


## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК: 62-932.4

DOI: 10.26897/2687-1149-2021-3-74-79

**КОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОЗОНАТОРА ВОЗДУХА  
ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ****МАНУЙЛЕНКО АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ** , аспирантmanuilenko.shura@yandex.ru **ВЕНДИН СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ**, *д-р техн. наук, профессор*elapk@mai.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0482-6657>, Researcher ID: Q-8148-2017

Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина; 308503, Россия, Белгородская обл., Белгородский район, п. Майский, ул. Вавилова, д. 1

**Аннотация.** Одними из важнейших задач животноводства являются создание и поддержание в закрытых помещениях нормированных параметров микроклимата: температуры, влажности, скорости движения воздушных масс, освещенности, газового состава воздуха, взвешенных пылевых частиц. Несоблюдение в закрытом помещении зоотехнических и ветеринарно-санитарных установленных норм при прочих равных условиях может привести к снижению продуктивности, повышенному расходу кормов на единицу продукции, быстрому развитию болезнетворных микробов, распространению инфекций. Предлагается конструкция электрического озонатора воздуха, работающего на основе коронирующего разряда, и системы озонирования воздуха для обеспечения высокого качества обеззараживания воздуха в животноводческих помещениях в соответствии с санитарными нормами. Отличительной новизной предлагаемой конструкции является модуль излучателя, выполненный как керамическое основание, на которое закреплены вольфрамовые электроды в виде сетки с сотовой формой ячейки. Достоинствами предлагаемой конструкции электрического озонатора воздуха являются обеспечение надежности работы за счёт отключения в случае аварийной ситуации, защита от перегрева и критической концентрации озона внутри помещения в одном месте за счёт флюгера, датчиков озона и температуры, блока центрального управления. Предлагаемая конструкция системы электрического озонирования позволит повысить эффективность дезинфекции и дезинсекции воздуха в производственных животноводческих помещениях, а также будет способствовать обеспечению равномерной концентрации озона по объему помещения за счет расположения озонаторов и их скорректированной работы по производительности и равномерности работы излучателя. Предварительные оценочные экспериментальные исследования по проверке работоспособности предлагаемого электроозонатора воздуха в производственном помещении площадью 1600 м<sup>2</sup> показали, что его конструкция позволяет при повышении концентрации озона до 0,035 мг/м<sup>3</sup> снизить наличие микрофлоры в воздухе с 27520 до 240 колоний/м<sup>3</sup>, а также уменьшить содержание вредных газовых примесей сероводорода с 0,16 до 0,0003 мг/л; аммиака – с 0,13 до 0,05 мг/л; углекислого газа – с 10 до 0,2 мг/л.


**Ключевые слова:** воздух, животноводческое помещение, обеззараживание, озон, электроозонирование, структурная схема, управление озонированием.

**Формат цитирования:** Мануйленко А.Н., Вендин С.В. Конструкция электрического озонатора воздуха для животноводческих помещений // Агроинженерия. 2021. № 3 (103). С. 74-79. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-3-74-79.

© Мануйленко А.Н., Вендин С.В., 2021



## ORIGINAL PAPER

**DESIGN OF ELECTRIC AIR OZONATOR FOR LIVESTOCK KEEPING HOUSES****ALEKSANDR N. MANUYLENKO** , *postgraduate student*manuilenko.shura@yandex.ru **SERGEY V. VENDIN**, *DSc (Eng), Professor*elapk@mai.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0482-6657>, Researcher ID: Q-8148-2017

Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin; 308503, Russia, Belgorod region, Belgorod district, settlement Maysky, st. Vavilova, 1

