



ПУТИ ДОСТИЖЕНИЯ КЛИМАТОУСТОЙЧИВОСТИ ЗДАНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сельскохозяйственное здание, климатостойчивость, эффективное использование энергии, потери теплоты, теплоизоляция, вентиляция, биогаз

С. В. Корниенко, доктор технических наук, советник РААСН, заведующий кафедрой «Архитектура зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»

В условиях все чаще наблюдаемых экстремальных природных явлений создание на сельскохозяйственных фермах особого микроклимата, обеспечивающего правильное содержание животных, становится все более энергозатратным. Для решения проблемы рассмотрены на основе системного подхода к оценке и регулированию микроклимата в животноводческих помещениях пути повышения климатостойчивости зданий. Внедрение полученных результатов позволит повысить уровень проектных решений сельскохозяйственных зданий с нулевым потреблением энергии при пониженных температурах наружного воздуха.

Вопросы создания научно обоснованных решений комфортных зданий при минимальных энергетических затратах приобретают исключительную важность при формировании устойчивой среды обитания [1–4].

На создание нормируемого микроклимата в помещениях для животных тратится около 50 % тепловой или электрической энергии, потребляемой фермами [5]. Микроклимат помещений формируется совокупностью ограждающих конструкций оболочки здания и его инженерных систем. От качества зданий, систем вентиляции и отопления зависит сокращение затрат теплоты, повышение продуктивности.

По затратам на обеспечение нормируемого микроклимата в холодный период года производственные здания относят к отопляемым и неотапливаемым. Продолжительность подачи дополнительного коли-

чества теплоты в помещение зависит от потерь теплоты зданием и затрат теплоты на нагревание приточного воздуха. Общее количество теплоты определяется теплопоступлениями от животных и дополнительных источников тепловой или электрической энергии.

Под климатоустойчивостью здания мы понимаем его способность поддерживать заданный микроклимат помещений за счет внутренних резервов, без применения дополнительных источников энергии, то есть при нулевом энергопотреблении.

На основе системного подхода к оценке и регулированию микроклимата покажем пути повышения климатоустойчивости животноводческих зданий.

Городской метаболизм

Городской метаболизм – модель, позволяющая описать и проанализировать потоки материалов и энергии внутри городов. Она дает исследователям основу для изучения взаимодействия природных и антропогенных систем.

Главная идея этой модели состоит в том, что город должен потреблять как можно меньше входных потоков (сырья, энергии, природных ископаемых) и выбрасывать как можно меньше выходных потоков (загрязняющих веществ и отходов).

Модель городского метаболизма рассматривает мегаполис как симбиотическую экосистему [6]. Здесь энергетические, массовые и информационные потоки оптимизированы за счет обратной связи, поэтому качество окружающей среды, управления ресурсами и антропогенными выбросами повышается.

Размещение сельскохозяйственных предприятий вокруг города формирует единую инфраструктуру и способствует дальнейшему повышению устойчивости среды обитания.

Регулирование климатических воздействий

При проектировании зданий с эффективным использованием энергии следует максимально учесть положительные климатические воздействия и исключить негативные.

Применение розы ветров способствует правильной расстановке отдельных зданий на участке. Продольную ось фермы рекомендуется располагать перпендикулярно преобладающему направлению ветра, что создает лучшие условия для аэрации. Для снижения турбулентности воздушного потока расстояние между зданиями должно быть не менее 30 м. По требованию воздухообмена высота здания должна быть не менее 4–5 м. Из условия аэродинамики

здания [7] угол наклона скатов крыши к горизонту должен быть не менее 15°. Регулирование воздухообмена осуществляется с помощью управляемых теплозащитных штор, размещаемых в продольных проемах. В зимний период шторы закрыты для создания единого теплозащитного контура здания. В летний и переходные периоды года шторы открыты, обеспечивая кросс-вентиляцию помещений.

