

УДК 636

**КИРСАНОВ ВЛАДИМИР ВЯЧЕСЛАВОВИЧ**, докт. техн. наук, профессор<sup>1</sup>

E-mail: kirvv2014@mail.ru

**ИГНАТКИН ИВАН ЮРЬЕВИЧ**, канд. техн. наук, доцент<sup>1,2</sup>

E-mail: ignatkinivan@gmail.com

<sup>1</sup>Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация<sup>2</sup>Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1, Москва, 105005, Российская Федерация

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МИКРОКЛИМАТА

Приведено описание разработанной автоматизированной системы микроклимата свинарника. Система микроклимата с утилизацией теплоты вытяжного воздуха была разработана, изготовлена и испытана в секции откорма свиноводческого комплекса площадки «Дубовская» ООО «Тамбовский бекон» в течение 2012-2015 гг. Данная система позволяет обеспечить эффективное функционирование при минимальных затратах энергии. Это достигается благодаря применению разработанного алгоритма управления и системы рекуперации теплоты вытяжного воздуха. Установлено, что применение автоматизированной системы регулирования параметров микроклимата в совокупности с системой утилизации теплоты вытяжного воздуха позволяет добиться снижения установленной тепловой мощности отопительного оборудования в 2 раза, что приводит к сокращению годового потребления тепловой энергии на 80 процентов. Система утилизации, обеспечивая эмиссию углекислого газа и водяных паров от теплогенерирующего оборудования, обеспечивает нормативную концентрацию углекислого газа (0,18 процента) даже при использовании теплогенераторов открытого горения. Экспериментально установлено, что автоматизированная система поддерживает заданные параметры микроклимата равномерно по всей площади помещения как в летний, так и в зимний период. Так, в зимний период для помещения 90 на 24 м температурное поле колебалось в пределах 0,6 градусов Цельсия, а относительная влажность изменялась на 5 процентов. Данная система позволяет в летний период использовать рекуператоры для охлаждения приточного воздуха на 7,4 градуса Цельсия (с 26,6 до 19,2 градуса Цельсия), а также сократить количество приточных систем за счет реверсирования вытяжного канала и использования рекуператора полностью на приток наружного воздуха.

**Ключевые слова:** автоматизация, вентиляция, микроклимат, рекуперация теплоты, свиноводство, система микроклимата, система отопления и вентиляции, утилизация теплоты, энергосбережение.

**Введение.** Создание и поддержание оптимального микроклимата в свинарниках – необходимое условие реализации генетического потенциала животных. Отклонение параметров микроклимата в производственных помещениях от регламентированных значений может привести к снижению продуктивности животных на 20...30%; продолжительности продуктивного периода жизни у маточного поголовья – на 15...20%; увеличению отхода молодняка – до 5...40%; затратам корма на производство единицы продукции; затратам на обслуживание оборудования и производственных помещений; энергоёмкости производства [1-9].

Одним из важных направлений обеспечения микроклимата в производственных помещениях является совершенствование автоматизированных систем микроклимата. Это позволяет увеличить выход продукции при снижении энергопотребления, улуч-

шает условия эксплуатации оборудования, зданий и сооружений и повышает их долговечность [10-12].

**Цель исследования** – оценка эффективности применения автоматизированной системы поддержания микроклимата с утилизацией теплоты вытяжного воздуха.

В качестве показателей эффективности определены:

- обеспечение заданного микроклимата по параметрам температуры, относительной влажности, концентрации углекислого газа и аммиака равномерно по всему помещению;
- энергетическая эффективность системы (расход природного газа);
- оценка эффективности охлаждения приточного воздуха в летний период года.

Разработан алгоритм, основывающийся на контроле и регулировании параметров микроклимата в соответствии с нормативными требованиями для

нительных мощностей теплоснабжения (электро-снабжения), пропорционально снижению тепловой мощности системы отопления в два раза;

– сократить годовое потребление тепловой энергии на обеспечение требуемого микроклимата в свиноводческих помещениях на 80%;

– сократить эмиссию углекислого газа и водяных паров от теплогенерирующего оборудования и обеспечить нормативную концентрацию CO<sub>2</sub> (0,18% в опытной секции при 0,25% в контрольной) даже при использовании теплогенераторов открытого горения;

– обеспечить поддержание заданных параметров микроклимата равномерно по всей площади помещения как в летний, так и в зимний период года: в частности, в зимний период для помещения 90×24 м температурное поле варьирует в диапазоне 0,6°С, а относительная влажность в пределах 5%;

– использовать рекуператоры в летний период года для охлаждения приточного воздуха на 7,4°С (с 26,6°С до 19,2°С);

– сократить количество или производительность приточных систем за счет реверсирования вытяжного канала и использования рекуператора полностью на приток.

