

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА /
TECHNOLOGIES, MACHINES AND EQUIPMENT FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.25>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИКИ ВОЗДУХООБМЕНА ПРИ ОТКОРМЕ ИНДЕЕК В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ
МОДУЛЕ

Научная статья

Плаксин И.Е.¹, Трифанов А.В.^{2,*}

¹ORCID : 0000-0002-3695-0820;

²ORCID : 0000-0002-3503-6148;

^{1,2}Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (trifanovav[at]mail.ru)

Аннотация

На основе проведенного анализа разработан проект модуля для содержания и откорма индеек. Одной из проблем при проектировании технологического модуля являлся расчет необходимого воздухообмена ввиду высокой плотности посадки птиц и малого объема производственного помещения. Целью исследования являлось определение необходимого воздухообмена технологического модуля на протяжении производственного цикла с учетом изменения массы птиц и периода года. В результате проведенных исследований определен диапазон значений воздухообмена технологического модуля, находящийся в диапазоне от 1,8 до 5786,55 м³/ч. Для достижения обозначенных значений необходима установка ряда осевых вентиляторов, обслуживание и замена которых возможна при заложении производительности вентиляторов на 30% больше расчетной.

Ключевые слова: сельское хозяйство, птицеводство, технологический модуль, воздухообмен.

DETERMINATION OF AIR EXCHANGE DYNAMICS DURING TURKEY FATTENING IN A TECHNOLOGICAL
MODULE

Research article

Plaksin I.Y.¹, Trifanov A.V.^{2,*}

¹ORCID : 0000-0002-3695-0820;

²ORCID : 0000-0002-3503-6148;

^{1,2}Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (trifanovav[at]mail.ru)

Abstract

On the basis of the conducted analysis, the design of the module for turkey housing and fattening was developed. One of the problems in the design of the technological module was the calculation of the necessary air exchange due to the high density of birds and small volume of the production room. The aim of the study was to determine the necessary air exchange of the technological module during the production cycle, taking into account changes in the weight of birds and the period of the year. As a result of the conducted research, the range of air exchange values of the technological module was determined, which is in the range from 1.8 to 5786.55 m³/h. To achieve these values, it is necessary to install a number of axial fans, the maintenance and replacement of which is possible when the capacity of fans is 30% more than the design one.

Keywords: agriculture, poultry production, technological module, air exchange.

Введение

Птицеводство играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. Общее производство всех видов мяса птицы в 2023 году составило 5,3 млн. тонн в живом весе, что уступает аналогичному показателю 2022 года на 0,1% или 5,3 тыс. тонн. Сокращению производства способствовал ряд факторов, таких как ущерб приграничных областей зоны СВО на долю которых приходится значительная часть от общего объема производимой продукции, увеличение цены реализации мяса цыплят-бройлеров более чем на 50% ввиду высокой импортозависимости племенного материала, медикаментов, кормовых премиксов, а также оборудования и запчастей, ужесточение денежно-кредитной политики, а следовательно, лишение возможности кредитования для постройки новых и модернизации существующих предприятий, а также распространение эпидемии высокопатогенного гриппа птиц зафиксированного в 29 регионах страны [1], [2], [3].

Минимизировать стагнацию общего производства мяса птицы позволило наращивание производства мяса индейки, объем которого в 2023 году составил в убойном весе 422 тыс. тонн, что на 1,8% превышает аналогичный показатель 2022 года [4].

В общем объеме производства мяса птицы доля индюшатины также ежегодно растет и на конец 2023 года составляла 10,5%. Увеличению производственных объемов способствует минимальный седи всех видов мяса рост цен в 2023 году составивший 13,9%, рост популярности данного вида мяса на потребительском рынке благодаря его диетическим и гипоаллергенным свойствам, наращиванию экспорта с 0,35 до 25,6 тыс. тонн в период с 2015 по 2023 год, развитию производства отечественного инкубационного яйца количество которого на конец 2023 год составило 28,2 млн. штук [5].

В структуре производства мяса индейки по категориям хозяйств лидирующие позиции занимают крупные сельскохозяйственные организации на долю которых приходится 92,6% или 390,8 тыс. тонн производимой продукции, объем производства мелкотоварных предприятий таких как личные подсобные, крестьянско-фермерские хозяйства и индивидуальные предприниматели составляет 7,4% или 31,2 тыс. тонн [6].

