



## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КЛИМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В статье представлена методика исследований параметров климатических систем в закрытых ограниченных помещениях. С помощью математической модели эффективности системы микроклимата проанализированы факторы, влияющие на параметры оптимизации, выявлен оптимальный характер распределения температурных и скоростных полей. Характер изменения скоростных и температурных полей исследовался с помощью программного продукта Solid Works.

Климатические системы, эффективность, параметры, моделирование, планирование эксперимента.

Моделирование климатических систем, особенности их эффективной работы связаны с выбором степени подробности описания процесса. Микроклимат помещения должен являться устойчивой термодинамической системой теплообмена между окружающей средой и источниками тепла и влаги, способствовать отводу излишков теплоты, исключать переохлаждения из-за недостатка теплоты [3].

Решение вопроса взаимодействия составляющих процесса теплообмена определяется выбором элементов, определяющих устойчивость системы и ее промежуточных состояний [1]. Эффективность климатических систем микроклимата определяется схемой движения воздуха, особенностью воздушораспределения в ограниченном пространстве помещения, температурным и скоростным режимом входящего воздуха, компоновкой оборудования системы.

Методика исследований состояла в замерах параметров воздушной среды в трех сечениях поперек и в трех сечениях вдоль лабораторной установки на одном уровне в трехкратной повторяемости. Замеры в крайних сечениях выполнялись в трех диагонально расположенных точках на расстоянии 0,8...3,0 метра друг от друга и в центре оси сечения. В среднем сечении точки замеров находились на расстоянии 0,8 метра от продольных стен и в центре установки. Работы выполнялись в следующей последовательности: в каждом сечении выбирались 5 точек, характерных по микроклиматическим показателям. Они являлись местом проведения исследований параметров воздушной среды. В каждой точке измерялась температура, относительная влажность воздуха, скорость и направление воздушных потоков. Полученные данные отображались графически (рис. 1).

