

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК**

**СТЕНОГРАММА**

заседания диссертационного совета Д 002.110.03,  
созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Объединенного института высоких температур Российской академии наук  
(125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2)  
от 14 февраля 2018 г. (протокол № 1)

**Защита диссертации**

**Бузоверова Евгения Анатольевича**

на соискание ученой степени кандидата технических наук, на тему:

«Выбор оптимальной мощности некогенерационных теплоисточников при реконструкции  
централизованных систем теплоснабжения»

Специальность 05.14.01 – энергетические системы и комплексы

Москва – 2018

## СТЕНОГРАММА

заседания диссертационного совета Д 002.110.03 на базе  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Объединенного института высоких температур Российской академии наук  
(125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2)

Протокол № 1 от 14 февраля 2018 г.

Диссертационный совет Д 002.110.03 утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 15.02.2013 г. № 75/нк в составе 25 человек. На заседании присутствуют 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы и 12 докторов наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы. Дополнительно введены на разовую защиту 0 человек. Кворум имеется.

**Председатель** – председатель диссертационного совета Д 002.110.03  
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор Вараксин А.Ю.

**Ученый секретарь** – ученый секретарь диссертационного совета Д 002.110.03  
д.т.н. Директор Л.Б.

1	Вараксин А.Ю.	чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н.	01.02.05	Присутствует
2	Батенин В.М.	чл.-корр. РАН, д.т.н.	05.14.01	Присутствует
3	Директор Л.Б.	д.т.н.	05.14.01	Присутствует
4	Алхасов А.Б.	д.т.н., проф.	05.14.01	Отсутствует
5	Аминов Р.З.	д.т.н.	05.14.01	Отсутствует
6	Баженова Т.В.	д.ф.-м.н., проф.	01.02.05	Присутствует
7	Битюрин В.А.	д.ф.-м.н., с.н.с.	01.02.05	Присутствует
8	Воробьев В.С.	д.ф.-м.н., проф.	01.02.05	Отсутствует
9	Зайченко В.М.	д.т.н., с.н.с.	05.14.01	Присутствует
10	Зейгарник В.А.	д.т.н., с.н.с.	05.14.01	Присутствует
11	Климов А.И.	д.ф.-м.н., с.н.с.	01.02.05	Присутствует
12	Кобзев Г.А.	д.ф.-м.н., проф.	01.02.05	Присутствует
13	Красильников А.В.	д.т.н., с.н.с.	01.02.05	Присутствует
14	Леонов С.Б.	д.ф.-м.н.	01.02.05	Отсутствует
15	Масленников В.М.	д.т.н., проф.	05.14.01	Отсутствует
16	Медин С.А.	д.т.н., проф.	01.02.05	Присутствует
17	Недоспасов А.В.	д.ф.-м.н., проф.	01.02.05	Присутствует
18	Поляков А.Ф.	д.т.н., проф.	01.02.05	Присутствует
19	Попель О.С.	д.т.н.	05.14.01	Присутствует
20	Пятницкий Л.Н.	д.ф.-м.н., проф.	01.02.05	Присутствует
21	Седлов А.С.	д.т.н., проф.	05.14.01	Отсутствует
22	Синкевич О.А.	д.ф.-м.н., проф.	01.02.05	Присутствует
23	Томаров Г.В.	д.т.н., проф.	05.14.01	Отсутствует
24	Чиннов В.Ф.	д.ф.-м.н., проф.	05.14.01	Присутствует
25	Шугаев Ф.В.	д.ф.-м.н., доцент	01.02.05	Отсутствует

## **ПОВЕСТКА ДНЯ**

На повестке дня защита диссертации научного сотрудника 3.1.1 – проектно-конструкторской лаборатории Научно-исследовательского центра новых энергетических проблем (НИЦ-3 НЭП) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН) **Бузовойрова Евгения Анатольевича** на тему «Выбор оптимальной мощности неогенерационных теплоисточников при реконструкции централизованных систем теплоснабжения». Диссертация представлена на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы. Диссертация выполнена в проектно-конструкторской лаборатории № 3.1.1 НИЦ НЭП ОИВТ РАН (125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2, [jiht.ru](http://jiht.ru)).

### **Научный руководитель:**

**Зейгарник Юрий Альбертович** – д.т.н., главный научный сотрудник отдела теплоэнергетики № 2.1.1 Научно-исследовательского центра физико-технических проблем энергетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук, г. Москва.

### **Официальные оппоненты:**

**Ваньков Юрий Витальевич** - гражданин РФ, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой промышленной теплоэнергетики и систем теплоснабжения ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический институт» (КГЭУ, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51).

**Воеводин Андрей Геннадьевич** – гражданин РФ, к.т.н., доцент кафедры энергетических установок и тепловых двигателей ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», (НГТУ, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24)

### **Ведущая организация:**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт энергетических исследований Российской академии наук»** (ФБГУН, 117186, г. Москва, ул. Нагорная, д. 31, корп. 2)

На заседании присутствуют официальные оппоненты: д.т.н., профессор Ваньков Ю.В. и к.т.н. доцент Воеводин А.Г.; научный руководитель Бузовойрова Е.А. д.т.н., главный научный сотрудник Зейгарник Ю.А.

## СТЕНОГРАММА

### Председатель

Уважаемые члены диссертационного совета, уважаемые присутствующие, есть предложение начать нашу сегодняшнюю работу. Сегодня у нас на повестке дня защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Бузоверова Евгения Анатольевича на тему «Выбор оптимальной мощности неогенерационных теплоисточников при реконструкции централизованных систем теплоснабжения». Специальность 05.14.01 «Энергетические системы и комплексы». Если нет возражений, я предоставляю слово ученому секретарю Совета для того, чтобы он доложил о наличии в деле необходимых для защиты материалов.

### Ученый секретарь

*(Зачитывает данные о соискателе по материалам личного дела и сообщает о соответствии представленных документов требованиям ВАК Министерства образования и науки РФ).*

### Председатель

Спасибо Леонид Бенцианович, есть ли вопросы к ученому секретарю? Вопросов нет. Тогда, пожалуйста, Евгений Анатольевич, Вам предоставляется слово для оглашения основных положений диссертации. Просьба придерживаться регламента – 20 минут.

### Бузоверов Е.А.

*Выступает с докладом по диссертационной работе (выступление не стенографируется, доклад Бузоверова Е.А. прилагается).*

### Председатель

Спасибо, Евгений Анатольевич. Уважаемые члены Ученого совета, есть возможность задать вопросы.

### Попель О.С.

Так, пожалуйста, вообще все эти методики, это очень важно в сегодняшней ситуации. Но они требуют какого-либо одобрения регулирующих органов и представления этих методик в виде официальных методик, стандартов. Например, есть АВОК – организация, которая выпускает и одобряет всякие методики. Прошла ли Ваша методика какую-либо апробацию, согласование, утверждение со стороны авторитетных организаций, которые являются самыми авторитетными органами в этой области. Это первый вопрос. Второй вопрос у меня такой. Вот Вы сказали, что Вы вывесили в интернете некоторый калькулятор для расчетов – это интересный результат. Но спрашивается, под какой маркой, или под каким лейблом вывешен этот калькулятор? Это Ваш индивидуальный продукт или он принадлежит какой-либо организации, и есть ли информация о том, какое количество пользователей за это время и действительно ли им пользуются, чтобы подтвердить практическую значимость и востребованность Вашей разработки.