**Abstract.** One of the most important tasks of animal husbandry is establishing and maintaining normalized microclimate parameters in closed livestock keeping houses: temperature, humidity, speed of air flows, illumination, gas composition of air, and suspended dust particles. Failure to comply with established zootechnical and veterinary-sanitary standards in a closed room, (other things being equal) can lead to a decrease in productivity, increased feed consumption per unit of production, the rapid development of pathogenic microbes, and the spread of infections. The design of an electric air ozonizer based on a corona discharge and an air ozonization system is proposed to ensure high-quality air disinfection in livestock keeping houses in accordance with sanitary standards. A distinctive

novelty of the proposed design is the emitter module, made as a ceramic base, on which tungsten electrodes are fixed in the form of a grid with a honeycomb cell. The advantages of the proposed design of an electric air ozonizer include the reliability of operation due to shutdown in case of an emergency, protection against overheating and critical concentration of ozone inside the room in one place due to a weather vane, ozone and temperature sensors, and a central control unit. The proposed design of the electric ozonation system will increase the efficiency of disinfection and disinsection of air in industrial livestock buildings, and will also ensure a more uniform concentration of ozone throughout the room volume due to the location of ozonizers and their improved operation of the emitter in terms of performance and uniformity. Preliminary evaluative experimental studies to test the performance of the proposed electric air ozonator in a livestock keeping house with an area of 1600 m<sup>2</sup> have shown that its design reduces the amount of microflora in the air from 27520 to 240 colonies/m<sup>3</sup>, while increasing ozone concentration to 0.035 mg/m<sup>3</sup>, as well as reduces the content of harmful gas impurities of hydrogen sulfide from 0.16 to 0.0003 mg/l; ammonia – from 0.13 to 0.05 mg / l; carbon dioxide – from 10 to 0.2 mg/l.

**Key words:** air, livestock keeping house, disinfection, ozone, electrical ozonation, structural diagram, ozonation control.

**For citation:** Manuylenko A.N., Vendin S.V. Design of electric air ozonator for livestock keeping houses. Agricultural Engineering, 2021; 3 (103): 74-79 (In Rus.). DOI: 10.26897/2687-1149-2021-3-74-79.

**Введение.** Ускоренное развитие промышленного животноводства, применение интенсивных методов выращивания и содержания животных выдвинули перед наукой целый ряд важных проблем, в том числе проблему разработки технических средств, обеспечивающих обеззараживание воздуха в производственных помещениях. Заболевания сельскохозяйственных животных носят пандемический характер и серьёзно ограничивают развитие животноводства, чем значительно дестабилизируют экономическое развитие сельскохозяйственных регионов страны. Достоверно установлено, что наибольшую опасность с точки зрения заражения сельскохозяйственных животных представляет воздух. В закрытых помещениях нормированы параметры микроклимата: температура – 10...28°C; влажность – 55...80%; скорость движения воздушных масс – 0,1...1 м/с; охлаждающая способность воздуха – 6,5...9,5 мкал/(см<sup>2</sup>·с); освещенность – 35...150 лк; ионизация – 150000...500000 ионов на см<sup>2</sup> воздуха; газовый состав воздуха (сероводород – 5...10 мг/м<sup>3</sup>, аммиак – 5...20 мг/м<sup>3</sup>, углекислый газ – не более 2,5 мг/л); взвешенные пылевые частицы – 0,4...1,5 мг/м<sup>3</sup>; микроорганизмы – 12000...100000 колоний/м<sup>3</sup> [1-3].

В случае возникновения заражения животных болезнетворными микроорганизмами возникает опасность эпидемии, приводящей к ежегодному ущербу, причиняемому животноводству болезнями и падежом порядка 15...18% от стоимости продукции, спонтанной пневмонии, влекущей гибель до 20% особей. Поэтому разработка технологий, способов и технических средств для очистки и обеззараживания воздуха в животноводческих помещениях является актуальной научной задачей.

Озонирование – один из эффективных способов дезинфекции воздушных масс. Для обеззараживания и очистки воздуха в животноводческих помещениях эффективным является применение электрических озонаторов [4-7].

**Цель исследований:** разработка конструкции электрического озонатора воздуха, работающего на основе коронирующего разряда, и системы озонирования воздуха в животноводческом помещении.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на основе патентного поиска и анализа литературы о технических характеристиках устройств для электроозонирования воздуха в животноводческих помещениях.

