

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ МОДУЛЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

**И.Е. Плаксин**, кандидат технических наук

**А.В. Трифанов**, кандидат технических наук, доцент

*Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Санкт-Петербург, Россия*

**E-mail:** trifanovav@mail.ru

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, птицеводство, мелкотоварное производство, технологический модуль.

**Реферат.** Россия занимает пятое место в мире по производству мяса птицы. В период с 2010 по 2021 г. объем производства данного вида продукции вырос в 1,77 раза, что в натуральном выражении составляет 2190 тыс. т. Наибольший объем производства мяса птицы (89,7 %) приходится на мясо цыплят-бройлеров. Данный показатель обоснован потребительскими предпочтениями розничного рынка, низким коэффициентом конверсии корма, высоким уровнем автоматизации производственных процессов, а также возможностью проведения до восьми производственных циклов в год. Основная доля, составляющая 93 %, производства мяса цыплят-бройлеров приходится на крупные сельскохозяйственные предприятия. На хозяйства населения и крестьянско-фермерские хозяйства приходится 7 % производства. Данный результат наблюдается вследствие отсутствия технико-технологических решений для мелкотоварного производства, предусматривающих применение автоматизации производственных процессов, что приводит к снижению продуктивности и увеличению падежа птицы. Совокупность приведенных факторов увеличивает себестоимость готовой продукции, делая мелкотоварное производство неконкурентными. Для решения данной проблемы разработан проект и изготовлен опытный образец технологического модуля для откорма цыплят-бройлеров. Производственная мощность модуля составляет 2800 цыплят-бройлеров в год. В модуле применяется клеточный способ содержания птицы на сетчатом настиле. В результате проведенных исследований коэффициент конверсии корма составил 1,66, затраты воды 3,4 л, электроэнергии 3,22 кВт·ч и труда 0,051 чел·ч на килограмм живого веса. Полученные показатели сопоставимы с показателями крупных птицефабрик, что позволяет сделать вывод о целесообразности использования технологических модулей на малых птицеводческих предприятиях.

## THE RESULTS OF RESEARCH ON TECHNOLOGICAL INDICATORS IN THE EXPERIMENTAL MODULE FOR GROWING BROILER CHICKENS

**I.E. Plaksin**, Candidate of Technical Sciences

**A.V. Trifanov**, Candidate of Technical Sciences

*Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – branch of FSAC VIM, Saint Petersburg, Russia*

**E-mail:** trifanovav@mail.ru

**Keywords:** agriculture, poultry farming, small-scale production, technological module.

**Abstract.** Russia ranks fifth in the world in poultry meat production. In the period from 2010 to 2021, the volume of production of this type of product increased by 1.77 times, which in physical terms is 2,190 thousand tons. The largest volume of poultry meat production, 89.7%, falls on the meat of broiler chickens. This indicator is justified by consumer preferences of the retail market, a low feed conversion rate, a high level of automation of production processes, as well as the possibility of up to 8 production cycles per year. The main share, amounting to 93%, of broiler chicken meat production is accounted for by large agricultural enterprises. Households of the population and peasant farms account for 7% of production. This result is observed due to the lack of technical and technological solutions for small-scale production, providing for the use of automation of production processes, which leads to a decrease in productivity and an increase in poultry mortality. The combination of these factors increases the cost of finished products, making small-scale production uncompetitive. To solve this problem, a project has been developed and a prototype of a technological module for fattening broiler chickens has been

*manufactured. The production capacity of the module is 2,800 broiler chickens per year. The module uses a cellular method of keeping poultry on a mesh flooring. As a result of the conducted studies, the feed conversion rate was 1.66, the cost of water was 3.4 liters, electricity was 3.22 kWh and labor was 0.051 people per kilogram of live weight. The obtained indicators are comparable with those of large poultry farms, which allows us to conclude that it is advisable to use technological modules at small poultry enterprises.*

Птицеводство – отрасль животноводства, занимающаяся разведением и использованием различных видов сельскохозяйственной птицы для производства яиц, мяса, пера, пуха [1].

Данная отрасль поставляет на потребительский рынок широкий ассортимент диетических продуктов питания и играет одну из главных ролей в обеспечении продовольственной безопасности страны [2–6].

По результатам 2022 г. Россия заняла пятое место среди лидирующих стран – производителей мяса птицы, что в объемном выражении

составляет 4,7 % от общемирового производства [7].

Птицеводство в России является ведущей отраслью мясного производства. Реализация приоритетного национального проекта «Развитие АПК» и государственной программы развития сельского хозяйства позволила в период с 2010 по 2022 г., увеличить объем производимой продукции в хозяйствах всех категорий в 1,78 раза, что в убойном весе составляет 2230 тыс. т [8]. Динамика изменения производства мяса птицы в России по всем категориям хозяйств приведена на рис. 1.

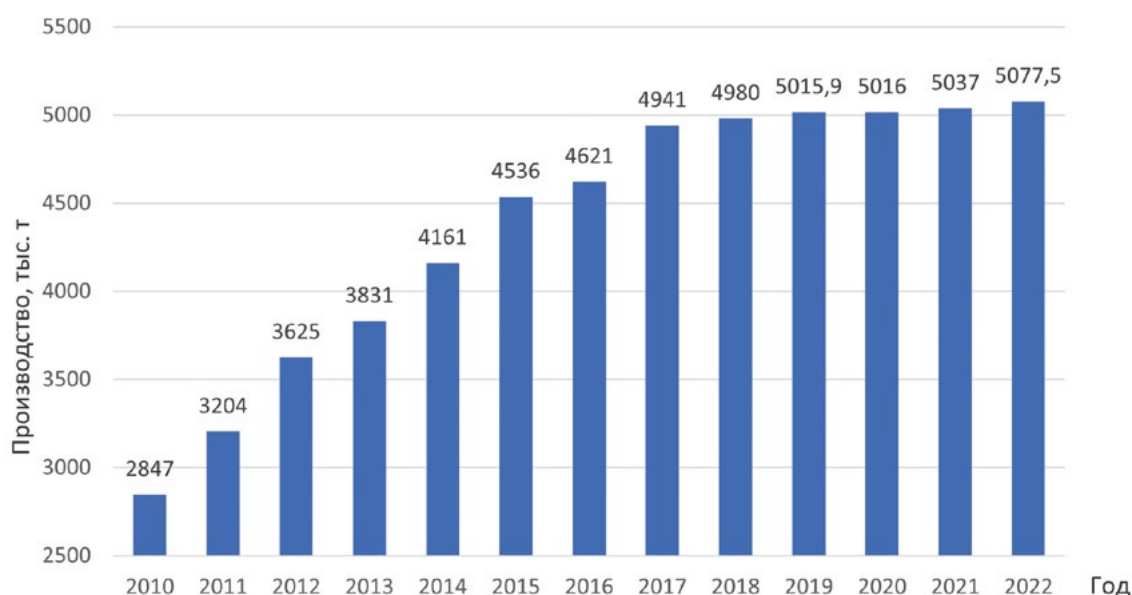


Рис. 1. Производство мяса птицы в России хозяйствами всех категорий в убойном весе, тыс. т  
Poultry meat production in Russia by farms of all categories in slaughter weight, thousand tons

С 2017 г. наблюдается снижение темпов роста производственных объемов, что в первую очередь связано с достижением уровня самообеспеченности данной продукцией на внутреннем рынке. Дальнейшее развитие производства мяса птицы связано с наращиванием экспортного потенциала и замещением импортной продукцией.

Более 90 % импортного мяса птицы в России приходится на Бразилию и Беларусь. Объем импорта за 2021 г. вырос на 1,6 % по

сравнению с показателем 2020 г., и составил 198,9 тыс. тонн.

Экспорт мяса птицы в 2021 г. составил 246,7 тыс. т, что превышает аналогичный показатель 2020 г. на 1,1 %. Достижение данного результата стало возможным благодаря открытию рынка Китая, а также увеличению поставок в Гану и Конго. Основной экспортной позицией Китая являются крылья (37 % поставок). Гана и Конго импортирует спинки, шейки, спинки вместе с шейкой, гузки и тонкие концы крыльев.

