

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКОНОМИЧЕСКОМУ ПРИЗНАКУ СРОКОМ СОДЕРЖАНИЯ СТАДА С ОТБОРОМ И ВЫБРАКОВКОЙ ОСОБЕЙ ПО ИХ ПРОДУКТИВНОЙ МАССЕ

***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 продуктивным сроком содержания стада по экономическому критерию с выбраковкой некондиционных животных или птиц. Экономическим индикатором хозяйственно результативного срока эксплуатации стада является равенство сигнала расчётного значения наивысшей прибыли производства в конце очередного временного цикла содержания стада сигналу заданного минимально допустимого значения прибыли.*

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

В [1, 2] производится своевременная выбраковка некондиционных животных во избежание распространения на здоровое поголовье заболеваний и инфекций. Известно техническое решение для выявления некондиционных особей стада [3]. Для случая, например, отары овец, критерием (признаком, *латин.*) задержки в развитии организма особи стада служит факт пространственного отставания животного от основной группы животных по времени прихода его на полевую ферму. Недостатками указанных и аналогичных известных технических решений является отсутствие в них возможности определения экономических (хозяйственных) последствий их действий. Это снижает их функциональные технические возможности по применению для хозяйственно наилучшего (экономически оптимального) автоматического или автоматизированного управления (с участием обслуживающего персонала в процессе управления) технологическими процессами выращивания и определения целесообразного по экономическому критерию момента времени забоя животных и птиц. Стадо животных или птиц при необходимости легко может быть проконтролировано на предмет обнаружения некондиционных особей поголовья, имеющих несоответствие своей продуктивности или физиологического состояния зоотехническим нормативам, посредством технических решений по

различным признакам, в том числе по массе продукции особей, а именно: по чрезмерно малой или большой продуктивной массе особей.

Известны многочисленные технические решения для управления технологическими процессами в птицеводстве и в сельском хозяйстве в целом по экономическому критерию [4]. Можно при последовательном прохождении мясными особями по одной друг за другом измерительной весовой платформе измерять и запоминать данные об их отдельных живых массах. Надо сравнивать результаты измерений с заданными технологией выращивания соответствующими массами продукции. Следует своевременно отделять от основного стада определённых по результатам взвешивания особей с недопустимо малыми и чрезмерно большими живыми массами. При этом надо учитывать соответствующие количества выбракованных некондиционных и отобранных чрезмерно развитых особей для определения появившейся в это время индивидуального взвешивания их суммарной живой массы для досрочного забоя. Эти данные могут быть использованы как для учёта досрочно полученной продукции животноводства и птицеводства, так и для управления процессом автоматического определения посредством новых технических решений срока содержания стада.

Цель исследований – разработка основы метода управления по экономическому признаку эффективности производства основной продукции животноводства или птицеводства сроком содержания стада с отбором и выбраковкой некондиционных животных или птиц, имеющих либо чрезмерную по зоотехническим нормативам, либо недостаточную по ним продуктивную (в т. ч. живую) массу.

Материалы и методика исследований. На рис. 1 дана иллюстрация нового управления: T – текущее время технологического процесса содержания поголовья в стаде, сут.; T_1, T_2, T_3 – моменты времени (точнее, периоды или интервалы времени) проведения отбора и выбраковки некондиционных животных или птиц в конце каждого цикла содержания стада по принятому руководством или персоналом предприятия одному из технологических критериев (признаков), сут.; $T_1, (T_2 - T_1), (T_3 - T_2)$ – продолжительность соответствующего первого, второго, третьего цикла содержания стада между отборами и выбраковками некондиционного поголовья, сут.; Pr – текущая во времени основная продуктивность животных или птиц, кг (например, живая масса, масса шерсти овец, масса снесённых яиц определёнными курами родительского стада). После стрижки шерсти или проведения выбраковки некондиционных кур в конце текущего цикла содержания поголовья, получение этой основной продукции в начале следующего цикла начинается практически с нуля, что и показано верхними кривыми линиями во временных циклах; C_p – стоимость произведённой продукции в ценах реализации продукции, руб.; C – себестоимость производства продукции, руб.; C_1 – себестоимость производства продукции без отбора и выбраковки некондиционного поголовья в первом цикле, руб.; C_2, C_3 – себестоимости производства продукции с отбором и выбраковкой некондиционного поголовья во втором

