

ОТЗЫВ

официального оппонента **Ананьева Алексея Ивановича**,
доктора технических наук, главного научного сотрудника федерального
государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский
институт строительной физики Российской академии архитектуры и
строительных наук» (ФГБУ «НИИСФ РААСН»), на диссертационную работу
кандидата технических наук, доцента Корниенко Сергея Валерьевича
«Повышение энергоэффективности зданий за счет совершенствования
методов расчета температурно-влажностного режима ограждающих
конструкций», представленную на соискание ученой степени доктора
технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция,
кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

Диссертационная работа Корниенко С.В. посвящена разработке научных
основ повышения энергетической эффективности зданий путем
совершенствования методов расчета температурно-влажностного режима с
учетом процессов тепловлагопереноса в краевых зонах ограждающих
конструкций.

Актуальность темы диссертационного исследования

Приоритетным направлением развития науки, технологий и техники в
Российской Федерации, утвержденным Указом Президента Российской
Федерации от 7 июля 2011 года № 899 (п. 8), является энергоэффективность
и энергосбережение. Решение этой проблемы напрямую связано с
повышением требований к качеству теплотехнического проектирования
зданий, поскольку ошибки проектирования приводят к снижению
теплозащитных свойств ограждающих конструкций и повышают
энергозатраты на эксплуатацию здания в течение отопительного периода.

Большой интерес изучения температурно-влажностного режима
наружных ограждений объясняется его непосредственным влиянием на
микроклимат помещений, теплозащитные свойства, надежность и
экологическую безопасность зданий. Выбор рационального конструктивного
решения на стадии проектирования зданий тесно связан с проблемой
исследования процессов теплообмена, прогноза температурно-
влажностного режима ограждающих конструкций и повышения точности
теплотехнических расчетов.

Наиболее сложным и вместе с тем определяющим является прогноз
температурно-влажностного режима в теплотехнически неоднородных

участках наружных ограждений («краевых зонах»), в которых перенос теплоты и влаги происходит по двум или трем направлениям в пространстве. Наличие многочисленных краевых зон в оболочке современного здания, обусловленное спецификой его конструктивного решения, существенно снижает теплотехническую однородность, нарушает равномерность распределения температуры на внутренней поверхности ограждений, повышает трансмиссионные тепловые потери. Около половины общих тепловых потерь ограждения отмечается через краевые зоны. Локализация влаги на этих участках выше допустимых значений приводит к ухудшению влажностного режима, снижая теплозащиту и срок эксплуатации всего здания. Отсутствие современных методов расчета температурно-влажностного режима в трехмерных областях ограждающих конструкций, удобных для практического применения, затрудняет оценку влияния краевых зон на микроклимат помещений, теплозащиту и энергоэффективность зданий и замедляет внедрение эффективных конструктивных решений.

Проблема энергосбережения и повышения энергоэффективности зданий приводит к необходимости исследования процессов тепломассообмена и разработки методов расчета температурно-влажностного режима ограждающих конструкций. Этим определяется актуальность проблемы повышения теплозащиты и энергоэффективности зданий в условиях отсутствия научно-методического аппарата по формированию требований к ограждающим конструкциям с учетом особенностей температурно-влажностного режима в краевых зонах ограждений, на решение которой нацелена диссертационная работа Корниенко С.В.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, и их достоверность подтверждаются:

значительным объемом многолетних натурных исследований параметров микроклимата помещений, температурно-влажностного режима и теплозащитных свойств ограждающих конструкций, результатами анализа теплоэнергетических показателей зданий, полученными диссертантом с применением высокоэффективного сертифицированного оборудования, обеспечивающего необходимую точность измерений;

обеспечением повторяемости полученных результатов экспериментальных наблюдений;

соответствием полученных диссертантом теоретических данных с экспериментальными данными;

верификацией разработанного в диссертации метода численного решения трехмерной задачи совместного нестационарного тепловлагопереноса в ограждающих конструкциях различными способами; согласованностью полученных в диссертации основных результатов исследований с данными других авторов.