#### Библиографический список

1. Ильин И.В. Влияние параметров микроклимата на продуктивность свиней / И.В. Ильин, И.Ю. Игнаткин, М.Г. Курячий // Эффективное животноводство. Свиноводство. 2011. № 05/67. С. 30-31.
2. Иванов Ю.Г. Влияние параметров воздушной среды коровника на физиологические показатели животных / Ю.Г. Иванов, Д.А. Понизовкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2015. № 4. С. 18-21.
3. Брофман Л.И. Микроклимат помещений в промышленном животноводстве и птицеводстве / Л.И. Брофман. Кишинев: Штиинца, 1984. 208 с.
4. Самарин Г.Н. Энергосберегающая технология формирования микроклимата в животноводческих помещениях: Дис. ...д-ра техн. наук. М.: МГАУ имени В.П. Горячкина, 2009.
5. Игнаткин И.Ю., Курячий М.Г. Системы вентиляции и влияние параметров микроклима-

та на продуктивность свиней // Вестник НГИЭИ. 2012. № 10 (17). С. 16-34.

6. РД-АПК 1.10.02.04-12. Методические рекомендации по технологическому проектированию свиноводческих ферм и комплексов. М.: Минсельхоз РФ, 2012. 144 с.

7. Иванов Ю.Г. Система принудительной вентиляции коровника для теплого времени года / Ю.Г. Иванов, Д.А. Понизовкин // Сельский механизатор. 2015. № 8. С. 26-27.

8. Кирсанов В.В., Мурусидзе Д.Н., Некрашевич В.Ф., Шевцов В.В., Филонов Р.Ф. Механизация и технология животноводства: Учебник. Москва, 2013. 585 с.

9. Механизация и автоматизация животноводства / В.В. Кирсанов, Ю.А. Симарев, Р.Ф. Филонов: Учебник. Москва, 2004. 398 с.

10. Тихомиров Д.А. Энергосберегающие электрические системы и технические средства теплообеспечения основных технологических процессов в животноводстве: Дис. ...д-ра техн. наук. М., 2015.

11. Игнаткин И.Ю. Анализ эффективности применения рекуператоров теплоты УТ-6000С, УТ-3000 в системе микроклимата секции откорма на 300 голов свиного комплекса «Фирма Мортадель» // Вестник ВНИИМЖ. 2015. № 1(17). С. 107-111.

12. Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях: Ан. обзор / Н.П. Мишуров, Т.Н. Кузьмина. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. 96 с.

13. Рекомендации по расчету и проектированию систем обеспечения микроклимата животноводческих помещений с утилизацией теплоты выбросного воздуха. М.: ГИПРОНИСЕЛЬХОЗ, 1987.

14. Игнаткин И.Ю. Оценка эффективности рекуперации теплоты в свиноводческом откормочнике ООО «Фирма Мортадель» // Вестник ФГБОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2016. № 1 (71). С. 14-20.

15. Ильин И.В. Опыт проектирования систем отопления и вентиляции на свиноводческих фермах и комплексах / И.В. Ильин, И.Ю. Игнаткин, М.Г. Курячий // Эффективное животноводство. 2011. № 6/68. С. 40-42.

Статья поступила 23.06.2016 г.

