

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Пророковой Марии Владимировны

”Повышение эффективности энергосберегающих мероприятий с учетом комфортности микроклимата”, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика

На отзыв представлена диссертация Пророковой М.В., изложенная на 202 страницах, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 161 наименования и приложений.

**Актуальность работы** несомненна и исчерпывающим образом обоснована автором во введении.

Российская Федерация является одним из мировых лидеров по производству тепловой энергии, используемой для отопления зданий. На современном этапе развития экономики России актуальной задачей является сокращение потребления тепловой энергии за счет внедрения энергосберегающих мероприятий. При этом типовые энергосберегающие мероприятия направлены чаще всего либо на герметизацию контура объекта, либо на повышение теплозащитных свойств ограждений. Указанные решения неизбежно влияют на эффективность работы систем энергоснабжения зданий, формирующих внутреннюю среду. Особенно остро влияние энергосбережения на характеристики теплового и воздушного режима объектов проявляется при внедрении проектов, направленных на снижение воздухопроницаемости ограждающих конструкций для зданий с естественной вентиляцией.

Распространенные подходы к оценке эффективности энергосберегающих мероприятий, применяемые в инженерной практике, основаны на расчете экономии энергии в натуральном выражении и определении показателей экономической эффективности. Именно перечисленные параметры отражаются в обязательных, регистрируемых документах в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. При этом энергосберегающий проект может быть рекомендован к внедрению по эффективным экономическим показателям, но ухудшать климатические условия в помещениях для пребывания человека, например, значительно снижать поступление наружного воздуха, объем которого регламентируется санитарно-эпидемиологическими нормами и обеспечивается на стадии проектирования и строительства здания, или способствовать росту температуры до некомфортных значений. Снижение комфортности внутренней среды для человека за счет внедрения энергосберегающего проекта требует организации дополнительных мер, направленных на устранение отрицательных последствий энергосбережения. При этом затраты на так называемые сопутствующие мероприятия могут оказаться выше, чем экономический эффект от внедрения проекта энергосбереже-

ния, а точность расчета показателей экономической эффективности снижается. Таким образом, выполненная автором работа является актуальной и своевременной.

Не вызывает сомнений и актуальность разработанного автором нового метода оценки эффективности энергосберегающих мероприятий, позволяющего оценить влияние процедуры энергосбережения на функционирование систем, предназначенных для формирования внутренней среды в зданиях для долговременного пребывания человека, а также повысить точность расчета технического и экономического эффекта от проекта, который может получить дальнейшее развитие в сфере энергосервисной деятельности, в рамках которой необходимо оценить как отрицательные, так и положительные последствия внедрения энергосберегающих мероприятий.

**Анализ степени новизны, обоснованности и практической ценности основных положений диссертации.** Оценим новизну, обоснованность и ценность каждого из сформулированных автором основных положений (с. 170,171).

*1. Выполнен обзор научно-технической литературы по теме исследования, в результате которого доказана необходимость совместного решения задач энергосбережения и создания комфортного для человека микроклимата в непроизводственных зданиях, выявлены достоинства и недостатки используемых в настоящее время методов оценки эффективности энергосберегающих мероприятий и методов определения комфортности микроклимата.*

Вывод достаточно обоснован. Приведенный в работе список литературы, охватывающий издания с 1950 г. по текущий год, указывает на полноту и высокое качество освещенных в диссертации вопросов в области энергосбережения, теплообмена в помещении и оценки микроклимата.

Проведенный обзор весьма содержателен и позволяет обосновать решаемые в диссертации задачи.

*2. Предложен новый комплексный критерий комфортности микроклимата (уровень комфортности микроклимата), который учитывает физиологические особенности человека, параметры внутренней среды помещения и качество воздуха, а также дополнительные вредности, характерные для зданий непроизводственного назначения. Метод расчета уровня комфортности микроклимата, реализован в виде компьютерной программы (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016615407 от 23 мая 2016 г.) и комплекта номограмм. Доказана возможность использования метода в инженерной практике.*

Вывод в значительной степени определяет научную новизну и практическую ценность диссертационной работы. В то же время отмечу, что при разработке нового метода оценки эффективности внедре-

ния энергосберегающих мероприятий с учетом комфортных условий внутренней среды помещений необходимость разработки нового критерия комфортности микроклимата должна быть более обоснована.

3. *Получены новые экспериментальные данные о влиянии энергосберегающих мероприятий на воздухообмен и параметры внутренней среды помещений.*

4. *Разработана установка для определения воздухообмена зданий с естественной вентиляцией. Результаты определения фактического воздухообмена были использованы при задании граничных условий разработанной математической модели, а также имеют практическую ценность при внедрении типовых герметизирующих зданий энергосберегающих мероприятий.*

Весьма важные выводы, доказывающие новизну, практическую ценность и достоверность результатов исследования. Особо отмечу наличие в работе экспериментального исследования, которое подтверждает теоретические соображения диссертанта. Доказательство научных положений экспериментальным путем, к сожалению, все реже встречается в диссертационных работах последних лет.