и в третьем цикле, руб.; $\Pi = (C_p - C)$ – прибыль производственного технологического процесса, руб.; $C_{p1}^{макс}$, $C_{p2}^{макс}$, $C_{p3}^{макс}$ – наивысшая стоимость произведённой продукции в ценах реализации продукции при соответствующей наивысшей продуктивности $Pr_1^{макс}$, $Pr_2^{макс}$, $Pr_3^{макс}$ в конце первого, второго, третьего цикла содержания стада, руб. До конца первого цикла отбор и выбраковка не производятся, поэтому временная зависимость продуктивности, стоимости её реализации и прибыли единственные. Перед вторым и перед третьим циклами отбор и выбраковка производятся, поэтому в этих и в последующих циклах можно проводить сравнение соответствующих перечисленных временных экономических характеристик процесса при отсутствии и при наличии отбора и выбраковки. Для наглядности, двумя дополнительными красными линиями во втором и в третьем циклах показаны два случая отсутствия отбора и выбраковки во втором и в третьем циклах содержания стада и гипотетического получения при этом неизменного наивысшего значения продуктивности $Pr_1^{макс}$ и соответствующей стоимости реализации продукции $C_{p1}^{макс}$; $C_1^{макс}$, $C_2^{макс}$, $C_3^{макс}$ – наивысшая себестоимость производства продукции в конце первого, второго, третьего цикла содержания стада, руб.; $\Pi_1^{макс}$, $\Pi_2^{макс}$, $\Pi_3^{макс}$ – наивысшая прибыль производства в конце первого, второго, третьего цикла содержания стада, руб.; M – живая масса животного или птицы, кг; $M^{лёгк}$ – живая масса лёгкого животного или птицы, кг; $M^{средн}$ – живая масса статистически среднего животного или птицы, кг; $M^{тяж}$ – живая масса тяжёлого животного или птицы, кг; $M_{зад}^{лёгк}$ – заданная минимально допустимая живая масса лёгкого животного, кг; $M_{зад}^{тяж}$ – заданная максимально допустимая живая масса тяжёлого животного, кг; $M_0^{лёгк}$ – начальная живая масса лёгкого животного, кг; $M_0^{средн}$ – начальная живая масса статистически среднего по ней животного, кг; $M_0^{тяж}$ – начальная живая масса тяжёлого животного, кг; $\sum M_{неконд}^{лёгк}$ – суммарная живая масса некондиционных по живой массе выбракованных в конце цикла чрезмерно лёгких животных и птиц, кг; $\sum M_{отобр}^{тяж}$ – суммарная живая масса некондиционных по живой массе отобранных в конце цикла чрезмерно тяжёлых животных и птиц, кг; $(\sum M_{неконд} = (\sum M_{неконд}^{лёгк} + \sum M_{отобр}^{тяж}))$ – суммарная мясная продуктивность (точнее, суммарная живая масса) всех некондиционных особей в конце цикла, кг; $C_r^{уд мяс}$ – региональная удельная цена реализации дополнительной продукции фермы в виде мяса некондиционных животных или птиц, руб/кг; $C_r^{неконд мяс} = \sum M_{неконд} \times C_r^{уд мяс}$ – стоимость реализации дополнительной продукции от некондиционного поголовья в конце цикла содержания стада (первый сигнал), руб.; $N_{неконд} = (\sum N_{неконд}^{лёгк} + \sum N_{отобр}^{тяж})$ – количество некондиционных животных или птиц в стаде в конце цикла (суммарный сигнал), шт.; $Pr^{уд}$ – нормативное количество основной продукции в одной особи в конце цикла содержания стада, кг/ед., шт/ед. и др.; $C_r^{уд прод}$ – региональная удельная цена реализации основной продукции фермы в виде шерсти овец или яков, пуха или перьев фазанов или страусов, руб/кг, руб/шт. и др.; $C_r^{неконд прод} = Pr^{уд} \times N_{неконд} \times C_r^{уд прод}$ – стоимость реализации основной продукции от некондиционного поголовья в конце цикла содержания стада (второй