«Прототипом» разработки выступал озонатор, включающий в себя источник высоковольтного переменного напряжения, электроды, вентилятор [8]. Устройство имело существенные недостатки в виде невысокой производительности, низкого показателя надежности электродов, а также отсутствия защиты от включения и выключения работы устройства в случае отказа работы вентилятора или выхода из строя генератора высокого напряжения.

В ходе исследования было решено изготовить излучатель в виде отдельно связанных модулей, выполненных как керамическое основание с закрепленными вольфрамовыми электродами в виде сетки с сотовой формой ячейки, что будет способствовать регулировке показателей производительности излучателя и увеличению надежности в целом. Были выявлены основные технические параметры проектируемого электрического озонатора (табл. 1).

Таблица 1

Основные технические параметры проектируемого электрического озонатора

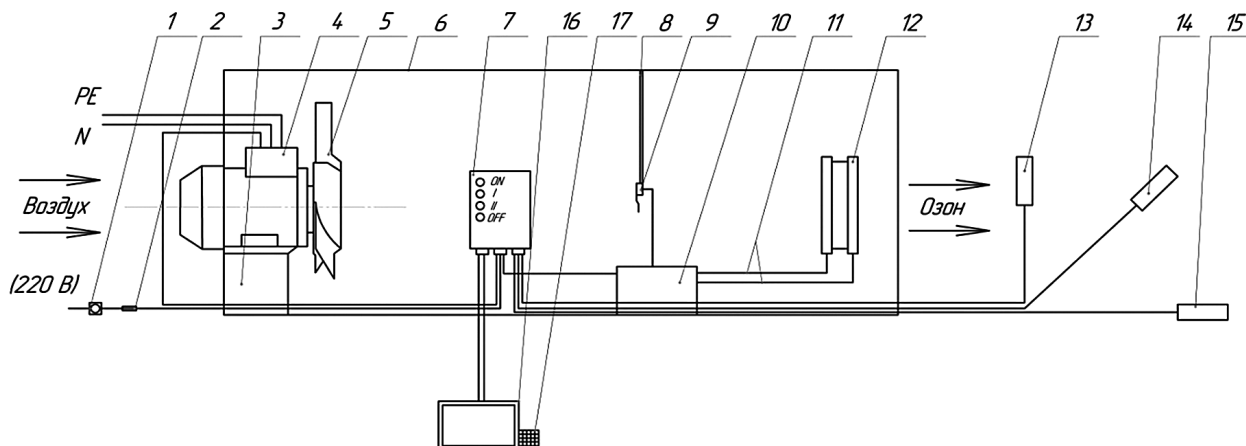
Table 1

Main technical parameters of the designed electric ozonizer

Параметр / Parameter	Показатель / Indicator
Концентрация озона на выходе, мг/м <sup>3</sup> / Output ozone concentration, mg/m <sup>3</sup>	0,01...3
Производительность, г/ч / Performance rate, g/h	5...150
Объем помещения, м <sup>3</sup> / Room volume, m <sup>3</sup>	350...3600
Продолжительность работы, ч / Duration of work, h	0,1; 0,25; 0,5; 1; 2; 4
Потребляемая мощность, Вт / Power consumption, W	500...4000
Температурный диапазон, °C / Temperature range, °C	от -10 до +35
Напряжение, В / Voltage, V	220

**Результаты и обсуждение.** В Белгородском ГАУ разработана конструкция электрического озонатора воздуха (рис. 1), работающего на основе коронирующего

разряда, и системы озонирования воздуха для обеспечения обеззараживания воздуха в животноводческих помещениях.