Но, несмотря на значительное превосходство промышленных индейководческих предприятий, мелкотоварные производители ежегодно увеличивают долю в общем объеме производимой продукции которая в период с 2014 по 2023 год выросла на 6%.

Данный результат наблюдается вследствие переориентации части мелкотоварных животноводческих и птицеводческих предприятий на выращивание индейки ввиду увеличения потребительского спроса, большей рентабельности и малой конкуренции.

Для дальнейшего развития хозяйств данной категории объективной необходимостью является разработка современных технико-технологических решений, обеспечивающих повышение эффективности производства, полноценную реализацию генетического потенциала птиц, а также возможность конкуренции с крупными индейководческими предприятиями.

Проведенный анализ, реализованных в мелкотоварном производстве животноводческой и птицеводческой продукции, технико-технологических и планировочных решений, а также результатов экспериментальных исследований позволил сделать вывод о перспективности применения решений модульного типа [7].

Исходя из вышеизложенного, в институте агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разработан проект модуля для содержания и откорма индеек (рис. 1) [8].

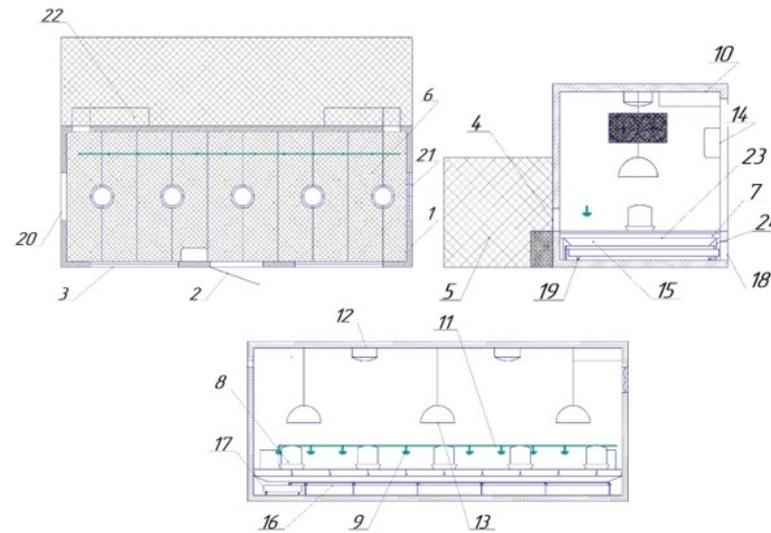


Рисунок 1 - Схема технологического модуля для содержания и откорма индеек
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.25.1>

Примечание: 1 – утепленный каркас; 2 – входная дверь; 3 – окно; 4 – лаз; 5 – выгульный вольер; 6 – целевой пол; 7 – опорная лага; 8 – бункерная кормушка; 9 – nippleная поилка; 10 – водонакопительный бак; 11 – водопроводная труба; 12 – диодный светильник; 13 – инфракрасный обогреватель; 14 – блок управления; 15 – скат для помета; 16 – ленточный транспортер; 17 – ящик для сбора помета; 18 – калитка; 19 – опорное колесо; 20 – приточное вентиляционное окно; 21 – вытяжные вентиляторы; 22 – пандус; 23 – основание ската; 24 – буртик

Технологический модуль выполнен в виде мобильного утепленного блок-контейнера в котором предусмотрено размещение птицы на сплошном щелевом полу. Для кормления установлены бункерные кормушки, поение осуществляется из nippleльных поилок, соединенных водопроводом с водонакопительным баком, для удаления помета под щелевым полом расположен ленточный транспортёр и ящик для сбора помета, после заполнения которого осуществляется его выемка, опорожнение, дезинфекция и установка на место эксплуатации. Обогрев птиц осуществляется при помощи инфракрасных обогревателей, регулировка температуры которых производится в автоматическом режиме при помощи использования терморегулятора, расположенного в блоке управления, и датчиков температуры. Для вентиляции предусмотрены приточные окна и вытяжные вентиляторы, управление которыми осуществляется также через блок управления. Для моциона птиц оборудован вольер.