сигнал), руб.; $C_p^{неконд} = C_p^{неконд}_{мяс} + C_p^{неконд}_{прод}$ – суммарная стоимость реализации дополнительной и основной продукции от некондиционного поголовья в конце цикла содержания стада, руб.; $C_p = C_p^{конд} + C_p^{неконд}$ – суммарная стоимость реализации продукции от кондиционного (основного) и некондиционного (отбираемого и бракуемого) поголовья в конце цикла содержания стада, руб.; $\Pi_{2выбрак}^{макс}$ и $\Pi_{3выбрак}^{макс}$ – наивысшая прибыль процесса при выбраковке и отборе во втором и в третьем циклах содержания стада, руб.; ΔC_{p12} , ΔC_{p23} – уменьшение стоимости продукции в конце данного цикла содержания стада по сравнению со стоимостью продукции в конце предыдущего цикла содержания (во втором цикле по сравнению с первым циклом, в третьем цикле по сравнению со вторым циклом), руб.; ΔC_{12} , ΔC_{23} – уменьшение себестоимости содержания стада после соответственно первой и второй выбраковки и отбора (во втором цикле содержания стада по сравнению с первым циклом, в третьем цикле по сравнению со вторым циклом), руб. Уменьшение указанных себестоимостей больше по значению, чем снижение соответствующих стоимостей продукции, поэтому их разности в виде изменения прибыли являются положительными величинами, т.е. соответствующие приросты прибыли положительные; $\Delta \Pi_2$, $\Delta \Pi_3$ – увеличение (прирост) прибыли после, соответственно, первой и второй выбраковки и отбора во втором и в третьем цикле содержания стада, по сравнению с соответствующими расчётными прибылями во втором и в третьем цикле без выбраковки и отбора поголовья, руб.

М, кг, Пр, кг, C_p , руб., С, руб., Π , руб.