**Рис. 1. Конструкция электрического озонатора воздуха:**

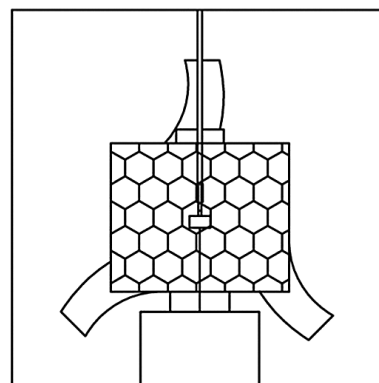
- 1 – кнопка включения/выключения; 2 – предохранитель питающей сети; 3 – салазки;
- 4 – электрический двигатель переменного тока; 5 – вентилятор; 6 – озоностойчивый воздуховод;
- 7 – блок центрального управления; 8 – жёсткий каркас; 9 – флюгер; 10 – генератор высокого напряжения;
- 11 – экранированный проводник; 12 – излучатель; 13 – рабочий датчик озона; 14 – контрольный датчик озона;
- 15 – датчик температуры воздуха; 16 – монитор; 17 – устройство ввода

**Fig. 1. Design of the electric air ozonizer:**

- 1 – on/off button; 2 – mains fuse; 3 – slide; 4 – AC electric motor; 5 – fan; 6 – ozone-resistant air duct;
- 7 – central control unit; 8 – rigid frame; 9 – weather vane; 10 – high voltage generator; 11 – shielded conductor;
- 12 – emitter; 13 – working ozone sensor; 14 – control ozone sensor; 15 – air temperature sensor; 16 – monitor; 17 – input device

Электрический озонатор воздуха состоит из озоностойчивого воздуховода 6, где установлен электрический двигатель переменного тока 4 с закрепленными лопастями вентилятора 5. Для надежной фиксации и регулировки электрического двигателя переменного тока установлены салазки 3. Лопасти вентилятора закреплены на электрическом двигателе переменного тока для засасывания воздушных масс извне и подачи их на флюгер 9. Флюгер закреплён в озоностойчивом воздуховоде 6 на жёстком каркасе 8. На флюгере установлены электрические контакты, которые подключены к генератору высокого напряжения 10. Генератор высокого напряжения закреплён в озоностойчивом воздуховоде для формирования необходимого напряжения и обеспечения коронирующего разряда на излучателе 12, модули которого выполнены как керамическое основание с закрепленными вольфрамовыми электродами в виде сетки с сотовой формой ячейки. Экранированный проводник 11 соединён с генератором высокого напряжения и излучателем. Рабочий датчик озона 13 закреплён на выходе из излучателя, контрольный датчик озона 14 и датчик температуры воздуха 15 установлены в помещении. Блок центрального управления 7 размещён на внешней панели озоностойчивого воздуховода. Кнопка включения/выключения 1 и предохранитель питающей сети 2 размещены в питающей сети устройства.

Особенностью предлагаемой конструкции электрического озонатора является модуль излучателя (рис. 2). Модуль излучателя выполнен как керамическое основание, на которое закреплены вольфрамовые электроды в виде сетки с сотовой формой ячейки, что обеспечивает равномерность работы излучателя [9, 10].



**Рис. 2. Модуль излучателя**

**Fig. 2. Emitter module**

Электрический озонатор воздуха работает следующим образом. В озоностойчивом воздуховоде 6 устанавливается на салазки 3 электрический двигатель переменного тока 4 (220 В), на котором закрепляются лопасти вентилятора 5. При нажатии кнопки включения/выключения 1 через предохранитель питающей сети 2 подается напряжение на блок центрального управления 7, выбирается режим работы, и перенаправляется напряжение на электрический двигатель переменного тока 4. С его помощью раскручиваются лопасти вентилятора 5 и формируется давление воздуха, которое направляется по озоностойчивому воздуховоде 6 на флюгер 9, который устанавливается на жёсткий каркас 8. Давлением воздуха воздействуют на флюгер 9, в ходе чего его контакты замыкаются, и сигнал о включении электрического

двигателя переменного тока 4 подается на генератор высокого напряжения 10.