## POWER EFFICIENT AUTOMATED MICROCLIMATE SYSTEM

**VLADIMIR V. KIRSANOV**, DSc (Eng), Professor<sup>1</sup>

E-mail: kirvv2014@mail.ru

**IVAN YU. IGNATKIN**, PhD (Eng), Assistant Professor<sup>1, 2</sup>

E-mail: ignatkinivan@gmail.com

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

<sup>2</sup>Bauman Moscow State Technical University, 2-ya Baumanskaya str., 5/1, Moscow, 105005, Russian Federation

The description of the developed automated microclimate system of pigsty was given. The microclimate system with heat scrap of extract air was developed, made and tested in the hog fattening section of the pig-breeding complex on the territory of the area "Dubrovskaya" of "Tambov Bacon OOO" (Limited Liability Company) during 2012-2015. The given system allows to provide effective functioning using minimal energy consumption. It is achieved by using the developed controlling algorithm and heat recovery system of extract air. It is stated, that using automated process monitoring microclimate system together with heat scrap of extract air system allows to reduce by 2 times specified heat rate of heating equipment, that leads to reducing annual intake of heat energy by 80 percents. The scrap system provides standard concentration of carbon dioxide (0,18 percents) even while using the heat generator of open combustion, providing the emission of carbon dioxide and water vapor from heat-radiating equipment. It is experimentally stated, that automated system keeps set-up parameters evenly along the whole floor space both in summer and in winter. In winter temperature field fluctuated within 0,6 Celsius degree for the room 90x24 m, and relative humidity varied within 5 per cents. The given system allows to use recuperators for cooling fresh air for 7,4 Celsius degree (between 26,6 and 19,2 Celsius degree) in summer, and also reduce the number of supply air systems by exhaust duct reversing and using a recuperator for fresh air completely.

**Key words:** automatization, ventilation, microclimate, heat recuperation, pig-breeding, microclimate system, heating and ventilation system, heat scrap, energy-saving.

### References

1. Ilyin I.V. Vliyaniye parametrov mikroklimate na produktivnost' sviney [Microclimate influence on pig-breeding] / I.V. Ilyin, I. Yu. Ignatkin, M.G. Kuryachiy // Effective breeding. Pi-breeding. 2011. Issue 05/67. Pp. 30-31.

2. Ivanov Yu.G. Vliyaniye parametrov vozdushnoy sredy korovnika na fiziologicheskie pokazately zhivotnykh [Air quality influence on physiological rates among animals in cowshed] / Yu.G. Ivanov, D.A. Ponizovkin // Mechanization and electrification of farming. 2015. Issue 4. Pp. 18-21.

3. Brofman L.I. Mikroklimat pomeshcheniy v promyshlennom zhivotnovodstve [Room microclimate in commercial breeding] / L.I. Brofman. Kishinev: Shtiinza, 1984. 208 p.

4. Samarin G.N. Energoberegayushchaya tekhnologiya formirovaniya mikroklimate v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh: Dis...d-ra tekhn.nauk. [Energy safe technology in forming microclimate in stock building: Diss... Dr. Sci.Tech.]. M.: MSAU named after V.P. Goryachkin, 2009.

5. Ignatkin I. Yu., Kuryachiy M.G. Sistemy ventilyatsii i vliyaniye parametrov mikroklimate na produktivnost' sviney [Ventilation system and microclimate influence on pig-breeding] // Vestnik NSEEU. 2012. Issue 10 (17). Pp. 16-34.

6. Metodicheskie rekomendatsii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu svinovadcheskikh ferm i kompleksov [Methodological recommendations in technical design of pig farms and complexes]. M.: Ministry of Agriculture in Russian Federation, 2012. 144 p.

7. Ivanov Yu.G. Sistema prinuditel'noy ventilyatsii korovnika dlya teplogo vremeni goda [Mechanical ventilation system in cowshed during warm periods of the year] / Yu.G. Ivanov, D.A. Ponizovkin // Country mechanic. 2015. Issue 8. Pp. 26-27.

8. Kirsanov V.V., Murusidze D.N., Nekrashevich V.F., Shevtsov V.V., Filonov R.F. Mekhanizatsiya i tekhnologiya zhivotnovodstva: Uchebnik [Mechanization and breeding technology: student's book]. Moscow, 2013. 585 p.

9. Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya zhivotnovodstva [Mechanization and automatization in breeding] /

V.V. Kirsanov, Yu.A. Simarev, R.F. Filonov: student's book. Moscow, 2014. 398 p.