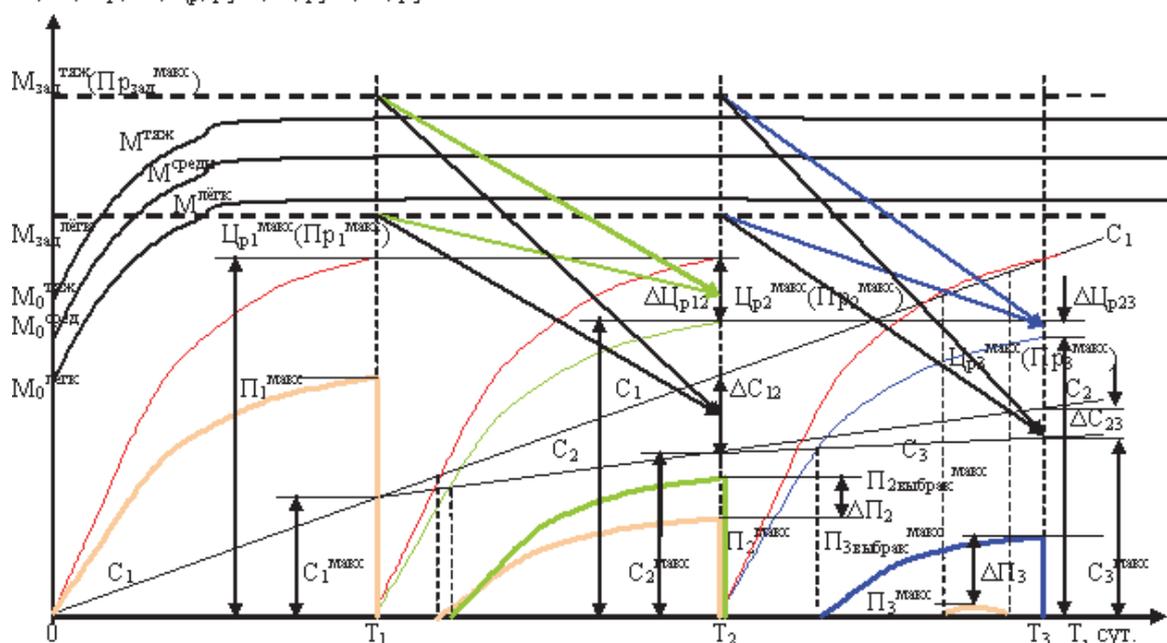


Рис. 1. Иллюстрация управления по экономическому признаку сроком содержания стада с отбором и выбраковкой некондиционных животных или птиц (пояснения в тексте)

На рис. 2 приведена функциональная схема устройства: 1 – формирователь заданных временных сигналов временных задержек (нормативного поступления или прихода животных с пастбища или с выгула на ферму в конце каждого цикла содержания стада); 2 – измеритель сигнала живой массы каждого животного или птицы в стаде; 3 – блок задатчиков (региональных цен на продукцию, корма, кормовые добавки, кормовые смеси, тепловую и электрическую энергию, зарплату персонала, значений коэффициентов математических моделей расчёта экономических показателей, констант и искусственно сформированного сигнала развёртки по времени, сигналов управления); 4 – вычислительный блок; 5 – блок индикации (экономических характеристик технологического процесса содержания стада для информирования персонала фермы); 6 – технологическое оборудование процесса содержания стада; 7 – технологическое оборудование для прекращения содержания или для забоя стада; 8 – блок управления устройством; 9 – задатчик сигнала реального времени содержания стада животных или птиц; 10 – задатчик сигнала минимально допустимой живой массы особи стада; 11 – задатчик сигнала максимально допустимой живой массы особи стада; 12 – первый элемент сравнения; 13 – второй элемент сравнения; 14 – первый формирователь сигналов выбракованных некондиционных животных или птиц; 15 – второй формирователь сигналов отобранных некондиционных животных или птиц; 16 – задатчик сигнала значения минимально допустимой прибыли в конце очередного временного цикла содержания стада; 17 – схема сравнения; 18 – формирователь управляющего сигнала для технологического оборудования; 19 – управляемый ключ.

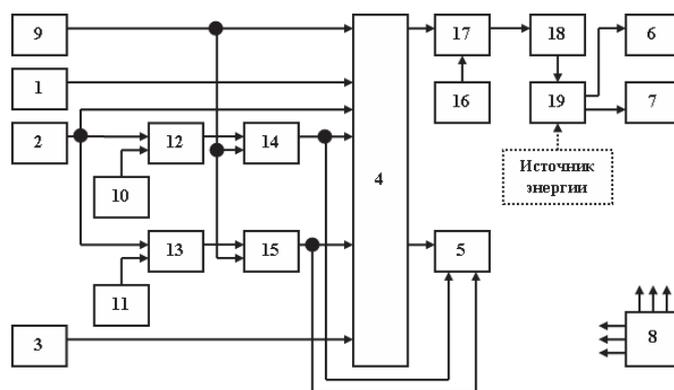


Рис. 2. Функциональная схема устройства управления по экономическому признаку сроком содержания стада с отбором и выбраковкой некондиционных животных или птиц (пояснения в тексте)

Известна по опыту животноводства и птицеводства за текущее время технологического процесса содержания поголовья в стаде T , сут., или за время цикла содержания стада до момента времени проведения

выбраковки и отбора некондиционного поголовья, временная зависимость роста мясной продуктивности животных или птиц P_p , кг, и соответствующая стоимость произведённой основной продукции в ценах реализации продукции C_p , руб. При наличии информации о затратах разного вида на содержание стада также известна в любой момент времени расчётная себестоимость производства основной продукции без отбора и выбраковки некондиционного поголовья в первом цикле C_1 , руб. и C_2 , C_3 – себестоимости производства основной продукции с отбором и выбраковкой некондиционного поголовья во втором и в третьем цикле, руб. Соответственно, легко вычисляется временная зависимость прибыли производственного технологического процесса содержания стада $\Pi = (C_p - C)$, руб.

