

Научная статья
УДК 636.5.084 ; 631.3:636.5.084.75
DOI: 10.66783/2782-3172.2026.27.1.016

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАСХОДА ВОДЫ НА РАЗБРЫЗГИВАНИЕ ПРИ ПОЕНИИ ПТИЦ ЧЕРЕЗ КАПЕЛЬНУЮ ПОИЛКУ С КЛАПАННОЙ СИСТЕМОЙ ШАРИКОВОГО ТИПА

Виктор Ефимович Сaitов¹, Бахруз Аллахверди оглы Аллахвердиев²

¹Вятский государственный агротехнологический университет, Киров, Россия

²Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан

Автор, ответственный за переписку: Виктор Ефимович Сaitов, vicsait-valita@e-kirov.ru

Аннотация

В настоящей статье приведены теоретические исследования по определению объема $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание при поении птиц через капельную поилку с клапанной системой шарикового типа, отличающейся простой конструкцией, возможностью клапанной системы самоочищения от отложения солей и надежностью в эксплуатации. Из полученных результатов расчета объема $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание следует, что при применении разработанной капельной поилки с диаметром d_1 выходного отверстия седла ее толкателя 6,4 мм и давлении p в системе подачи воды в диапазоне от 0,06 до 0,08 бар достигаются наименьшие потери воды на разбрызгивание при суточном удовлетворении птиц в потребности их в воде.

Ключевые слова: птицеводство, вода, капельная поилка, расход воды на разбрызгивание при поении птиц

Финансирование: исследование, на основе результатов которого написана данная статья, финансировалось за счет собственных средств автора

THEORETICAL JUSTIFICATION OF WATER CONSUMPTION FOR SPRAYING WHEN WATERING POULTRY THROUGH A NIPPLE DRINKER WITH A BALL-TYPE VALVE SYSTEM

Victor E. Saitov¹, Bahruz A. Allahverdiev²

¹Vyatka State Agrotechnological University, Kirov, Russia

²Sumgayit State University, Sumgait, Azerbaijan

Corresponding author: Victor E. Saitov, vicsait-valita@e-kirov.ru

Abstract

This article presents theoretical studies on determining the volume $V_{разб.}$ of water consumption for spraying when watering poultry through a nipple drinker with a ball-type valve system, which is distinguished by a simple design, the possibility of the valve system self-cleaning from salt deposits and reliability in operation. Based on the obtained results of calculating the volume $V_{разб.}$ of water consumption for spraying, it can be concluded that when using the developed nipple drinker with a diameter d_1 of the outlet opening of its pusher seat of 6.4 mm and a pressure p in the water supply system in the range from 0.06 to 0.08 bar, the smallest water losses for spraying are achieved with daily satisfaction of the poultry need for water.

Keywords: poultry farming, water, nipple drinker, water consumption for spraying when watering poultry

Funding: the study on which this article is based was funded by the authors' own funds

Введение. Птицеводство – это отрасль сельского хозяйства, которая специализируется на производстве куриного мяса и пищевых яиц. Побочной продукцией птицеводства является птичий помет, который является ценным органическим удобрением [4].

В птицеводстве применяют различные системы и способы содержания птицы. При этом в условиях непрерывно возрастающей интенсификации птицеводства наиболее эффективно и приемлемо содержание стада птиц в клетках с капельной системой подачи воды [2, 6].

Капельные системы обеспечивают птицам постоянный доступ к воде, что значительно повышает их продуктивность и снижает риск заболеваний, связанных с недостатком воды. Их популярность объясняется экономичностью использования воды, а также простотой интеграции в автоматизированные системы управления птицефабриками [5, 9, 13].

Существует несколько типов капельных поилок, используемых в сельском хозяйстве: ниппельные поилки, капельные чаши, мембранные системы. Однако конструкции этих поилок требуют обучения птиц поению, менее долговечны, имеют высокую стоимость и сложность ремонта [10].