В структуре производства мяса птицы по видам первое место занимает мясо цыплят-бройлеров с показателем 89,7 %, на втором месте следует мясо выбракованных кур-несушек – 4,83 %, третье место индюшатина – 4,67 % и на мясо остальных видов птиц, таких как гуси, утки, перепела, цесарки, голуби и т.д. приходится не более 1,2 % от общего объема производства.

Ориентированность производителей на мясо цыплят-бройлеров обоснована потребительскими предпочтениями розничного рынка, низким коэффициентом конверсии корма, составляющим порядка 1,6–1,7, высоким уровнем механизации и автоматизации производственных процессов, быстрым оборотом стада – до восьми раз в год, удобством при реализации ввиду отсутствия необходимости разделки тушки [9–14].

Лидерами по производству мяса птицы по категориям хозяйств являются крупные птицефабрики и комплексы, доля которых в общем объеме производства за 2021 г. составила 93 %, на мелкотоварные предприятия, такие как личные подсобные и крестьянско-фермерские хозяйства приходится не более 7 % производимой продукции [15].

Систематическое сокращение объемов производства хозяйств населения наблюдается ввиду отсутствия наукоемких технико-технологических и планировочных решений производственных помещений, следствием чего являются высокие трудозатраты, необходимые для выполнения основных производственных процессов, таких как кормление, поение, пометоудаление, а также организация оптимального микроклимата на протяжении всего цикла выращивания птицы. Большой процент ручного труда способствует увеличению процента стрессовых ситуаций, что приводит к снижению продуктивности, а также увеличению падежа птицы.

Совокупность приведенных факторов увеличивает себестоимость готовой продукции, делая мелкотоварные предприятия неконкурентными в ценовом сегменте, что, в свою очередь, приводит к их закрытию. Сокращение количества личных подсобных и крестьянско-фермерских хозяйств пагубно сказывается на социально-демографической ситуации сельских

территорий, так как в большинстве случаев они являются основным источником дохода фермеров. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что мелкотоварные предприятия являются важной частью аграрной экономики страны. Для их дальнейшего развития необходима разработка технико-технологических решений, обеспечивающих полноценное использование генетического потенциала птиц и снижение себестоимости производимой продукции.

На сегодняшний день в мире все большую популярность приобретают мобильные птичники модульного типа, данные технологические решения активно внедряются в Австрии и Австралии [16, 17].

Представленные модульные птичники предназначены для содержания кур-несушек с возможностью их свободного выгула. Но наиболее выгодным видом деятельности для фермера является выращивание цыплят-бройлеров для получения мяса ввиду минимизации затрат на проведение ветеринарно-санитарного обслуживания, большого количества производственных циклов в год, а также низкого процента падежа птицы, не превышающего 5 % [18].

Учитывая мировые тенденции на разработку мобильных птичников модульного типа, а также эффективность выращивания птицы на мясо, авторами статьи был разработан и изготовлен опытный образец модуля для откорма цыплят-бройлеров (рис. 2) [19].

Плотность посадки поголовья, производственная годовая мощность, а также количество птиц, содержащееся в модуле одновременно, определяется согласно рекомендациям к проектированию птицеводческих предприятий [20].

Целью данного исследования являлось определение продуктивности цыплят-бройлеров в разработанном технологическом модуле, а также основных производственных издержек, таких как затраты корма, воды, электроэнергии, трудозатрат, выход помета, с дальнейшим сопоставлением полученных данных с показателями крупных птицеводческих предприятий. На основании проведенных исследований будут сформированы рекомендации по внедрению разработанного технологического модуля в производство на мелкотоварных птицеводческих предприятиях для обеспечения повышения их эффективности.



Рис. 2. Опытный образец модуля для откорма цыплят-бройлеров  
Experimental model of a module for fattening broiler chickens

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### *Характеристика модуля для откорма цыплят-бройлеров*

Модуль представляет собой мобильный блок-контейнер, габаритными размерами  $6 \times 2,5 \times 3,2$  м, каркас которого сделан из профильной трубы, позволяющей выполнить утепление без образования мостиков холода. Внутренняя обшивка модуля выполнена из антикоррозийных материалов, позволяющих производить дезинфекцию модуля после каждого производственного цикла. С наружной стороны в качестве обшивки применен оцинкованный профилированный лист.

Технология предусматривает содержание одновозрастных птиц с применением частичной механизации и автоматизации основных производственных процессов.

Для максимально полного использования производственной площади в модуле применяется клеточный способ содержания птицы на сетчатом настиле без применения подстилки (рис. 3) [21, 22].

Бесподстилочное содержание птицы позволяет предотвратить дерматит подушечек ног, ожог скакательных суставов, загрязнение оперения, а также благоприятно сказывается на производственных показателях [23–25].

Для кормления птицы предусмотрены бункерные кормушки (с возможностью изменения их высоты в зависимости от возраста птицы) из расчета по фронту кормления 2,5 см на голову (рис. 4) [20].

Данный тип кормушек позволяет сократить потери кормов, а также более рационально использовать площадь клеточной батареи за счет возможности расположения бройлеров под кормушкой [26].



Рис. 3. Клеточная батарея для содержания бройлеров в модуле для откорма  
Battery cage for keeping broilers in a fattening module



Рис. 4. Система кормления и поения бройлеров в модуле для откорма  
Feeding and watering system for broilers in a fattening module

Для поения птицы в модуле применяется ниппельная система с использованием микро-чашечных поилок. Это обеспечивает низкий уровень бактериальной обсемененности, а также сокращение потерь воды [27]. Линии ниппельных поилок каждого яруса клеточной батареи выполнены с возможностью подъема для организации оптимальной высоты поения птицы в зависимости от ее возраста.

Для поддержания оптимальной температуры в модуле применялись электрические инфракрасные обогреватели. Данная система обогрева обладает рядом преимуществ, таких как высокий КПД (порядка 98 %) ввиду передачи тепла непосредственно обогреваемой поверхности и птице, отсутствие сжигания кислорода, а также высушивания воздуха производственного помещения, возможность локального обогрева, поддержание заданной температуры в автоматическом режиме [28, 29].

Недостатком инфракрасных обогревателей является необходимость удаления продуктов сгорания из газоотводного канала. В модуле данная проблема решена благодаря использованию темных инфракрасных обогревателей, у которых температура горения значительно ниже (350–400 °С) и излучающая поверхность выполнена из жаропрочной стали, что исключает прогорание [30].

Всего в модуле установлено шесть обогревателей данного типа, по два на каждом ярусе клеточной батареи. Поддержание температуры осуществляется в автоматическом режиме по заданной температуре на терморегуляторе, которая изменяется оператором в зависимости от возраста птицы.

Для организации притока свежего и удаления отработанного воздуха в модуле реализована система вентиляции тоннельного типа, включающая приточные окна, коробка для подогрева поступающего воздуха и вытяжные вентиляторы. Использование данной системы вентиляции обусловлено более высокой сохранностью поголовья, среднесуточными привесами, а также большей живой массой птицы при снятии на убой в сравнении с системой вентиляции со схемой потока воздуха сверху вниз [31, 32].

Всего в модуле установлено шесть вентиляторов, они расположены попарно на каждом ярусе клеточной батареи, с обеспечением максимального воздухообмена в объеме 5400 м<sup>3</sup>/ч. Ранее проведенные исследования показывают, что применяемая система способна обеспечить воздухообмен с оптимальными параметрами на всем протяжении производственного цикла откорма цыплят-бройлеров [33, 34].

Для сбора помета в модуле под каждым ярусом клеточной батареи установлены поддоны, после заполнения которых производится их выемка и очистка.

Для освещения в модуле предусмотрены как естественные, так и искусственные источники света. Для естественного освещения производственного помещения используются два окна, размер которых рассчитан согласно методическим рекомендациям [20]. В качестве искусственных источников света применены светодиодные светильники ввиду их экономичности, длительного срока службы и экологической безопасности [35].

# Определение основных технологических параметров

В период проведения исследований был применен метод пассивного эксперимента, включающий в себя определение среднесуточных привесов бройлеров, определение коэффициента конверсии корма, затрат труда, электроэнергии, воды для набора птицей килограмма живого веса.

Коэффициент конверсии корма  $K$  определялся как отношение общего количества потребленного корма к общему приросту живой массы бройлеров за цикл откорма:

$$K = \frac{G_{o.ц.}}{\Delta M}, \quad (1)$$

– где  $G_{o.ц.}$  – общее потребление кормов за цикл, кг;  $\Delta M$  – прирост живой массы бройлеров, кг.