Новизна научных положений диссертации состоит в том, что:

1. Установлена научно обоснованная связь между известными шкалами потенциала влажности применительно к материалам оболочки здания, что способствует дальнейшему развитию теории потенциала влажности и получению новых результатов по теме диссертации.
2. Разработана новая энергетическая шкала абсолютного потенциала влажности, определяющая влажностное состояние материалов в неизотермических условиях, то есть при градиенте температуры, в широком диапазоне влажности, включая сверхсорбционное увлажнение материалов.
3. Предложена экспресс-методика экспериментального определения характеристик переноса влаги, таких как коэффициенты потенциалопроводности, влагопроводности и влагообмена, путем сушки разрезных образцов влажных материалов от полного водонасыщения, позволяющая более точно определить из одного опыта все искомые характеристики влагопереноса.
4. Разработаны научно обоснованные методы инженерной оценки температурно-влажностного режима многослойных ограждающих конструкций на основе шкалы абсолютного потенциала влажности при стационарных граничных условиях, достоинством которых является возможность оценки в широком диапазоне влажности, с количественной оценкой степени переувлажнения материалов, а также применимость к расчету ограждений с мультizonальной конденсацией влаги.
5. Разработан новый метод расчета температурно-влажностного режима в трехмерных областях ограждающих конструкций на основе нелинейной математической модели совместного нестационарного тепловлагопереноса с применением шкалы абсолютного неизотермического потенциала влажности, позволяющей выполнить всесторонний прогноз тепловлажностного состояния в локальных теплотехнически неоднородных участках наружных ограждений.
6. Раскрыты сложные механизмы локализации теплоты и влаги в многомерных элементах ограждений, физически обусловленные неоднородностью конструкции и нелинейностью процесса тепловлагопереноса, приводящие к ухудшению параметров микроклимата

помещений, температурно-влажностного режима и теплозащитных свойств ограждений.

7. Предложены методики расчета теплозащитных и энергетических характеристик здания за отопительный период с учетом температурно-влажностного режима в краевых зонах ограждающих конструкций.

8. На основе применения разработанных в диссертации методов доказано, что снижение тепловых потерь в краевых зонах ограждений имеет высокий потенциал энергосбережения.

Значимость для практики полученных автором выводов и рекомендаций

Результаты, полученные в диссертации, внедрены программно-вычислительный комплекс «Энергоэффективность и тепловая защита зданий» (ЭНТЕЗА), РМД 51–25–2015, СТО 03984362.574100.056–2015, СТО 73090654.001–2015 и другие нормативно-инструктивные документы. Определены области перспективного практического использования результатов диссертации применительно к ограждающим конструкциям с повышенным уровнем теплозащиты. Создана система практических рекомендаций по повышению уровня тепловой защиты и энергоэффективности зданий с учетом особенностей температурно-влажностного режима в краевых зонах ограждений помещений для учебных, проектных и производственных организаций. Представлен научно-методический аппарат по формированию требований к ограждающим конструкциям с учетом особенностей температурно-влажностного режима в краевых зонах ограждений, результаты апробации и внедрения которого позволяют рекомендовать его для использования в практике работы организаций и предприятий, занимающихся теоретическими и прикладными исследованиями в области тепловой защиты зданий, а также при подготовке специалистов по направлению «Строительство и архитектура».

Личный вклад автора состоит в его определяющем участии на всех этапах работы: постановке и обосновании цели и задач исследований, в формулировке теоретических положений и разработке методов расчета температурно-влажностного режима наружных ограждений, теплозащитных и энергетических характеристик здания. Все методы расчета реализованы в разработанных диссертантом компьютерных программах, имеющих государственную регистрацию. Для верификации разработанных в диссертации методов расчета автором выполнены комплексные натурные исследования с применением современных методов неразрушающего

контроля. Личный вклад соискателя подтверждается многочисленными публикациями в период с 2000 года по настоящее время, выполненных в основном без соавторов. В диссертации отсутствуют заимствованные материалы без ссылок на автора и (или) источник заимствования.