В соответствии с этим разработана капельная поилка с двухклапанной системой шарикового типа для сельскохозяйственных птиц при клеточном их содержании, отличающаяся простой конструкцией, возможностью клапанной системы самоочищения от отложения солей и надежностью в эксплуатации. На рисунке 1 представлена схема конструктивного выполнения капельной поилки с двухклапанной системой шарикового типа для птиц при клеточном их содержании [8].

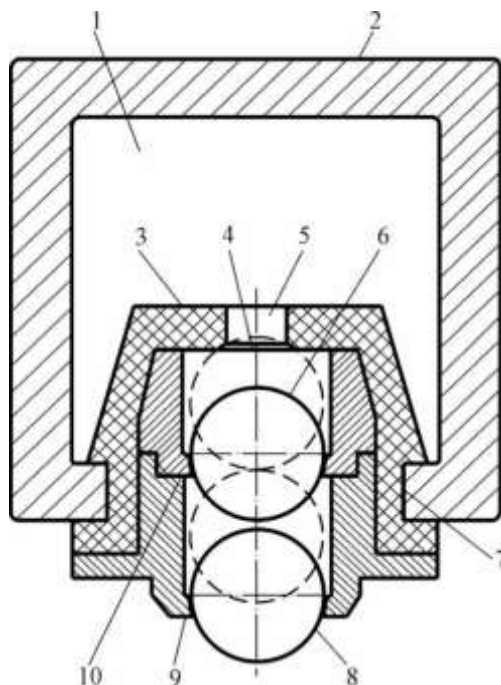


Рисунок 1. Схема конструктивного выполнения капельной поилки с двухклапанной системой шарикового типа для птиц при клеточном их содержании:

- 1 – канал с водой; 2 – водоподводящая труба; 3 – эластичный уплотнительный элемент;
- 4 – выемка в центральном отверстии эластичного уплотнительного элемента;
- 5 – центральное отверстие уплотнительного элемента; 6 – металлический шарик;
- 7 – выемка на наружной поверхности эластичного уплотнительного элемента;
- 8 – толкатель в виде металлического шарика; 9 – седло толкателя;
- 10 – седло металлического шарика

Одним из критериев оценки капельной подачи воды для птиц при клеточном их содержании является удовлетворение их в суточной потребности в ней. Поэтому общий объем $V_{общ.}$ расхода воды при поении кур-несушек через капельную поилку является выходным контролируемым параметром, который для капельной поилки с двухклапанной системой шарикового типа определяется по выражению (мл) [11]:

$$V_{общ.} = 0,05 \cdot 10^6 \mu \pi \left(\frac{d_1}{2}\right)^2 \cdot \sqrt{\frac{2p}{\rho_в}} \cdot t_C, \quad (1)$$

где $1,0 \cdot 10^6$ – переводной коэффициент объема воды в кубических метрах в миллилитры, $1,0 \text{ м}^3 = 1,0 \cdot 10^6 \text{ мл}$ [3];

μ – коэффициент расхода выходного отверстия седла толкателя клапана капельной поилки, учитывающий потери напора и степень сжатия струи, $\mu = 0,576 \dots 0,627$ [7, 12];

π – математическая постоянная, равная отношению длины окружности отверстия к ее диаметру, $\pi = 3,14$ [3];

d_1 – диаметр выходного отверстия седла толкателя капельной поилки, м;

p – давление в системе подачи воды в капельную поилку с двухклапанной системой шарикового типа, Па;

$\rho_в$ – плотность воды (H_2O) при температуре t окружающей среды 20°C , $\rho_в = 1000 \text{ кг/м}^3$ [1];

t_C – среднее время нажатия на толкатель капельной поилки с двухклапанной системой шарикового типа за один клев птицей, $t_C = 1 \text{ с}$.

Другим критерием оценки капельной подачи воды является ее разбрызгивание при поении кур-несушек через капельную поилку с двухклапанной системой шарикового типа, влияющим на санитарно-технические состояния помещения содержания птиц вследствие попадания воды в подстилку. Соответственно, объем $V_{разб.}(t)$ расхода воды на разбрызгивание при поении кур-несушек через капельную поилку с двухклапанной системой шарикового типа также является выходным контролируемым параметром.

