что при изменении одного из них меняется соотношение между другими, что, в конечном итоге, приводит к изменению эффективности всей системы в целом.

Решение данной задачи заключается в нахождении такого соотношения между вышеприведенными параметрами для конкретного животноводческого комплекса, при котором общие потери от пожара $W_{\text{общ.}}$ и стоимость системы (капитальные и эксплуатационные затраты) были бы минимальными [9, 10].

Тогда целевая функция системы приобретает следующий вид:

$$W_{\text{общ.}} = W_n + W_{\text{лс}} + W_k + W_z \rightarrow \min, \quad (1)$$

где W_n — средние потери от пожара;

$W_{\text{лс}}$ — потери от возможных ложных срабатываний;

W_k — капитальные затраты на систему;

W_z — эксплуатационные затраты.

Анализ формулы (1) показывает, что стоимость системы защиты животных от пожара должна быть значительно ниже, чем возможные потери от пожара на животноводческом комплексе, вызванные гибелью животных и уничтожением помещений и технических средств, оборудования и т. д.

Для практического решения задачи средние потери от пожара можно определить по формуле [9]:

$$W_n = \{(Y_n - E_n) K_r + E_n\} \times S_n, \quad (2)$$

где Y_n , E_n — ущербы от пожара, соответственно, при наличии системы пожарной сигнализации и ее отсутствии;

K_r — коэффициент готовности системы;

S_n — интенсивность потока пожаров на животноводческом комплексе.

Априори ущерб от пожара изменяется за счет снижения времени обнаружения и тушения пожара и, соответственно, затрат на пожаротушение. Практически ущерб от пожара определяется расчетным (или статистическим) способом с учетом косвенного ущерба.

На общую эффективность системы АСУПЗ оказывают влияние также потери, вызванные ложными срабатываниями ее элементов. Потери такого вида могут быть определены по формуле [6]:

$$W_{\text{лс}} = C_{\text{лс}} \times \tau, \quad (3)$$

где $C_{\text{лс}}$ — потери, вызванные одним ложным срабатыванием системы;

J_n — поток (количество) ложных срабатываний;

τ — время, за которое оценивается эффективность системы.

Из (1), (2) и (3) вытекает, что определение общих потерь от пожара $W_{\text{общ.}}$ с учетом всех основных составляемых (W_n , $W_{\text{лс}}$, W_k , W_z) представляет собой сравнительно сложную, прежде всего, социально-экономическую задачу. Однако ее решение необходимо в целях выбора варианта системы АСУПСЖ, который будет наиболее приемлемым для применения на конкретном животноводческом комплексе. Следует также отметить, что ведущими при оценке эффективности системы в процессе длительной эксплуатации являются показатели надежности (прежде всего, критерии работоспособности и возникновения отказов) [10].

Литература

1. Манило И. И., Чеченихина О. С., Андрюкова Н. А. Автоматическая привязь как элемент комплексной системы снижения травматизма, повышения пожарной безопасности и продуктивности животных // Совершенствование путей профилактики производственных рисков, динамичного снижения и ликвидации травматизма и заболеваемости работников АПК : сб. науч. тр. Междунар. научн.-практ. конф. Петербург-Пушкин : СПбГА, 2017. С. 55–58.
2. Манило И. И., Воинков В. П., Зыков В. И., Чистяков В. П., Кондратов К. С., Русаков Ю. С. Автоматическая противопожарная защита животноводческого комплекса // Современные пожаробезопасные материалы и технологии : сб. мат. Междунар. научн.-практ. конф. Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 259–263.
3. Миколайчик И. Н., Достовалов Е. В., Костомахин Н. М. Совершенствование племенного молочного скота Зауралья // Главный зоотехник. 2014. № 8. С. 28–36.
4. Шкуратова И. А. и др. Оценка биоресурсного потенциала высокопродуктивных коров при разных технологиях содержания // Аграрный вестник Урала. 2012. № 1 (93). С. 33–34.
5. Лоретц О. Г. Влияние технологии содержания и кратности доения на продуктивность коров и качество молока // Аграрный вестник Урала. 2013. № 8 (114). С. 72–74.