В разрабатываемом озонаторе в качестве генератора высокого напряжения 10 был выбран импульсный источник. На конденсаторах развивается всего лишь удвоенное амплитудное значение входного напряжения. Соответственно конденсаторы и диоды схемы могут быть рассчитаны на необходимое напряжение. Располагать элементы умножителя нужно так, чтобы обеспечить максимальное расстояние между выходными выводами, а также между умножителем, схемой преобразователя, корпусом устройства и т.д. Напряжение на диодах и конденсаторах умножителя составляет 10000 В, что в зависимости из набора схемы можно изменять. Схема умножителя напряжения представлена на рисунке 3.

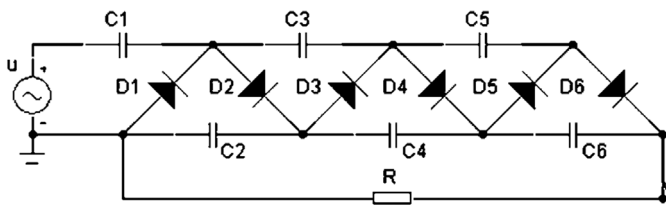


Рис. 3. Схема умножителя напряжения

Fig. 3. Voltage multiplier circuit

В генераторе высокого напряжения 10 формируют рабочее напряжение (10000 В) и по экранированному проводнику 11 направляют его на излучатель 12, где на керамическом основании с закрепленным вольфрамовым электродом в виде сетки с сотовой формой ячейки между модулями излучателя 12 создают электрический

коронирующий разряд с током короны 0,4 мкА и напряжением короны 10000 В.

Коронирующий разряд в излучателе 12 пропускают через поток воздуха от лопастей вентилятора 5, которые приводят в движение электрическим двигателем переменного тока 4, и получают озон. Образованный озон направляют от излучателя 12 потоком воздушных масс от лопастей вентилятора 5, которые приводят в движение электрическим двигателем переменного тока 4 далее по озоноустойчивому воздуховоду 6 на датчик озона 13 (MQ-131), который размещают на выходе из озоноустойчивого воздуховода 6. Затем озон подают в помещение на контрольный датчик озона 14 (ADT-53-1190) и датчик температуры воздуха 15 (E+E Elektronik EE461). Датчиком озона 13 определяют концентрацию озона на выходе из излучателя 12, контрольным датчиком озона 14 и датчиком температуры воздуха 15 определяют концентрацию озона и температуру воздушных масс в помещении. Показатели датчиков отправляют на блок центрального управления 7, где по показаниям датчиков рассчитывают параметры работы электрического двигателя переменного тока и генератора высокого напряжения, исходя из режима работы. Сигнал с блока центрального управления 7 подают на устройство вывода информации в виде монитора 16, где выводят на экран графики и параметры работы. При помощи устройства ввода 17 вносят корректировки в режимы работы и отправляют их на блок центрального управления 7, с помощью которого корректируют работу озонатора.

Датчики 13, 14, 15 применяются для обеспечения стабильности работы электрического озонатора воздуха. Для осуществления корректной работы предложена функциональная схема работы системы электрического озонирования производственного помещения (рис. 4).