### Бузоверов Е.А.

По поводу апробации различными организациями. Методика прошла апробацию в организации, финансирующей реализацию проекта реконструкции системы теплоснабжения г. Волгограда – УК «Лидер». С методикой был ознакомлен Семенов Виктор Германович (НПРТ «Российское теплоснабжение»). Но официальной апробации, вывода методики на официальный уровень не было. По поводу интернет-калькулятора. Он был разработан на средства компании ООО «Эксперт Энерго», которая разрабатывала

программу реконструкции системы теплоснабжения г. Волгограда. Поэтому на ее сайте вывешен калькулятор. Есть статистика по посещению сайта, по заполнению формы калькулятора – это несколько единиц за последние несколько месяцев.

### **Климов А.И.**

Хотелось бы понять, что было сделано до Вас и что нового сделали именно Вы. Денежные оценки, алгоритмы расчетов, которые использовались. Ведь не на пустом же месте это создавалось, или на пустом? Это первый вопрос. Второй вопрос. Такие же проблемы существуют и за рубежом. Так вот сравнивались ли результаты, которые признаны, используются за рубежом?

### **Бузоверов Е.А.**

За 100 лет существования централизованных систем теплоснабжения было бы неправильно предлагать что-либо с «нуля», поэтому при разработке зависимостей, приведенных в работе, были использованы наработки предыдущих исследователей. Но отличие было в том, что предыдущие исследователи считали эти зависимости в «чистом поле». Делалось предположение о равномерной плотности тепловых нагрузок и для них предлагались некоторые расчетные зависимости, которые были основаны на проектах-аналогах. Особенность моего подхода состоит в том, что в России, да и наверное во всем мире нет таких зон теплоснабжения, которые были бы идеальными, то есть застроенные домами одинаковой этажности. А принятие во внимание фактических показателей системы теплоснабжения позволяет учесть все неровности, все нюансы того рельефа, той системы, которая уже сложилась. Поэтому в этом основное отличие от ранее разработанных методик, а базис был принят из разработок советских ученых. По капитальным затратам надо сказать, что аналогичные зависимости выводились еще в советские времена. Но применять их по понятным причинам не представляется возможным. Пересчет с учетом индексов-дефляторов тоже не совсем подходит, поскольку разные виды затрат по-разному росли. Поэтому виды функций были приняты по литературным источникам, а сами зависимости выводились с «нуля». Естественно, опираясь на массив информации, который был доступен в литературе и других источниках информации.

Теперь по поводу зарубежного опыта. При подготовке диссертации зарубежный опыт был тщательно проанализирован, потому что я предполагал, что найду там что-либо полезное для этой работы. Но пришел к выводу, что когенерационное теплоснабжение, о котором речь идет в работе, для Запада не является магистральным направлением. Много говорится о когенерационных теплоисточниках, возобновляемых, автономных теплоисточниках. Про них есть публикации, есть информация. А строительство достаточно крупных котельных на газовом топливе является нишей для нашей страны. Этому способствует наличие дешевого газа, сложный доступ к инвестициям, избыток электрогенерирующих мощностей. Поэтому зарубежный опыт в полной мере не удалось применить. Но зависимости для капитальных затрат сравнивались с зарубежными источниками информации, что помогло в их обосновании.

### **Председатель**

Евгений Анатольевич, мы привыкли в этих стенах, в нашем институте, что если в названии стоит «Выбор оптимальной мощности», то производится некоторая оптимизация, которая заключается в том, что ищутся экстремумы некоторых функций. Правильно ли я понял, что этот единственный график, который получен, эти минимумы, они кажутся не очень убедительными с точки зрения экономики.

### **Бузоверов Е.А.**

Да, действительно, эти оптимумы являются искомыми величинами в соответствии

с алгоритмом. Данный график построен для реальной системы теплоснабжения. Для другой системы теплоснабжения график может быть более крутой и экстремум будет определяться более четко. Но в данном случае этот график все равно показателен, потому что он позволяет понять, где находятся компромиссные решения для сторон. Мы понимаем по графику, что в районе небольших мощностей теплоисточников для всех сторон строительство теплоисточников невыгодно. А для мощности 90 Гкал/час уже наступает некоторый компромисс, когда при принятии данного экстремума, решение будет удовлетворять интересам всех сторон.

**Синкевич О.А.**

Функции всегда монотонны, как у вас нарисовано?

**Бузоверов Е.А.**

Да. Это было основное допущение расчетной модели. Методика предполагает деление системы теплоснабжения на определенное количество подсистем, для каждой из них посчитать технико-экономические показатели. Естественно, это деление достаточно условно, понятно, что ровного ничего не бывает. Но это позволяет посчитать предварительный оптимальный уровень мощности, понять, где мы находимся: в зоне децентрализации или больших единичных мощностей. Далее должен следовать этап более точных предпроектных проработок.

**Зейгарник В.А.**

Похожий вопрос. По слайду № 8. Идет деление системы теплоснабжения: один источник, два и т.д. А что, в итоге Вы получаете также монотонную зависимость? Где остановиться надо? Или это определяется исходный базис, который потом будет использоваться в расчетах?

**Бузоверов Е.А.**

Да, это естественно только модель. Она очень условна. Не обязательно будет приниматься решение о двух или трех источниках равной мощности. На практике один источник будет поменьше, другой побольше. Поэтому в данном случае монотонность функции – это допущение расчетной модели.

**Зейгарник В.А.**

Это Вам нужно для последующих расчетов, или на таком разбиении Вы останавливаетесь?

**Бузоверов Е.А.**

Я останавливаюсь на средней мощности теплоисточников, которая будет характерна для данной системы теплоснабжения, которая подлежит уточнению на последующих этапах. Но мы уже понимаем, это полная централизация, или разбиение на небольшие подзоны.

**Пятницкий Л.Н.:**

Мы нашли оптимальную ситуацию, когда все сбалансировано, все идеально. Но дело в том, что это сегодня. А завтра все цены, все меняется. Пробовали ли Вы найти тенденцию предсказания, что будет завтра.

**Бузоверов Е.А.**

Модель принципиально построена таким образом, чтобы можно было выполнять экспресс-расчеты. Модели, в которых меняются нагрузки, меняются цены на топливо и проч. очень нужны. Но данная задача решается большим коллективом исследователей в

течение нескольких месяцев, стоит больших средств. Данная модель нужна для того, чтобы специалисты теплоснабжающих или проектных организаций, не обладающие высокой квалификацией могли бы самостоятельно быстро сделать прикидки, насколько оптимальна данная система теплоснабжения. Нужно ли в принципе думать о том, чтобы полностью зону централизовать или децентрализовать. Детальные расчеты нужны, но они выполняются в рамках разработки Схемы теплоснабжения долго и дорого.

**Пятницкий Л.Н.:**

То есть Вы хотите сказать, что детальные расчеты стоят дорого?

**Бузоверов Е.А.**

Очень дорого. Я такими расчетами тоже занимаюсь, но это отдельная тема.

**Ковбасюк В.И.**

У меня один такой вопрос. Мне понравилась сама работа. Но есть вопрос, до которого Вы не дошли. Наш институт занимается новыми видами энергоисточников, новая энергетика, распределенная энергетика, а меня волнует то, что в нашей стране находится в изобилии. За Уралом много котельных, работающих на твердом топливе. Это серьезная проблема, потому что показано и в кино, и по телевизору, что в городах воздух красный от выбросов. И разносчик этой пыли – не крупные электростанции, а мелкие котельные, которых очень много. Я понимаю, что это не входило в вашу тему, но мне хотелось бы услышать какой-нибудь «кивок» в эту сторону. Как надо развивать работу, чтобы Вы охватили те регионы, которые не на газе осуществляется теплоснабжение.