6. Горелик О. В. Молочная продуктивность коров при разных технологиях производства молока // Главный зоотехник. 2016. № 7. С. 12–17.
7. Лоретц О. Г., Горелик О. В., Белооков А. А., Гриценко С. А. Способ повышения мясной продуктивности крупного рогатого скота // Аграрный вестник Урала. 2016. № 11 (153). С. 46–50.
8. Миколайчик И. Н., Морозова Л. А., Дускаев Г. К. Генетический потенциал молочного скота Курганской области // Вестник мясного скотоводства. 2011. Т. 2. № 64. С. 49–52.
9. Манило И. И., Теплых С. С., Миколайчик И. Н. и др. Автоматизированная привязь для животных как эффективный элемент системы пожарозащиты животноводческого комплекса // Безопасность жизнедеятельности в третьем тысячелетии : сб. мат. VI-й Междунар. научн.-практ. конф. Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2015. Т. 2. С. 174–181.
10. Манило И. И., Воинков В. П., Андриюкова Н. А. и др. Автоматизированная системы пожарозащиты животноводческого комплекса // Экология. Риск. Безопасность : мат. IV-й Общерос. научн.-практ. конф. с междунар. уч. Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2016. С. 149–151.
11. Манило И. И., Зыков В. И. Усовершенствованная автоматизированная система пожарной (охранно-пожарной) сигнализации // Стратегия инновационного развития агропромышленного комплекса : мат. Междунар. научн.-практ. конф. Курган : Изд-во Курганской ГСХА, 2013. С. 519–525.
12. Журавлев Б. И., Бородулин Е. Н., Фролкин А. В. и др. Комплексная механизация животноводческих ферм в Нечерноземной зоне / 2-е изд., перераб. и дополн. М. : Росагропромиздат, 1989. 364 с.

References

1. Manilo I. I., Chechechenin O. S., Andryukova N. A. Automatic leash as an element of an integrated system for reducing injuries, improving fire safety and animal productivity // Improvement of ways to prevent production risks, dynamic reduction and elimination of injuries and morbidity of workers in the agroindustrial complex : coll. of scientific papers of the Intern. scientific-practical conf. St. Petersburg-Pushkin : St. Petersburg State University, 2017. P. 55–58.
2. Manilo I. I., Voinkov V. P., Zykov V. I., Chistyakov V. P., Kondratov K. S., Rusakov Y. S. Automatic fire protection of livestock complex // Modern fireproof materials and technologies : coll. of mat. of the Intern. scientific-practical conf. Ivanovo : Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia, 2017. P. 259–263.
3. Mikolaychik I. N., Dostovalov E. V., Kostomakhin N. M. Perfection of breeding milk cattle of Zauralye // Chief livestock specialist. 2014. No. 8. P. 28–36.
4. Shkuratova I. A. et al. Assessment of the bioresource potential of highly productive cows under different technologies of maintenance // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. No. 1 (93). P. 33–34.
5. Loretz O. G. Influence of the technology of content and the frequency of milking on the productivity of cows and the quality of milk // Agrarian Journal of the Urals. 2013. No. 8 (114). P. 72–74.
6. Gorelik O. V. Milk productivity of cows at different milk production technologies // Chief livestock specialist. 2016. No. 7. P. 12–17.
7. Loretz O. G., Gorelik O. V., Belookov A. A., Gritsenko S. A. A method for increasing the meat production of cattle // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. No. 11 (153). P. 46–50.
8. Mikolaychik I. N., Morozova L. A., Duskaev G. K. Genetic potential of dairy cattle of the Kurgan region // Bulletin of beef cattle breeding. 2011. Vol. 2. No. 64. P. 49–52.
9. Manilo I. I., Teplykh S. S., Mikolaychik I. N. Automated leash for animals as an effective element of the fire protection system of the cattle-breeding complex // Safety of life in the third millennium : col. of mat. of the VIth Intern. scientific-practical conf. Chelyabinsk : Publishing Center of SUSU, 2015. Vol. 2. P. 174–181.
10. Manilo I. I., Voinkov V. P., Andryukova N. A. et al. Automated system of fire-shielding of the cattle-breeding complex, Ecology. Risk. Security : mat. of the IVth All-Russian scientific-practical conf. with intern. participation. Kurgan : Publishing house of the KSU, 2016. P. 149–151.
11. Manilo I. I., Zykov V. I. Advanced automated fire alarm system // Strategy of innovative development of the agro-industrial complex : mat. of the Intern. scientific-practical conf. Kurgan : Publishing House of the Kurgan State Agricultural Academy, 2013. P. 519–525.
12. Zhuravlev B. I., Borodulin E. N., Frolkin A. V. et al. Integrated mechanization of livestock farms in the Non-Chernozem Zone / 2nd ed., rev. and add. M. : Rosagropromizdat, 1989. 364 p.