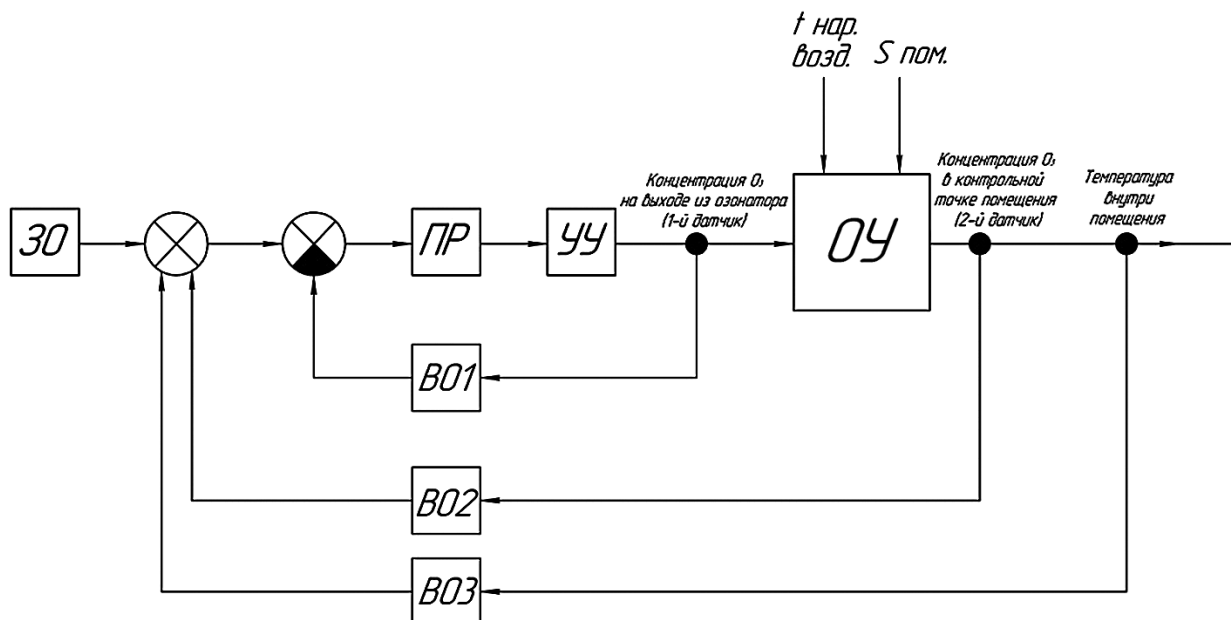


Рис. 4. Функциональная схема работы системы электрического озонирования производственного помещения:

ЗО – задающий орган (задатчик); ПР – программный регулятор; УУ – управляющее устройство (озонатор); ОУ – объект управления (животноводческое помещение); ВО – воздействующий орган (датчики измерения);  $t_{нар\cdot возд.}$  – температура наружного воздуха;  $S_{пом.}$  – площадь производственного помещения

Fig. 4. Functional diagram of the operation of the electric ozonation system of the industrial premises:

ЗО – master unit; ПР – program controller; УУ – control device (ozonizer); ОУ – controlled object (livestock building); ВО – acting unit (measurement sensors);  $t_{нар\cdot возд.}$  – outside air temperature;  $S_{пом.}$  – production area



Для упрощения конструкции системы электрического озонирования предлагается её комбинировать с системой вентиляции и кондиционирования производственного помещения, что позволит обеспечить равномерную концентрацию озона за счет компоновки расположения озонаторов и их скорректированной работы по производительности, а также увеличить качество обеззараживания воздуха [11, 12].

Были проведены оценочные экспериментальные исследования по проверке работоспособности

предлагаемого электроозонатора воздуха. Замеры показателей воздушной среды осуществлялись в центре производственного помещения и по четырем контрольным точкам в углах помещения (площадью 1600 м<sup>2</sup>). Для измерения концентрации озона использовался газоанализатор «ЭЛАН О<sub>3</sub>», для измерения газового состава воздуха в помещении – газоанализатор ALTAIR-5X. Средние значения показателей воздушной среды в производственном помещении представлены в таблице 2.

Таблица 2

## Средние значения показателей воздушной среды в производственном помещении

Table 2

## Average values of indicators of the air environment in the production area

Средние показатели воздушной среды в производственном помещении <i>Average indicators of the air environment in the production area</i>	До озонирования <i>Before ozonation</i>	После озонирования <i>After ozonation</i>
Озон, мг/м <sup>3</sup> / <i>Ozone, mg/m<sup>3</sup></i>	0,0015	0,026
Сероводород, мг/л / <i>Hydrogen sulfide, mg/l</i>	0,16	0,0003
Аммиак, мг/л / <i>Ammonia, mg/l</i>	0,13	0,005
Углекислый газ, мг/л / <i>Carbon dioxide, mg/l</i>	10	0,2

Достоинствами предлагаемой конструкции электрического озонатора воздуха являются:

– обеспечение надежности работы за счет отключения в случае аварийной ситуации;

– защита от перегрева и критической концентрации озона внутри помещения в одном месте за счет флюгера, датчиков озона и температуры, блока центрального управления;

– обеспечение равномерности дезинфекции помещения благодаря выполнению излучателя в виде керамического основания с закрепленным на нем вольфрамовым электродом – сетки с сотовой формой ячейки.