**Бузоверов Е.А.**

Газовое топливо в данной модели является допущением, которое было введено для того, чтобы можно было выполнить экспресс-расчеты. Безусловно, для твердого, жидкого топлива методику можно адаптировать. Для этого нужна заинтересованная сторона, которая бы это могла использовать. В данном случае был интерес в оптимизации системы на газовом топливе.

**Ковбасюк В.И.**

То есть можно предположить, что это останется в плоскости Ваших интересов?

**Бузоверов Е.А.**

Безусловно. Методика легко адаптируется к другим граничным условиям. Сейчас в методику введены параметры, которые адаптированы для газового топлива. Для твердого топлива зависимости несколько видоизменяются и методика работает для него.

**Попель О.С.**

Современные системы теплоснабжения очень сложные системы, но в них просматриваются определенные тенденции. В частности зарубежом, например, в Дании, которая является лидером в этой области, строятся энергоэффективные здания, применяются новые системы отопления, например напольные, фанкойловские, имеет тенденция к снижению температуры в системах теплоснабжения, что позволяет сократить тепловые потери по трассам. Судя по презентации, в Волгограде протяженность сетей составляет много километров. Есть прогресс в области энергоэффективной теплоизоляции. Учитывает ли ваша методика эти современные тенденции? Температура теплоносителя, потери в сетях? И какой вклад в капитальные затраты вносит эти периферийные сооружения (транспорт тепла)? Тогда надо учитывать эту оптимизационную задачу и по теплоизоляции и по температуре теплоносителя.

**Бузоверов Е.А.**

По температурным графикам. Если мы сохраняем температурный график абонентских систем 95/70, то возможностей перестроить систему так, чтобы перейти на пониженный график нет. Потому что в этом случае надо выполнять реконструкцию внутри зданий, что не только экономически, но и юридически практически невозможно. Поэтому возможность оптимизации температурного графика предусматривается, но за рамками данной методики.

По вопросу соотношения затрат в источники и сети. Для децентрализованной системы большая часть приходится на источники, меньшая на сети. При увеличении уровня централизации соотношение меняется. Котельная – 20-30%, сети – 70 – 80%.

**Председатель**

Те простые соотношения, которые были продемонстрированы, это авторские формулы? Тогда вопрос, какой доверительный интервал у этих соотношений? Оценивалось ли это? Потому что это влияет на результаты оптимизационных расчетов.

**Бузоверов Е.А.**

Соотношения по теплосетевому строительству вводились советскими исследователями. Я их использовал для решения видоизмененной задачи. Мы имеем фактическую систему теплоснабжения и по ней ведем пересчет. Поэтому погрешности здесь такие же, как у советских исследователей. По капитальным затратам. По зависимости для тепловых сетей среднеквадратичная ошибка аппроксимации составляет 0,3 – 0,4. Но вид функции принят на основании анализа литературных источников. По сооружениям (котельным и ЦТП) – меньшая погрешность.

**Синкевич О.А.**

Скажите, поскольку речь идет о модернизации тепловых сетей. Учтено ли, что у каждого потребителя на радиаторе стоят регуляторы для регулирования их теплоотдачи.

**Бузоверов Е.А.**

Централизованная система теплоснабжения работает до стены дома. То, что происходит внутри здания – это задача по снижению энергопотребления. Мы рассматриваем систему без динамики, изменения нагрузок не происходит.

**Синкевич О.А.**

И последний вопрос: норма доходности инвестиций – в каких единицах?

**Бузоверов Е.А.**

В данном случае – это безразмерная величина.

**Синкевич О.А.**

В каких пределах?

**Бузоверов Е.А.**

Здесь она принята 0,1.

**Синкевич О.А.**

0,1 – интересуется инвестора?

**Бузоверов Е.А.**

В данном случае – это стоимость капитала для конкретного инвестора. Естественно, каждый инвестор может этот параметр принять в своем размере. Для



данного, достаточно крупного инвестора эта величина именно такая.

**Кобзев Г.А.**

В работе есть информация, что принято решение о выводе информации 17 котельных. Это старые котельные, газовые котельные? Или угольные?

**Бузоверов Е.А.**

Да, это изношенные газовые котельные.

**Председатель**

Есть предложение закончить вопросы. Слово предоставляется научному руководителю д.т.н. Зейгарнику Юрию Альбертовичу.

**Зейгарник Ю.А.**

Нашему коллективу Евгений Анатольевич по производственной деятельности больше знаком как участник работ по сопоставительному анализу, подготовке технико-экономических обоснований. Мы знаем, что он достаточно квалифицированный специалист, которому поручаются подобные задачи. Также у него развивалось то направление, которое он сегодня докладывал на нашем совете. Сама идея выработки такой экспресс-методики, анализа, что надо считать с учетом интересов сторон, была предложена и реализована им самим. Я был приглашен на должность научного руководителя, после того, как эта работа в голове у Евгения Анатольевича сформировалась. В такой работе всегда полезен другой человек для анализа, для того, чтобы расставить акценты, отредактировать материал. И работа родилась из его обширной практической деятельности. Такие задачи очень многофакторные. В них масса факторов, от которых надо было абстрагироваться, сделать обобщение. Но в тоже время результат должен был соответствовать реальности. Все это Евгению Анатольевичу удалось. Теперь такой вопрос. Поскольку защита квалификационная, я считаю, что Евгений Анатольевич очень высокого класса специалист, который знает все эти вещи. Насколько я в этом смог разобраться. Я тоже сведущ в этих вопросах, но явно уступаю ему по знанию фактуры, всех обстоятельств, по знанию того, что надо делать и т.д. Много я у него просто узнавал. Значит это высококвалифицированный специалист, самостоятельно работающий, самостоятельно мыслящий, с хорошим вкусом к анализу. И он отвечает тем требованиям, которые необходимы для присуждения степени.

**Председатель**

Спасибо, Юрий Альбертович. Есть ли вопросы к Юрию Альбертовичу? Вопросов нет. Тогда разрешите мне предоставить слово ученому секретарю для оглашения заключения организации, в которой выполнялась работа, отзыва ведущей организации.

**Председатель**

Слово предоставляется ученому секретарю Леонид Бенциановичу для оглашения заключения организации, отзыва ведущей организации – Тверской государственный технический университет – и всех других отзывов, поступивших в совет на автореферат диссертации. Пожалуйста.

**Ученый секретарь.**

Имеется заключение **Объединенного института высоких температур**, утвержденного Гавриковым, подписанного Жуком Андреем Зиновьевичем. Я не буду зачитывать все пункты, поскольку мы обсуждали и результаты, и новизну и достоверность работы, положения, выносимые на защиту, научная ценность. Я зачитаю только заключительную часть. Рассмотренная диссертация является самостоятельной работой, в

которой сформулирована научная проблема, решение которой можно квалифицировать как существенный вклад в перспективное развитие систем теплоснабжения. Диссертация евгения Анатольевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук. Принято на заседании межотдельского семинара ОИВТ РАН, присутствовало 10 человек, проголосовали «за» - 10. Ведущей организацией является институт энергетических исследований Российской академии наук. Отзыв утвержден академиком Филипповым, подписан ведущим научным сотрудником Дильман Мариной Давидовной. В отзыве приведена общая характеристика работы, содержание глав. Я зачитаю пункт касающийся замечаний. Замечаний двенадцать.