Теплоизоляция ограждающих конструкций

При проектировании животноводческих зданий с заданным температурно-влажностным режимом важно знать температуру наружного воздуха, соответствующую нулевому энергопотреблению. Эту температуру удобно определить из уравнения теплового баланса по укрупненным показателям [8] по усовершенствованной методике [9]:

$$(K_{об} + K_{вен}) \Delta t = I,$$

где $K_{об} = \Sigma K \cdot F / Q_{ж}$ – удельная характеристика потерь теплоты через оболочку здания, 1/К; K – коэффициент теплопередачи через ограждающую конструкцию, Вт/(м²·К); F – площадь ограждающей конструкции, м²; $Q_{ж}$ – поступление свободной теплоты от животных, Вт; $K_{вен} = 0,28G / Q_{ж}$, Вт – удельная характеристика вентиляционных потерь теплоты зданием, 1/К; G – массовый расход воздуха, удаляемого из помещения или поступающего в него, кг/ч; Δt – разность температур внутреннего и наружного воздуха, К.

По результатам компьютерного моделирования эксперимента [10] получена удельная характеристика тепловых потерь для контрольного здания коровника, равная 0,068 К⁻¹, в том числе через оболочку – 0,043 К⁻¹, за счет вентиляции (включая инфильтрацию) – 0,025 К⁻¹. В этом случае температура наружного воздуха, соответствующая нулевому энергопотреблению, равна –4,7 °С (при расчетной температуре внутреннего воздуха 10 °С). Контрольное здание недостаточно климатоустойчиво.

Повышение теплоизоляции ограждающих конструкций привело к снижению удельной характеристики тепловых потерь через оболочку до 0,0058 К⁻¹, при этом общая удельная характеристика понизилась до 0,0310 К⁻¹, а температура наружного воздуха, соответствующая нулевому энергопотреблению, понизилась до –22 °С. По сравнению с контрольным климатоустойчивость здания повысилась.

Регулируемая естественная вентиляция как снижение потерь теплоты

Воздухообмен, формируемый системой вентиляции, является еще одним важным направлением сокращения потерь теплоты животноводческими помещениями. Требуемый воздухообмен в помещениях обеспечивают созданием теплового и ветрового напоров, с притоком и вытяжкой воздуха соответственно через регулируемые вентиляционные устройства в ограждающих конструкциях и светоаэрационный конек.

Исключая инфильтрационные (нерегулируемые) тепловые потери, удельную характеристику вентиляционных по-

#терминология

Климатоустойчивость – способность адаптироваться к последствиям изменения климата, снижать уязвимость к экстремальным погодным явлениям и смягчать их воздействие с целью обеспечения устойчивого развития.

терь можно еще понизить до $0,021\text{ K}^{-1}$, при этом общая удельная характеристика снижается до $0,027\text{ K}^{-1}$, а температура наружного воздуха при нулевом энергопотреблении – до $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Регулирование воздухообмена способствует дальнейшему повышению климатостойчивости здания.

По итогам вычислительного эксперимента доказана целесообразность применения в помещениях для животных системы регулируемой естественной вентиляции и ограждающих конструкций с сопротивлением теплопередаче [10]:

- стен – $5\text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$;
- окон (с теплозащитными шторами) – $1\text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$;
- ворот – $3\text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$;
- покрытия – $5\text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$;
- утепленного пола по грунту – $6,59\text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$.

Каковы дальнейшие пути повышения климатостойчивости животноводческих зданий?

Использование биогаза – способ достижения высокой климатостойчивости коровников

Коровы дают навоз, из него получают биогаз – альтернативный источник энергии. Биогаз представляет собой смесь газов, образующихся при разложении органических соединений: источник энергии – метан (65 %); сопутствующий углекислый газ (30 %); примеси (сероводород, аммиак, водяной пар), требующие очистки.