Цель исследований – проведение теоретического расчета и анализа по определению объема расхода воды $V_{разб.}$ на разбрызгивание при поении кур-несушек через капельную поилку с двухклапанной системой шарикового типа для сельскохозяйственных птиц при клеточном их содержании.

Материал и методы. В качестве объекта исследования выбран технологический процесс разбрызгивания воды при поении птиц при клеточном их содержании через капельную поилку с двухклапанной системой шарикового типа.

Теоретические исследования проведены применением методов математического моделирования с использованием законов гидродинамики на основе анализа поения птиц при клеточном их содержании через капельную поилку с двухклапанной системой шарикового типа [1, 3, 7, 12].

Теоретические результаты приведены в виде массива данных, которые после обработки специальной программой по статистической обработке данных SigmaPlot 11.0 представлены в виде трехмерного графика с использованием редактора векторной графики CorelDRAW X8 [14].

Результаты и обсуждение. Общий объем $V_{общ.}$ расхода воды через капельную поилку с двухклапанной системой шарикового типа в течение суток в зависимости от диаметра d_1 выходного отверстия ее седла и давления p в системе подачи воды состоит из объема $V_{нотр.}$ потребления воды курой-несушкой и объема расхода воды $V_{разб.}$ на разбрызгивание из-за чрезмерно большого давления в системе подачи либо очень активного поведения кур-несушек и частом ударе их своим клювом по толкателю поилки с висящей на нем каплей воды для утоления жажды (мл):

$$V_{\text{общ.}} = V_{\text{потр.}} + V_{\text{разб.}} \quad (2)$$

Тогда из выражения (2) объем расхода воды $V_{\text{разб.}}$ на разбрызгивание при поении кур-несушек через капельную поилку с двухклапанной системой шарикового типа содержит разницу между общим объемом $V_{\text{общ.}}$ расхода воды и объемом $V_{\text{потр.}}$ потребления воды (мл):

$$V_{\text{разб.}} = V_{\text{общ.}} - V_{\text{потр.}} \quad (3)$$

В результате с учетом полученного выражения (1) и исходя из суточной потребности в воде $V_{\text{потр.}} = 200...250$ мл [15] у кур-несушек на одну голову при нормальных условиях их содержания с принятием среднего значения суточной потребности в воде $V_{\text{потр.}} = 225$ мл общий объем $V_{\text{разб.}}$ расхода воды на разбрызгивание за один клев птицы по толкателю клапана капельной поилки с двухклапанной системой шарикового типа от диаметра d_1 выходного отверстия ее седла и давления p в водопроводной трубе выразится следующим образом (мл):

$$V_{\text{общ.}} = 0,05 \cdot 10^6 \mu \pi \left(\frac{d_1}{2} \right)^2 \cdot \sqrt{\frac{2p}{\rho_g}} \cdot t_C - 225. \quad (4)$$

По полученному уравнению (4) с использованием программы офисной документации по статистической обработке данных Microsoft Excel 2013 проведен расчет объема $V_{\text{разб.}}$ расхода воды на разбрызгивание за один клев птицы по толкателю клапана капельной поилки для диаметров d_1 выходного отверстия ее седла $5,5 \cdot 10^{-3}$; $6,4 \cdot 10^{-3}$ и $7,5 \cdot 10^{-3}$ м и давлений p в водопроводной трубе 0,02; 0,04; 0,06 и 0,08 бар.