1. Выполненный диссертантом обзор литературы не охватывает наиболее актуальные, а также находящиеся на стадии обсуждения документы и материалы, такие как: «Прогноз научно-технологического развития отраслей топливно-энергетического комплекса России на период до 2035 года», утвержденный Приказом министра энергетики Российской Федерации и т.д., проект Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 г., проект «Стратегии развития теплоснабжения и когенерации в Российской Федерации на период до 2020 года» (разработанный НП «Энергоэффективный город», НП «Российское теплоснабжение»).

2. Из текста диссертации не понятен отказ от сравнения с когенерационными схемами теплоснабжения. Согласно ФЗ «О теплоснабжении», комбинированная выработка электрической и тепловой энергии для организации теплоснабжения является приоритетом. Автор это знает и указывает это на стр. 16. Необходимо обоснование, почему создание мини-ТЭЦ не рассматривается автором в качестве альтернативы при выводе из эксплуатации физически и морально устаревших котельных.

3. Автор использует термин «некогенерационные теплоисточники», подразумевая под ними только котельные. Это некорректно, поскольку использованный термин включает в себя тепловые насосы, солнечные коллекторы и прочие источники, вырабатывающие только тепловую энергию.

4. В работе отсутствует математически формализованная постановка задачи и соответствующих граничных условий, превалирует описательный подход к проблеме.

5. В диссертации под «единичной мощностью» понимается мощность котельной без учета количества котлов в ее составе. Количество устанавливаемых котлов не учитывается в работе при расчете капиталовложений. Кроме того, количество котлоагрегатов в составе котельной влияет на уровень надежности теплоснабжения, учет которого в работе отсутствует. Необходимо обоснование выбранного автором подхода.

6. Требуются пояснения к методике построения зависимостей удельных капитальных затрат в строительство (реконструкцию) блочно-модульных котельных (рисунок 3.4) и тепловых сетей (рисунок 3.5) – как учитывалась разновременность затрат (инфляция)? Как учитывались региональные коэффициенты закупок, осуществляемые в разных регионах? В ценах какого года и для какого региона построены зависимости на этих рисунках?

7. В методике не учтена возможность использования баков-аккумуляторов горячей воды на источниках теплоснабжения для выравнивания графиков нагрузок.

8. Алгоритм оптимизации систем теплоснабжения не учитывает динамику спроса. В частности, не учитывается процесс развития населенного пункта, динамика реконструкции жилого фонда с применением энергоэффективных технологий (установка стеклопакетов, утепление стен зданий, оснащение приборами учета и т.п.)

9. Из материала диссертации не ясно, предусмотрена ли методикой возможность выбора оптимального температурного графика системы теплоснабжения, и если да, то на каком этапе оптимизационных исследований это происходит?

10. Алгоритм оптимизации реконструкции систем теплоснабжения не учитывает динамику изменения соотношений цен на топливо, электроэнергию, воду, тепло, потребительских цен и инвестиций. Не ясен горизонт выполненных расчетов.

11. В работе используются некоторые неактуальные редакции ряда нормативных документов.

12. Для практического использования представленных методических разработок при принятии решений о варианте реконструкции систем теплоснабжения в дальнейшем рекомендуется расширить методику, предусмотрев ввод дополнительных критериев и ограничений, описывающих интересы и возможности различных участников проекта (муниципалитета, теплоснабжающей организации, инвестора) в различных условиях.

И на автореферат диссертации поступили отзывы. Мы будем сразу все отзывы зачитывать?

### Председатель

Да, мы все отзывы зачитаем, затем Евгений Анатольевич на все сразу ответит.

### Ученый секретарь

*(Первый отзыв)* Отзыв д.т.н. **Зройчинкова Н.А.** заместителя генерального директора по науке АО «ЭНИН». Отзыв положительный с замечаниями.

1. Анализируя текст автореферата, напрашивается вывод о том, что в исследовании не нашел достаточного отражения зарубежный опыт строительства и реконструкции централизованных систем теплоснабжения, в том числе научные подходы к проблеме оптимизации такого рода проектов.

2. В автореферате недостаточно подробно описан способ обработки статистической информации о капитальных вложениях в реконструкцию отдельных элементов системы теплоснабжения.

*(Второй отзыв)* Отзыв к.т.н. **Васильева С.В.** доцента кафедры «Промышленная теплоэнергетика» **Ивановского государственного энергетического университета.** Отзыв положительный с замечаниями.

1. В работе признается, что установить четкое соответствие между технико-экономическими показателями элементов системы теплоснабжения и затратами на их реконструкцию достаточно сложно. Поэтому полученные автором соотношения можно применять лишь с оговоркой об оценочном характере расчетов, необходимых для принятия решений на стратегическом уровне, которые должны уточняться на стадии проектирования и составления подробных сметных расчетов.

2. В работе не раскрыты вопросы проведения технико-экономических расчетов в условиях изменения тепловых нагрузок, как в сторону увеличения при подключении дополнительных потребителей, так и в сторону уменьшения при влиянии фактора энергосбережения.

3. Кривые на Рисунке 5 не имеют четко выраженного экстремума, позволяющего определить оптимальные значения источника теплоснабжения.

*(Третий отзыв)* Отзыв к.т.н. **Давыдова Александра Николаевича**, главного научного сотрудника АО «Научно-исследовательский институт автоматизации и связи на железнодорожном транспорте». Отзыв положительный с замечаниями.

1. Автор использует в работе несистемную единицу измерения количества тепловой энергии – гигакалорию, в то время как в научной литературе широко используются мегаджоули.

2. В автореферате недостаточно полно раскрывается техническое содержание реконструкции систем теплоснабжения. Широкое трактование этого термина может повлиять на точность выполняемых расчетов.

*(Четвертый отзыв)* И последний отзыв от д.т.н. проф. **Аляева В.А.** заведующего кафедрой «Вакуумная техника электрофизических установок» **Казанского национального исследовательского технологического университета.** Отзыв положительный с замечаниями.

1. . Представленная расчетная модель имеет ряд ограничений: топливо котельных –

природный газ, сети прокладываются в подземном исполнении, используется закрытая схема подключения нагрузки ГВС.

2. Не ясен смысл Рисунка 3.

3. Не прокомментировано резкое снижение эксплуатационных затрат на Рисунке 5 при мощности теплоисточника – 70 Гкал/ч.

### **Председатель**

Спасибо Леонид Бенцианович. Слово представляется Евгению Анатольевичу для ответа на прозвучавшие отзывы ведущей организации и поступившие на автореферат.

### **Бузоверов Е.А.**

По поводу обзора стратегических документов при подготовке диссертации. Работа имеет практическую направленность – это создание и апробирование конкретной методики. Поэтому проекты стратегических документов, которые не были одобрены и находятся на обсуждение у специалистов, о которых шла речь в отзыве ведущей организации – они действительно не были рассмотрены. Но в тоже время содержится анализ утвержденного варианта Энергостратегии до 2030 года.

По поводу комбинированной выработки. Да, это действительно так. Это есть одно из ограничений расчетной модели. Считается, что на ранней стадии рассматриваемая зона теплоснабжения была исключена в плане рассмотрения подключения к когенерационным источникам и в данном случае рассматривается только теплоснабжение от котельных. То есть в данном случае – это вопрос постановки задачи.