Из 1 т свежего навоза можно получить 20 м^3 биогаза в сутки [11], при этом $0,3\text{ м}^3$ метана эквивалентно 1 кВт·ч тепловой (электрической) энергии. Если на ферме находится 155 коров и в среднем одна корова дает 60 кг навоза в сутки, то можно получить: навоза – 9,3 т/сут. и, соответственно, биогаза – $186\text{ м}^3/\text{сут.}$; метана – $121\text{ м}^3/\text{сут.}$. Количество тепловой (электрической) энергии составит $403\text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{сут.}$, а ее мощность – 16 792 Вт, или около 15 % притока теплоты от животных.



Применение альтернативного источника энергии привело к снижению общей удельной характеристики до $0,023\text{ K}^{-1}$, а температура наружного воздуха, соответствующая нулевому энергопотреблению, понизилась до $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$. Здание имеет высокую климатостойчивость.

Внедрение полученных результатов позволит повысить уровень проектных решений, направленных на создание климатостойчивых зданий сельскохозяйственного назначения при пониженных температурах наружного воздуха.

Литература

1. Табунщиков Ю. А. Экология среды обитания человека: реальность, которую игнорировать бесконечно опасно // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2023. № 3. С. 4–15.

2. Бродач М. М., Шилкин Н. В. Принципы ESG в строительстве: Создание устойчивой, экологически ответственной и социально ориентированной среды обитания // Энергосбережение. 2025. № 2. С. 4–6.

3. Васильев Г. П., Лысак Т. М., Горнов В. Ф., Колесова М. В., Дмитриев А. Н., Горшков А. С. Ретроспективный анализ температур воздуха наиболее холодных пятидневок в Москве за период с 1991 по 2020 г. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2025. Вып. 4 (101). С. 167–176. DOI: 10.35211/18154360_2025_4_167.

4. Корниенко С. В. Повышение устойчивости городов на основе ESG-принципов // Энергосбережение. 2025. № 4. С. 18–21.

5. Капустин Н. И., Садов В. В. Пути создания регулируемой вентиляции в животноводческих помещениях Алтайского края в зимний период // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 9 (179). С. 173–178.

6. Lehmann S. What is green urbanism? Holistic principles to transform cities for sustainability / in book: Climate change – research and technology for adaptation and mitigation, 2011.

7. Реттер Э. И., Серебровский Ф. Л. Аэродинамическая характеристика жилых зданий // АВОК. 2008. № 5. С. 81–87.

8. Юргенсон Л. К. Материалы по вопросам строительной теплофизики. Таллин: ТПИ, 1971. 136 с.

9. Корниенко С. В., Кизеров А. А., Горлов И. Ф. Вентиляция с нагнетанием или разряжением воздуха в помещениях для животных // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 1 (79). С. 282–293.

10. Горлов И. Ф., Корниенко С. В., Груздо А. Ю., Мосолов А. А. Микроклимат животноводческих помещений и энергосберегающие технологии его обеспечения в зимний период // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 5 (83). С. 475–487. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2025-05-53>.

11. Фалевская М. Нетрадиционный источник энергии: почему трех коров недостаточно, чтобы отопить дом? // СельхозБиоГаз. 2025. 3 марта. <https://shbiogaz.ru/tehnologija/tpost/4b5n2xdz11-netraditsionnii-istochnik-energii-pochem>. ■



ЭКВАТЭК

20-я международная выставка технологий и оборудования
для коммунальной и промышленной водоподготовки,
водоснабжения, водоотведения, очистки сточных вод,
инженерных систем и насосного оборудования

8-10 СЕНТЯБРЯ 2026

МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО




**МЕСТО ВСТРЕЧИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
ЖКХ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ
С ПОСТАВЩИКАМИ ТЕХНОЛОГИЙ
И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ВОПРОСОВ**



WWW.ECWATECH.RU



Организатор:  ExpoVision
Rus

ООО «ЭВР» | Реклама

принять участие

