

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и

инновациям ФГАОУ ВО

«Национальный исследовательский

Томский политехнический

университет», к.т.н.

С.А. Байдали

«08» сентября 2017 г.

### Отзыв

ведущей организации – федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» на диссертационную работу 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

#### **Актуальность избранной темы**

В Российской Федерации приоритетными направлениями развития науки, техники и технологии являются энергоэффективность и энергосбережение. Эти проблемы входят в перечень критических технологий Российской Федерации. Проводимая политика энергосбережения охватывает различные сферы экономической деятельности и научных исследований. Сектор жилищно-коммунального хозяйства характеризуется значительным объемом потребления топливно-энергетических ресурсов и потенциалом энергосбережения. С появлением в России федерального закона №261-ФЗ «Об энергосбережении...» активно разрабатывается нормативная база, направленная на повышение энергетической эффективности находящихся



в эксплуатации зданий, путем внедрения энергосберегающих мероприятий. Однако, как показывают результаты исследований, отсутствие системного подхода к проблеме оценки эффективности энергосбережения при реализации его потенциала, способно привести к значительному снижению качества жизни человека. Так до настоящего времени достаточно неконкретно определяется целый ряд критериев, по которым оценивается «комфортность микроклимата» не производственных помещений. Например, «комфортная температура» выбирается, как правило, на основании опросов конкретных респондентов в некоторых типичных условиях. Очевидно, что из разных респондентов могут быть существенно отличающиеся оценки уровня комфортности микроклимата. Научно обоснованные определения (с числовыми критериями) понятий «комфортный микроклимат» и «комфортная температура» производственных помещений пока не сформулированы на уровне теоретических и экспериментальных обоснований по принятым в современной теплотехнике методикам и моделям. В результате возникает необходимость внедрения мер, устраняющих отрицательные последствия конкретного проекта энергосбережения, что снижает экономическую эффективность последнего. На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что решаемая автором задача повышения эффективности энергосбережения при обеспечении для человека комфортных условий является **актуальной**.

По своему содержанию, цели, задачам и методам их решения, защищаемым положениям и основным полученным результатам рецензируемая диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, технологий и техники в Российской Федерации «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика», а также критической технологии «Технологии создания энергосберегающих



систем транспортировки, распределения и использования энергии» (утверждены Указом президента РФ 07 июля 2011 года).

### **Общая характеристика работы.**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка условных обозначений, списка литературы из 161 источника и приложений, содержащих справочные данные и копии актов о практическом использовании результатов диссертационной работы. Общий объем работы составляет 202 страницы печатного текста.

**Введение** диссертационной работы посвящено обоснованию ее актуальности, степени разработанности темы исследования, целям и задачам диссертационного исследования, отмечена научная новизна и практическая значимость результатов работы, положения, выносимые на защиту, личный вклад автора и степень апробации результатов исследования.

**В первой** главе «Энергосбережение и качества микроклимата. Состояние вопроса» рассмотрены имеющиеся в литературе сведения о нормативной базе энергосбережения и его стимулировании, проанализирован потенциал энергосбережения различных сфер экономической деятельности в России, отмечена связь задач энергосбережения и формирования комфортной для человека среды. Выполнен анализ особенностей нормативной базы, используемой при оценке комфортности внутренней среды в России и Европе. Автором диссертации проанализированы результаты наиболее значимых теоретических исследований процессов тепло- и массообмена в помещениях. На основе выполненного анализа современной научно-технической литературы автором сформулированы основные задачи диссертационного исследования.



**Вторая** глава «Метод оценки комфортности микроклимата» посвящена разработке нового критерия оценки комфортности внутренней среды для человека, который позволяет учесть воздействие на организм человека тепловлажностного и воздушного режимов помещения. Возможность использования нового критерия для жилых и общественных зданий доказана путем сравнения результатов с распространенными российскими и европейскими методиками.

**Третья** глава «Моделирование процессов тепломассообмена при формировании микроклимата в зданиях непромышленного назначения» посвящена описанию разработанной математической модели процессов тепломассообмена, ее настройке и проверке адекватности. Задача моделирования климата в помещении решается автором с целью выполнения прогноза изменения тепловлажностного и воздушного режимов объекта после внедрения энергосберегающих мероприятий. Отличием предлагаемой автором модели тепломассообмена от известных в литературе является использование в расчетах фактического значения величины воздухообмена, для определения которого создана экспериментальная установка.

**Четвертая** глава «Повышение эффективности энергосбережения при обеспечении заданного уровня комфортности микроклимата» посвящена практическому использованию результатов диссертационной работы. Автором предложен новый метод оценки эффективности энергосберегающих мероприятий для жилых и общественных зданий, в рамках которого оценивается комфортность внутренней среды для человека до и после внедрения проектов энергосбережения. В случае, если проект способствует повышению комфортности, он рекомендуется к внедрению, если нет – необходимо предусмотреть дополнительные меры, устраняющие отрицательные последствия энергосбережения и учесть затраты на их внедрение при оценке эффективности проекта. Для анализа



комфортности внутренней среды, по предложенному во второй главе работы критерию, автором разработаны компьютерная программа, осуществлен расчет и графическое оформление номограмм, которые могут быть использованы для оперативной оценки среды при проведении инструментального обследования объекта. Для выполнения прогноза изменения комфортности помещений после внедрения энергосберегающих мероприятий (кроме предложенного метода математического моделирования тепломассообмена), автором рассмотрен упрощенный подход, основанный на решении уравнения теплового баланса помещения, что позволяет использовать авторский метод оценки эффективности энергосбережения в инженерной практике, не прибегая к специализированным пакетам типа FLUENT, требующим больших ресурсов вычислительной техники. Предложена концепция измерительно-вычислительного комплекса, решающего задачи фиксации параметров внутренней среды в помещении и оценки ее комфортности для человека. Измерительно-вычислительный комплекс может быть использован как при оценке эффективности энергосбережения, так и при анализе работы систем энергоснабжения, формирующих внутреннюю среду зданий для человека. С точки зрения дальнейшего развития работы перспективным представляется использование предложенного автором критерия оценки комфортности внутренней среды для регулирования тепловой нагрузки объектов.