По поводу некогенерационных теплоисточников. Это действительно не вполне правильный термин, который не соответствует СНиП «Котельные установки». Но он был введен в работу, чтобы подчеркнуть, что имеет место разделение области расчетов. Есть когенерация – наиболее эффективное направление в энергетике, а есть зоны, которые для когенерации не подходят и соответственно там используются некогенерационные теплоисточники.

По поводу математической формулировки задачи. Действительно, подход не достаточно формализован. Но это сделано сознательно, поскольку алгоритм предназначен для использования специалистами теплоснабжающих и проектных организаций, которые не обладают очень высокой квалификацией, им нужны более простые инструменты. Но, естественно, к формализации задачи надо идти.

По поводу единичной мощности теплоисточников и количества котлов. При подготовке методики были выполнены расчеты в соответствии со СНиП «Тепловые сети», которые показали, что при количестве котлов 4 и более мощность котельной может быть принята равной подключенной тепловой нагрузке. И не требуется дополнительных мощностей для резервирования и поддержания надежности теплоисточника. Поэтому в расчете эксплуатационных и капитальных затрат было принято количество котлов равным четырем. При этом соблюдается нормативный уровень надежности в соответствии со СНиП «Тепловые сети».

По поводу построения зависимости удельных капитальных затрат на реконструкцию котельных. По поводу их одновременности затрат и разных регионов. Действительно были использованы разные данные из базы данных государственных закупок, в которую попали данные из различных регионов. Данные были приняты за 2013-2014 год, поэтому по ним существенной одновременности не было. Далее эти данные были приведены к ценам 2017 года с использованием стандартного индекса-дефлятора и были сравнены с объектами-аналогами, реализованными в 2017 году. По поводу регионального индекса существуют региональные индексы поправки к укрупненным ценам для различных регионов, соответственно они применялись. Но для анализа были приняты данные по регионам, которые находятся в европейской части России для того, чтобы привести данные к общему знаменателю. Не рассматривались данные по Дальнему

Востоку, по Крайнему Северу где значения существенно отличаются от общего тренда. Также по понятным причинам была исключена Москва из анализа.

По поводу использования баков-регуляторов в системах теплоснабжения. Также проводились расчеты, которые показали, что в современных системах неогенерационного теплоснабжения баки-аккумуляторы очень редко бывают эффективными. Дело в том, что уровень современных технологий по сравнению с 50-ми, 60-ми годами прошлого века существенно изменился. Глубина регулирования котлов существенно увеличилась. Сейчас можно регулировать котлы до 12% от номинальной нагрузки, что позволяет регулировать график потребления с помощью котлов, а не с помощью аккумулирующих емкостей. Поэтому на предварительной стадии расчетов баки-аккумуляторы не рассматриваются, но их использование может быть рассмотрено на последующих стадиях расчетов.

По поводу динамики спроса на тепло вопрос уже звучал в процессе дискуссии, я не буду повторяться. По поводу оптимального температурного графика вопрос также обсуждался, и также обсуждался вопрос по поводу изменения соотношения цен на топливо, электроэнергию и воду.

По поводу использования в работе неактуальных редакций ряда нормативных документов. Была использована устаревшая редакция СНиП Котельные установки, но актуальная редакция СНиП не содержит изменения расчетных зависимостей, использованных в работе, поэтому данное замечание справедливо, но оно не оказало влияния на точность расчетов.

Теперь по поводу замечаний в отзывах на автореферат.

По поводу зарубежного опыта реконструкции централизованных систем теплоснабжения вопрос в дискуссии прозвучал, я не буду повторяться. По поводу описания способа обработки информации по капитальным вложениям. Обработка информации велась следующим образом. Набиралась представительная выборка исходных данных и подбирались аппроксимирующие функции, которые позволяли получить наименьшую среднеквадратичную ошибку аппроксимации. По данной функции строился тренд. И, соответственно, вид аппроксимирующей функции соотносился с литературными источниками.

По поводу четких соотношений между технико-экономическими показателями системы теплоснабжения и затратами на их реконструкцию. Действительно, расчеты носят оценочный характер, это несколько раз звучало в диссертации, возможно, не очень четко, следовало бы акцентировать.

По поводу расчетов в условиях изменения тепловых нагрузок, по поводу экстремумов на графике оптимизации системы теплоснабжения вопросы прозвучали.

По поводу технического содержания термина «реконструкция системы теплоснабжения». В данном алгоритме термин предусматривает перекладку всех сетей системы теплоснабжения, реконструкцию всех теплоисточников, в ряде случаев – строительство новых в соответствии с техническими решениями. То есть это расширенная реконструкция, которая в ряде случаев предполагает и новое строительство.

По поводу смысла Рис.3 - это вопрос о разбиении зоны теплоснабжения на несколько подзон, мы его обсуждали. не будем к нему возвращаться.

И по поводу резкого снижения эксплуатационных затрат при уровне мощности теплоисточника 70 Гкал/час, могу пояснить, что котельная меньшей мощности подключается к электросетям по среднему напряжению, а при увеличении мощности происходит подключение к сетям по высокому напряжению. И за счет снижения тарифа при переходе с одного уровня напряжения на другой происходит скачок эксплуатационных затрат.

### **Председатель**

Спасибо, Евгений Анатольевич. Может быть у кого-то возникли вопросы? Нет?

Тогда переходим к выступлению оппонентов. Слово предоставляется официальному оппоненту д.т.н. Ванькову Юрию Витальевичу (Казанский государственный энергетический университет).

**Ваньков Ю.В.**

Добрый день, уважаемый председатель, члены Совета. Свое выступление я хотел бы начать с благодарности за возможность присутствия на Вашем заседании и выступления в качестве оппонента диссертации. По сути работы надо говорить или нет? В отзыве на диссертацию описано, что сделано в первой главе, во второй, в третьей, в четвертой, отмечена актуальность работы. По актуальности хотелось бы отметить, что мне четвертая глава мне наиболее интересна с точки зрения применимости. Когда вышел закон о разработке Схем теплоснабжения городов-миллионников, эта схема была образцом, эталоном, была разработана первой и на нее разработчики ориентировались. То, что у коллег возникал вопрос, была ли апробация разработки? Эта Схема теплоснабжения первая прошла экспертизу в Минэнерго на достаточно серьезном уровне, а поскольку она выполнялась на основании работы, в том числе и подзащитного, то можно утверждать. Что апробацию она все-таки прошла. По научной новизне, с моей точки зрения, разработан алгоритм, позволяющий рассчитывать технико-экономические показатели тепловой сети для различных вариантов, системы теплоснабжения при варьировании единичной мощности теплоисточников. И второе положение новизны – это обоснованы и получены зависимости систем некогогенерационного теплоснабжения от мощности теплоисточников, позволяющие прогнозировать затраты на реконструкцию. Почему? Вопрос на самом деле сложный. Когда собираются представители муниципалитета, эксплуатирующих организаций, проектировщиков, там часто идет дискуссия, потому что вопрос сложный, вопрос регулируемый, не совсем рыночный, и разработчикам необходимо обладать какими-то методиками, чтобы сделать предварительные расчеты и обосновать свои решения, чтобы хотя бы на торгах выставиться. И то надо хорошенько подумать, иначе задачу можно просто не решить за выигранные средства. Практической значимостью обладает алгоритм программного обеспечения для определения оптимальной мощности теплоисточников. По недостаткам.

1. Самый большой недостаток – это требует пояснения, почему в алгоритме не учитывается перспективная нагрузка, ведь система развивается, появляются новые потребители, производственные нагрузки возникают. Этот вопрос в диссертации не был учтен.