Полученные результаты расчетов объема $V_{\text{разб.}}$ расхода воды на разбрызгивание за один клев птицы по толкателю клапана капельной поилки с двухклапанной системой шарикового типа от диаметра d_1 выходного отверстия ее седла и давления p в водопроводной трубе представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчетов объема $V_{\text{разб.}}$ расхода воды на разбрызгивание за один клев птицы по толкателю клапана капельной поилки с двухклапанной системой шарикового типа в зависимости от диаметра d_1 выходного отверстия ее седла и давления p в водопроводной трубе

Диаметр выходного отверстия седла клапана d_1 , мм	Давление в системе подачи воды p , бар	Объем расхода воды, на разбрызгивание $V_{\text{разб.}}$, мл
5,5	0,02	0
6,4	0,02	0
7,5	0,02	0
5,5	0,04	0
6,4	0,04	0
7,5	0,04	44,8
5,5	0,06	0
6,4	0,06	15,6
7,5	0,06	105,4
5,5	0,08	0
6,4	0,08	52,8
7,5	0,08	156,5

С учетом полученных результатов, приведенных в таблице 1, объем $V_{\text{разб.}}$ расхода воды на разбрызгивание за один клев птицы по толкателю клапана капельной поилки с двухклапанной шариковой системой был рассчитан для суточного периода в зависимости

от диаметра d_1 выходного отверстия седла и давления p в водопроводной трубе. Полученная зависимость была обработана с помощью программы SigmaPlot 11.0 и графически представлена на рисунке 2.

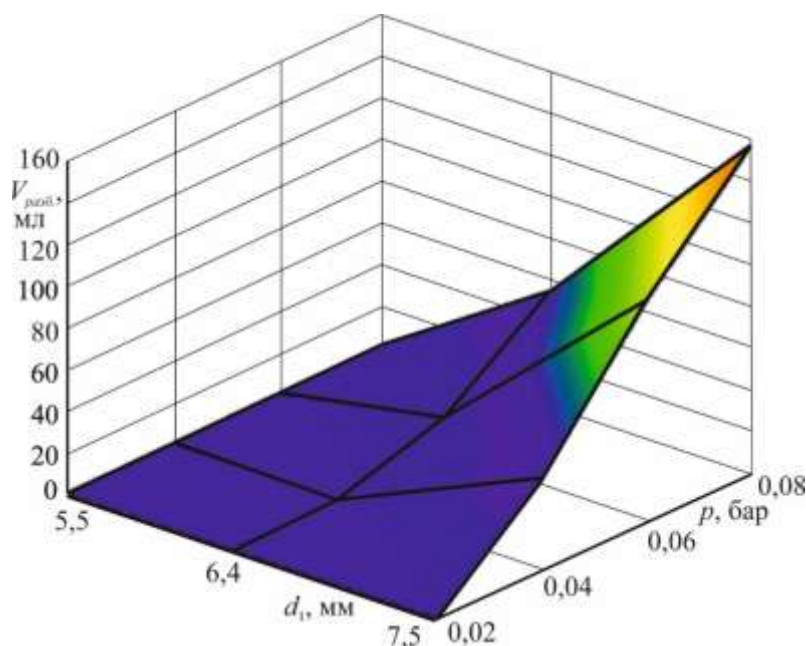


Рисунок 2. Зависимость объема $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание, капельной поилкой с двухклапанной системой шарикового типа при клеве птиц по ее толкателю в течение суток от диаметра d_1 выходного отверстия ее седла и давления p в водопроводной трубе

Проведенные теоретические исследования по расчету объема $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание капельной поилкой с двухклапанной системой шарикового типа при клеве птиц по ее толкателю в течение суток показывают, что на полученные значения $V_{разб.}$ оказывают влияние как давление p , являющееся регулируемым входным параметром, так и изменение диаметра d_1 выходного отверстия седла клапана толкателя.

Из полученных результатов расчета объема $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание через капельную поилку с двухклапанной системой шарикового типа при любом давлении p в системе подачи воды и диаметре $d_1 = 5,5$ мм выходного отверстия седла ее толкателя следует, что значения объема $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание равны нулю. Это свидетельствует о недостаточности общего объема $V_{общ.}$ расхода воды при данном диаметре выходного отверстия седла толкателя капельной поилки.