10. Tikhomirov D.A. Energoberegayushchie elektricheskie sistemy i tekhnicheskie sredstva teploobespecheniya osnovnykh tekhnologicheskikh protsessov v zhivotnovodstve: Dis...d-ra tekhn.nauk [Energy saving electric systems and technical heat support of main technological processes in breeding: Diss...dr. tech. sci.]. M., 2015.

11. Ignatkin I. Yu. Analiz effektivnosti primeneniya rekuperatorov teploty UT-6000C, UT-3000 v sisteme mikroklimate sektsii otkorma na 300 golov svinokompleksa "Firma Mortadel" [The analyses of effective usage of heat recuperator UT-6000C, UT-3000 in microclimate system of fattening section for 300 pigs in complex "Mortadel Firm"] // Vestnik VNIIMZH, 2015. Issue 1(17). Pp. 107-111.

12. Energoberegayushchee oborudovanie dlya obespecheniya mikroklimate v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh: An.obzor [Energy saving equipment for microclimate support in housing accommodation for animals: analytical review] / N.P. Mishurov, T.N. Kuz'mina. M.: FSSI "Rusinfoagrotech", 2004. 96 p.

13. Rekomendatsii po raschetu i proektirovaniyu sistem obespecheniya mikroklimate zhivotnovodcheskikh pomeshcheniy s utilizatsiey teploty vybrosnogo vozdukha [Reccomendations for calculation and design of microclimate systems in housing accommodation for animals with discharged heat recovery]. M.: GIPRONISELKHOZ, 1987.

14. Ignatkin I. Yu. Otsenka effektivnosti rekuperatsii teploty v svinarnike-otkormochnike OOO "Firma Mortadel" [Performance evaluation of heat recovery in fattening pigsty OOO "Mortadel firm"] // Vestnik MSAU named after V.P. Goryachkin. 2016. Issue 1(71). Pp. 14-20.

15. Ilyin I.V. Opyt proektirovaniya sistem otopleniya i ventilyatsii na svinovodcheskikh fermakh i kompleksakh [Design experience in heat systems and ventilation on pig farms and complexes] / I.V. Ilyin, I. Yu. Ignatkin, M.G. Kuryachiy // Effective breeding. 2011. Issue 6/68. Pp. 40-42.

*Received on June 23, 2016*

The description of the developed automated microclimate system of pigsty was given. The microclimate system with heat scrap of extract air was developed, made and tested in the hog fattening section of the pig-breeding complex on the territory of the area "Dubrovskaya" of "Tambov Bacon OOO" (Limited Liability Company) during 2012-2015. The given system allows to provide effective functioning using minimal energy consumption. It is achieved by using the developed controlling algorithm and heat recovery system of extract air. It is stated, that using automated process monitoring microclimate system together with heat scrap of extract air system allows to reduce by 2 times specified heat rate of heating equipment, that leads to reducing annual intake of heat energy by 80 percents. The scrap system provides standard concentration of carbon dioxide (0,18 percents) even while using the heat generator of open combustion, providing the emission of carbon dioxide and water vapor from heat-radiating equipment. It is experimentally stated, that automated system keeps set-up parameters evenly along the whole floor space both in summer and in winter. In winter temperature field fluctuated within 0,6 Celsius degree for the room 90x24 m, and relative humidity varied within 5 per cents. The given system allows to use recuperators for cooling fresh air for 7,4 Celsius degree (between 26,6 and 19,2 Celsius degree) in summer, and also reduce the number of supply air systems by exhaust duct reversing and using a recuperator for fresh air completely.

**Key words:** automatization, ventilation, microclimate, heat recuperation, pig-breeding, microclimate system, heating and ventilation system, heat scrap, energy-saving.

### References

1. Ilyin I.V. Vliyaniye parametrov mikroklimate na produktivnost' sviney [Microclimate influence on pig-breeding] / I.V. Ilyin, I. Yu. Ignatkin, M.G. Kuryachiy // Effective breeding. Pi-breeding. 2011. Issue 05/67. Pp. 30-31.

2. Ivanov Yu.G. Vliyaniye parametrov vozduшной среды коровника на физиологические показатели животныkh [Air quality influence on physiological rates among animals in cowshed] / Yu.G. Ivanov, D.A. Ponizovkin // Mechanization and electrification of farming. 2015. Issue 4. Pp. 18-21.