До конца первого временного цикла отбор и выбраковка не производятся, поэтому временные зависимости производства основной продукции, т. е. стоимости её реализации и прибыли единственные. Перед вторым и перед третьим циклами отбор и выбраковка производятся, поэтому в этих и последующих циклах можно проводить сравнение соответствующих перечисленных временных экономических характеристик процесса при отсутствии и при наличии отбора и выбраковки. Из-за уменьшения численности стада в результате отбора и выбраковки некондиционных животных или птиц уменьшается стоимость основной продукции в конце данного цикла содержания стада, по сравнению со стоимостью основной продукции в конце предыдущего цикла содержания стада. Эти ΔC_{p12} , ΔC_{p23} , руб. есть уменьшение стоимости основной продукции во втором цикле по сравнению с первым циклом, в третьем цикле по сравнению со вторым циклом и так далее. Однако значительно снижается себестоимость содержания стада после отбора и выбраковки. Это есть уменьшение себестоимости содержания стада после, соответственно, первой и второй выбраковки и отбора ΔC_{12} , ΔC_{23} , руб., во втором цикле содержания стада по сравнению с первым циклом, в третьем цикле по сравнению со вторым циклом.

Уменьшения указанных себестоимостей больше по значению, чем снижения соответствующих стоимостей основной продукции, поэтому их разности в виде изменения прибыли являются положительными величинами, и соответствующие приросты прибыли $\Delta \Pi_2$, $\Delta \Pi_3$ положительные. Имеет место увеличение (прирост) прибыли после, соответственно, первой и второй выбраковки и отбора во втором и в третьем цикле содержания стада, по сравнению с соответствующими расчётными прибылями во втором и в третьем цикле без отбора и выбраковки поголовья.

Следует иметь в виду, что результирующие значения прибыли в конце второго и третьего цикла содержания стада при проведении отбора и выбраковки $\Pi_{2\text{выбрак}}^{\text{макс}}$, $\Pi_{3\text{выбрак}}^{\text{макс}}$ и также следующие по времени в очередных циклах, увеличиваются каждое на соответствующее значение дополнительной прибыли от собственно отобранного и выбракованного поголовья. Ведь это отобранное и выбракованное поголовье также

составляет часть общей стоимости продукции в ценах реализации и, соответственно, часть прибыли предприятия. Оно присутствует в стаде, даёт свою продукцию, например, в виде массы куриных яиц, массы шерсти и мяса в случае овец, баранов тонкорунных и т.п. Стадо в конце каждого цикла его содержания подвергается отбору и выбраковке некондиционного поголовья. Значения прибылей в условиях полного отсутствия отбора и выбраковки в трёх показанных на рис. 1 циклах $\Pi_1^{\text{макс}}$, $\Pi_2^{\text{макс}}$, $\Pi_3^{\text{макс}}$ увеличены быть никак не могут за счёт некондиционных особей, поскольку отсутствует отбираемое и бракуемое поголовье. Рост себестоимости C_1 не уменьшается при отсутствии уменьшения количества обслуживаемых особей стада, растёт быстро и вычитается из примерно одинаковых временных зависимостей стоимостей основной продукции в ценах реализации C_{p1} .

Видно, что уже в третьем цикле наивысшая расчётная прибыль $\Pi_3^{\text{макс}}$ без отбора и выбраковки чрезвычайно мала. В очередном четвёртом цикле прибыль станет отрицательной из-за продолжающегося быстрого роста себестоимости производства основной продукции без отбора и выбраковки некондиционного поголовья C_1 . Поэтому производство основной продукции без отбора и выбраковки некондиционного поголовья следует остановить уже в конце третьего цикла.