## Библиографический список

1. Афанасьев М.А., Копылова О.С., Ивашина А.В. и др. Технологии очистки озоном // Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве: Сборник материалов 80-й научно-практической конференции. Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2015. С. 32-37.

2. Волошин А.П. Экспериментальные исследования параметров и режимов электротехнологического процесса озонирования яйцескладов птицефабрик // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 123. С. 1-15.

3. Сторчевой В.Ф., Сучугов С.В., Компаниец А.Е. Создание озонно-ионной воздушной среды в закрытых помещениях для содержания животных и птицы // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2019. № 3 (91). С. 35-39. DOI: 10.34677/1728-7936-2019-3-35-39.

4. Сторчевой В.Ф., Чернов Р.Ю. Снижение потерь энергетических показателей электроозонаторов // Природообустройство. 2011. № 2. С. 95-98.

5. Сторчевой В.Ф. Математическое моделирование стационарных процессов ионизатора-озонатора // Природообустройство. 2012. № 2. С. 78-82.

## Выводы

Предлагаемая конструкция системы электрического озонирования повысит эффективность дезинфекции и дезинсекции воздуха в производственных животноводческих помещениях, а совмещение её с системой вентиляции и кондиционирования позволит обеспечить равномерную концентрацию озона по производственному помещению и будет способствовать достижению высокого качества обеззараживания воздуха в соответствии с требованиями санитарных норм.

## References

1. Afanasyev M.A., Kopylova O.S., Ivashina A.V., Antonenko A.I. Tekhnologii oshchistki ozonom [Ozone purification technologies]. In: *Metody i tekhnicheskie sredstva povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya elektrooborudovaniya v promyshlennosti i sel'skom khozyaystve 80-ya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. Stavropol', Stavropol'skiy GAU, 2015: 32-37. (In Rus.)

2. Voloshin A.P. Eksperimental'nye issledovaniya parametrov i rezhimov elektrotekhnologicheskogo protsessa ozonirovaniya yayseskladov pitsefabrik [Experimental studies of the parameters and modes of the electrotechnological ozonation of egg storage on poultry farms]. *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016; 123: 1-15. (In Rus.)

3. Storchev V.F., Suchugov S.V., Kompaniets A.E. Sozdanie ozonno-ionnoy vozdushnoy sredy v zakrytykh pomeshcheniyakh dlya soderzhaniya zhivotnykh i ptitsy [Creating an ozone-ionic air environment in closed premises for keeping animals and poultry]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*, 2019; 3 (91): 35-39. (In Rus.) DOI: 10.34677/1728-7936-2019-3-35-39.

4. Storchev V.F., Chernov R.Yu. Snizhenie poter' energeticheskikh pokazateley elektroozonatorov [Reducing

6. Сторчевой В.Ф., Компаниец А.Е. Применение озонатора-ионизатора на молочных фермах // Доклады ТСХА. 2019. Вып. 291. Ч. II. С. 294-296.

7. Сторчевой В.Ф., Кабдин Н.Е., Компаниец А.Е. Исследование параметров и режимов работы озонатора-ионизатора для молочных ферм // Агроинженерия. 2020. № 3(97). С. 50-54. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-3-50-54.

8. Озонатор: патент № RU2523805 C1 / Д.В. Лебедев, П.С. Кузьменко, М.О. Якименко, И.Д. Лебедев; заяв. 07.02.2013; опубл. 27.07.2014.

9. Мануйленко А.Н., Вендин С.В. Электроозонирование животноводческих помещений // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 22-23.