2. Требуется пояснения, почему в расчетах нагрузка делится пропорционально между источниками?

3. Хотелось бы услышать ответ на вопрос, работает ли алгоритм, если не у всех котельных и тепловых сетей имеется существенный износ? Да, на самом деле, сети изношены на 80%, основное оборудование котельных тоже изношено. Но есть участки, на которых износ не очень сильный. Как в этом случае применить данный алгоритм.

4. Требуется пояснения, по каким данным построены графики на стр. 84 и 85 диссертации, почему зависимости на графиках стр.105, 106 - линейные. Там разброс достаточно широкий, а зависимость линейная.

5. Один из подзаголовков называется «Уровень цен на энергоресурсы и оплату труда персонала», зависимость представлена только от изменения уровня оплаты труда персонала, а ресурсы были опущены. Ни графика нет, ни пояснений, хотелось бы услышать.

6. Необходимо пояснение возможно ли применение разработанного алгоритма и выбранных критериев при реконструкции централизованных систем теплоснабжения имеющих в своем составе ТЭЦ, ТЭС и т.д. ? В четвертой главе – Волгоград, город достаточно специфический, но если говорить о городах- миллионниках, там есть и ТЭЦ и районные котельные и производственные котельные. Можно ли применить алгоритм к

системе теплоснабжения или нет, хотелось бы услышать.

7. Ну и как в любой большой работе имеются недостатки оформительского характера.

И заключение. Указанные недостатки и замечания носят рекомендательный характер, не являются определяющими при оценке данного диссертационного исследования, диссертация написана ясным языком, ее положения логичны и обоснованы, основные результаты опубликованы в рецензируемых журналах, текст диссертации изложен в соответствии с требованиями ВАК, автореферат правильно и достаточно полно отражает содержание диссертационной работы. Диссертация Бузоверова Евгения Анатольевича «Выбор оптимальной мощности некогенерационных теплоисточников при реконструкции централизованных систем теплоснабжения» является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача оптимизации реконструируемых систем теплоснабжения путем рационального распределения мощности теплоисточников, имеет существенное значение для экономичности и надежности систем теплоснабжения. Работа соответствует критериям, установленным п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней. Считаю, что автор представленной работы, Бузоверов Евгений Анатольевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности «Энергетические системы и комплексы». Подпись, печать.

### **Председатель**

Спасибо Юрий Витальевич, уважаемые члены Совета, присутствующие, может быть у кого-нибудь есть вопросы? Вопросов нет. Спасибо тогда еще раз. Евгений Анатольевич, Вам предоставляется слово для ответа на прозвучавшие вопросы.

### **Бузоверов Е.А.**

Ответ на вопрос по перспективным нагрузкам уже прозвучал, повторяться не буду. По поводу распределения нагрузок между источниками. Пропорциональное распределение нагрузки между источниками не является догмой, на последующих этапах распределение мощности может быть скорректировано: где-то больше, где-то меньше. Методика позволяет выбрать масштаб источника.

По поводу износа котельных и сетей. Максимальный износ дает нам полную стоимость реконструкции системы, всех котельных и сетей. И в таком случае, если мы имеем районный центр, где все находится в достаточно плохом состоянии, результаты расчетов по методике будут наиболее точными. Но и для города-миллионика, такого как Волгоград, где какие-то участки сетей более изношены, какие-то менее, методика все равно будет полезна. Но применение результатов расчетов должно вестись с некоторой осторожностью. В нашем примере переключение малых котельных на крупные теплоисточники обосновано. Малые котельные - это небольшие имущественные комплексы со значительной степенью износа. А разукрупнение мощных котельных мощностью 100 – 200 Гкал/ч в этой программе не прозвучало, потому что эти источники имеют высокую остаточную стоимость, и в рамках недостатка финансирования их демонтаж со строительством нескольких теплоисточников в российских условиях не разумен. В тоже время в Дании при реконструкции системы теплоснабжения неоптимальные по мощности теплоисточники демонтировались, и система создавалась с «нуля».

По поводу рисунков на стр. 84, 85. Были использованы данные результатов тендерных торгов, сайт [zakupki.gov.ru](http://zakupki.gov.ru). Разброс значений удельных капитальных затрат по сетям достаточно существенный. В данном случае вид функции определялся по данным литературных источников. У всех исследователей вид зависимости капитальных затрат от диаметра имеет линейный характер. Это был дополнительный аргумент в пользу линейной функции.

По поводу подзаголовка «Уровень цен...» - это техническая ошибка.

По поводу применения алгоритма для ТЭЦ. В данном алгоритме было принято ограничение, что ТЭЦ исключается из рассмотрения, поскольку рассматриваемая зона теплоснабжения неэффективна для подключения к когенерационным источникам. Но возможна доработка данного алгоритма для использования для когенерационных источников.

### **Председатель**

Переходим к следующему оппоненту. Слово предоставляется официальному оппоненту к.т.н. Воеводину Андрею Геннадьевичу (Нижегородский государственный технический университет).

### **Воеводин А.Г.**

Здравствуйте, уважаемые члены Диссертационного Совета. Я тоже ограничусь замечаниями и заключением. Некоторые замечания были озвучены.

1. В названии работы был выбран не совсем удачный термин «некогенерационные источники». Было бы правильно назвать «котельные установки» в соответствии со СНиП II-35-76.

2. В работе формулы не полностью пронумерованы, а главе 4 нумерация полностью отсутствует.

3. Автор диссертации не раскрыл полностью вопрос взаимосвязи надежности системы теплоснабжения и затрат на ее реконструкцию.

4. Диссертант не учитывает в своей методике необходимость иметь запас резервного топлива для обслуживания муниципального сектора, что требует дополнительных финансовых затрат.

5. В математической модели приняты относительные затраты тепловой энергии на собственные нужды одинаковые для всех котельных – 2,3%, в то время как существует различие в разы – от 1 до 7%. В большую сторону - для маломощных теплоисточников. Также автор принимает КПД котлоагрегатов одинаковыми, но как правило у маломощных котлов значение КПД на 3-5% ниже. Однако эти замечания можно учесть путем введения соответствующих поправок.

6. Разработанный алгоритм реализован в формате расчетной математической модели в среде MS EXCEL, что при коммерческом использовании программного продукта может стать предметом разбирательства со стороны компании Microsoft.

7. И последнее. В работе изложен лишь алгоритм математической модели расчета оптимальной мощности системы теплоснабжения, но в приложении было бы желательно привести интерфейс с примером введения исходных данных и получением результатов расчетов.

В завершение надо сказать, что отмеченные недостатки хотя и несколько снижают качество исследований, но не влияют на теоретические и практические результаты диссертации. И последнее – заключение. Диссертация Бузоверова Евгений Анатольевича «Выбор оптимальной мощности некогенерационных теплоисточников при реконструкции централизованных систем теплоснабжения» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, по своей актуальности, новизне и прикладному значению соответствующую критериям, установленным п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, а сам автор – Бузоверов Евгений Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 «Энергетические системы и комплексы».

### **Председатель**

Спасибо Андрей Геннадьевич за отзыв и за содержательные замечания. Есть ли вопросы к официальному оппоненту? Вопросов нет. Еще раз поблагодарим Вас. Евгений



Анатолевич, Вам слово для ответа на прозвучавшие замечания.