Внешние размеры технологического модуля составляют 2,4×2,4×6 метров, это позволяет изготавливать модуль в заводских условиях и транспортировать на стандартных транспортных средствах к месту установки.

Учитывая производственную площадь составляющую 12,76 м² и согласно рекомендациям по технологическому проектированию птицеводческих предприятий (РД-АПК 1.10.05.04-13) одновременно в модуле может содержаться до 50 птиц.

Одной из проблем, ввиду высокой плотности посадки птиц и малого объема производственного помещения, составляющего 25,5 м³, при проектировании технологического модуля является расчет необходимого воздухообмена, изменяющегося на протяжении производственного цикла в зависимости от массы птиц, а также периода года.

В этой связи и целью исследования являлось определение необходимого воздухообмена технологического модуля на протяжении производственного цикла, с учетом изменения массы птиц и периода года.

Научная новизна исследований заключается в разработке математических моделей изменения живой массы индеек в зависимости от дня откорма с учетом значений среднесуточных привесов определенных для каждого временного промежутка цикла откорма, и изменения воздухообмена в технологическом модуле в зависимости от изменения живой массы индеек для каждого периода года.

В процессе проведения исследований использовались методы системного анализа и математического моделирования предусматривающие расчетно-конструктивный подход с учетом нормативных значений руководящих документов применяемых при проектировании птицеводческих предприятий. Оформление результатов исследований проводилось при помощи программных средств ПК, таких как MS Excel и MS Word.

Результаты и обсуждение

Цикл откорма индеек в технологическом модуле составляет 150 дней с постановкой на откорм суточных индюшат и возможностью одновременного содержания до 50 голов [9].

Расчет воздухообмена осуществлялся с учетом среднесуточного изменения живой массы птиц, определяемой исходя из нормативных показателей суточного потребления корма и коэффициента его конверсии – 2,87 [10], [11], [12].

Запишем выражение для определения среднесуточных привесов индеек с учетом приведенных показателей конверсии и среднесуточного потребления корма:

$$\Delta m = m_n / K \quad (1)$$

где:

Δm – среднесуточный привес одной птицы, (кг/сут);

m_n – нормативный показатель среднесуточного потребления корма, (кг/гол);

K – коэффициент конверсии корма.

Для задания целевой функции изменения живой массы одной индейки в течении откормочного цикла считаем, что масса птицы прямо пропорциональна количеству дней в каждом временном промежутке цикла, где коэффициентом пропорциональности является среднесуточный привес, определенный для данного промежутка. Целевая функция является кусочно-линейной функцией натурального аргумента и имеет вид:

$$M(t) = \begin{cases} m(0) + \Delta m_{1-7}(t - 0), & \text{если } 0 \leq t \leq 7 \\ m(7) + \Delta m_{8-28}(t - 7), & \text{если } 8 \leq t \leq 28 \\ m(28) + \Delta m_{29-56}(t - 28), & \text{если } 29 \leq t \leq 56 \\ m(56) + \Delta m_{57-84}(t - 56), & \text{если } 57 \leq t \leq 84 \\ m(84) + \Delta m_{85-105}(t - 84), & \text{если } 85 \leq t \leq 105 \\ m(105) + \Delta m_{106-140}(t - 105), & \text{если } 106 \leq t \leq 140 \\ m(140) + \Delta m_{141-150}(t - 140), & \text{если } 141 \leq t \leq 150 \end{cases} \quad (2)$$

Построим график приведенной целевой функции изменения живой массы индейки на откорме при учете живой массы суточного индюшонка равной 0,06 кг (рис. 2) [9], [10].