Прирост живой массы определялся как разность общей живой массы бройлеров при снятии на убой и общей живой массы бройлеров при постановке на откорм:

$$\Delta M = M_{к.о} - M_{н.о}, \quad (2)$$

– где  $M_{к.о}$  – общая живая масса птицы при снятии на убой, кг;  $M_{н.о}$  – общая живая масса птицы при постановке на откорм, кг.

Общая живая масса при снятии бройлеров на убой есть произведение количества бройлеров, снятых на убой, на среднюю живую массу птиц при убое:

$$M_{к.о} = n_{к.о} \cdot \bar{m}_к, \quad (3)$$

– где  $n_{к.о}$  – количество бройлеров, снятых на убой, шт.;  $\bar{m}_к$  – средняя живая масса бройлеров при снятии на убой, кг.

Общая живая масса при постановке бройлеров на откорм есть произведение количества бройлеров, поставленных на откорм, на среднюю живую массу суточных цыплят:

$$M_{н.о} = n_{н.о} \cdot \bar{m}_н, \quad (4)$$

– где  $n_{н.о}$  – количество суточных цыплят, поставленных на откорм, шт.;  $\bar{m}_н$  – средняя живая масса цыпленка при постановке на откорм, кг.

Также определен процент падежа бройлеров за откормочный цикл  $\eta$ :

$$\eta = \frac{\Delta n \cdot 100}{n_{н.о}}, \quad (5)$$

– где  $\Delta n$  – разница между количеством бройлеров, поставленных на откорм, с количеством птицы, снятом на убой, шт.

Общее потребление корма определялось исходя из посуточного взвешивания корма в каждой кормушке с ее наполнением на равную величину для организации кормления вволю.

Для определения массы цыплят при постановке на откорм и снятии на убой, а также среднесуточных привесов была отобрана контрольная группа (десять голов на каждом ярусе), взвешивание которой осуществлялось каждый день на протяжении цикла откорма.

Для определения количества воды, потребляемой бройлерами за откормочный цикл, в модуле установлен водомерный счетчик. Поступление воды в поилки каждого яруса клеточной батареи осуществляется из бака, первая заправка которого производится до постановки бройлеров на откорм, а все последующие по мере достижения воды в баке минимального уровня, за счет чего обеспечивается бесперебойное поение птицы.

Исходя из общего водопотребления было определено количество воды, необходимое бройлерам каждые сутки откормочного цикла:

$$Q_c = \frac{Q_o}{T}, \quad (6)$$

– где  $Q_o$  – затраты воды за цикл откорма, л;  $Q_c$  – среднесуточные затраты воды, л/сут;  $T$  – продолжительность откормочного цикла, сут.

Определено среднесуточное количество воды, необходимое одному бройлеру:

$$Q_{с.г} = \frac{Q_c}{n}, \quad (7)$$

где  $Q_{с.г}$  – среднесуточное потребление воды одним бройлером, л/сут.

Исходя из экспериментально полученных значений среднесуточных привесов и определенных среднесуточных затрат воды одним бройлером, определено количество воды, необходимое для набора бройлером одного килограмма живого веса:

$$Q_{кг} = \frac{Q_{с.г}}{\Delta m}, \quad (8)$$

– где  $Q_{кг}$  – затраты воды, необходимые для набора одного килограмма живого веса, л/кг;  $\Delta m$  – среднесуточные привесы одного бройлера, кг.

Контроль потребления электроэнергии осуществлялся электросчетчиком, расположенным в щите управления.

Расход электроэнергии в модуле осуществлялся на обогрев птицы, работу вытяжных вентиляторов, а также на освещение производственного помещения.

По аналогии с определением количества воды определены затраты электроэнергии, необходимые для набора бройлером килограмма живого веса. Выражение для определения, количества электроэнергии для набора бройлером одного килограмма живого веса имеет вид:

$$E_{\text{кг}} = \frac{E_{\text{с.г}}}{\Delta m}, \quad (9)$$

– где  $E_{\text{кг}}$  – затраты электроэнергии для набора килограмма живого веса, кВт;  $E_{\text{с.г}}$  – среднесуточные затраты электроэнергии на одного бройлера, кВт.

Количество помета, полученное за цикл откорма бройлеров, определялось регулярным взвешиванием при выемке поддонов.

Исследованиями предусматривалось определение трудозатрат, необходимых для обслуживания бройлеров за откормочный цикл.

Хронометраж рабочего времени определялся при помощи секундомера, включение которого осуществлялось при входе в модуль, а отключение – при выходе после завершения выполнения всех операций (пополнение кормушек, заправка бака водой, чистка поддонов и т.д.).

Исходя из полученных данных определены среднесуточные затраты труда, приходящиеся на одного бройлера, а также трудозатраты, необходимые для набора бройлером килограмма живого веса:

$$T_{\text{кг}} = \frac{T_{\text{с.г}}}{\Delta m}, \quad (10)$$

– где  $T_{\text{кг}}$  – затраты труда для набора бройлером килограмма живого веса, чел.ч/кг;  $T_{\text{с.г}}$  – среднесуточные затраты труда на обслуживание одного бройлера, чел.ч.

Контроль параметров микроклимата в модуле, таких как температура, влажность, содержание углекислого газа и аммиака осуществлялся с помощью переносного измерительного комплекса ПИК-4, принцип и эффективность работы которого описаны в ранее опубликованных работах [37].

Методикой предусматривалось расположение измерительного комплекса на каждом ярусе клеточной батареи с регулярным перемещением по контрольным точкам для получения объективных данных состояния микроклимата в каждой зоне яруса.

Также определялись статистические параметры, такие как среднее значение, стандартная ошибка среднего значения, коэффициент вариации, по показателям потребления корма и воды, затрат электроэнергии и труда за время проведения исследований [38].

Коэффициент вариации  $CV$  определялся по формуле

$$CV = \frac{\sigma}{M(x)} \cdot 100, \quad (11)$$

– где  $\sigma$  – среднеквадратичное отклонение случайной величины;  $M(x)$  – ожидаемое (среднее) значение случайной величины.

Для определения среднеквадратичного отклонения использовалась формула

$$\sigma = \sqrt{D}, \quad (12)$$

– где  $D$  – дисперсия случайной величины.

Дисперсией случайной величины является математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от ее математического ожидания, рассчитывается по формуле

$$D = M(x^2) - [M(x)]^2, \quad (13)$$

– где  $M(x)$  – математическое ожидание случайной величины.

Математическое ожидание дискретной случайной величины рассчитывают как сумму произведений всех ее возможных значений на их вероятности:

$$M(x) = x_1 \cdot p_1 + x_2 \cdot p_2 + \dots + x_n \cdot p_n, \quad (14)$$

– где  $x$  – значение случайной величины;  $p$  – вероятность случайной величины.

Стандартная ошибка среднего значения  $SE$  определялась по формуле

$$SE = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (15)$$

где  $n$  – объем выборки.

Определение доверительных границ полученных результатов  $M$  осуществлялось по формуле

$$M = M(x) \pm t \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (16)$$

– где  $t$  – критерий достоверности, определяемый по таблице М.А. Плохинского с учетом вероятности безошибочного прогноза  $P = 95 \%$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно методике проведения эксперимента определено общее потребление корма бройлерами, падеж птицы, среднесуточные привесы контрольной группы бройлеров. Полученные показатели приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Показатели общего потребления корма, среднесуточных привесов и падежа бройлеров за цикл откорма в модуле**  
**Indicators of total feed consumption, average daily weight gain and mortality of broilers during the fattening cycle in the module**