Характеристика публикаций и апробация работы

Основное содержание диссертации опубликовано в 153 печатных работах, из них 75 работ в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных текущим перечнем ВАК РФ; 7 работ в изданиях, включенных в международные базы научного цитирования Web of Science и SCOPUS. Среди них такие высокоиндексируемые профильные журналы по направлению «Строительство. Архитектура» как «Строительные материалы» (Москва), «Жилищное строительство» (Москва), «Промышленное и гражданское строительство» (Москва), «Academia. Архитектура и строительство» (РААСН), рекомендованные ВАК РФ для публикации результатов докторских диссертаций.

Материалы диссертации опубликованы в 4 монографиях. Соискателем получено 6 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Следует отметить высокую публикационную активность соискателя (с 2000 г. по настоящее время). Работы соискателя хорошо известны специалистам в данной области. Результаты работы неоднократно докладывались и обсуждались на международных профильных научных конференциях по проблемам строительной теплофизики систем обеспечения микроклимата помещений и энергосбережения в зданиях, в том числе в таких государственных научно-исследовательских и образовательных учреждениях как НИИСФ РААСН, НИУ МГСУ, СПбПУ и др., что отражено в трудах соответствующих конференций.

Содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, восьми глав, заключения, приложений и библиографического списка, включающего 420 источников. Общий объем работы 380 страниц; основной текст изложен на 316 страницах, включая 97 иллюстраций и 45 таблиц.

Во введении ясно обоснована актуальность проблемы, сформулированы цель, идея и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, научная новизна. Подтверждены личный вклад автора, практическая значимость и реализация результатов работы. Даны сведения об апробации работы и публикациях автора.

В первой главе проведен обзор существующих методов оценки энергоэффективности зданий, дан анализ математических моделей и методов расчета процесса тепловлагопереноса в ограждениях. Отмечается значительный вклад в решение этой проблемы ведущих российских научных школ, а также зарубежных специалистов. На основании выполненного автором обзора методов оценки энергоэффективности зданий и анализа математических моделей и методов расчета тепловлагопереноса в ограждающих конструкциях обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе приведены результаты разработки теоретических основ состояния влаги в строительных материалах ограждающих конструкций на основе потенциала влажности.

Третья глава содержит результаты теоретических и экспериментальных исследований характеристик влагопереноса в строительных материалах наружных ограждений на основе потенциала влажности.

Разработанные в диссертации теоретические основы состояния и переноса влаги в материалах ограждающих конструкций явились основанием для разработки диссертантом методов расчета температурно-влажностного режима наружных ограждений.

В четвертой главе разработаны методы инженерной оценки температурно-влажностного режима многослойных ограждений в широком диапазоне влажности при стационарных граничных условиях на основе теории потенциала влажности.

В пятой главе разработан метод расчета температурно-влажностного режима для трехмерных областей ограждений, включая построение математической модели, численное решение задачи, алгоритм и компьютерную программу расчета трехмерных нестационарных температурных и влажностных полей.

Шестая глава содержит результаты верификации указанного метода расчета различными способами: на аналитическом решении и последовательности пространственных и временных сеток, на различных математических моделях влаготеплопереноса, на результатах натурных эксплуатационных исследований температурно-влажностного режима многоквартирных жилых зданий.

В седьмой главе на основе методики расчета, разработанной диссертантом, показано существенное влияние температурно-влажностного режима в краевых зонах ограждений на теплозащитные свойства оболочки зданий. Даны практические рекомендации по проектированию ограждающих

конструкций современных зданий с учетом температурно-влажностного режима.

Восьмая глава содержит методику расчета энергетических показателей зданий за отопительный период, реализованную в компьютерной программе. Выполнена оценка энергоэффективности жилого здания по результатам энергоаудита. Намечены пути повышения энергоэффективности за счет снижения потерь теплоты через оболочку зданий.

В заключении сформулированы общие выводы по диссертации.

Автореферат в целом отражает основное содержание диссертации. В нем изложены основные идеи и выводы диссертации, показан вклад автора в проведенное исследование, отражены степень новизны и практическая ценность результатов исследования.