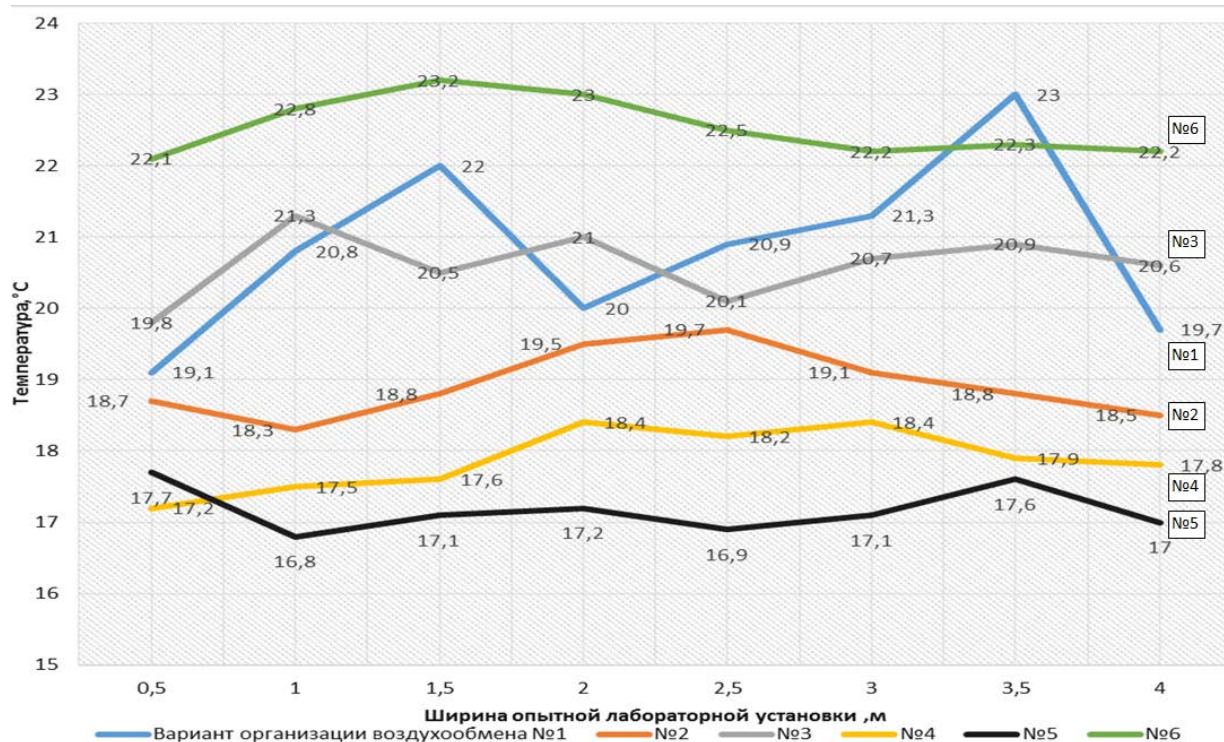


Рис. 1. Изменение температуры воздуха по поперечному сечению опытной лабораторной установки

Для получения математической модели эффективности системы микроклимата закрытых помещений использовались методы физического моделирования и планирования эксперимента. Исследования основывались на снятии температурных и скоростных полей, сравнении температурных и скоростных полей с коэффициентом неравномерности распределения температур и скоростей, оцениваемым отношением среднего квадратичного отклонения к его средней величине, сравнении скоростных полей с величиной участков с нормальной, повышенной и пониженной скоростью движения воздуха. При расчетах учитывались закономерности струйных течений, особенности их развития, взаимодействия, стеснения и неизотермичности струй. Характер изменения скоростных полей в модели исследовался с помощью программного продукта Solid Works. Параметрическое моделирование поверхностей, отражающих изменение скорости плоских, выпуклых и вогнутых полуограниченных струй при изменении направления и количества подаваемого воздуха, представлено объемной диаграммой (рис. 2).

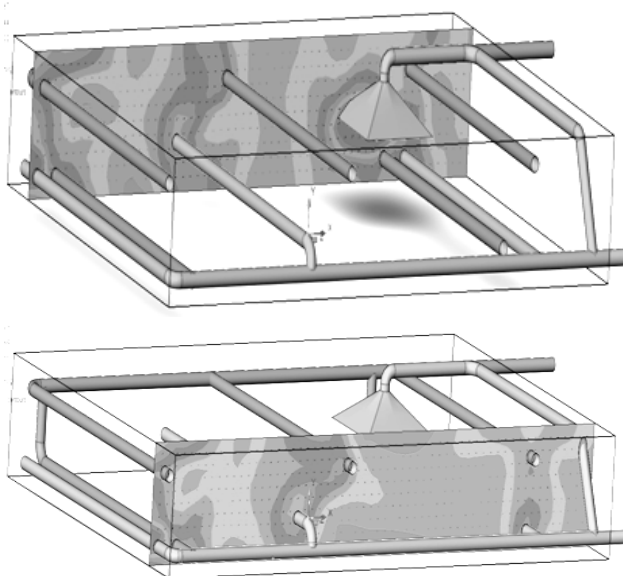


Рис. 2. Скоростные поля в виртуальной модели программного продукта Solid Works

Анализ объемной диаграммы (рис. 3) показывает переменность плотности воздуха по высоте лабораторной установки. Стесняющее влияние теплых струй потока определяет сложный характер поведения струи сразу после истечения. Подсос холодного воздуха опрокидывает восходящее движение теплого воздуха. Ширина струи вниз по потоку увеличивается, начинается зона разворота, формируется обратный поток, питающий струю. Поля скоростей восходящих конвективных струй изменяются по длине восходящего потока от приточных воздухопроводов. Имеют место нисходящие воздушные течения у границ модели. Изменение профиля скорости зафиксировано в пределах 0,20...0,122 м/с.

С помощью геометрического и кинематического анализа процесса формирования параметров климатических систем можно выявить соотношения между

характерными размерами, закономерности расширения и затухания струй в ограниченном пространстве.

