

**Заключение диссертационного совета Д 212.223.06 на базе
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский
государственный архитектурно-строительный университет» Министерства
образования и науки Российской Федерации по диссертации на соискание
ученой степени кандидата наук**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 22 декабря 2014 года, протокол № 6

О присуждении Чернякову Евгению Вадимовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение энергоэффективности систем подготовки и распределения воздуха чистых помещений» по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение принята к защите 17.10.2014 г., протокол № 4 диссертационным советом Д 212.223.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 августа 2013 года № 452/нк., приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 марта 2014 года №126/нк.

Соискатель Черняков Евгений Вадимович, 1987 года рождения, в 2010 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский государственный технический университет», г. Ставрополь. С 2010 по 2013 гг. обучался в очной аспирантуре ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь. С 2013 по 2014 гг. являлся соискателем кафедры

теплогазоснабжения и экспертизы недвижимости ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь.

Диссертация выполнена в ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Министерства образования и науки Российской Федерации на кафедре теплогазоснабжения и экспертизы недвижимости.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Стоянов Николай Иванович, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, кафедра теплогазоснабжения и экспертизы недвижимости, заведующий.

Официальные оппоненты:

Кузнецов Сергей Николаевич, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела, профессор;

Уляшева Вера Михайловна, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, профессор, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО) Институт холода и биотехнологий, г. Санкт-Петербург, Министерства образования и науки Российской Федерации в своем положительном заключении, подписанном **Прониным Владимиром Александровичем**, доктором технических наук, профессором, заведующим

кафедрой «Инженерное проектирование», **Рубцовым Александром Константиновичем**, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим лабораторией кафедры «Кондиционирование воздуха» и утвержденном **Бараненко Александром Владимировичем**, доктором технических наук, профессором, директором Института холода и биотехнологий Университета ИТМО, указала, что диссертация Чернякова Е. В. соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Соискатель имеет 10 опубликованных научных работ, в том числе по теме диссертации – 10 работ, общим объемом 4,65 печатных листа, лично автором – 3,925 печатных листа, в том числе 2 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

публикации в периодических научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Черняков, Е. В. Исследование влияния скорости приточного воздуха на эффективность удаления частиц загрязнителя из пространства чистого помещения с учётом движения оператора [Текст] / Е. В. Черняков // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2014. – №3 (42). – С 69-73. (0,6 п.л.);

2. Черняков, Е. В. Исследование средствами вычислительной гидродинамики (CFD) влияния скорости приточного воздуха на время восстановления (стабилизации) однонаправленного воздушного потока вследствие нарушения, вызванного движением оператора в рабочей зоне чистого помещения [Текст] / Е. В. Черняков // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2013. – №6 (39). – С. 79-83. (0,6 п.л.);

прочие публикации:

3. Cherniakov, E. Numerical investigation of effects of a moving operator on airborne contamination removal in a cleanroom / E. Cherniakov, Sau C Fu, Gin n Sze

To, Christopher Y H Chao // Proceedings of the 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate. – 2014. – С. 424-431. (0,8 п.л./0,2 п.л.). (включена в базу цитирования Scopus);

4. Черняков, Е. В. Влияние скорости приточного воздуха на перенос и удаление аэрозольных загрязнений из рабочей зоны [Текст] / Е. В. Черняков // Технология чистоты. / М.: Изд-во АСИНКОМ. – 2013. – №4. – С. 23-28. (0,7 п.л.);

5. Черняков, Е. В. Сравнительный анализ систем вентиляции и кондиционирования воздуха в чистых помещениях и проблемы энергосбережения [Текст] / Е. В. Черняков // Технология чистоты. / М.: Изд-во АСИНКОМ. – 2012. – №3. – С. 25-28. (0,5 п.л.).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, к.т.н. **Климов Алексей Сергеевич**, доцент кафедры инженерных систем зданий и сооружений инженерно-строительного института.

Отзыв положительный. Замечаний нет.

2. ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», к.т.н., доцент **Бердник Александр Григорьевич**, заведующий кафедрой теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Недостаточно изложены сведения о планировании и точности проведения экспериментальных исследований.

– В тексте указано, что «...для проверки скорости потока приточного воздуха использовался ручной крыльчатый анемометр», но не приведены диапазон и погрешность измерений.