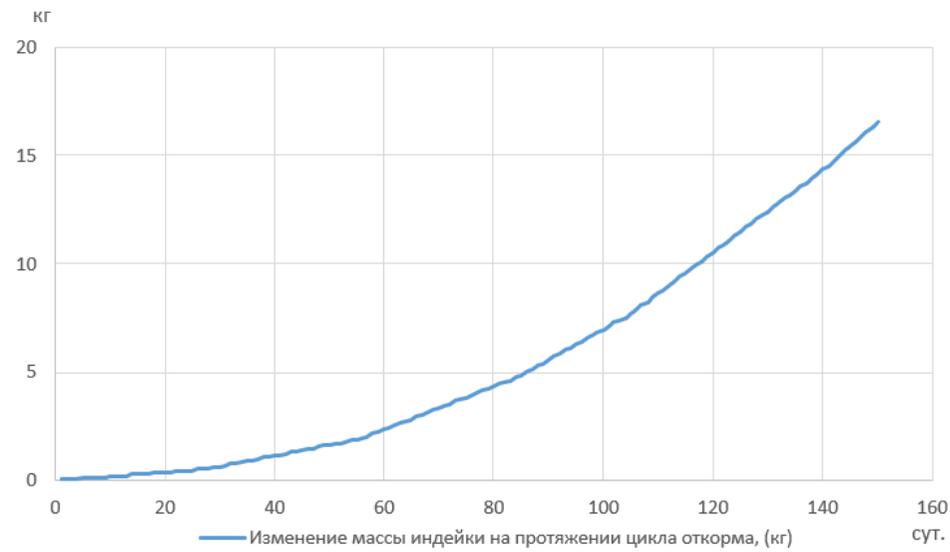


Рисунок 2 - График изменения живой массы индейки на протяжении цикла откорма в технологическом модуле
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.25.2>

Максимальная производственная мощность технологического модуля составляет 50 голов за цикл. При учете живой массы одной индейки при съеме на убой, составляющей 16,533 кг, общая масса всех птиц при съеме на убой составит 826,65 килограмм. Минимальный показатель живой массы птиц составит 3 килограмма и будет зафиксирован при постановке индеек на откорм.

Учитывая изменения значений живой массы одной индейки, а также рекомендованный объем воздухообмена для каждого периода года, запишем выражение для определения необходимого воздухообмена в каждый день откормочного цикла:

$$V_o = M(t) \bullet v_n \bullet n \quad (3)$$

где:

V – необходимый воздухообмен, (м³/ч);

v_n – нормативный показатель воздухообмена в зависимости от периода года, (м³/ч);

n – количество птиц, (гол.).

Построим графики воздухообмена в зависимости от изменения массы птиц и нормативных значений воздухообмена, составляющих в холодный период года – 0,6 м³/ч, в теплый период года 7 м³/ч на килограмм живой массы птиц (рис. 3) [5].

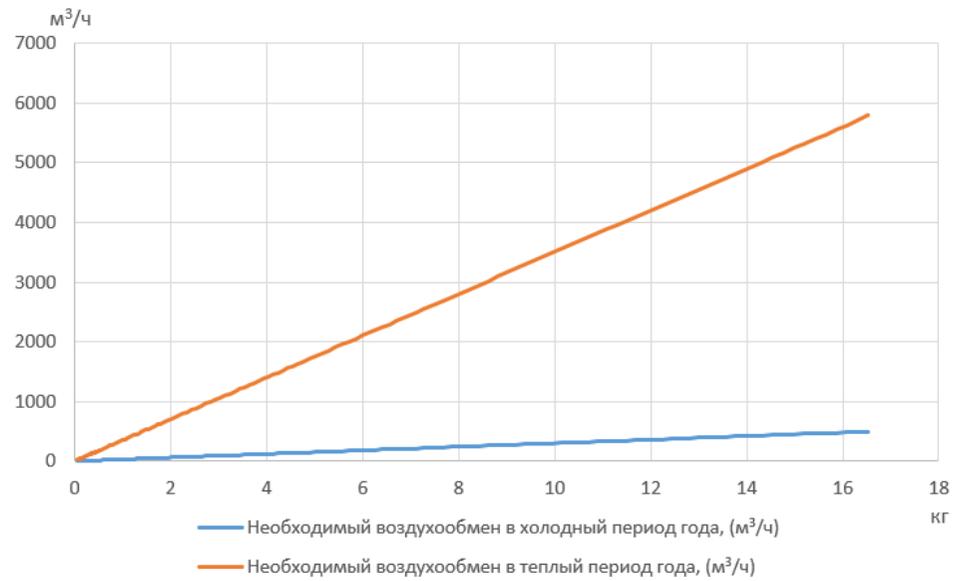


Рисунок 3 - Графики воздухообмена в зависимости от изменения массы птиц в технологическом модуле с учетом периода года
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.25.3>

Согласно приведенным графикам минимальный воздухообмен приходится на холодный период года и составляет 1,8 м³/ч, значение максимального воздухообмена составляет 5786,55 м³/ч приходящееся на теплый период года.