**Бузоверов Е.А.**

Я не буду повторяться по ранее прозвучавшим ответам на замечания. Отмечу вопрос по поводу использования расчетных таблиц в формате MS EXCEL. В данном случае продукт не разрабатывался в качестве коммерческого, находится в свободном доступе для использования проектными и теплоснабжающими организациями. И поскольку мы не продаем продукт, то будем надеяться, что проблем с Microsoft быть не должно.

По поводу собственных нужд теплоисточников и КПД котлов, согласен, на практике для каждого теплоисточника эти значения могут несколько варьироваться. Но мы говорим о предварительном анализе, в котором сделаны определенные допущения. И на более поздней стадии проработки проектов такие уточнения могут быть внесены.

По поводу резервного топлива. Для всех теплоснабжающих организаций это очень больной вопрос, поскольку на немногих теплоисточниках сохранились действующие резервно-топливные хозяйства. Данный момент в Волгограде прорабатывался. И в результате инвестор совместно с муниципалитетом приняли совместное решение – не идти на установку резервно-топливных хозяйств на котельных для оптимизации затрат. Было принято решение, что регулирование потребления топлива, для которого и требуется резервно-топливное хозяйство может осуществляться на более крупных теплоисточниках, в данном случае – на теплоэлектроцентралях.

**Председатель**

Спасибо, Евгений Анатолевич. Уважаемые коллеги, есть возможность для коротких выступлений.

**Ковбасюк В.И.**

Я думаю, что мое выступление не совсем затрагивает диссертацию. Мне приятно было присутствовать на этой защите. Сегодня она была складная, очень толковая, это замечательный семинар. Мы образовались в одной из полезных областей. У нас обсуждалась довольно крупная проблема. Диссертация начинается с того, что отмечается огромный избыток энергогенерирующих мощностей – 50 ГВт к 2020-2021 году. Конечно надо смотреть немного шире и мне жалко, что диссертант не заглядывал немного в будущее и не рассматривал системы с тепловыми насосами. Это было бы интересно сравнить, потому что в наших городах довольно тесно для прокладки теплотрасс. И второе. Надо рассматривать не только газовое топливо, надо охватывать и все остальное. Это не относится к данной работе. В этой работе сделано все складно. Я думаю, что всякий человек, внесший нечто полезное, должен продолжать исследования. И эти два момента, которые я отметил – это использование тепловых насосов. Это может быть существенная экономия. И второй – это использование других видов топлив. Спасибо за внимание.

**Давыдов А.Н.**

Уважаемые члены Совета, я работал с Евгением Анатолевичем, начиная с самого начала его трудовой карьеры. Я помогал делать его диплом. И начиная с диплома в 1996 году и за время работы Евгений Анатолевич прикоснулся к острым проблемам реформирования советской, а потом и российской теплоэнергетики. Ему прекрасно известны интересы сторон в теплоснабжении, он знает, по каким законам и правилам разрабатываются схемы теплоснабжения больших городов, какие недостатки существуют в этих суперцентрализованных системах теплоснабжения. И то, что сейчас докладывалось в качестве его квалификационной работы является квинтэссенцией двадцатилетнего опыта работы в этой отрасли. Что касается смежных вопросов, в частности он упомянул, что

перевод на пониженные температурные графики является вторичным компонентом регулирования. На самом деле, он является автором большой работы о переходе систем централизованного теплоснабжения на пониженные температурные графики, которую заказывало Минэнерго. Эта работа была выполнена, защищена в Министерстве энергетики РФ. Я вместе с ним выполнял эту работу и я могу сказать, что эти простые и кажется примитивные расчеты на уровне получеговидного – они очень востребованы. Потому что люди, которые начинают оценивать, браться за что-нибудь, вкладывать ли деньги, а как это повлияет на население, за которое отвечает муниципалитет, а выгодно ли будет работать в этой системе тому, кто содержит эти котельные и тепловые сети? Каков риск у банков, которые дают деньги? Все понимают, что в теплоснабжение надо вкладывать, а что будет с вложенными деньгами? Этот комплекс проблем сконцентрирован в этой квалификационной работе. И то. Что она направлена на практику, на тех проектировщиков, которые начинают проектную работу, им предпроектные расчеты очень необходимы. А выполнить их, используя сложные системы расчетов, например ZuluThermo, по которым рассчитываются сложные тепловые балансы систем теплоснабжения – сложно. Они не имеют достаточно средств и квалификации для использования таких систем. А эта система позволяет это сделать быстро и дешево. И то, что она выложена в открытый доступ, означает, что ее будут использовать. Поэтому я призываю членов Совета учесть мои доводы и проголосовать за присуждение ученой степени диссертанту.

#### **Синкевич О.А.**

Правильно ли я понимаю, что Дерипаска не вложится в реконструкцию котельных.

#### **Давыдов А.Н.**

Не про Дерипаску, а про тех, кто купил энергетические активы, вот про Фортум. Это не входит в предмет диссертации. Но то, что разработана система расчета эффективности перевода на пониженный температурные графики, и это уже прошло под эгидой Минэнерго, это активно используется Фортумом в Челябинске и Тюмени для возможности перевода на пониженный температурный график. А для финнов – перевод на пониженный температурный график - это генеральная линия.

#### **Председатель**

Спасибо, Александр Николаевич. Пожалуйста, Олег Сергеевич.

#### **Попель О.С.**

Мне кажется, что ту работу, которую мы слушали – необычная, нетрадиционная для нашего Совета. Мы привыкли рассматривать теплофизические, физические проблемы. Здесь больший акцент сделан в сторону экономики, экономической оптимизации. Мы понимаем, что задача очень многофакторная, очень сложная, об этом свидетельствует масса вопросов. И вот, уважаемая Дильман Марина Давыдовна, сотрудник ИНЭИ РАН, которая в системах теплоснабжения очень хорошо разбирается. И от уважаемых оппонентов. Эти вопросы и замечания можно расценивать как недостаток работы, но мне кажется больше как достоинства. Поскольку это есть предмет общения. Но мы рассматриваем квалификационную работу. И мне кажется. Что в данном случае практика должна быть критерием. То, что эта работа имеет большое практическое значение, об этом свидетельствует тот факт, что она была выполнена по заказу достаточно крупной компании. И обратились не к какой-либо специализированной организации, а обратились к Евгению для выполнения этих работ. То, что в нашем институте эта работа была выполнена, это важно. И тут очевидно, что при колоссальном опыте, наработках в этой области, тут есть ключевые вопросы, которые требуют квалифицированного подхода, в том, чтобы отбросить какие-либо второстепенные вещи, выделить самое главное. И мне

кажется, что работа Евгения ясно свидетельствует, что его квалификация достаточно высокая, он является одним из немногих специалистов, который достаточно глубоко понимает экономические вопросы, вопросы законодательного регулирования в области энергетики. И вот, опираясь на то, что работа практически важная, востребованная и реализована, то, что квалификация Евгения высока, я считаю, что мы вполне можем оценить эту работу положительно.

**Председатель**

Спасибо, Олег Сергеевич. Я думаю, что есть полная ясность. Тогда, в соответствии с процедурой нашей защиты заключительное слово предоставляется Евгению Анатольевичу.

**Бузоверов Е.А.**

Уважаемые члены диссертационного совета, уважаемые оппоненты, я очень благодарен, что Вы уделили внимание моей работе. Благодарен Юрию Альбертовичу, который в течение нескольких лет помогал приводить ее в соответствие с требованиями. Надеюсь, что данная работа будет востребована в стране, и с помощью нее российское теплоснабжение станет более экономичным, более надежным.