В случае применения для поения птиц капельной поилки с двухклапанной системой шарикового типа с диаметром d_1 выходного отверстия седла ее толкателя 6,4 мм значения объема $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание при давлениях $p = 0,02...0,04$ бар в системе подачи воды равны нулю, что также свидетельствует о недостаточности общего объема $V_{общ.}$ расхода воды при данных давлениях в системе подачи воды. Причем с увеличением давления p с 0,06 до 0,08 бар в системе подачи воды объем $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание незначительно увеличивается с 15,6 до 52,8 мл соответственно, что обусловлено ростом общего объема $V_{общ.}$ расхода воды.

Из полученных результатов расчета объема $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание через капельную поилку с двухклапанной системой шарикового типа при диаметре $d_1 = 7,5$ мм выходного отверстия седла ее толкателя и давлении $p = 0,02$ бар в системе подачи воды значение $V_{разб.}$ равно нулю, что связано недостаточностью общего объема $V_{общ.}$ расхода воды при данном давлении. Однако дальнейшее увеличение давления p в системе подачи воды ведет

к повышению значений объема $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание. При этом минимальное значение объема $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание, равное 44,8 мл, фиксируются при давлении p в системе подачи воды от 0,04 бар, а максимальное, равное значению 156,5 мл, составляет при давлении p в системе подачи воды от 0,08 бар. Полученные значения расчетов объема $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание при диаметре $d_1 = 7,5$ мм выходного отверстия седла толкателя капельной поилки по сравнению с диаметром $d_1 = 6,4$ мм значительно выше. Это обусловлено повышенным ростом общего объема $V_{общ.}$ расхода воды в случае использования капельной поилки с двухклапанной системой шарикового типа с диаметром d_1 выходного отверстия седла ее толкателя 7,5 мм.

Закключение. Таким образом, теоретическое обоснование расхода воды на разбрызгивание при поении птиц через капельную поилку с клапанной системой шарикового типа показало, что при применении капельной поилки с диаметром выходного отверстия седла клапана $d_1 = 5,5$ мм при любом давлении p в системе подачи воды значения объема $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание равны нулю, что связано с недостаточностью общего объема $V_{общ.}$ расхода воды через данную поилку. Капельная поилка с диаметром выходного отверстия седла клапана $d_1 = 6,4$ мм при поении кур-несушек с увеличением давления p с 0,06 до 0,08 бар в системе подачи воды обуславливает незначительное увеличение объем $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание с 15,6 до 52,8 мл соответственно, что обусловлено ростом общего объема $V_{общ.}$ расхода воды. В случае использования капельной поилки с диаметром выходного отверстия седла клапана $d_1 = 7,5$ мм при давлениях p в системе подачи воды от 0,04 до 0,08 бар значения объема $V_{разб.}$ расхода воды на разбрызгивание увеличиваются с 44,8 до 156,5 мл, что значительным перерасходом воды при поении кур-несушек из-за повышенного роста общего объема $V_{общ.}$ расхода воды.

Список источников

1. Альтшуль А. Д., Животовский Л. С., Иванов Л. П. Гидравлика и аэродинамика. М. : Стройиздат, 1987. 414 с.
2. Бессарабов Б. Ф., Крыканов А. А., Могильда Н. П. Технология производства яиц и мяса птицы на промышленной основе. 2-е изд. стер. СПб. : Лань, 2021. 336 с.
3. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. М. : Наука, 1980. 976 с.
4. Брюхова И. Е. Анализ развития отрасли «Птицеводство» // Экономика и общество в условиях пандемии: взгляд молодых : сборник статей и тезисов докладов XVII национальной научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов с международным участием. М., 2021. С. 43–48.
5. Буяров А. В. Эффективность технологического оборудования для выращивания цыплят-бройлеров // Эффективное животноводство. 2018. № 7 (146). С. 67–73.
6. Бычаев А. Г., Васильева Л. Т. Эффективность способов содержания кур яичных кроссов на птицефабриках Ленинградской области // Генетика и разведение животных. 2015. № 1. С. 58–62.
7. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М. : Машиностроение, 1992. 672 с.
8. Патент № 222699 Российская Федерация, МПК A01K 39/02, A01K 39/022. Капельная поилка для сельскохозяйственных птиц : № 2023128883 : заявл. 07.11.2023 : опубл. 17.01.2024 / Сайтов В. Е., Аллахвердиев Б. А. ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет».
9. Печенина А. А., Лопарева Н. Л. Зоогигиенические требования к содержанию стада бройлеров // Молодежь и наука. 2020. № 10. С. 1–5.
10. Сайтов В. Е., Аллахвердиев Б. А. Совершенствование устройств капельной подачи воды для питья птицам. // Научные известия. Серия: Естественные и технические науки. 2023.