Определенный диапазон значений воздухообмена от 1,8 до 5786,55 м³/ч может быть обеспечен при установке четырех осевых вентиляторов максимальной производительностью 1450 м³/ч с возможностью изменения данного значения с помощью регулятора оборотов. Для обеспечения возможности обслуживания вентиляторов, а также при необходимости их замены подбор оборудования должен осуществляться с производительностью на 30% больше расчетной.

Заключение

Разработана математическая модель изменения живой массы индеек в зависимости от дня откорма с учетом значений среднесуточных привесов, определенных для каждого временного промежутка цикла откорма, и изменения воздухообмена в технологическом модуле в зависимости от изменения живой массы индеек для каждого периода года.

В результате проведенных исследований определен диапазон значений воздухообмена технологического модуля, находящийся в диапазоне от 1,8 до 5786,55 м³/ч. Для достижения обозначенных значений необходима установка ряда осевых вентиляторов обслуживание и замена которых возможна при заложении производительности вентиляторов на 30% больше расчетной.

Финансирование

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект FGUN-2022-0010.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The study was carried out with the support of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, FGUN-2022-0010.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Об экспорте мяса птицы, проблемах и перспективах // ИАА «ИМИТ». — URL: https://kombi-korma.ru/sites/default/files/2/02_24/2024_02_28-30.pdf?ysclid=m2slnkp8ol20338144 (дата обращения: 28.10.2024).
2. Динамика промышленного производства в ноябре 2023 года // Федеральная служба государственной статистики. — URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/226808> (дата обращения: 28.10.2024).
3. Цындрина Ю.А. Развитие птицеводства: рост спроса и импортозамещение / Ю.А. Цындрина // Животноводство России. — 2024. — Т. 1. — С. 12–14.
4. Украинская О.А. Проблемы и перспективы развития российского индейководства / О.А. Украинская, С.В. Панкратов // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. — 2024. — № 3. — С. 105–110. DOI: 10.52419/issn2782-6252.2024.3.105.
5. Российское индейководство: итоги 2023 года, планы и прогнозы на 2024 год // АГРОМИКС. — URL: <https://agromics.ru/novosti/proizvodstvo-indeyki/?ysclid=m2sml2v99f66061218> (дата обращения: 28.10.2024).
6. Рейтинг ведущих производителей индейки в России по итогам 2023 года. — URL: <https://rusindeyka.ru/tpost/xly4sn5xo1-opublikovan-reiting-veduschih-proizvodit?ysclid=m2j56hbusa423614037> (дата обращения: 28.10.2024).
7. Плаксин И.Е. Использование модульных технологий для повышения эффективности производства свинины в личных приусадебных и крестьянско-фермерских хозяйствах / И.Е. Плаксин, А.В. Трифанов // Инновации в сельском хозяйстве. — 2014. — № 5. — С. 133–137.
8. Патент № 2739623 С1 Российская Федерация. Модульная птицеферма : № 2019130849 : заявл. 01.10.2019 : опубл. 28.12.2020 / И.Е. Плаксин, А.В. Трифанов, С.И. Плаксин; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ" (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ).
9. Канивец В.А. Использование инновационной технологии при производстве мяса индеек / В.А. Канивец [и др.] // Птица и птицепродукты. — 2013. — № 3. — С. 24–27
10. Фрерикс Я. Дрожжевой продукт стабилизирует сохранность и улучшает состояние стоп у индеек / Я. Фрерикс // Комбикорма. — 2021. — № 7–8. — С. 88–89.
11. Таблицы по выращиванию индюков // Фермаркет. — URL: <https://fermamarket.su/blog/2023/04/02/tabliczy-povyrazhivanie-indyukov/?ysclid=m2lklzdyj0167025369> (дата обращения: 28.10.2024).