Результаты исследований. Становится понятной экономическая (хозяйственная) и техническая (посредством искусственно создаваемых человеком неживых решений управления процессом) целесообразность отбора и выбраковки некондиционного поголовья: рост себестоимости производства продукции с отбором и выбраковкой некондиционного поголовья во втором и в третьем циклах C_2 и C_3 заметно уменьшается. Из незначительно уменьшающейся стоимости реализации продукции C_{p2} и C_{p3} вычитаются существенно меньшие C_2 и C_3 . Поэтому наивысшая прибыль процесса при отборе и выбраковке во втором и в третьем циклах $\Pi_{2\text{выбрак}}^{\text{макс}}$ и $\Pi_{3\text{выбрак}}^{\text{макс}}$ больше наивысшей прибыли процесса в данном цикле содержания без отбора и выбраковки поголовья $\Pi_2^{\text{макс}}$ и $\Pi_3^{\text{макс}}$ на величину соответственно прироста прибыли $\Delta\Pi_2$ и $\Delta\Pi_3$. Когда наивысшая прибыль процесса при выбраковке $\Pi_{n\text{выбрак}}^{\text{макс}}$, где $n = 1, 2, 3, \dots, N_{\text{ЭК}}^{\text{признак}}$ станет близкой или равной нулю, технологический процесс содержания стада следует прекратить во избежание продолжения производства продукции с несущественной прибылью или вообще без неё. Величина $N_{\text{ЭК}}^{\text{признак}}$ есть автоматически определяемое по экономическому признаку сравнения прибыли и её заданного минимально допустимого значения, по существу экономически оптимальное (хозяйственно наилучшее), количество циклов с отбором и выбраковкой некондиционных животных или птиц. Эта величина (в форме материального сигнала) количества временных циклов поступления животных или птиц на ферму определяет управляемый по способу продуктивный временной срок содержания стада по экономическому признаку с отбором и выбраковкой некондиционных животных или птиц.

По рис. 1 видно, что достаточно большое значение $P_{\text{Звыбрак}}^{\text{макс}}$ вполне позволяет продолжить технологический процесс в четвёртом и в нескольких последующих циклах, тем более, при малом заданном значении минимально допустимой заданной прибыли. Поэтому управление по экономическому признаку по существу реальным продуктивным сроком содержания стада с отбором и выбраковкой некондиционных животных или птиц действительно обеспечивает существенное увеличение срока эксплуатации (производственного использования) стада животных или птиц. Экономическим индикатором хозяйственно результативного срока эксплуатации стада является равенство сигнала расчётного значения наивысшей прибыли производства в конце очередного временного цикла содержания стада сигналу заданного минимально допустимого значения прибыли.

Формирователь заданных временных сигналов временных задержек (нормативного поступления или прихода животных с пастбища на ферму в конце каждого цикла содержания стада) 1 начинает в устройстве формирование соответствующих сигналов при появлении особей стада на ферме. Измеритель сигнала живой массы каждого животного или птицы в стаде 2 обеспечивает на выходах первого формирователя сигналов выбракованных некондиционных животных или птиц 14 и второго формирователя сигналов отобранных некондиционных животных или птиц 15 появление сигналов наличия таких особей. Это достигается с помощью задатчика сигнала минимально допустимой живой массы особи стада 10, задатчика сигнала максимально допустимой живой массы особи стада 11, первого элемента сравнения 12 и второго элемента сравнения 13.

Блок задатчиков региональных цен на продукцию, корма, кормовые добавки, кормовые смеси, тепловую и электрическую энергию, зарплату персонала, значений коэффициентов математических моделей расчёта экономических показателей, констант, искусственно сформированного сигнала развёртки (сканирования) по времени 3 позволяет смоделировать расчётные временные зависимости экономического характера и развернуть их по времени в технологически достаточном диапазоне. Вычислительный блок 4 рассчитывает экономические временные зависимости и производит суммирование сформированных сигналов некондиционных животных или птиц в стаде.