| Дата       | Общее потребление корма, г | Падеж, гол. | Потребление корма одним бройлером, г | Средний вес бройлеров контрольной группы, г |
|------------|----------------------------|-------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1          | 2                          | 3           | 4                                    | 5                                           |
| 18.02.2022 | 1554                       | 0           | 4,44                                 | 57                                          |
| 19.02.2022 | 3874                       | 0           | 11,07                                | 68                                          |
| 20.02.2022 | 5110                       | 0           | 14,6                                 | 84                                          |
| 21.02.2022 | 6055                       | 0           | 17,3                                 | 93                                          |
| 22.02.2022 | 9187                       | 0           | 26,25                                | 112                                         |
| 23.02.2022 | 10330                      | 1           | 29,6                                 | 148                                         |
| 24.02.2022 | 10089                      | 1           | 28,99                                | 186                                         |
| 25.02.2022 | 14158                      | 1           | 40,8                                 | 214                                         |
| 26.02.2022 | 14418                      | 0           | 41,55                                | 235                                         |
| 27.02.2022 | 18148                      | 0           | 52,3                                 | 267                                         |
| 28.02.2022 | 16861                      | 1           | 48,73                                | 274                                         |
| 01.03.2022 | 22085                      | 0           | 63,83                                | 346                                         |
| 02.03.2022 | 21885                      | 0           | 63,25                                | 393                                         |
| 03.03.2022 | 25432                      | 2           | 73,93                                | 439                                         |
| 04.03.2022 | 30561                      | 0           | 88,84                                | 507                                         |
| 05.03.2022 | 27038                      | 0           | 78,6                                 | 553                                         |
| 06.03.2022 | 33127                      | 0           | 96,3                                 | 613                                         |
| 07.03.2022 | 33519                      | 2           | 98,01                                | 682                                         |
| 08.03.2022 | 30110                      | 1           | 88,3                                 | 688                                         |
| 09.03.2022 | 31736                      | 1           | 93,34                                | 746                                         |
| 10.03.2022 | 32442                      | 1           | 95,7                                 | 827                                         |
| 11.03.2022 | 32646                      | 0           | 96,3                                 | 890                                         |
| 12.03.2022 | 39289                      | 1           | 116,24                               | 938                                         |
| 13.03.2022 | 40305                      | 1           | 119,6                                | 984                                         |
| 14.03.2022 | 42970                      | 4           | 129,04                               | 1080                                        |
| 15.03.2022 | 43790                      | 0           | 131,5                                | 1153                                        |
| 16.03.2022 | 46546                      | 1           | 140,2                                | 1221                                        |
| 17.03.2022 | 48756                      | 1           | 147,3                                | 1352                                        |
| 18.03.2022 | 53555                      | 0           | 161,8                                | 1467                                        |
| 19.03.2022 | 55178                      | 0           | 166,7                                | 1544                                        |

Окончание табл. 1

| 1          | 2     | 3 | 4      | 5    |
|------------|-------|---|--------|------|
| 20.03.2022 | 44283 | 2 | 134,6  | 1603 |
| 21.03.2022 | 45928 | 0 | 139,6  | 1700 |
| 22.03.2022 | 46369 | 2 | 141,8  | 1784 |
| 23.03.2022 | 57889 | 0 | 177,03 | 1802 |
| 24.03.2022 | 51280 | 1 | 157,3  | 1872 |
| 25.03.2022 | 57265 | 1 | 176,2  | 1956 |
| 26.03.2022 | 63635 | 0 | 195,8  | 2058 |
| 27.03.2022 | 58760 | 0 | 180,8  | 2198 |
| 28.03.2022 | 59573 | 0 | 183,3  | 2286 |
| 29.03.2022 | 70070 | 0 | 215,6  | 2393 |
| 30.03.2022 | 63278 | 0 | 194,7  | 2578 |
| 31.03.2022 | 64318 | 0 | 197,9  | 2796 |

Исходя из полученных данных определено общее количество корма, затраченное за один производственный цикл в модуле, составившее 1483,402 кг. Также определен прирост живой

массы бройлеров, составивший 888,75 килограмм.

Показатели расхода воды, электроэнергии, а также трудозатрат приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Показатели общих затрат воды, электроэнергии, труда за откормочный цикл в модуле**  
**Indicators of total costs of water, electricity, labor for the fattening cycle in the module**

| Дата       | Общие затраты воды, л | Общие затраты электроэнергии, кВт | Общие затраты труда, чел.ч |
|------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 1          | 2                     | 3                                 | 4                          |
| 18.02.2022 | 200                   | 71                                | 1,6                        |
| 19.02.2022 | 0                     | 72                                | 0,5                        |
| 20.02.2022 | 0                     | 69                                | 0,61                       |
| 21.02.2022 | 0                     | 61                                | 0,53                       |
| 22.02.2022 | 62                    | 62                                | 1,43                       |
| 23.02.2022 | 0                     | 78                                | 0,67                       |
| 24.02.2022 | 0                     | 64                                | 0,61                       |
| 25.02.2022 | 60                    | 78                                | 0,88                       |
| 26.02.2022 | 0                     | 67                                | 0,63                       |
| 27.02.2022 | 0                     | 52                                | 0,57                       |
| 28.02.2022 | 66                    | 47                                | 0,91                       |
| 01.03.2022 | 0                     | 40                                | 0,63                       |
| 02.03.2022 | 120                   | 33                                | 0,97                       |
| 03.03.2022 | 0                     | 58                                | 0,7                        |
| 04.03.2022 | 0                     | 31                                | 0,68                       |
| 05.03.2022 | 80                    | 38                                | 1,65                       |
| 06.03.2022 | 0                     | 36                                | 0,61                       |
| 07.03.2022 | 164                   | 16                                | 2,38                       |
| 08.03.2022 | 0                     | 34                                | 0,67                       |
| 09.03.2022 | 156                   | 31                                | 0,95                       |

Окончание табл. 2

| 1          | 2   | 3   | 4    |
|------------|-----|-----|------|
| 10.03.2022 | 0   | 29  | 0,77 |
| 11.03.2022 | 146 | 13  | 0,97 |
| 12.03.2022 | 0   | 12  | 0,63 |
| 13.03.2022 | 148 | 76  | 1,03 |
| 14.03.2022 | 0   | 82  | 0,8  |
| 15.03.2022 | 143 | 85  | 2,13 |
| 16.03.2022 | 171 | 85  | 1,2  |
| 17.03.2022 | 178 | 78  | 1,13 |
| 18.03.2022 | 117 | 80  | 1,06 |
| 19.03.2022 | 110 | 81  | 1,05 |
| 20.03.2022 | 87  | 98  | 0,96 |
| 21.03.2022 | 116 | 65  | 1,22 |
| 22.03.2022 | 76  | 83  | 0,98 |
| 23.03.2022 | 113 | 85  | 1,27 |
| 24.03.2022 | 105 | 100 | 1,16 |
| 25.03.2022 | 109 | 98  | 2,43 |
| 26.03.2022 | 114 | 73  | 1,33 |
| 27.03.2022 | 105 | 95  | 1,23 |
| 28.03.2022 | 109 | 93  | 1,36 |
| 29.03.2022 | 120 | 91  | 1,43 |
| 30.03.2022 | 114 | 97  | 1,47 |
| 31.03.2022 | 129 | 108 | 2,6  |

Согласно полученным данным было определено общее количество воды, электроэнергии и трудозатрат за откормочный цикл: 3218 л, 2745 кВт/ч и 46,39 чел.ч соответственно.

За откормочный цикл выемка поддонов для сбора помета осуществлялась пять раз.

В табл. 3 приведены показатели общего количества помета, полученного за цикл откорма, среднесуточного количества помета, полученного от всего поголовья, а также среднесуточного количества помета, приходящегося на одного бройлера.

Таблица 3

Показатели выхода помета за цикл откорма бройлеров в модуле  
Indicators of litter output during the broiler fattening cycle in the module

| Дата       | Общие выход помета, г | Среднесуточный выход помета, г | Среднесуточный выход помета приходящийся на одного бройлера, г |
|------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 22.02.2022 | 8425                  | 29786,4                        | 85,1                                                           |
| 5.03.2022  | 158720                |                                |                                                                |
| 15.03.2022 | 331670                |                                |                                                                |
| 25.03.2022 | 377680                |                                |                                                                |
| 31.03.2022 | 374535                |                                |                                                                |
| Итого:     | 1251030               |                                |                                                                |

В табл. 4 приведены показатели среднесуточных значений потребления корма и воды, а также затрат электроэнергии и труда за цикл

проведения исследований с определением статистической ошибки, коэффициента вариации, а также доверительного интервала.

