

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

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 22 декабря 2014 года, протокол №5

О присуждении Сауцу Артуру Валерьевичу, гражданину Российской Фе-
дерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обеспечение экологически безопасного воздушного
режима зданий, расположенных вблизи полигонов твёрдых бытовых и
промышленных отходов» по специальностям 05.23.03 – Теплоснабжение,
вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение и
03.02.08 – Экология (в строительстве и ЖКХ) принята к защите 17.10.2014 г.,
протокол №3 диссертационным советом Д 212.223.06 на базе Федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профес-
сионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектур-
но-строительный университет» Министерства образования и науки Российской
Федерации, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвер-
ждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от
12 августа 2013 г. № 452/нк, приказом Министерства образования и науки Рос-
сийской Федерации от 19 марта 2014 г. № 126/нк.

Соискатель Сауц Артур Валерьевич, 1989 года рождения, в 2011 г. с от-
личием окончил ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архи-
тектурно-строительный университет» по специальности «Безопасность жизне-
деятельности в техносфере». С 2011 по 2014 гг. обучался в очной аспирантуре
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-
строительный университет». С 2013 г. по настоящее время работает в должно-
сти учебного мастера кафедры строительной физики и химии в ФГБОУ ВПО
«Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный универ-
ситет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государ-

ственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации на кафедре строительной физики и химии.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Дацюк Тамара Александровна, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра строительной физики и химии, заведующая кафедрой.

Официальные оппоненты:

Гульков Александр Нефёдович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ, г. Владивосток), кафедра нефтегазового дела и нефтехимии, заведующий;

Слесарев Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «Московский государственный строительный университет»» (НИУ МГСУ), кафедра строительства объектов тепловой и атомной энергетики, профессор, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации в своем положительном заключении, подписанном Кочевым Алексеем Геннадьевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой теплогазоснабжения и утвержденном Соболев Ильей Станиславовичем, кандидатом технических наук, доцентом, проректором по научной работе ФГБОУ ВПО «ННГАСУ», указала, что диссертация Сауца А.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 19 опубликованных научных работ, в т.ч. по теме дис-

сертации – 14 работ, общим объёмом 7,95 п.л., лично автором – 7,05 п.л., в т.ч. 3 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:
публикации в периодических научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Сауц, А.В. Моделирование процессов вентиляции [Электронный ресурс] / А.В. Сауц, Т.А. Дацюк, В.Р. Таурит, Б.Н. Юрманов / Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования». – 2012. – №5. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/pdf/2012/5/11.pdf> (дата обращения: 20.05.2014).

2. Сауц, А.В. Обоснование санитарно-защитных зон полигонов твёрдых бытовых и промышленных отходов при их строительстве и эксплуатации [Текст] / А.В. Сауц / Вестник гражданских инженеров. – 2012. – № 4(33) – С. 200-202.

3. Сауц, А.В. Численное моделирование рассеивания биогаза с полигонов ТБО и ПО на основе решения уравнения диффузии и Навье-Стокса [Электронный ресурс] / А.В. Сауц / Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/pdf/2013/2/209.pdf> (дата обращения: 20.05.2014).

публикации в других изданиях:

4. Сауц, А.В. Граничные условия численного моделирования рассеивания биогаза над полигоном [Текст] / А.В. Сауц / Инженерно-экологические системы: материалы Междун. конгресса, посвящ. 180-летию СПбГАСУ. – СПб: СПбГАСУ, 2012. – С. 155-158.

5. Сауц, А.В. Математическое моделирование рассеивания выбросов в атмосфере биогаза с полигонов твёрдых бытовых отходов [Текст] / А.В. Сауц, В.Л. Горохов / Актуальные проблемы современного строительства. 64-я Междунар. науч.-тех. конф. молодых ученых, посвящ. 300-летию со дня рождения М.В. Ломоносова. – СПб: СПбГАСУ, 2011. – С. 200-205.

6. Сауц А.В. Об энергетическом обследовании возобновляемых источников энергии. Тепловизионное обследование полигонов ТБО и ПО [Электронный ресурс] / А.В. Сауц / Технологии энергосбережения. Статьи

экспертов. – 2013. Режим доступа: <http://spbtes.ru/expert/ob-energeticheskom-obsledovanii-vozobnovlyaemyh-istochnikov-energii-teplovizionnoe> (дата обращения: 20.05.2014).

7. **Сауц, А.В.** Переработка твёрдых бытовых отходов как фактор развития автомобилей на сжатом газе. Уравнение эмиссии метана [Текст] / А.В. Сауц, В.Л. Горохов, А.Г. Семенов / Перспективы развития автомобилей. Развитие транспортных средств с альтернативными энергоустановками: материалы 75-й Междунар. науч.-тех. конф. Ассоциации автомоб. инженеров. – Тольятти: ОАО «АВТОВАЗ», 2011. – С. 255-258.