– Рис.11 – чем обоснован забор воздуха из сервисного помещения, а не из системы воздуховодов от установки кондиционирования воздуха?

3. ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет», д.т.н., профессор **Чекардовский Михаил Николаевич**, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции.

Отзыв положительный. Замечаний нет.

4. Общероссийская общественная организация «Ассоциация инженеров по контролю микрозагрязнений» (АСИНКОМ), г. Москва, д.т.н. **Федотов Александр Евгеньевич**, Президент АСИНКОМ.

Отзыв положительный. Имеется замечание:

– В качестве замечания можно указать на известный оптимизм в отношении скорости воздуха 0,01 м/с. Точность измерительных приборов не позволяет достоверно получать данные о таких малых скоростях и подтвердить теоретические выводы.

5. ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток, к.т.н., доцент **Кобзарь Александр Владимирович**, заведующий кафедрой инженерных систем зданий и сооружений.

Отзыв положительный. Имеется замечание:

– В качестве замечания по автореферату следует отметить: на стр. 11 указано, что оператор движется с постоянной скоростью 1 м/с, в автореферате нет сведений, чем обоснована выбранная скорость движения оператора.

6. ГКУ «Ставропольский краевой центр энергосбережения», **Соколов Иван Николаевич**, директор; к.т.н., доцент **Филиппов Сергей Альбионович**, заместитель директора.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– На рис. 1 не показана схема переключения дросселирующего устройства 12 для холодного и теплого периодов.

– Не понятно сравнение экономической эффективности различных схем (руб./ч) (рис. 12), т.к. не указан объем помещения или тогда должна быть приведена удельная экономическая эффективность (руб./($\text{ч} \cdot \text{м}^3$)). И непонятна подрисуночная подпись (Соотношение эксплуатационных затрат при использовании электрической энергии в воздухонагревателях?).

7. ООО «Проектный институт № 1», г. Санкт-Петербург, **Креер Яков Лузерович**, главный инженер.

Отзыв положительный. Имеется замечание:

– К замечаниям следует отнести, что из автореферата неясно, почему автором был выбран именно Ansys FLUENT в качестве используемого программного комплекса для расчета.

8. Некоммерческое партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике НП «АВОК Северо-Запад», г. Санкт-Петербург, к.т.н. **Смирнова Галина Алексеевна**, исполнительный директор.

Отзыв положительный. Замечаний нет.

9. ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, д.т.н., профессор **Гапоненко Александр Макарович**, заведующий кафедрой теплоэнергетики и теплотехники.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Насколько доступен научный инструмент, используемый автором (программный комплекс), для исследователей и практиков?

– В какой мере используются результаты исследования в учебном процессе по дисциплине «Современные энергоэффективные технологии для систем теплоснабжения, газоснабжения и теплоисточников» при подготовке магистров по направлению подготовки 270800.68 Строительство?

10. ГБОУ ВПО «Ставропольский государственный медицинский университет», к.ф.-м.н., доцент **Вечер Ольга Ивановна**, доцент кафедры физики и математики.

Отзыв положительный. Имеется замечание:

– В качестве замечания необходимо отметить, что непонятно отличие сравниваемых схем кондиционирования комплекса (с.21-22), т.к. в автореферате указано: «В свою очередь, в сервисное помещение приточный воздух подается из двух идентичных установок кондиционирования воздуха 3 по системе воздуховодов 2».

11. ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», к.т.н., доцент **Горшков Валентин Иванович**, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- В содержании автореферата не приведена характеристика источника аэрозольного загрязнения воздуха.
- Отсутствие бактерицидной очистки воздуха.
- Нет пояснений о целесообразности применения электрического воздухонагревателя.

12. ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», д.т.н., профессор Халюткин Владимир Алексеевич, профессор кафедры «Физика».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- Соискатель на стр. 13 отмечает, что была использована пристеночная функция, что позволило повысить точность моделирования турбулентного пограничного слоя, а на рис. 9 с. 19 составлена схема удаления воздуха из чистого помещения, явно не обеспечивающая равномерности его движения, поскольку удаление воздуха через канал (позиция 9 слева и справа), ввиду аэродинамического сопротивления, повысит скорость движения воздуха в зонах чистого помещения, прилегающих к выходам этого канала. В результате, в центральной части помещения образуется зона застоя воздуха. Аналогичная недоработка системы удаления воздуха из помещения отмечается и на рис. 11.