Т. 23, № 4. С. 77–80. DOI: 10.54758/16801245_2023_23_4_77

11. Сaitov В. Е., Аллаxвердиев Б. А. Теоретические исследования по определению расхода воды капельной поилкой с клапанной системой шарикового типа // Вестник Вятского ГАТУ. 2025. № 3 (25). С. 112–120. URL: <https://v-vgsha.info/2025/09/30/teoreticheskie-issledovaniya-po-opredeleniyu-rashoda-vody-kapelnoj-poilkoj-s-klapannoj-sistemoj-sharikovogo-tipa/>.

(дата обращения: 05.02.2026).

12. Справочник по гидравлическим расчетам / Н. Г. Киселев, А. Д. Альтшуль, Н. В. Данильченко [и др.]. Москва : Энергия, 1972. 312 с.

13. Хакимов А. Н., Нуруллин Ж. С. К вопросу использования nipple'ной установки для поения птиц // Вестник магистратуры. 2023. № 1–2 (136). С. 63–65.

14. CorelDraw – Самоучитель. URL: <http://corel.demiart.ru/book12/> (дата обращения: 05.02.2026).

15. Сколько воды пьет кура-несушка в сутки. URL: https://yandex.ru/search/?text=сколько+воды+пьет+кура-несушка+в+сутки&clid=2261452&search_source=dzen_desktop_safe&src=suggest_Pers&lr=46 (дата обращения: 05.02.2026).

References

1. Al'tshul' AD, Zhivotovskiy LS, Ivanov LP. Gidravlika i aerodinamika = Hydraulics and aerodynamics. Moscow: Stroyizdat Publishing; 1987. 414 p. (In Russ.).

2. Bessarabov BF, Krykanov AA, Mogil'da NP. Tekhnologiya proizvodstva yaits i myasa ptitsy na promyshlennoy osnove = Technology of production of eggs and poultry meat on an industrial basis. 2nd ed. Saint Petersburg: Lan' Publishing; 2021. 336 p. (In Russ.).

3. Bronshteyn IN, Semendyayev KA. Spravochnik po matematike dlya inzhenerov i uchashchikhsya vtuzov = Handbook of mathematics for engineers and higher education students. Moscow: Nauka Publishing; 1980. 976 p. (In Russ.).

4. Bryukhova IYe. Analiz razvitiya otrasli Ptitsevodstvo = Analysis of the development of the poultry industry. In: Ekonomika i obshchestvo v usloviyakh pandemii: vzglyad molodykh: sbornik statey i tezisev dokladov XVII natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, magistrantov i aspirantov s mezhdunarodnym uchastiyem = Economics and society in the context of the pandemic: a young person's perspective: collection of articles and abstracts from the 17th national scientific and practical conference of students, master's students, and postgraduate students with international participation. Moscow: 2021. P. 43–48. (In Russ.).

5. Buyarov AV. Efficiency of technological equipment for broiler chicken farming. Effektivnoye zhivotnovodstvo. 2018;(7):67–73. (In Russ.).

6. Bychaev AG, Vasilyeva LT. Efficiency of methods for keeping egg-laying crosses in poultry farms in the Leningrad region. Genetika i razvedenie zhivotnyh. 2015;(1):58–62. (In Russ.).