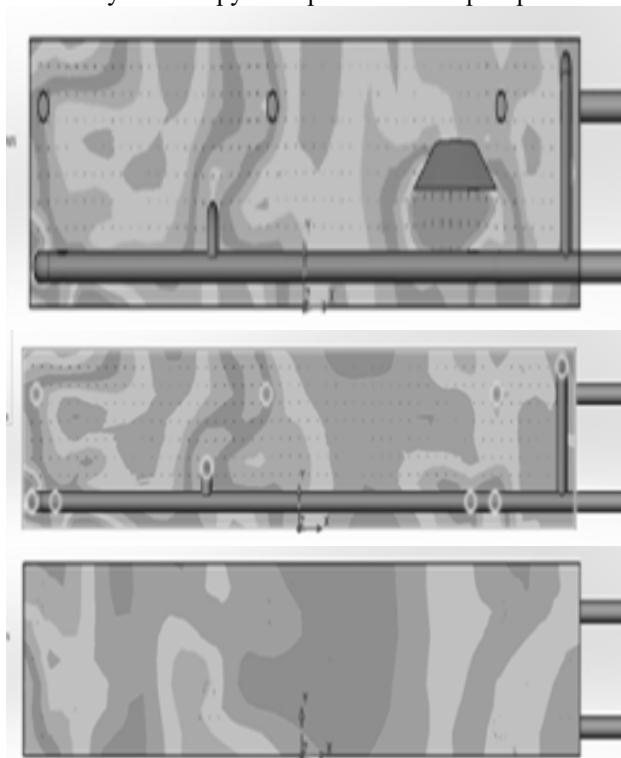


Рис. 3. Профили скоростных полей стесненных неизотермичных струй

В качестве факторов, влияющих на параметры оптимизации климатической системы распределения воздуха были выбраны следующие величины: удельная площадь распределительных отверстий, доля воздуха, удаляемая из верхней зоны, число воздухопроводов, наружная температура, определяющая интенсивность воздухообмена и температуру входящего воздуха.

При планировании эксперимента по получению математической модели эффективности распределения потоков критериями оптимизации приняты следующие величины: средняя скорость движения воздуха, неравномерность распределения воздушных потоков, оцениваемая средним квадратическим отклонением изменений скорости, и неравномерность распределения температуры [2]. Реализуемый алгоритм обработки данных пакета программ Stat Graphics 2016 позволил получить линейные, экспоненциальные и степенные варианты уравнений регрессии, уровень достоверности и среднюю абсолютную погрешность. Целью оптимизации являлось определение максимальной средней скорости движения воздуха. В процессе анализа определялись все взаимодействия факторов, влияющих на параметры оптимизации с учетом стандартной погрешности и погрешности выборки. Определены оптимальные значения некоррелируемых факторов в кодированном и раскодированном виде и уравнения регрессии. Дисперсии коэффициентов рассчитывались с помощью корреляционной матрицы. Диаграмма Pareto позволила ранжировать значимость факторов в порядке их убывания (рис. 4, 5).