- Подрисуночные подписи выполнены без соблюдения современных требований.

13. ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, к.т.н., доцент Ширяева Нина Павловна, заведующая кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- В автореферате указано, что теплообменники парокомпрессионной машины могут полностью обеспечить нагрев наружного воздуха в холодный период года, исключая подключение установки к тепловой сети или котельной. Просьба оценить наиболее низкую температуру наружного воздуха, при которой возможна работа данной схемы?

– Производились ли сопоставление полученных автором зависимостей и результатов численного моделирования с результатами других ученых (М. И. Гримитлин, Г. М. Позин, В. Н. Талиев, И. А. Шепелев)? Если производились, то какова корреляция результатов?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью в этой отрасли науки и способностью определить научную и практическую ценность диссертации, спецификой и актуальностью их основных научных работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана схема прямоточной установки для подготовки воздуха в чистых помещениях, в которых ведется работа с опасными химическими и биологическими веществами, включающая тепловой насос с возможностью регулирования теплопроизводительности (холодопроизводительности), теплообменников, позволившая существенно снизить затраты на подготовку приточного воздуха в сравнении с существующими установками; при использовании современного и сертифицированного программного комплекса Ansys FLUENT разработана компьютерная модель, учитывающая влияние движения персонала на поля скорости в объеме чистого помещения.

предложены: рациональное решение по использованию теплового насоса, для повышения энергетической эффективности установки подготовки приточного воздуха; рекомендации по выбору оптимальной скорости потока воздуха на входе в чистое помещение; зависимости между скоростью приточного воздуха и эффективностью удаления частиц аэрозольного загрязнителя, а также временем стабилизации воздушного потока, нарушение которого было вызвано движением оператора;

доказана перспективность использования предложенной схемы прямоточной установки подготовки воздуха, как более экономичной и энергетически эффективной установки в сравнении с используемыми в современной практике; доказано наличие закономерностей между скоростью приточного воздуха и

эффективностью удаления частиц аэрозольного загрязнителя из объема чистого помещения; достоверность разработанной компьютерной модели на основании проведенной серии экспериментальных исследований в объеме действующего чистого помещения;

введен диапазон оптимальных скоростей приточного воздуха, обеспечивающий энергоэффективную эксплуатацию оборудования при обеспечении нормируемых параметров микроклимата в чистых помещениях.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что предложенная автором схема использования теплового насоса в системе подготовки приточного воздуха повышает эффективность систем кондиционирования воздуха чистых помещений за счет рационального перераспределения тепловой энергии между системой теплообменников; использование компьютерного моделирования для анализа аэродинамических характеристик воздушной среды при эксплуатации чистых помещений позволяет оптимизировать процесс воздухообмена; что существует прямая зависимость между эффективностью удаления частиц аэрозольного загрязнителя и временем стабилизации воздушного потока в чистом помещении.

применительно к проблематике диссертации результативно использованы современный математический аппарат и сертифицированные программные комплексы, позволяющие решать широкий спектр задач в области вычислительной гидродинамики: Ansys GAMBIT, Ansys ICEM-CFD, Ansys FLUENT и Tecplot360; системный и статистический подходы; методы экспериментальных исследований в области визуализации воздушных потоков и их анализа;

изложены тенденции на базе анализа основных факторов, влияющие на сокращение эксплуатационных затрат при обеспечении нормируемых параметров микроклимата чистых помещений;

раскрыты: существующие недостатки систем подготовки и распределения воздуха в чистых помещениях, используемые в современной практике с

позиции их экономической и энергетической эффективности, связанные с выбором оптимального диапазона скоростей приточного воздуха;

изучены основные факторы, влияющие на энергетическую и экономическую эффективность систем подготовки и распределения воздуха, используемых в чистых помещениях;