Таблица 4

**Показатели среднесуточных значений потребления корма, воды, затрат электроэнергии и труда за цикл проведения исследований**

**Average daily feed, water, energy and labor consumption during the research cycle**

| Показатель                           | Среднесуточное потребление корма, кг | Среднесуточное потребление воды, л | Среднесуточные затраты электроэнергии, кВт*ч | Среднесуточные затраты труда, чел.ч |
|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| Среднее значение                     | 35,32                                | 76,62                              | 65,4                                         | 1,11                                |
| Стандартная ошибка среднего значения | 2,95                                 | 9,8                                | 3,9                                          | 0,08                                |
| Коэф. вариации, %                    | 54,4                                 | 83                                 | 39                                           | 46                                  |
| Доверительный интервал               | 29,42–41,22*                         | 57,02–96,22*                       | 57,6–73,2*                                   | 0,95–1,27*                          |

Примечание. \* – достоверно с учетом вероятности безошибочного прогноза (P = 95 %).

Определение параметров микроклимата, предусмотренных методикой, осуществлялось с итерацией в десять минут. Используемый измерительный комплекс предусматривает определение концентрации аммиака в миллионных долях (parts per million – ppm), для

удобства сопоставления полученных данных с нормативными величинами осуществлялась конвертация показателя к единице измерения мг/м<sup>3</sup> [39]. В табл. 5 приведены среднесуточные показатели контролируемых параметров микроклимата.

Таблица 5

**Среднесуточные показатели температуры, влажности, концентрации аммиака и углекислого газа за цикл откорма бройлеров в модуле**

**Average daily temperature, humidity, ammonia and carbon dioxide concentrations during the broiler fattening cycle in the module**

| Дата       | Температура, °C | Влажность, % | Концентрация аммиака NH <sub>3</sub> , мг/м <sup>3</sup> | Концентрация углекислого газа CO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup> |
|------------|-----------------|--------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1          | 2               | 3            | 4                                                        | 5                                                                 |
| 18.02.2022 | 31,9            | 24,1         | 0,07467                                                  | 1025,5                                                            |
| 19.02.2022 | 32,2            | 28,6         | 0,33602                                                  | 1287,4                                                            |
| 20.02.2022 | 32,3            | 29,4         | 0,28002                                                  | 1428,9                                                            |
| 21.02.2022 | 32,14           | 35,14        | 0,70938                                                  | 1720,5                                                            |
| 22.02.2022 | 32,06           | 38,7         | 1,08896                                                  | 1950,6                                                            |
| 23.02.2022 | 32,6            | 41,9         | 1,1823                                                   | 2226,1                                                            |
| 24.02.2022 | 31,9            | 41,8         | 1,1823                                                   | 2170,5                                                            |
| 25.02.2022 | 31,5            | 42,9         | 1,72989                                                  | 2154,2                                                            |
| 26.02.2022 | 30,13           | 54,13        | 2,49527                                                  | 2989,7                                                            |
| 27.02.2022 | 28,3            | 59,9         | 2,80018                                                  | 3694,16                                                           |
| 28.02.2022 | 27,5            | 62,3         | 3,1922                                                   | 3660,9                                                            |
| 01.03.2022 | 27,3            | 63,7         | 3,60912                                                  | 4284,5                                                            |
| 02.03.2022 | 25,2            | 55,8         | 2,92463                                                  | 3393,01                                                           |
| 03.03.2022 | 27,9            | 65,14        | 5,23322                                                  | 4104                                                              |
| 04.03.2022 | 26,4            | 58,03        | 4,79142                                                  | 3878,3                                                            |

| 1          | 2    | 3     | 4        | 5       |
|------------|------|-------|----------|---------|
| 05.03.2022 | 26,1 | 63,3  | 5,28923  | 5253,9  |
| 06.03.2022 | 26,7 | 69,8  | 2,86241  | 4127,1  |
| 07.03.2022 | 25,8 | 71,1  | 3,67135  | 3485,7  |
| 08.03.2022 | 26,1 | 69,5  | 8,23253  | 5165,8  |
| 09.03.2022 | 26,2 | 68,9  | 12,56969 | 5192,1  |
| 10.03.2022 | 25,6 | 66,5  | 9,39616  | 5531,8  |
| 11.03.2022 | 25,1 | 70,9  | 11,94743 | 4397,7  |
| 12.03.2022 | 24,8 | 60,5  | 10,2051  | 3081,3  |
| 13.03.2022 | 21,5 | 40,5  | 1,38142  | 1606,8  |
| 14.03.2022 | 21,1 | 40,7  | 0,60359  | 1639,7  |
| 15.03.2022 | 20,9 | 37,3  | 0,59737  | 1549,7  |
| 16.03.2022 | 21,1 | 35,2  | –        | 1621,2  |
| 17.03.2022 | 21,4 | 35,5  | –        | 1772,4  |
| 18.03.2022 | 21,7 | 34,5  | –        | 1773,01 |
| 19.03.2022 | 22,5 | 40,02 | –        | 1841,4  |
| 20.03.2022 | 23,2 | 38,2  | 0,06845  | 1718,8  |
| 21.03.2022 | 23,7 | 33,8  | 0,17423  | 1674,1  |
| 22.03.2022 | 22,9 | 35,6  | 0,2738   | 1635,01 |
| 23.03.2022 | 19,4 | 37,6  | 0,06845  | 1512,4  |
| 24.03.2022 | 17,4 | 42,14 | 0,31113  | 1379,5  |
| 25.03.2022 | 17,2 | 41,3  | 0,14934  | 1359,6  |
| 26.03.2022 | 16,8 | 41,5  | 0,16801  | 1376,3  |
| 27.03.2022 | 16,9 | 40,5  | 0,09956  | 1397,4  |
| 28.03.2022 | 16,6 | 41,2  | 0,11201  | 1402,3  |
| 29.03.2022 | 16,8 | 40,9  | 0,11823  | 1398,6  |
| 30.03.2022 | 16,5 | 39,8  | 0,056    | 1384,8  |
| 31.03.2022 | 16,6 | 39,6  | 0,06223  | 1394,7  |

Продолжительность откормочного цикла в модуле составляла 42 дня. Единовременно на откорм было поставлено 350 бройлеров. В год в модуле может быть проведено восемь откормочных циклов, т. е. его годовая производственная мощность составляет 2800 голов.

Технология предусматривает безвыгульное содержание птицы, средний вес суточного бройлера при постановке на откорм составил 0,057 кг, средний живой вес птицы при снятии на убой составил 2,796 кг, что соответствует проводимым ранее исследованиям на предприятиях различной производственной мощности [40–42].

Анализ опубликованных работ по содержанию и выращиванию бройлеров на предприя-

тиях различного типоразмера позволил сделать вывод о том, что коэффициент конверсии корма в промежутке с 1992 по 2019 г. сократился с 2,15 до 1,6 [43–46].

Согласно полученным данным по общему потреблению корма и приросту живой массы были использованы выражения (1) – (4), приведенные в методике проведения исследований, был определен коэффициент конверсии корма в модуле, составивший 1,66, что сопоставимо с показателями крупных птицефабрик и комплексов и превосходит аналогичный показатель мелкотоварных предприятий. Процент падежа бройлеров определялся по выражению (5) и составил 7,14 %.

Обеспечение бройлеров необходимым количеством чистой воды является одной из важнейших задач для достижения максимальной продуктивности птицы.

В модуле организован беспрепятственный круглосуточный доступ бройлеров к воде, подаваемой в микрочашечные поилки с каплеуловителем, обеспечивающим минимизацию потерь, а также предотвращающим попадание воды в поддоны для сбора помета.

Согласно полученным данным по общему потреблению воды бройлерами за цикл откорма с использованием выражений (6), (7) определено среднесуточное потребление воды в модуле всем поголовьем – 76,61 л, а также среднесуточное количество воды, приходящееся на одну птицу, – 0,22 л. Эти показатели соответствуют рекомендациям к проектированию птицеводческих предприятий, а также проведенным ранее исследованиям [20, 47].

На основе определенных выше показателей по выражению (8) определено количество воды, необходимое для набора бройлером одного килограмма живого веса, – 3,4 л/кг.

Потребителями электроэнергии в модуле являются диодные светильники, вытяжные вентиляторы, а также инфракрасные обогреватели.

Мощность диодных светильников составляет по 12 Вт. Первые двадцать дней светильники работают в круглосуточном режиме для стимуляции повышенной активности бройлеров, большего потребления корма и воды, что способствует набору массы. Весь последующий период содержания режим работы светильников составляет по двенадцать часов в сутки.