8. **Сауц, А.В.** Переработка твёрдых бытовых отходов. Уточнение уравнения эмиссии метана [Текст] / А.В. Сауц, В.Л. Горохов, А.Г. Семёнов / Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы. Материалы I Всерос. Науч.-тех. конференции 22-25 ноября 2011 г. / Рубцовск: РИИ, 2011. – С. 125-128.

9. **Сауц, А.В.** Расчёт загрязнения атмосферы выбросами ТБО [Текст] / А.В. Сауц, Т.А. Дацюк / Актуальные проблемы строительства и архитектуры. Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов. Часть II. – СПб: СПбГАСУ, 2012. – С. 44-48.

10. **Сауц, А.В.** Утилизация вторичных отходов полигонов ТБО как способ энергоресурсосбережения и обеспечения экологической безопасности [Текст] / А.В. Сауц, В.Л. Горохов / Всерос. конкурс научно-иссл. работ студентов и аспирантов в обл. тех. наук в рамках Всерос. фестиваля науки. Сборник аннотаций науч.-иссл. работ победителей и призеров всерос. конкурса. – М.: РИО МГУДТ, 2011. – С. 245-255.

11. **Сауц, А.В.** Энергетика транспорта. К вопросу эмиссии метана при переработке ТБО [Текст] / А.В. Сауц, В.Л. Горохов, А.Г. Семёнов / Неделя науки СПбГПУ: материалы XXXX юбилейной Международной научно-практической конференции. – СПб: СПбГПУ, 2011. – С. 73-75.

12. **Sauts, A.V.** Modeling of atmospheric pollution biogas from landfills with by means of solutions of the equations of turbulent diffusion and the Navier-Stokes equations / A.V.Sauts / Modern scientific researches and innovations. Elec-

tronic journal. – March, 2013. – URL: <http://web.snauka.ru/en/issues/2013/03/22980> (date of access 20.05.2014).

13. **Sauts, A.V.** Reducing air pollution and energy saving achieved by improving gas supply systems using biogas from landfills // Modern technics and technologies. – February 2014. – №2 [Electronic journal]. – URL: <http://technology.snauka.ru/en/2014/02/3141> (date of access 20.05.2014).

14. **Sauts, A.V.** Solution of problems of air protection in the Comsol Multiphysics (for example, diffusion of biogas from landfills). Using Comsol Script™/ A.V.Sauts / Modern technics and technologies. – October 2013. – № 10 [Electronic journal]. URL: <http://technology.snauka.ru/en/2013/10/2412> (date of access 20.05.2014).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

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

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Неясен смысл предложения «В углах дворового фасуются циркуляционные зоны с пониженным давлением и малыми скоростями потока» (с. 15).

– Алгоритм методики, представленный на с. 19-20, следовало бы, на наш взгляд, оформить более компактно.

– Недостаточно изложены сведения о применяемых средствах измерений.

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

Отзыв положительный. Имеется замечание:

– В автореферате указано, что автором диссертации на языке Matlab/Comsol Script был написан скрипт, являющийся альтернативой программному модулю, который предназначен для расчётов турбулентной вязкости с использованием модели Дж. Смагоринского и параметров граничных условий. Автору следовало бы упомянуть для заинтересованного круга лиц, что программный код скрипта приведён в приложениях к диссертации.

3. Военный институт (инженерно-технический) ФГКВООУ «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хруле-

ва», г. Санкт-Петербург, к.т.н., доцент **Андрей Валентинович Блинов**, заместитель начальника кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры, к.т.н., доцент **Саркисов Сергей Владимирович**, доцент кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры, отзыв утвердил д.т.н., доцент **Лазарев Александр Николаевич**, заместитель начальника по учебной и научной работе.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Расчётные значения концентраций аммиака и бензола вблизи складских зданий завода «Nissan» приведены в табл. 3 на с. 15 в долях предельно допустимой концентрации (ПДК) среднесуточной для воздуха жилой зоны, а не ПДК для воздуха рабочей зоны. Однако территория, где расположены складские здания, является рабочей, а не жилой зоной;

– На предпроектной схеме сбора, очистки и утилизации биогаза на рис. 12 на с. 21 не приведен отдельной позицией газовый коллектор.

4. ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», к.т.н., доцент **Мариненко Елена Егоровна**, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, зам. директора института транспортных, инженерных систем и техносферной безопасности по учебной работе.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– В связи с отсутствием в автореферате результатов экономических расчетов вызывает сомнение экономическая целесообразность предлагаемой схемы подготовки биогаза для дальнейшего использования, заявленная как усовершенствованная. Комплекс известных и широко применяемых в практике обработки природного газа способов очистки от вредных примесей является дорогостоящим и вряд ли может быть применен для относительно небольшого количества биогаза. Тем более нецелесообразно сжижение биогаза, т.к. критическая температура метана составляет $-82,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, поэтому потребуются резервуары специальной конструкции для низкотемпературного хранения биогаза;

– На с. 21 приведено неверное сочетание названия и химической формулы одоранта: химическая формула этилмеркаптана $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$, а указанная формула CH_3SH соответствует метилмеркаптану.

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

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- На рис. 7 и 10 нет обозначения осей.
- На рис. 9 приведено поле среднесуточных концентраций аммиака и бензола, мг/м, в комнате № 2 при кратности воздухообмена 0,12 1/ч. Почему для расчета принята эта кратность? По СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003» при общей площади квартиры на одного человека более 20 м² кратность воздухообмена должна быть не менее 0,35 1/ч.

6. ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», д.т.н., профессор **Игнатьев Михаил Борисович**, директор Международного института кибернетики и арктоники.

Отзыв положительный. Имеется замечание:

- Не рассмотрены перспективы использования роботов для утилизации отходов. Применение нанороботов позволит кардинально решить проблему утилизации.

7. ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», к.т.н., доцент **Воронин Александр Ильич**, доцент кафедры теплогазоснабжения и экспертизы недвижимости.

Отзыв положительный. Имеется замечание:

- В уравнениях (24)-(26) на стр. 16 автор не уточнил, какое было принято допущение для расчетов.

8. ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», д.т.н., профессор **Жуковский Алексей Николаевич**, профессор кафедры экологической геологии.

Отзыв положительный. Без замечаний.

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:

разработано научное обоснование применения уравнений гидродинамики и турбулентной диффузии для расчёта концентраций компонентов биогаза, выделяющегося на полигонах твёрдых бытовых отходов (ТБО) и промышленных отходов (ПО) в воздушной среде застроенных территорий.

разработаны методики расчета концентраций компонентов биогаза в воздушной среде застроенной территории, внутри зданий, расположенных в зонах влияния полигонов ТБО и ПО. Разработанная методика отличается от принятой в настоящее время методики ОНД-86, т.к. она учитывает, что полигоны ТБО и ПО в действительности являются неоднородными объемными источниками загрязняющей примеси в атмосферу, и даёт результаты более близкие к экспериментальным, чем ОНД-86 на удалении от полигона менее 500 м.

предложены расчетные зависимости для определения:

- скорости выделения компонентов биогаза;
- подбора количества газодренажных скважин;
- определения площади сечения, газодренажных скважин;
- расчета дебета газодренажных скважин;
- расчёта удельной эмиссии (с участка полигона ТБО и ПО) компонентов биогаза;
- концентраций компонентов биогаза и температуры эмиссии;

доказаны актуальность работы; экологически неблагоприятное влияние полигонов ТБО и ПО на воздушный режим зданий, расположенных вблизи полигонов ТБО и ПО, вследствие эмиссии и рассеивания в атмосфере биогаза; нецелесообразность утилизации теплоты, содержащейся в выбрасываемом в атмосферу биогазе, так как полигоны ТБО и ПО являются «холодными» источниками эмиссии примеси в атмосферу;

введена новая трактовка газознергетического потенциала полигона ТБО и ПО в виде потенциальной экономии природного газа в тыс. м³, которой можно добиться, если весь метан, выделяющийся с полигонов ТБО и ПО в атмосферу, использовать как альтернативное топливо.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:
доказано, что сбор, очистка и использование биогаза с крупных анаэробных полигонов ТБО и ПО при невозможности обеспечения нормативных размеров санитарно-защитных зон является оптимальным способом обеспечения экологически безопасного воздушного режима зданий, расположенных вблизи полигонов ТБО и ПО.

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых и современных методов исследования:

1. Методы решения дифференциальных уравнений в частных производных – разработка математической модели прохождения биогаза через грунтовую изоляционную засыпку полигона ТБО и ПО;

2. Использование современных программных комплексов «LendGEM» для математического моделирования эмиссии биогаза и УПРЗА «Эколог», «Comsol Multiphysics» для математического моделирования рассеивания в воздухе биогаза;

3. Использование современных средств разработки программного обеспечения на базе языка программирования MatLab/Comsol Script для создания алгоритмов для реализаций модели турбулентности Дж. Смагоринского, задания начальных и граничных условий;

4. Метод расчета приведенных затрат для определения стоимости внедрения усовершенствованной соискателем системы сбора, очистки и утилизации биогаза для снижения его выброса в атмосферу;

изложены методические основы для прогнозирования и снижения загрязнения наружного и внутреннего воздуха в застройке вблизи ТБО и ПО в виде алгоритма действий;