Работы Корниенко С.В. хорошо известны специалистам в этой области. Они опубликованы в ведущих отечественных и зарубежных журналах. Автор имеет разносторонний перечень публикаций, что указывает на комплексный подход к решению научной проблемы. Научные положения, на новизну которых претендует автор, достаточно полно отражены в его публикациях.

Автореферат и диссертация изложены грамотным языком, ясно, логически последовательно. Работа характеризуется смысловой законченностью и целостностью.

Замечания по диссертационной работе

1. В обзоре литературы по математическим моделям тепловлагопереноса (глава 1, п. 1.3) не упомянуты работы С.П. Рудобашты, внесшего значительный вклад в развитие теории массопереноса в системах с твердой фазой.

2. В п. 2.3 на с. 65 приведен график, устанавливающий взаимосвязь между шкалами полного экспериментального потенциала влажности В.Н. Богословского (Θ_B) и абсолютного неизотермического потенциала влажности (θ), разработанного диссертантом. Чем объясняется различный характер зависимости $\theta(\Theta_B)$?

3. В п. 3.2 (с. 98) приведена формула (3.19) для определения коэффициента потенциалопроводности влаги в материалах, однако, неясно, что понимается под R_1 в этой формуле. Каковы численные значения этого параметра были приняты в эксперименте?

4. В п. 4.1 (рис. 4.1) отсутствует количественная оценка степени согласованности результатов расчета профиля влагосодержания по

разработанному диссертантом методу и на основе потенциала влажности В.Н. Богословского.

5. Не совсем ясно, как в математической модели взаимосвязанного тепло- и влагопереноса (п. 5.1) учитывается взаимное влияние полей температуры и потенциала влажности на процесс термической конденсации влаги в «краевых зонах» ограждения. Почему в уравнении влагопереноса формулы (5.8) отсутствуют дополнительные источники и стоки влаги, обусловленные градиентом температуры?

6. В п. 6.2 (с. 201, рис. 6.4) изображения полей температуры и влагосодержания недостаточно информативны, так как на представленном узле сопряжения наружной стены с междуэтажным перекрытием не показано размещение шпонки по сечению конструкции.

7. В п. 7.2.3 (с. 252) следовало бы более подробно остановиться на механизмах локализации влаги в области шпонки трехслойной стеновой панели. А графики полей температуры и влагосодержания в различных сечениях шпоночного соединения (рис. 7.11, 7.12) действительно хороши.

8. В п. 8.1 показатель, определяемый формулой (8.1) для оценки энергоэффективности зданий, на наш взгляд, правильней называть удельной энергетической характеристикой, поскольку он является условной величиной и характеризует суммарный удельный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии за отопительный период.

Отмеченные замечания не снижают высокий уровень диссертационной работы и не влияют на ее общую положительную оценку.

Соответствие содержания диссертации паспорту научной специальности

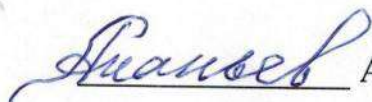
Область исследования диссертации соответствует п. 5 «Тепловой, воздушный и влажностный режимы зданий различного назначения, тепломассообмен в ограждениях и разработка методов расчета энергосбережения в зданиях» паспорта специальности 05.23.03 – Тепло-снабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Заключение

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Корниенко С.В. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена крупная научная проблема повышения теплозащиты и энергоэффективности зданий путем разработки научно-методического аппарата по формированию требований к

ограждающим конструкциям с учетом особенностей температурно-влажностного режима в краевых зонах ограждений, имеющая важное хозяйственное значение, что соответствует требованиям п.п. 9–14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Корниенко Сергей Валерьевич, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Официальный оппонент
доктор технических наук,
главный научный сотрудник НИИСФ РААСН