5. *Разработана математическая модель процессов тепломассообмена в помещении с естественной вентиляцией с учетом многокомпонентного состава воздушной среды и фактического воздухообмена помещения. Адекватность математической модели доказана путем сравнения результатов расчета основных параметров воздушной среды с экспериментальными данными. Относительная погрешность моделирования составила не более 9,5%. Доказана возможность использования предложенной математической модели для прогнозирования параметров микроклимата здания после реализации потенциала энергосбережения.*

Вывод обладает научной новизной, практической ценностью и достаточно обоснован. Однако по этому выводу следует сделать несколько замечаний:

А. В работе моделируется трехмерное поле температуры, влажности, подвижности воздуха и компонентов воздушной смеси, при этом рассчитывается одно значение уровня комфортности микроклимата, а не его трехмерное поле.

Б. В диссертации следует доказать целесообразность представления воздуха как недиатермичной среды.

В. В работе не приведен расчет поправок на наличие дополнительных примесей в воздухе ( $\epsilon_3$ ) и поправки на тип объекта ( $\beta$ ).

6. *Разработан новый метод оценки эффективности энергосберегающих мероприятий для жилых, общественных и административных зданий при обеспечении заданного уровня комфортности микроклимата. Метод позволяет реализовать потенциал энергосбережения объекта при создании комфортной для человека внутренней среды, а также уточнить технические и экономические характери-*

*стики энергосберегающего проекта. Приведены примеры повышения эффективности типовых герметизирующих здание энергосберегающих мероприятий.*

Вывод новый, практически ценный и достаточно обоснованный. Замечание аналогично замечанию, сделанному при анализе вывода 2. *7. Получена зависимость уровня комфортности микроклимата помещений от внедрения типовых энергосберегающих мероприятий, направленных на сокращение потребления тепловой энергии за счет утепления и герметизации зданий.*

Вывод весьма интересен и практически важен.

*8. Предложена концепция измерительно-вычислительного комплекса для контроля параметров внутренней среды помещений в целях определения уровня комфортности микроклимата и анализа эффективности энергосбережения.*

*9. Разработаны рекомендации по совершенствованию способа регулирования тепловой нагрузки индивидуальных тепловых пунктов для обеспечения комфортной внутренней среды при минимальных затратах тепловой энергии.*

*10. Результаты диссертационной работы переданы АО «ИвГТЭ» (г. Иваново), НКО Фонд «Энергоэффективность» (г. Ярославль), Центру комплексной энергоэффективности ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет» (г. Москва) и внедрены в учебный процесс ИГЭУ.*

Выводы 8-10 подтверждают новизну и практическую ценность диссертационной работы.

Дополнительно к замечаниям, сделанным при анализе выводов диссертации, следует отметить следующее: в диссертации основной упор сделан на анализ влияния энергосбережения на эффективность работы систем отопления и естественной вентиляции. Не понятно, можно ли разработанный автором метод использовать для объектов с системой кондиционирования и принудительной вентиляцией, хотя они упоминаются в обзоре литературы.

Высказанные замечания не снижают научной и практической ценности диссертации. Большую их часть можно рассматривать как рекомендации диссертанту для его дальнейших исследований.

#### **Общая оценка работы**

Диссертация М.В. Пророковой является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные подходы к решению взаимосвязанных задач энергосбережения и обеспечения комфортной для человека внутренней среды. Основные результаты диссертационной работы удовлетворяют критериям новизны, достоверности и обоснованности. Материал диссертации изложен грамотно, последовательно и подробно. В публикациях автора в полном объеме освещены основные результаты исследований.

Диссертация обладает внутренним единством содержания. Материал диссертации изложен грамотно, последовательно и подробно. Автореферат в достаточной мере отражает содержание диссертации. Диссертация полностью соответствует специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Проведенный выше анализ основных положений диссертации позволяет заключить, что тема диссертации актуальна, а полученные диссертантом и выносимые на защиту результаты, несмотря на отмеченные в настоящем отзыве недостатки, обладают существенной научной новизной и практической ценностью.

Диссертация М.В. Пророковой соответствует критериям, предъявляемым Положением о присуждении учёных степеней к кандидатским диссертациям, в том числе п. 9, 10, 11, 13 и 14 (в ред. Постановления Правительства РФ от 21.04.2016 N 335). Считаю, что Пророкова Мария Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Официальный оппонент: доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет» (УлГТУ), кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция», заведующий кафедрой-профессор, руководитель научно-исследовательской лаборатории «Теплоэнергетические системы и установки»

Шарапов Владимир Иванович

*В. Шар* 14.08.17.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»,  
432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32.

Телефон: 8(8422)778031

Email: vlad-sharapov2008@yandex.ru

Подпись д.т.н., профессора В. И. Шарапова заверяю.

Первый проректор – проректор  
по научной работе д

Н. Г. Ярушкина