**В заключение** диссертации перечислены основные результаты выполненных исследований.

**Теоретическая и практическая значимость работы** заключается в следующем.

1) Разработан новый метод оценки эффективности энергосбережения в жилых и общественных зданиях, позволяющего одновременно решить задачи энергосбережения и создания комфортной для человека среды.



2) Разработаны установки для определения фактического воздухообмена объектов с естественной вентиляцией.

3) Разработан метод прогнозирования влияния энергосбережения на внутреннюю среду помещения с точки зрения обеспечения комфортных условий пребывания человека.

4) Разработаны предложения по использованию авторского критерия комфортности внутренней среды для человека при регулировании тепловой нагрузки объектов.

5) Разработана компьютерная программа и набор номограмм для оценки комфортности внутренней среды помещений для человека на основе измерения параметров микроклимата.

6) Сформулирована концепция измерительно-вычислительного устройства для контроля параметров внутренней среды помещений в рамках деятельности по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

### **Рекомендации по использованию результатов**

Результаты диссертационной работы обладают практической значимостью и могут быть использованы при оценке эффективности энергосберегающих мероприятий в жилых и общественных зданиях. Отдельные разработки автора могут быть положены в основу совершенствования нормативного и методического обеспечения энергосбережения для непромышленных объектов.

Результаты исследований рекомендуется использовать в организациях, осуществляющих проектирование и эксплуатацию формирующих микроклимат в помещениях для долговременного пребывания человека инженерных систем, а также энергосервисную деятельность. Результаты диссертации также представляют интерес для научных учреждений, исследующих проблемы тепломассообмена в



объектах теплоснабжения, для высших учебных заведений, в которых изучают теплотехнику, энергосбережение и системы обеспечения жизни и деятельности человека.

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

**Публикации.** Основные результаты диссертационного исследования М.В. Пророковой достаточно полно отражены в 20 печатных работах, общим объемом около 5 п.л. (из которых 47%; приходится на авторский вклад). Среди них две – научные статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, а также 4 работы – в сборниках, индексируемых в международной базе данных SCOPUS; свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ., которая предназначена для определения уровня и степени комфортности помещений жилых и административных зданий.

#### **Апробация работы**

Основные положения и результаты диссертационной работы опубликованы и обсуждались:

на 24 конференциях с международным участием, на пяти всероссийских конференциях.

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. Остается открытым для читателя вопрос: «Почему в диссертации не рассмотрено влияние на комфортность внутренней среды уровней освещенности и шума?».



2. В автореферате не описан инженерный метод прогнозирования температуры воздуха после внедрения энергосберегающего мероприятия.

3. Из текста работы не понятно, насколько универсален предлагаемый автором метод оценки эффективности энергосберегающих мероприятий. Осуществимо ли использование метода в инженерной практике при проектировании систем энергоснабжения?

4. При описании метода оценки комфортности микроклимата не указан диапазон изменения уровня комфортности ( $U_{\text{ком}}$ ).

5. На с.54 имеется утверждение о том, что: «... параметры внутренней среды помещения выступают в качестве целевой функции и одновременно являются ограничением ...». К какому типу оптимизационных задач относится такая, и какой метод следует применить для ее решения?

6. В тексте диссертации не отражено значение исследований на аналогичную тему, представленных в монографии П, Н. Умнякова «Тепловой и экологический комфорт. Проектирование процессов оказания услуг: Учебник» – М.: ФОРУМ, 2009 – 448 с.

7. Имеются опечатки и неточности в оформлении диссертации (например, при обозначении температуры и некоторых, химических элементов).

В целом указанные замечания не снижают научной и практической ценности работы, носят частный характер и их рекомендуется учесть в дальнейших исследованиях соискателя.

### **Заключение по работе**

Диссертация Пророковой М.В. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная задача повышения эффективности энергосбережения в зданиях, предназначенных для длительного пребывания человека, за счет совершенствования метода оценки эффективности энергосберегающих мероприятий.



Поставленные в диссертации задачи раскрыты полно и последовательно, выводы обоснованы. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для науки и практики. Автореферат отражает содержание диссертации и соответствует требованиям ВАК Минобрнауки РФ.


Представленная к защите диссертация отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор – Пророкова Мария Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика

Диссертация, автореферат и отзыв обсуждены на заседании кафедры теоретической и промышленной теплотехники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», протокол №1 от 30 августа 2017 г.

Заведующий кафедрой «Теоретическая и промышленная теплотехника» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

д. ф-м. н., профессор

07.09.2017г.



Г. В. Кузнецов

(Гений Владимирович)

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»: 634050 г. Томск, ул. Усова, д.7, сайт: <http://portal.tpu.ru>, e-mail: [marisha@tpu.ru](mailto:marisha@tpu.ru) ; рабочий телефон: 8(3822) 60-62-48



Сведения о лице, утвердившем отзыв ведущей организации на диссертацию

Байдали Сергей Анатольевич

проректор по научной работе и инновациям Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», кандидат технических наук

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»: 634050 г. Томск, пр-кт. Ленина, д.30, сайт: <http://portal.tpu.ru>, e-mail: [basa@tpu.ru](mailto:basa@tpu.ru) рабочий телефон: 8(3822) 70-16-10