 Ананьев Алексей Иванович

Сведения об официальном оппоненте
ФИО: Ананьев Алексей Иванович
Ученая степень: доктор технических наук
Ученое звание: старший научный сотрудник
Специальность: 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение
Организация: ФГБУ «НИИСФ РААСН»
Должность: главный научный сотрудник
Почтовый адрес: 127238, Москва, Локомотивный проезд, 21
Телефон: +7(495)482-40-76
Факс: +7(495)482-40-60
E-mail: niisf@niisf.ru

Подпись А.И. Ананьева заверяю

Зат. экспертом кар. 16.11.2018  /Зиничев/



Согласие официального оппонента

Я, Ананьев Алексей Иванович, согласен выступить в качестве официального оппонента на защите диссертации Корниенко Сергея Валерьевича на тему «Повышение энергоэффективности зданий за счет совершенствования методов расчета температурно-влажностного режима ограждающих конструкций», представленную к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.03 – «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

О себе сообщаю следующие сведения:

Ученая степень	доктор технических наук
Ученое звание	старший научный сотрудник
Шифр и наименование научной специальности	05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение
Полное и сокращенное наименование организации – места работы	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (ФГБУ «НИИСФ РААСН»)
Должность	главный научный сотрудник
Почтовый адрес организации	127238, Москва, Локомотивный проезд, 21
Телефон	+7(495)482-40-76
Факс	+7(495)482-40-60
e-mail	niisf@niisf.ru
Список основных научных публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях ВАК за последние 5 лет	1) Ананьев, А.И. Долговечность, влажностный режим и теплозащитные свойства наружных стен зданий из пустотелого кирпича / А.И. Ананьев // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2018. – № 3. – С. 70-73. 2) Ананьев, А.И. Долговечность и теплозащитные свойства наружных кирпичных

стен старинных зданий / **А.И. Ананьев** // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2018. – № 2. – С. 52-54.

3) Ананьев, А.И. Влияние социальных факторов на требуемый уровень тепловой защиты наружных стен жилых зданий / **А.И. Ананьев**, А.Г. Рымаров, Е.В. Войтович, А.П. Латушкин // Вестник МГСУ. – 2017. – Т. 12. – № 7(106). – С. 741-746.

4) Ананьев, А.И. Влияние социальных факторов на требуемый уровень тепловой защиты наружных стен жилых зданий / **А.И. Ананьев** // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2017. – № 5. – С. 62-66.

5) Ананьев, А.И. Анализ теплообменных процессов на внутренней поверхности наружных стен зданий / **А.И. Ананьев**, А.Г. Рымаров, А.П. Латушкин // Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – № 12. – С. 101-105.

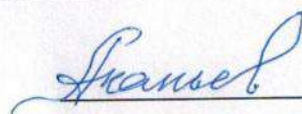
6) Лобов, О.И. Основные причины несоответствия фактического уровня тепловой защиты наружных стен современных зданий нормативным требованиям / О.И. Лобов, **А.И. Ананьев**, А.Г. Рымаров // Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – № 11. – С. 67-71.

7) Ананьев, А.И. Керамический кирпич и его место в современном строительстве / **А.И. Ананьев**, О.И. Лобов // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 10. – С. 62-65.

8) Шубин, И.Л. Теплозащитные свойства и воздухопроницаемость керамических блоков

	<p>ИЗОТЕРЕКС в кладке стены / И.Л. Шубин, А.И. Ананьев // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 3. – С. 57-59.</p> <p>9) Шубин, И.Л. Морозостойкость, теплозащитные свойства и влажностный режим утеплённых крупноформатных керамических блоков / И.Л. Шубин, А.И. Ананьев // Градостроительство. – 2013. – № 2(24). С. 89-92.</p> <p>10) Ананьев, А.И. К вопросу нормирования уровня теплозащиты наружных стен зданий / А.И. Ананьев, О.И. Лобов // Градостроительство. – 2013. – № 5(27). С. 66-68.</p>
--	--

Доктор технических наук,
главный научный сотрудник НИИСФ РААСН



Ананьев Алексей Иванович

Подпись А.И. Ананьева заверяю

заспешитель директор
НИИСФ РААСН
01.11.18



 Себугарев