Мощность каждого из вытяжных вентиляторов (ВО-2,5-4Е) составляет по 16 Вт. Включение вентиляторов осуществляется попарно в зависимости от необходимого воздухообмена, зависящего от периода года и общей массы птицы.

Оптимальный температурный режим в модуле достигается и поддерживается инфракрасными обогревателями, мощность каждого из которых составляет по 800 Вт. Поддержание температуры осуществляется в автоматическом режиме с заданным оператором значением на терморегуляторе.

Всего за откормочный цикл было затрачено 2745 кВт/ч электроэнергии. Исходя из чего

определено количество электроэнергии, расходуемое каждые сутки, – 65,4 кВт/ч, а также количество электроэнергии, приходящееся на одного бройлера, составляющее 0,19 кВт/ч. По выражению (9) определено количество электроэнергии, необходимое для набора бройлером килограмма живого веса, – 3,22 кВт/ч.

Затраты труда в модуле приходились на постановку бройлеров на откорм, снятию их на убой, загрузку кормов, заправку воды, очистку поддонов от помета, включение вытяжных вентиляторов и т.д.

Сопоставляя данные, приведенные в табл. 2 и 3, видим, что наибольшие затраты труда были зафиксированы в дни осуществления очистки поддонов для сбора помета. Исходя из этого был сделан вывод о целесообразности автоматизации данного процесса посредством установки под каждый ярус клеточной батареи пометоуборочных транспортеров, оборудованных электродвигателем.

Общие затраты труда за производственный цикл в модуле составили 46,39 чел.ч, среднесуточные трудозатраты – 1,11 чел.ч. По выражению (10) определены затраты труда, необходимые для набора бройлерами одного килограмма живого веса, – 0,051 чел.ч.

Всего за производственный цикл в модуле получили 1251 кг помета, среднесуточный выход составил 85,1 г на голову, что значительно меньше нормативного показателя, составляющего 135 г на голову в сутки [48]. При учете того, что потребление корма и воды бройлерами было сопоставимо с нормативными показателями, можно сделать вывод о том, что во время проведения исследований данные ресурсы птицей усваивались более эффективно.

Исходя из полученных данных и приведенной методики расчета с использованием выражений (6) – (10) были определены среднесуточные затраты воды в модуле, среднесуточное потребление электроэнергии, а также среднесуточные затраты труда, составляющие 76,62 л, 65,4 кВт и 1,11 чел.ч соответственно. На основе полученных значений аналогичные параметры были определены для одного бройлера.

Создание оптимального микроклимата и поддержание его основных показателей, таких как температура, влажность, концентрация вредных газов, внутри производственного помещения

являются важными задачами для любого птицеводческого предприятия.

Согласно полученным данным (см. табл. 5) концентрация вредных газов, таких как аммиак и углекислый газ не превышала предельно допустимой концентрации даже при выключенной системе вентиляции с 1-го по 23-й день откорма. При включении вентиляционной системы с 24-го по 42-й день концентрация указанных газов находилась на минимальных значениях, в связи с чем можно сделать вывод об эффективности реализованной в технологическом модуле механической системе вентиляции тоннельного типа [20, 49].

Показатели температуры в технологическом модуле за весь цикл откорма изменялись от 32 до 16 °С, что также соответствует нормам. Единственным показателем, не соответствовавшим нормативному значению, являлась относительная влажность, среднее значение которой составило 47,09 %. В этой связи можно сделать вывод о необходимости дополнительного увлажнения внутреннего воздуха технологического модуля.

## ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований был определен коэффициент конверсии корма при выращивании бройлеров в технологическом модуле, составивший 1,66, что сопоставимо с показателями крупных птицефабрик и комплексов.

2. Определены затраты воды, труда и электроэнергии, необходимые для набора бройлером килограмма живой массы, – 3,4 л/кг, 0,051 чел.ч и 3,22 кВт/ч соответственно.

3. Определено, что фактический среднесуточный выход помета от одного бройлера составил 85 г, что значительно меньше нормативного показателя – 135 г, а при учете полученных данных по потреблению корма и воды,

соответствующих нормативным показателям, сделан вывод о более эффективном усваивании данных ресурсов птицей при выращивании в технологическом модуле.

4. Температура в технологическом модуле изменялась в зависимости от возраста птицы и находилась в диапазоне от 16,5 до 32,3 °С, что сопоставимо с нормативными показателями.

5. Среднее значение влажности воздуха в технологическом модуле составило 47,6 %, что значительно ниже нормативного показателя в 65 %. На основании этого был сделан вывод о необходимости дополнительного увлажнения воздуха.

6. Концентрация аммиака  $\text{NH}_3$  и углекислого газа  $\text{CO}_2$  находилась в диапазоне 0,056–12,57 мг/м<sup>3</sup> и 1025–5531,8 мг/м<sup>3</sup> соответственно, что не превышает предельно допустимых значений. Максимальная концентрация данных газов была зафиксирована при отключенной системе вентиляции с 1-го по 23-й день производственного цикла. Включение системы вентиляции обеспечило снижение содержания  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$  до минимальных значений. На основании этого был сделан вывод об эффективности реализованной в модуле тоннельной системы вентиляции.

7. Полученные технико-экономические показатели сопоставимы с аналогичными показателями крупных птицеводческих предприятий и значительно превосходят показатели малых ферм, что позволяет сделать вывод о целесообразности применения технологических модулей для повышения эффективности производства мелкотоварных птицеводческих предприятий.

8. Исходя из полученных данных наиболее трудоемким является процесс уборки помета, в связи с этим был сделан вывод о необходимости его механизации путем оборудования клеточной батареи транспортерами с электродвигателями.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Птицеводство*. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200022980> (дата обращения: 02.05.2023).
2. *Бобылева Г.А.* Российское птицеводство: вызовы 2020 года, проблемы и перспективы 2021 года // *Птицеводство*. – 2021. – № 2. – С. 4–9.
3. *Быкова Н.В.* Значение отрасли птицеводства в обеспечении продовольственной безопасности // *Вестник АПК Верхневолжья*. – 2018. – № 1 (41). – С. 67–71.