12. Гаглоев А.Ч. Результаты дорашивания индюшат, полученных из яиц индеек разного возраста / А.Ч. Гаглоев [и др.] // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. — 2020. — № 2 (16). — С. 42.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ob jeksporte mjasa pticy, problemah i perspektivah [On the export of poultry meat, problems and prospects] // IAA "IMIT". — URL: https://kombi-korma.ru/sites/default/files/2/02_24/2024_02_28-30.pdf?ysclid=m2slnkp8ol20338144 (accessed: 28.10.2024). [in Russian]
2. Dinamika promyshlennogo proizvodstva v nojabre 2023 goda [Dynamics of industrial production in November 2023] // Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Federal State Statistics Service]. — URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/226808> (accessed: 28.10.2024). [in Russian]
3. Tsyndrina Yu.A. Razvitie pticevodstva: rost sprosa i importozameshhenie [Development of poultry farming: demand growth and import substitution] / Yu.A. Tsyndrina // *Animal Zhivotnovodstvo Rossii* [Husbandry of Russia]. — 2024. — Vol. 1. — P. 12–14. [in Russian]
4. Ukrainskaya O.A. Problemy i perspektivy razvitiya rossijskogo indejkovodstva [Problems and prospects of development of Russian turkey breeding] / O.A. Ukrainskaya, S.V. Pankratov // *Normativno-pravovoe regulirovanie v veterinarii* [Normative Legal Regulation in Veterinary Medicine]. — 2024. — No. 3. — P. 105–110. DOI: 10.52419/issn2782-6252.2024.3.105. [in Russian]
5. Rossijskoe indejkovodstvo: itogi 2023 goda, plany i prognozy na 2024 god [Russian turkey breeding: results of 2023, plans and forecasts for 2024] // AGROMIX. — URL: <https://agromics.ru/novosti/proizvodstvo-indeyki/?ysclid=m2sml2v99f66061218> (accessed: 28.10.2024). [in Russian]
6. Rejting vedushhijh proizvoditelej indejki v Rossii po itogam 2023 goda [The rating of the leading turkey producers in Russia by the end of 2023]. — URL: <https://rusindeyka.ru/tpost/xly4sn5xo1-opublikovan-reiting-veduschih-proizvodit?ysclid=m2j56hbusa423614037> (accessed: 28.10.2024). [in Russian]
7. Plaksin I.E. Ispol'zovanie modul'nyh tehnologij dlja povysheniya jeffektivnosti proizvodstva svininy v lichnyh priusadebnyh i krest'jansko-fermerskih hozjajstvah [The use of modular technologies to increase the efficiency of pork production in personal household and peasant farms] / I.E. Plaksin, A.V. Trifanov // *Innovacii v sel'skom hozjajstve* [Innovations in Agriculture]. — 2014. — No. 5. — P. 133–137. [in Russian]
8. Patent No. 2739623 C1 Russian Federation. Modul'naja pticeferma [Modular poultry farm] : No. 2019130849 : application 01.10.2019 : publ. 12/28/2020 / I.E. Plaksin, A.V. Trifanov, S.I. Plaksin; applicant Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM" (FSBI FNAC VIM). [in Russian]
9. Kanivets V.A. Ispol'zovanie innovacionnoj tehnologii pri proizvodstve mjasa indeek [The use of innovative technology in the production of turkey meat] / V.A. Kanivets [et al.] // *Ptica i pticeprodukty* [Poultry and Poultry Products]. — 2013. — No. 3. — P. 24–27 [in Russian]
10. Frerichs Ya. Drozhzhevoj produkt stabiliziruet sohrannost' i uluchshaet sostojanie stop u indeek [The yeast product stabilizes the preservation and improves the condition of the feet of turkeys] / Ya. Freriks // *Kombikorma* [Compound Feed]. — 2021. — No. 7-8. — P. 88–89. [in Russian]
11. Tablicy po vyrashhivaniju indjukov [Tables on growing turkeys] // *Fermamarket* [Farmmarket]. — URL: <https://fermamarket.su/blog/2023/04/02/tabliczy-po-vyrashhivanie-indyukov/?ysclid=m2lklzdyj0167025369> (accessed: 28.10.2024). [in Russian]
12. Gagloev A.Ch. Rezul'taty dorashhivaniya indjushat, poluchennyh iz jaic indeek raznogo vozrasta [The results of rearing turkeys obtained from eggs of turkeys of different ages] / A.Ch. Gagloev [et al.] // *Aktual'nye voprosy sel'skohozjajstvennoj biologii* [Topical Issues of Agricultural Biology]. — 2020. — No. 2 (16). — P. 42. [in Russian]