3. Brofman L.I. Mikroklimat pomeshcheniy v promyshlennom zhivotnovodstve [Room microclimate in commercial breeding] / L.I. Brofman. Kishinev: Shtiinza, 1984. 208 p.

4. Samarin G.N. Energoberegayushchaya tekhnologiya formirovaniya mikroklimate v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh: Dis...d-ra tekhn.nauk. [Energy safe technology in forming microclimate in stock building: Diss... Dr. Sci.Tech.]. M.: MSAU named after V.P. Goryachkin, 2009.

5. Ignatkin I. Yu., Kuryachiy M.G. Sistemy ventilyatsii i vliyaniye parametrov mikroklimate na produktivnost' sviney [Ventilation system and microclimate influence on pig-breeding] // Vestnik NSEEU. 2012. Issue 10 (17). Pp. 16-34.

6. Metodicheskie rekomendatsii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu svinovadcheskikh ferm i kompleksov [Methodological recommendations in technical design of pig farms and complexes]. M.: Ministry of Agriculture in Russian Federation, 2012. 144 p.

7. Ivanov Yu.G. Sistema prinuditel'noy ventilyatsii korovnika dlya teplogo vremeni goda [Mechanical ventilation system in cowshed during warm periods of the year] / Yu.G. Ivanov, D.A. Ponizovkin // Country mechanic. 2015. Issue 8. Pp. 26-27.

8. Kirsanov V.V., Murusidze D.N., Nekrashevich V.F., Shevtsov V.V., Filonov R.F. Mekhanizatsiya i tekhnologiya zhivotnovodstva: Uchebnik [Mechanization and breeding technology: student's book]. Moscow, 2013. 585 p.

9. Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya zhivotnovodstva [Mechanization and automatization in breeding] /

V.V. Kirsanov, Yu.A. Simarev, R.F. Filonov: student's book. Moscow, 2014. 398 p.

10. Tikhomirov D.A. Energoberegayushchie elektricheskie sistemy i tekhnicheskie sredstva teploobespecheniya osnovnykh tekhnologicheskikh protsessov v zhivotnovodstve: Dis...d-ra tekhn.nauk [Energy saving electric systems and technical heat support of main technological processes in breeding: Diss...dr. tech. sci.]. M., 2015.

11. Ignatkin I. Yu. Analiz effektivnosti primeneniya rekuperatorov teploty UT-6000C, UT-3000 v sisteme mikroklimate sektsii otkorma na 300 golov svinokompleksa "Firma Mortadel" [The analyses of effective usage of heat recuperator UT-6000C, UT-3000 in microclimate system of fattening section for 300 pigs in complex "Mortadel Firm"] // Vestnik VNIIMZH, 2015. Issue 1(17). Pp. 107-111.

12. Energoberegayushchee oborudovanie dlya obespecheniya mikroklimate v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh: An.obzor [Energy saving equipment for microclimate support in housing accommodation for animals: analytical review] / N.P. Mishurov, T.N. Kuz'mina. M.: FSSI "Rusinfoagrotech", 2004. 96 p.

13. Rekomendatsii po raschetu i proektirovaniyu sistem obespecheniya mikroklimate zhivotnovodcheskikh pomeshcheniy s utilizatsiey teploty vybrosnogo vozdukha [Reccomendations for calculation and design of microclimate systems in housing accommodation for animals with discharged heat recovery]. M.: GIPRONISELKHOZ, 1987.

14. Ignatkin I. Yu. Otsenka effektivnosti rekuperatsii teploty v svinarnike-otkormochnike OOO "Firma Mortadel" [Performance evaluation of heat recovery in fattening pigsty OOO "Mortadel firm"] // Vestnik MSAU named after V.P. Goryachkin. 2016. Issue 1(71). Pp. 14-20.

15. Ilyin I.V. Opyt proektirovaniya sistem otopleniya i ventilyatsii na svinovodcheskikh fermakh i kompleksakh [Design experience in heat systems and ventilation on pig farms and complexes] / I.V. Ilyin, I. Yu. Ignatkin, M.G. Kuryachiy // Effective breeding. 2011. Issue 6/68. Pp. 40-42.

*Received on June 23, 2016*