4. Мартынова Е.И. Росптицесоюз: итоги 2020 г. подведены и новые цели обозначены // Птица и птицепродукты. – 2021. – № 1. – С. 6–7.
5. Ройтер Л.М., Еремеева Н.А., Павлов И.М. Рыночный потенциал мяса птицы // Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 3. – С. 69–79.
6. Фисинин В.И. Мировое и российское птицеводство: реалии и вызовы будущего: монография. – М.: Хлебпродинформ, 2019. – 470 с.
7. Кравченко В. Россия наращивает объемы мяса птицы // Животноводство России. – 2022. – № 12. – С. 19–22.
8. АБ Центр. О производстве мяса в России, предварительные итоги за 2022 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/o-proizvodstve-myasa-v-rossii-predvaritelnye-ito-gi-za-2022-god> (дата обращения: 02.05.2023).
9. Кротова Н.Ю., Лаврентьев А.Ю., Шерне В.С. Повышение эффективности выращивания цыплят-бройлеров // Аграрная наука. – 2019. – № 10. – С. 36–39. – DOI: 10.32634/0869-8155-2019-332-9-36-39.
10. Аprobация кормовых программ для цыплят-бройлеров / В.И. Трухачев, Н.З. Злыднев, Е.Э. Епимахова, А.В. Врана // Вестник АПК Ставрополя. – 2013. – № 2 (10). – С. 84–87.
11. Егорова А. Приемы повышения продуктивности бройлеров // Животноводство России. – 2007. – № 3. – С. 15–16.
12. Evaluation of the impact of alternative light technology on male broiler chicken growth, feed conversion, and allometric characteristics / Allison G. Rogers, Elizabeth M. Pritchett, Robert L. Alphin [et al.] // Poultry Science. – 2015. – Vol. 94, Is. 3. – P. 408–414.
13. Reece F.N., Lott D. Effect of Carbon Dioxide on Broiler Chicken Performance // Poultry Science. – 1980. – Vol. 59, Is. 11. – P. 2400–2402.
14. Performance and Intestinal Mucosa Development of Broiler Chickens Fed Diets Containing *Saccharomyces cerevisiae* Cell Wall / E. Santin, A. Maiorka, M. Macari [et al.] // Journal of Applied Poultry Research. – 2001. – Vol. 10, Is. 3. – P. 236–244. – DOI: <https://doi.org/10.1093/japr/10.3.236>.
15. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy) (дата обращения: 02.05.2023).
16. Steiner automation - a safe investment for your chickens [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.steiner-automation.at/en/portfolio/5034/> (дата обращения: 02.05.2023).
17. Chicken Caravan. Commercial Chicken Farming [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chickencaravan.com/commercial-chicken-farming/> (дата обращения: 02.05.2023).
18. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. О нормах расходов в виде потерь от падежа птицы и животных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902166717> (дата обращения: 02.05.2023).
19. Модульная птицеферма: патент RU 166027 U1 / Плаксин И.Е., Трифанов А.В.; заявл. № 2016113179/13 от 06.04.2016; опубл. 10.11.2016.
20. РД-АПК 1.10.05.04-13 Методические рекомендации по технологическому проектированию птицеводческих предприятий.
21. В клетке или на полу? / В. Лукьянов [и др.] // Птицеводство. – 2007. – № 2. – С. 3–12.
22. Фисинин В., Кавтарашвили А. Наука и практика за клеточную технологию // Животноводство России. – 2009. – № 1. – С. 17–18.
23. De Jong I.C. Gunnink H., Van Harn J. Wet litter not only induces footpad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens // J. Appl. Poult. Res. – 2014. – Vol. 23. – P. 51–58.
24. Фисинин В.И., Кавтарашвили А.Ш. Биологические и экономические аспекты производства мяса бройлеров в клетках и на полу // Птицеводство. – 2016. – № 5. – С. 25–31.
25. Chuppava B., Visscher C., Kamphues J. Effect of different flooring designs on the performance and foot pad health in broilers and Turkeys // Animals. – 2018. – Vol. 8 (5). – P. 70.
26. Направления совершенствования клеточного оборудования для производства мясных кроссов кур бройлерного типа / Т.Н. Кузьмина, В.А. Гусев, Л.А. Зазыкина, В.В. Малородов // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: мат-лы XII Междунар. науч.-практ. интернет-конференции, п. Правдинский Московской области, 8–10 июня 2020 г.; п. Правдинский

- Московской области: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2020. – С. 556–565.
27. *Выращивание* цыплят-бройлеров на современном предприятии / Т.Н. Якушева, А.В. Аристов, Л.А. Матюшевский [и др.] // Теория и практика инновационных технологий в АПК: мат-лы национальной науч.-практ. конф., Воронеж, 23–27 марта 2020 г. – Воронеж: Воронежский гос. агр. ун-т имени императора Петра I, 2020. – С. 139–141.
  28. *Кобушко Н.В.* Способы обогрева частных и фермерских птичников // Новая наука: От идеи к результату. – 2017. – № 1–2. – С. 149–151.
  29. *Hulzebosch J.* Effective heating systems for poultry houses // *World Poultry*. – 2005. – Т. 22, № 2. – С. 212–216.
  30. *Козлов Д.Г., Деев П.А., Полянский К.К.* Особенности применения темных инфракрасных излучателей в животноводстве и птицеводстве // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК: мат-лы национальной науч.-практ. конф. Воронежского гос. агр. ун-та им. императора Петра I, Воронеж, 26 февраля 2019 г. – Воронеж: Воронежский гос. агр. ун-т им. императора Петра I, 2019. – С. 50–55.
  31. *Tunnel ventilation of broiler houses* / R.A. Bucklin [et al.] // Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida PS-46. – 2009.
  32. *Михалёв П.В., Василевский Н.М.* Эффективность применения новых методов контроля микроклимата при выращивании цыплят-бройлеров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2012. – Т. 212, № 4. – С. 319–323.
  33. *Trifanov A.V., Plaksin I.E., Plaksin S.I.* Study results of the air velocity inside the technological module for broiler chickens fattening // *Engineering for Rural Development*, Jelgava, 22–24 мая 2019 г. – Jelgava, 2019. – P. 355–361. – DOI: 10.22616/ERDev2019.18. N170.
  34. *Plaksin I., Trifanov A., Plaksin S.* Mathematical modeling of air velocity in technological module for growing broilers using tunnel ventilation system // *Engineering for Rural Development*: 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 г. – Jelgava, 2020. – P. 463–471. – DOI: 10.22616/ERDev.2020.19.TF105.
  35. *Гладин Д.* Светодиодное освещение: только преимущества // Животноводство России. – 2012. – № 9. – С. 62.
  36. *Продуктивность* бройлеров кросса «ROSS-308» при разных источниках освещения / В.И. Трухачев [и др.] // Современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: сб. науч. ст. по мат. 77-й регион. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». – Ставрополь, 2013. – С. 7–9.
  37. *Второй В.Ф., Второй С.В., Ильин Р.М.* Исследование параметров микроклимата коровника переносным измерительным комплексом // *АгроЭкоИнженерия*. – 2021. – № 3 (108). – С. 154–164. – DOI: 10.24412/2713-2641-2021-3108-154-163.
  38. *Гмурман В.Е.* Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. – М., 2022. – 480 с.
  39. *Газоанализаторы.* Конвертер единиц концентрации газов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gazoanalizators.ru/converter/> (дата обращения: 02.05.2023)
  40. *Коробко А.В., Вежновец А.А., Дешко И.А.* Продуктивность цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» при использовании различного технологического оборудования в условиях ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский» // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2014. – № 17 (1). – С. 222–230.
  41. *Петрукович Т.* Раздельное выращивание бройлеров // Животноводство России. – 2017. – Т. 12. – Р. 11–12.
  42. *Effects of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability, chick quality, chick weight, and chick posthatch growth to forty-two days* / K. Tona [et al.] // *Journal of Applied Poultry Research*. – 2004. – Vol. 13, № 1. – P. 10–18.
  43. *Effect of early feed restriction on growth, feed conversion, and mortality in broiler chickens* / E.A. Fontana [et al.] // *Poultry science*. – 1992. – Vol. 71, № 8. – С. 1296–1305.
  44. *Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing Saccharomyces cerevisiae cell wall* / E. Santin [et al.] // *Journal of Applied Poultry Research*. – 2001. – Vol. 10, № 3. – С. 236–244.

45. *Апробация* кормовых программ для цыплят-бройлеров / В.И. Трухачев [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. – 2013. – № 2. – С. 84–87.
46. Кротова Н.Ю., Лаврентьев А.Ю., Шерне В.С. Повышение эффективности выращивания цыплят-бройлеров // Аграрная наука. – 2019. – № 10. – С. 36–39.
47. Кавтарашивили А.Ш. Обмен воды и потребность в ней птицы // Птицеводство. – 2012. – № 7. – С. 13–17.
48. Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета РД-АПК 1.10.15.02-08.
49. Кузнецов А.Ф., Никитин Г.С. Современные технологии и гигиена содержания птицы // Учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2012. – 352 с.