10. Мануйленко А.Н., Вендин С.В. Электроозонирование воздуха на предприятиях АПК // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: Юбилейный сборник научных трудов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Донского государственного технического университета (Ростовского-на-Дону института сельхозмашиностроения), в рамках XXIII Агропромышленного форума юга России и выставки «Интерагромаш»: В 2 т. Ростов-на-Дону, 2020. С. 634-637. DOI: 10.23947/interagro.2020.2.634-637.

11. Мануйленко А.Н., Вендин С.В. Система электроозонирования для обеззараживания воздуха в животноводческих помещениях // Перспективы науки. 2020. № 11 (134). С. 199-203.

12. Мануйленко А.Н., Вендин С.В. Перспективы применения озона для очистки воздуха в животноводческих помещениях // Актуальные проблемы агроинженерии и пути их решения: Сборник научных трудов. Белгород: Белгородский ГАУ, 2018. С. 185-189.

the losses of energy indicators of electric ozonators]. *Prirodoobustroystvo*, 2011; 2: 95-98. (In Rus.)

5. Storchevoy V.F. Matematicheskoe modelirovanie stationarykh protsessov ionizatora-ozonatora [Mathematical modeling of stationary processes in an ionizer-ozonator]. *Prirodoobustroystvo*, 2012; 2: 78-82. (In Rus.)

6. Storchevoy V.F., Kompaniets A.E. Primenenie ozonatora-ionizatora na molochnykh fermakh [Application of the ozonizer-ionizer on dairy farms]. In: *Doklady TSKHA*, 2019; 291(II): 294-296. (In Rus.)

7. Storchevoy V.F., Kabdin N.E., Kompaniets A.E. Issledovanie parametrov i rezhimov raboty ozonatora-ionizatora dlya molochnykh ferm [Study of parameters and operating modes of the ozonizer-ionizer for dairy farms]. *Agricultural Engineering*, 2020; 3 (97): 50-54. (In Rus.)

8. Lebedev D.V., Kuzmenko P.S., Yakimenko M.O. et al. Ozonizer: patent No. RU2523805 C1, 2014.

9. Manuylenko A.N., Vendin S.V. Elektroozonirovanie zhivotnovodcheskikh pomeshcheniy [Electroozonizing of livestock buildings]. *Sel'skiy mekhanizator*, 2019; 12: 22-23. (In Rus.)

10. Manuylenko A.N., Vendin S.V. Elektroozonirovanie vozdukh na predpriyatiyakh APK [Electroozonizing of air at agricultural enterprises]. In: *Sostoyaniye i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa. Yubileyniy sbornik nauchnykh trudov XIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu Donskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (Rostovskogo-na-Donu instituta sel'khoz mashinostroyeniya), v ramkakh XXIII Agropromyshlennogo foruma yuga Rossii i vystavki "Interagromash"*. In two vol. Rostov-na-Donu, 2020: 634-637. (In Rus.) DOI: 10.23947/interagro.2020.2.634-637.

11. Manuylenko A.N., Vendin S.V. Elektroozoniruyushchaya sistema obezrazhivaniya vozdukh zhivotnovodcheskikh ferm [Electrical ozonation system for air disinfection in livestock buildings]. *Perspektivy nauki*, 2020; 11 (134): 199-203. (In Rus.)

12. Manuylenko A.N., Vendin S.V. Perspektivy primeneniya ozona dlya ochistki vozdukh v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh [Prospects for the use of ozone for air purification in livestock premises]. In: *Aktual'nye problemy agroinzhenerii i puti ikh resheniya. Belgorodskiy GAU*, 2018: 185-189. (In Rus.).

### Критерии авторства

Мануйленко А.Н., Вендин С.В. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели эксперимент и подготовили рукопись. Мануйленко А.Н., Вендин С.В. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 24.02.2021

Одобрена после рецензирования 12.05.2021

Принята к публикации 13.05.2021

### Contribution

A.N. Manuylenko, S.V. Vendin performed theoretical studies, and based on the results obtained, conducted the experiment and wrote the manuscript. A.N. Manuylenko, S.V. Vendin have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

### Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received 24.02.2021

Approved after reviewing 12.05.2021

Accepted for publication 13.05.2021