Так же производится умножение суммарной живой массы некондиционной особи в стаде на региональную среднюю удельную цену одного килограмма мяса особи стада и вычисление стоимости дополнительной продукции отбираемых и выбракованных животных или птиц. Происходит вычисление и формирование сигнала суммарной стоимости основной продуктивности отобранных и выбракованных животных или птиц в стаде в конце данного временного цикла содержания стада. Идёт суммирование сформированного сигнала стоимости основной продуктивности отобранных и выбракованных животных или птиц с вычисленной стоимостью основной продукции в

конец данного цикла содержания стада, и формирование сигнала наибольшей стоимости основной продукции в конце данного цикла содержания стада; формирование сигнала временной зависимости суммарной себестоимости содержания стада, сигнала временной зависимости вычисленной прибыли процесса содержания стада в конце временного цикла содержания стада.

Задатчик 16 позволяет схеме сравнения 17 сравнить сигнал временной зависимости вычисленной прибыли процесса содержания стада в конце временного цикла содержания стада с сигналом значения минимально допустимой прибыли в конце цикла содержания стада. Формирователь 18 формирует сигнал прекращения содержания стада в момент времени равенства указанных сигналов. Посредством управляемого выключателя технологического оборудования процесса содержания стада 19 выключают технологическое оборудование процесса содержания стада 6 и включают технологическое оборудование для прекращения содержания или для забоя стада 7 в момент времени появления сигнала на выходе формирователя 18. Процесс содержания стада с отбором и выбраковкой некондиционных животных или птиц заканчивается.

Выводы

Обеспечивается в автоматическом режиме контроль и идентификация некондиционных животных или птиц, в результате чего достигается их своевременная выбраковка и отбор с учётом их вклада в хозяйственные показатели сельскохозяйственного предприятия, повышается точность определения экономически целесообразного момента времени прекращения содержания стада. Производится управление технологическим процессом содержания сельскохозяйственного поголовья по экономическому признаку.

Список литературы

1. Патент № 2251258 РФ. Способ и устройство контроля и сигнализации наличия нездоровых сельскохозяйственных животных в зоне обогрева / Дубровин А. В., Борисов В. В. – № 2003130427/12 ; заявл. 16.10.2003 ; опубл. 10.05.2005, Бюл. №13.

2. Патент № 2277768 РФ. Способ и устройство обнаружения некондиционного животного в зоне обитания сельскохозяйственных животных / Дубровин А. В., Борисов В. В. – № 2004137356/12 ; заявл. 22.12.2004 ; опубл. 20.06.2006, Бюл. №17.

3. Патент № 2490877 РФ. Способ и устройство контроля численности поголовья животных в стаде и овец в отаре и выявления среди них больных и ослабленных животных / Тургенбаев М. С., Суюнчалиев Р. С., Дубровин А. В., Шевцов В. В. // 2013, Бюл. № 24.

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

**АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ЗА ЕКОНОМІЧНОГО ОЗНАКОЮ
ТЕРМІНОМ УТРИМАННЯ СТАДА З ВІДБОРОМ
І ВИБРАКУВАННЯМ ОСОБИН ЗА ЇХ ПРОДУКТИВНОЮ МАСОЮ**

О. В. Дубровін

Анотація. *Запропоновано основи методу керування продуктивним терміном утримання стада за економічним критерієм із вибракуванням некондиційних тварин або птахів. Економічним індикатором господарсько результативного терміну експлуатації стада є рівність сигналу розрахункового значення найвищого прибутку виробництва наприкінці чергового тимчасового циклу утримання стада сигналу заданого мінімально допустимого значення прибутку.*

Ключові слова: *автоматизація технологічних процесів, економічно оптимальне управління, техніко-економічні параметри*

**AUTOMATIC CONTROL ON ECONOMIC THE BASIS FOR THE TERM
OF A HERD WITH A SELECTION AND THE CULLING OF ANIMALS
FOR THEIR PRODUCTIVE MASS**

A. Dubrovin

Annotation. *The proposed framework method of management of productive life of a herd by the economic criterion with culling substandard animals or birds. The economic criterion, according to which the technical solution of the method of administration, is the equality of estimated signal values of the higher profits of production at the end of the temporal cycle of a herd of animals or birds to signal the specified minimum profit.*

Key words: *process automation, cost optimal control, feasibility parameter*