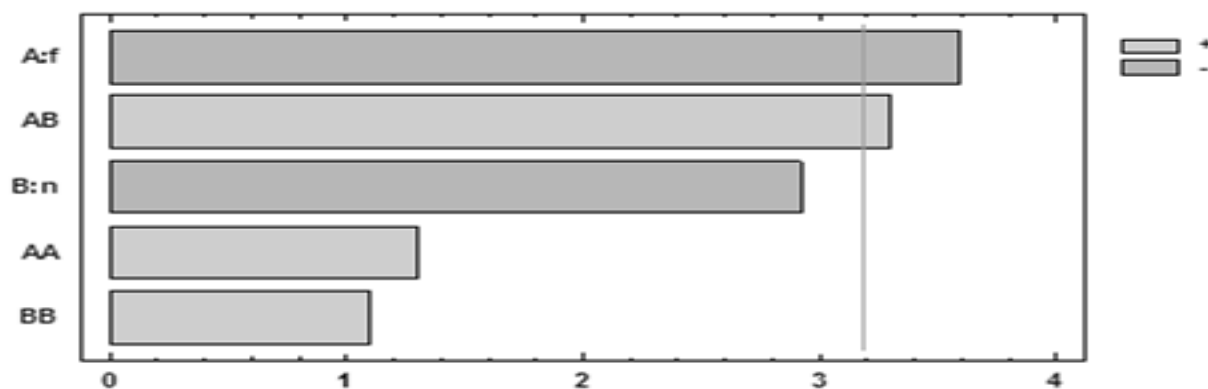


Рис. 4. Стандартизированная диаграмма Pareto для средней скорости движения воздуха

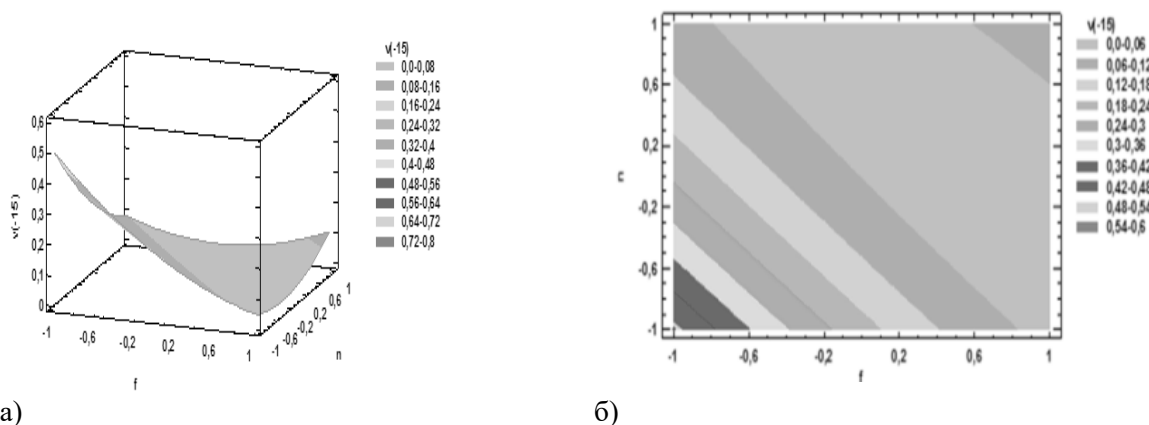


Рис. 5. Расчетная поверхность отклика:

а) контуры расчетной поверхности отклика средней скорости движения воздуха,  
 б) критерия оптимизации средней скорости движения воздуха

Системный подход к проблеме эффективности климатических систем дает возможность проанализировать характерные факторы, влияющие на параметры оптимизации системы микроклимата, выявить оптимальный характер распределения температурных и скоростных полей.

#### Литература

1. Лозин, Г. М. О точности определения коэффициента воздухообмена / Г. М. Лозин // Вестник МГСУ. – 2011. – № 7. – С. 319–325.
2. Лохвинская, Т. И. Аналитическое описание эффективности работы отопительно-вентиляционных

установок птицеводческих помещений / Т. И. Лохвинская // Материалы международной научно-практической конференции «Аграрная наука в инновационном развитии АПК» в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». – Уфа, 2015. – Ч. 3. – С. 20–25.

3. Самарин, Г. Н. Энергосберегающая технология формирования микроклимата в животноводческих помещениях : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Самарин Геннадий Николаевич ; Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина. – Москва, 2009. – 442 с.

*T.I. Lohvinskaia*

*Transdnestrian College of Technology and Management*

#### SIMULATION OF CLIMATE SYSTEMS PARAMETERS

The article presents a methodology for researching the parameters of climate systems in closed confined spaces. With the help of a mathematical model of the efficiency of the microclimate system, the factors influencing the optimization parameters were analyzed, and the optimal nature of the distribution of temperature and velocity fields was revealed. The nature of the change in velocity and temperature fields was studied using the Solid Works software product.

Climate systems, efficiency, parameters, modeling, experiment planning.