7. Idelchik IE. Spravochnik po gidravlicheskim soprotivleniyam = Handbook on hydraulic resistance. Moscow: Mashinostroenie Publishing; 1992. 672 p. (In Russ.).

8. Patent 222699 Rossiyskaya Federatsiya, MPK A01K 39/02, A01K 39/022. Kapel'naya poilka dlya sel'skokhozyaystvennykh ptits: 2023128883: zayavlen 07.11.2023: opublikovan 17.01.2024. VE Saitov, BA Allahverdiyev; zayavitel' i patentoobladatel' Vyatskiy gosudarstvennyy agrotekhnologicheskii universitet. (In Russ.).

9. Pechenina AA, Lopaeva NL. Zoohygienic requirements for the maintenance of a broiler herd. Molodezh' i nauka. 2020;(10):1–5. (In Russ.).

10. Saitov VE, Allahverdiyev BA. Improvement of drip water supply devices for poultry. Nauchnyye izvestiya. Seriya: Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. 2023;23(4):77–80. DOI: 10.54758/16801245_2023_23_4_77. (In Russ.).

11. Saitov VE, Allahverdiyev BA. Theoretical studies on determining the water flow rate of a drip waterer with a ball-type valve system. Vestnik Vyatskogo GATU. 2025;(3):112–120. URL: <https://v-vgsha.info/2025/09/30/teoreticheskie-issledovaniya-po-opredeleniyu-rashoda-vody-kapelnoj-poilkoj->

s-klapannoj-sistemoj-sharikovogo-tipa. [Accessed 05 February 2026]. (In Russ.).

12. Kiselev N. G., Al'tshul' AD, Danil'chenko NV, et al. Spravochnik po gidravlicheskim raschetam = Handbook of hydraulic calculations. Moscow: Energiya Publishing; 1972. 312 p. (In Russ.).

13. Khakimov AN, Nurullin ZhS. On the use of a nipple system for poultry watering. Vestnik magistratury. 2023;(1–2):63–65. (In Russ.).

14. CorelDraw – Samouchitel' = CorelDraw – Self-instruction. URL: <http://corel.demiart.ru/book12>. [Accessed 05 February 2026]. (In Russ.).

15. How much water does a laying hen drink per day. URL: https://yandex.ru/search/?text=сколько+воды+пьет+кура-несушка+в+сутки&clid=2261452&search_source=dzen_desktop_safe&src=suggest_Pers&lr=46. [Accessed 05 February 2026]. (In Russ.).

Информация об авторах

Сайтов Виктор Ефимович, доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель Российской Федерации, профессор кафедры эксплуатации машин и технологического оборудования ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», Октябрьский пр-т, д. 133, г. Киров, Российская Федерация, 610017
e-mail: vicsait-valita@e-kirov.ru

Аллахвердиев Бахруз Аллаhverди оглы, старший преподаватель кафедры «Механика и транспортные технологии» Сумгаитского государственного университета, ул. Баку, д. 230, г. Сумгаит, Азербайджанская Республика, AZ5008
e-mail: baxelm@mail.ru

Information about the authors

Victor E. Saitov, doctor of technical sciences, professor, honored inventor of the Russian Federation, professor of the Department of Machine Operation and Technological Equipment of Vyatka State Agrotechnological University, 133 October Avenue, Kirov, 610017, Russian Federation
e-mail: vicsait-valita@e-kirov.ru

Bahrüz A. Allahverdiev, senior lecturer at the Department of Mechanics and Transport Technologies of Sumgayit State University, 230 Baku Street, Sumgayit, AZ5008, Republic of Azerbaijan
e-mail: baxelm@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest: the authors declared that there was no conflict of interest

Статья / The article

поступила в редакцию / was submitted	26.10.2025
одобрена после рецензирования / approved after reviewing	25.12.2025
принята к публикации / accepted for publication	25.02.2026