раскрыты недостатки существующих методик расчета эмиссии и рассеивания в воздухе компонентов биогаза; проблемы, связанные с качеством и эксплуатацией систем очистки биогаза, загрязнением воздуха в помещениях жилых зданий, расположенных в зоне влияния полигонов ТБО и ПО;

изучены отечественные и зарубежные методики расчёта эмиссии и рассеивания биогаза с полигонов ТБО и ПО с учетом влияния застройки; экспериментальные исследования в области загрязнения, сбора, очистки, утилизации био-

газа; нормативные документы, устанавливающие требования к санитарно-защитным зонам, накладывающие ограничение на строительство в зоне влияния полигонов ТБО и ПО;

проведена модернизация технологической схемы сбора, очистки и утилизации биогаза с помощью предложенной последовательности очистки биогаза: грубая очистка биогаза от пыли и влаги с помощью центробежной сепарации, что позволяет решить проблему засорения фильтров пылью и плохой степени осушки биогаза; очистка биогаза с помощью комбинированного использования моноэтаноламина и оксида железа (III), что позволяет поглощать сероводород и выбрасывать углекислый газ в атмосферу; доочистка биогаза на заключительном этапе от аммиака и галогенсодержащих углеводородов с помощью цеолитов.

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

разработаны и внедрены уравнения для расчёта эмиссии компонентов биогаза, подбора количества и площадей сечения газодренажных скважин, расчёта дебета газодренажных скважин; расчёта удельной эмиссии (с участка полигона ТБО и ПО) компонентов биогаза, концентраций компонентов биогаза и температуры над его поверхностью и методика расчёта концентраций компонентов биогаза: в проектно-конструкторскую деятельность ООО «Тэсла» (г. Санкт-Петербург) при проведении энергетических обследований и разработке рекомендаций (программ) по энергосбережению и повышению энергетической эффективности; в образовательную деятельность ФГБОУ ВПО «СПбГАСУ» в лекционном курсе дисциплины СД 10 «Системы защиты среды обитания» при профессиональной подготовке инженеров по специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»;

определены пределы практического применения расчетных методик для оценки качества воздушной среды в зданиях, расположенных в зонах влияния полигонов ТБО и ПО;

создана методика, позволяющая установить значения ПДВ компонентов биогаза, коэффициентов метеорологического разбавления, размеров санитарно-защитных зон для обеспечения экологически безопасной среды обитания; **представлены** рекомендации по усовершенствованию процессов очистки и

утилизации биогаза при его использовании в качестве альтернативного топлива.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ: результаты получены с применением стандартных методик, сертифицированных и поверенных средств измерений; показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

теория исследования построена на численном решении уравнений распада 1-го порядка, турбулентной диффузии, гидрогазодинамики, теплопроводности, сравнении результатов численного моделирования с результатами расчетов по действующим нормативным документам и натурных экспериментов; использовании современных технологических схем очистки газов;

идея базируется на анализе существующих методов прогнозирования и снижения загрязнения воздуха биогазом с учётом близлежащей застройки;

использованы результаты исследований ведущих ученых по теме диссертации, представленные в открытых источниках, современные программные комплексы «LendGEM» для математического моделирования эмиссии биогаза и УПРЗА «Эколог», «Comsol Multiphysics» для математического моделирования рассеивания в воздухе биогаза;

установлено, что результаты, полученные автором, являются новыми, качественно и количественно не противоречат данным в независимых источниках по данной тематике, а также экспериментально-теоретическим исследованиям других авторов, представляют собой дальнейшее развитие рассматриваемой в диссертации темы;

использованы материалы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», литературные источники, стандарты и нормативные документы РФ и других стран;

Личный вклад заключается в разработке темы на всех этапах научной работы, проведении анализа предшествующих научных работ по теме диссертации; в получении, обработке и интерпретации экспериментальных данных, выполненных при участии автора; в разработке зависимостей и методик для расчёта загрязнения воздуха биогазом; в разработке и реализации алгоритма для расчетов; проведении вычислительных экспериментов с использованием сертифицированных пакетов; в апробации результатов исследования; в анализе полученных данных; в подготовке основных публикаций по выполненной работе; в усовершенствовании существующей типовой системы сбора, очистки и утилизации биогаза.

На заседании 22 декабря 2014 г. диссертационный совет принял решение присудить Сауцу Артуру Валерьевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение и 3 доктора наук по специальности 03.02.08 – Экология (в строительстве и ЖКХ), участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета и дополнительно введенных на разовую защиту 3 человек, проголосовали: за 17, против нет, недействительных бюллетеней нет.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ

совета Д 212.223.06,
доктор технических наук,
профессор

ВАСИЛЬЕВ В.М.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

совета Д 212.223.06,
кандидат технических наук,
доцент

ПУХКАЛ В.А.

22 декабря 2014 г.