проведена модернизация существующих систем подготовки и распределения воздуха, используемых в чистых помещениях, обеспечивающая повышение их энергетической и экономической эффективности;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены технические решения в разделе «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» проекта строительства чистых помещений, выполненном ОАО «Ставропольский электронпроект (СТЭП)»; подтверждена возможность внедрения результатов исследования в нормативные документы в области чистых помещений (серия стандартов ГОСТ Р ИСО 14644); внедрено методическое обеспечение в области повышения энергоэффективности систем подготовки и распределения воздуха, используемых в чистых помещениях, в экспертную и образовательную деятельность по профессиональной подготовке магистров ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ). Направление подготовки 270800.68 – Строительство, профиль подготовки «Современные энергоэффективные технологии для систем теплоснабжения, газоснабжения и теплоисточников» института строительства транспорта и машиностроения СКФУ;

определены пределы и перспективы практического использования предложенной установки подготовки воздуха, в существующих и вновь проектируемых комплексах чистых помещений;

создана система практических рекомендаций по выбору оптимальной скорости приточного воздуха и организации воздушных потоков в пространстве чистого помещения в целом;

представлены научно обоснованные рекомендации по дальнейшему совершенствованию систем подготовки и распределения воздуха чистых помещений;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ - адекватность результатов обеспечивается корректным обоснованием ограничений и допущений, принятых в ходе исследования; использование сертифицированных и поверенных приборов;

для компьютерного моделирования - применение современных методов компьютерного моделирования и сертифицированных программных комплексов; применение физически обоснованных математических моделей; соответствие результатов моделирования экспериментальным данным, полученным другими исследователями и автором;

теория исследования построена на анализе научных трудов ученых и специалистов в области численного и компьютерного моделирования аэродинамических процессов, а также трудов, посвященных проблемам энергосбережения в системах вентиляции и кондиционирования воздуха в чистых помещениях;

идея базируется на анализе практики и обобщении передового опыта в области повышения энергоэффективности систем подготовки распределения воздуха, используемых в чистых помещениях; анализе недостатков разработанных ранее и применяемых в настоящее время систем подготовки воздуха для нужд чистых помещений, а также на оценке возможностей по сокращению скорости приточного воздуха с целью снижения затрат на обеспечение нормируемых параметров микроклимата в чистых помещениях;

использованы результаты исследования, которые базируются на законодательных и нормативно-технических документах (всего 114 источников) и коррелируют с опубликованными результатами, выводами и данными выполненной апробации по теме диссертации;

установлена логическая связь между существующими исследованиями

ведущих ученых по теме диссертации, представленными в открытых и независимых источниках, а также авторскими выводами о необходимости и возможности совершенствования существующих систем подготовки и распределения воздуха чистых помещений;

использованы современные методики сбора и обработки информации по информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», литературным источникам, российским и зарубежным стандартам и нормативным документам; результативно использована материально-техническая база Института Механики жидкости и теплообмена Венского технического университета и лабораторий Гонконгского университета и технологий.

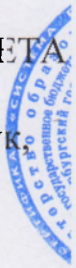
Личный вклад соискателя состоит в самостоятельной постановке цели и задач исследования; разработке энергоэкономичной схемы подготовки воздуха для нужд чистых помещений; разработке компьютерной модели чистого помещения при использовании современных сертифицированных программных комплексов (Ansys FLUENT, GAMBIT, Tecplot360); проведении экспериментальных исследований в пространстве действующего чистого помещения; обработке и интерпретации данных полученных в результате компьютерного моделирования и экспериментального исследования; подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Результаты работы соискателя в значительной степени являются новыми и достоверными. Разработанная в диссертации схема энергоэкономичной установки подготовки воздуха, а также предложенные решения по оптимизации систем распределения воздуха в чистых помещениях обладают практической значимостью, поскольку позволяют решать целый ряд актуальных задач в области повышения энергетической эффективности систем подготовки и распределения воздуха чистых помещений. Сформулированные соискателем выводы и практические рекомендации могут быть использованы образовательными учреждениями, экспертными и проектными организациями, а также отдельными исследователями.

На заседании 22 декабря 2014 г. диссертационный совет принял решение присудить Чернякову Е.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за 13, против нет, недействительных бюллетеней 1.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА
Д 212.223.06,
доктор технических наук,
профессор



ДАЦЮК Т.А.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
совета Д 212.223.06
кандидат технических наук, доцент

ПУХКАЛ В.А.

22 декабря 2014 г.