## REFERENCES

1. *Pticevodstvo. Terminy i opredeleniya* (Poultry farming. Terms and definitions): <https://docs.cntd.ru/document/1200022980> (data obrashcheniya 02.05.2023 g.) (In Russ.)
2. Bobyleva G.A., *Pticevodstvo*, 2021, No. 2, pp. 4–9. (In Russ.)
3. Bykova N.V., *Vestnik APK Verhnevolzh'ya*, 2018, No. 1 (41), pp. 67–71. (In Russ.)
4. Martynova E.I., *Ptica i pticeprodukty*, 2021, No. 1, pp. 6–7. (In Russ.)
5. Rojter L.M., Ereemeeva N.A., Pavlov I.M., *Ekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii*, 2020, No. 3, pp. 69–79. (In Russ.)
6. Fisinin V.I., *Mirovye i rossijskoe pticevodstvo: realii i vyzovy budushchego* (World and Russian poultry farming: realities and challenges of the future), Moscow: Hlebprouinform, 2019, 470 p.
7. Kravchenko V., *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2022, No. 2, pp. 19–22. (In Russ.)
8. *AB Centr. O proizvodstve myasa v Rossii, predvaritel'nye itogi za 2022 god*: <https://ab-centre.ru/news/o-proizvodstve-myasa-v-rossii-predvaritelnye-itogi-za-2022-god> (data obrashcheniya 02.05.2023 g.). (In Russ.)
9. Krotova N.YU., Lavrent'ev A.YU., SHerne V.S., *Agrarnaya nauka*, 2019, No. (10), pp. 36–39, DOI: 10.32634/0869-8155-2019-332-9-36-39. (In Russ.)
10. Truhachev V.I., Zlydnev N.Z., Epimahova E.E., Vrana A.V., *Vestnik APK Stavropol'ya*, 2013, No. 2(10), pp. 84–87. (In Russ.)
11. Egorova A., *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2007, No. 3, pp. 15–16. (In Russ.)
12. Allison G. Rogers, Elizabeth M. Pritchett, Robert L. Alphin, Erin M. Brannick, Eric R. Benson, Evaluation of the impact of alternative light technology on male broiler chicken growth, feed conversion, and allometric characteristics, *Poultry Science*, 2015, Vol. 94, Iss. 3, pp. 408–414.
13. Reece F.N., Lott D., Effect of Carbon Dioxide on Broiler Chicken Performance, *Poultry Science*, 1980, Vol. 59, Iss. 11, pp. 2400–2402.
14. Santin E., Maiorka A., Macari M., Grecco M., Sanchez J.C., Okada T.M., Myasaka A.M., Performance and Intestinal Mucosa Development of Broiler Chickens Fed Diets Containing *Saccharomyces cerevisiae* Cell Wall, *Journal of Applied Poultry Research*, 2001, Vol. 10, Iss. 3, pp. 236–244, DOI: <https://doi.org/10.1093/japr/10.3.236>.
15. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki: [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy) (data obrashcheniya 02.05.2023 g.). (In Russ.)
16. Steiner automation - a safe investment for your chickens: <https://www.steiner-automation.at/en/portfolio/5034/> (data obrashcheniya 02.05.2023 g.).
17. Chicken Caravan. Commercial Chicken Farming: <https://chickencaravan.com/commercial-chicken-farming/> (data obrashcheniya 02.05.2023 g.).
18. *Elektronnyj fond pravovyh i normativno-tehnicheskikh dokumentov. O normah raskhodov v vide poter' ot padezha pticy i zhivotnyh*: <https://docs.cntd.ru/document/902166717> (data obrashcheniya 02.05.2023 g.). (In Russ.)
19. Plaksin I.E., Trifanov A.V., Modul'naya pticeferma, *Patent na poleznuyu model' RU 166027 U1*, 10.11.2016. Zayavka №2016113179/13 ot 06.04.2016. (In Russ.)
20. RD-APK 1.10.05.04-13 *Metodicheskie rekomendacii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu pticevodcheskih predpriyatij* (Methodological recommendations for technological design of poultry farms). (In Russ.)

21. Luk'yanov V.I. dr., *Pticevodstvo*, 2007, No. 2, pp. 3–12. (In Russ.)
22. Fisinin V., Kavtarashvili A., *ZHivotnovodstvo Rossii*, 2009, No. 1, pp. 17–18. (In Russ.)
23. De Jong I.C. Gunnink H., Van Harn J., Wet litter not only induces footpad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens, *J. Appl. Poult. Res.*, 2014, Vol. 23, pp. 51–58.
24. Fisinin V.I., Kavtarashvili A.SH., *Pticevodstvo*, 2016, No. 5, pp. 25–31. (In Russ.)
25. Chuppava B., Visscher C., Kamphues J., Effect of different flooring designs on the performance and foot pad health in broilers and Turkeys, *Animals*, 2018, Vol. 8(5), pp. 70.
26. Kuz'mina T.N., Gusev V.A., Zazykina L.A., Malorodov V.V., *Nauchno-informacionnoe obespechenie innovacionnogo razvitiya APK* (Scientific and information support for innovative development of the agro-industrial complex), Proceedings of the Conference Title, p. Pravdinskij Moskovskoj oblasti, 2020, pp. 556–565. (In Russ.)
27. YAkusheva T.N., Aristov A.V., Matyushevskij L.A. [i dr.], *Teoriya i praktika innovacionnyh tekhnologij v APK* (Theory and practice of innovative technologies in the agro-industrial complex), Proceedings of the Conference Title, Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni imperatora Petra I, 2020, pp. 139–141. (In Russ.)
28. Kobushko N.V. *Novaya nauka: Ot idei k rezul'tatu*, 2017, No. 1–2, pp. 149–151. (In Russ.)
29. Hulzebosch J., Effective heating systems for poultry houses, *World Poultry*, 2005, T. 22, No. 2, pp. 212–216.
30. Kozlov D.G., Deev P.A., Polyanskij K.K., *Novye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlya effektivnogo razvitiya APK* (New technologies and technical means for the effective development of the agro-industrial complex), Proceedings of the Conference Title, Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. Imperatora Petra I, 2019, pp. 50–55. (In Russ.)
31. Bucklin R.A. et al., Tunnel ventilation of broiler houses, *Florida Cooperative Extension Service*, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida PS-46, 2009.
32. Mihalyov P.V., Vasilevskij N.M., *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Bauman*, 2012, T. 212, No. 4, pp. 319–323. (In Russ.)
33. Trifanov A.V., Plaksin I.E., Plaksin S.I., Study results of the air velocity inside the technological module for broiler chickens fattening, *Engineering for Rural Development*, Jelgava, 22–24 maya 2019 goda, Jelgava: Bez izdatel'stva, 2019, pp. 355–361, DOI: 10.22616/ERDev2019.18. N170.
34. Plaksin I., Trifanov A., Plaksin S., Mathematical modeling of air velocity in technological module for growing broilers using tunnel ventilation system, *Engineering for Rural Development*: 19, Jelgava, 20–22 maya 2020 goda. – Jelgava, 2020, pp. 463–471, DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF105.
35. Gladin D., *ZHivotnovodstvo Rossii*, 2012, No. 9, pp. 62. (In Russ.)
36. Truhachev V.I. i dr., *Sovremennye tekhnologii v proizvodstve i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii*, 2013, pp. 7–9. (In Russ.)
37. Vtoryj V.F., Vtoryj S.V., Il'in R.M., *AgroEkoInzheneriya*, 2021, No. 3(108), pp. 154–164, DOI: 10.24412/2713-2641-2021-3108-154-163. (In Russ.)
38. Gmurman V., *Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika* (Probability Theory and Mathematical Statistics), Moscow, 2022, 480 p.
39. Gazoanalizatory. Konverter edinic koncentracii gazov: <https://gazoanalizators.ru/converter/> (data obrashcheniya 02.05.2023 g.). (In Russ.)
40. Korobko A.V., Vezhnovec A.A., Deshko I.A., *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva*, 2014, No. 17 (1), pp. 222–230. (In Russ.)
41. Petrukovich T., *ZHivotnovodstvo Rossii*, 2017, T. 12, pp. 11–12. (In Russ.)
42. Tona K. et al., Effects of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability, chick quality, chick weight, and chick posthatch growth to forty-two days, *Journal of Applied Poultry Research*, 2004, T. 13, No. 1, pp. 10–18
43. Fontana E.A. et al., Effect of early feed restriction on growth, feed conversion, and mortality in broiler chickens, *Poultry science*, 1992, T. 71, No. 8, pp. 1296–1305.
44. Santin E. et al., Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall, *Journal of Applied Poultry Research*, 2001, T. 10, No. 3, pp. 236–244.

45. Truhachev V.I. i dr., Aprobaciya kormovyh programm dlya cyplyat-brojlerov, *Vestnik APK Stavropol'ya*, 2013, No. 2, pp. 84–87. (In Russ.)
46. Krotova N.YU., Lavrent'ev A.YU., SHerne V.S., *Agrarnaya nauka*, 2019, No. 10, pp. 36–39. (In Russ.)
47. Kavtarashvili A.SH., *Pticevodstvo*, 2012, No. 7, pp. 13–17. (In Russ.)
48. *Metodicheskie rekomendacii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu sistem udaleniya i podgotovki k ispol'zovaniyu navoza i pometa RD-APK 1.10.15.02-08*. (In Russ.)
49. Kuznecov A.F., Nikitin G.S., *Sovremennye tekhnologii i gigiena sodержaniya pticy* (Modern technologies and hygiene of poultry keeping), Sankt-Peterburg: Lan', 2012, 352 p.