**Председатель**

Спасибо, Евгений Анатольевич. Коллеги, для проведения процедуры тайного голосования нам необходимо избрать счетную комиссию. Счетная комиссия предлагается в следующем составе: председатель – Климов Анатолий Иванович, Зайченко Виктор Михайлович, Синкевич Олег Арсеньевич. Есть ли возражения? Кто за? Кто против? Воздержавшиеся? Единогласно. Тогда приступаем к процедуре тайного голосования. (Проводится процедура тайного голосования)

**Председатель**

Внимание, результаты голосования.

**Климов А.И.**

Итак, протокол № 1 заседания комиссии, избранной диссертационным советом 05.14.03 от 14.02.2018. Состав избранной комиссии – Климов, Зайченко, Синкевич. Комиссия собралась для подсчета голосов диссертации Бузоверова Евгения Анатольевича на соискание ученой степени кандидата технических наук. Состав Диссертационного совета утвержден в количестве 25 человек, присутствовало на заседании 17 членов совета, в том числе докторов наук по рассматриваемому профилю – 5. Роздано бюллетеней – 17, осталось не розданных – 8, в урне оказалось 17 бюллетеней. Результаты голосования по вопросу присуждения ученой степени кандидата технических наук Бузоверова Евгения Анатольевича:

**за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.**

**Председатель**

Спасибо, кто за то, чтобы утвердить протокол. Кто за? Кто против? Кто воздержался? Единогласно. Евгений Анатольевич, поздравляем Вас с удачной защитой. Желаем в будущем продолжить исследования, и всего наилучшего. Что касается научных планов и реализации результатов исследований. Пожалуйста, обсудим проекта заключения. *(Члены диссертационного совета обсуждают проект заключения).*

**Председатель**

Еще есть какие-то замечания? Нет.

### **Председатель**

Кто за то, чтобы принять проект заключения? Спасибо. Кто против, воздержавшиеся? Единогласно. (Проект заключения принят единогласно). Тогда, уважаемые коллеги, благодарю Вас за сегодняшнюю явку.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.110.03, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

дата защиты 14.02.2018 протокол № 1

О присуждении **Бузоверу Евгению Анатольевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Выбор оптимальной мощности некогенерационных теплоисточников при реконструкции централизованных систем теплоснабжения»** в виде рукописи, по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы, принята к защите 11.10.2017г. (протокол № 5) диссертационным советом Д 002.110.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2, [jiht.ru](http://jiht.ru), (495) 485-83-45), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 75/нк от 15.02.2013 г.

Соискатель **Бузоверов Евгений Анатольевич**, 1974 года рождения, в 1996 году окончил Московский государственный авиационный институт (технический университет) (125993, г. Москва, Волоколамское ш., д. 4). Работает научным сотрудником в проектно-конструкторской лаборатории № 3.1.1 отдела энергетических установок № 3.1 Научно-исследовательского центра новых энергетических проблем (НИЦ-3) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук с 1996 г. по настоящее время.

Диссертация выполнена в проектно-конструкторской лаборатории № 3.1.1 отдела энергетических установок № 3.1 НИЦ-3 ОИВТ РАН.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, главный научный сотрудник отдела теплоэнергетики № 2.1.1 НИЦ-2 ОИВТ РАН **Зейгарник Юрий Альбертович**.

### **Официальные оппоненты:**

- Ваньков Юрий Витальевич - гражданин РФ, доктор технических наук, заведующий кафедрой Промышленной теплоэнергетики и системы теплоснабжения ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (Красносельская ул., 51, Казань, Респ. Татарстан, 420034, тел. (843) 519-4202, [kgeu.ru](http://kgeu.ru));

- Воеводин Андрей Геннадьевич – гражданин РФ, кандидат технических наук, доцент кафедры «Энергетические установки и тепловые двигатели» ФГБОУ ВО Нижегородского государственного технического университета (603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24, (831) 436-9475, [nttu.ru](http://nttu.ru))

дали положительный отзыв на диссертацию.

### **Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт энергетических исследований Российской академии наук (117186, г. Москва, ул. Нагорная, д. 31, корп. 2) в своем положительном заключении, принятом на заседании Ученого Совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки института энергетических исследований Российской академии наук (протокол № 9 от 30.11.2017 г.), составленном ведущим

научным сотрудником Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института энергетических исследований Российской академии наук, к.т.н. Дильман М.Д. (утверждено Директором ИНЭИ РАН академиком РАН Филипповым С.П.), указала, что диссертация выполнена на актуальную тему, результаты, полученные лично диссертантом, представляют интерес для специалистов теплоснабжающих и проектных организаций, органов муниципальной власти, вовлеченных в проекты реконструкции систем централизованного теплоснабжения, прошли апробацию при подготовке инвестиционной программы реконструкции системы теплоснабжения г. Волгограда.

Полученные результаты представляют интерес для специалистов теплоснабжающих и проектных организаций, органов муниципальной власти, вовлеченных в проекты реконструкции систем централизованного теплоснабжения, и могут быть использованы ПАО "МОЭК" (г. Москва), ООО "Концессии теплоснабжения" (г. Волгоград), МУП "Смоленсктеплосеть" (г. Смоленск), ПАО "Фортум" (г. Челябинск, г. Тюмень).

**Соискатель имеет** всего 16 опубликованных работ, в т.ч. 7 по теме диссертации, из которых 4 статьи – в журнале из перечня ВАК и 1 статья – в журнале, входящих в реферативные базы данных Scopus и Web of Science. Основные работы:

1. **Бузоверов, Е.А.** Методика выбора оптимальной мощности теплоисточников при реконструкции централизованных систем теплоснабжения / Е.А. Бузоверов, М.В. Исаев, И.Д. Чернов, О.Н. Махов // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. - 2017. - №3. - С. 20 – 29.
2. **Бузоверов, Е.А.** Об удельных капитальных затратах на строительство котельных и тепловых сетей / Е.А. Бузоверов, В.М. Островский // Промышленная энергетика. – 2015. - № 11. - С. 7 - 11.
3. **Бузоверов, Е.А.** О выборе оптимальных значений удельного падения давления теплоносителя в тепловых сетях / Е.А. Бузоверов, В.М. Островский // Промышленная энергетика. – 2015. - № 9. - С. 9 - 12.
4. Zhuk, A. Managing peak loads in energy grids: Comparative economic analysis / A. Zhuk, Yu. Zeigarnik, **E. Buzoverov**, A. Sheindlin // Energy Policy. - 2016. - № 88. - P. 39 - 44.
5. Жук, А.З. Сравнительный анализ технологий для покрытия пиковых нагрузок в энергосистеме / А.З. Жук, Ю.А. Зейгарник, **Е.А. Бузоверов**, А.Е. Шейндлин, Ю.Н. Кучеров // Электрические станции. - 2015. - № 4. - С. 20 - 28.

На диссертацию и автореферат **поступили отзывы:**

Д.т.н., профессор **Зройчиков Н.А.**, заместитель генерального директора по науке **Акционерного общества «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского»** (119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 19) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. Анализируя текст автореферата, напрашивается вывод о том, что в исследовании не нашел достаточного отражения зарубежный опыт строительства и реконструкции централизованных систем теплоснабжения, в том числе научные подходы к проблеме оптимизации такого рода проектов.
2. В автореферате недостаточно подробно описан способ обработки статистической информации о капитальных вложениях в реконструкцию отдельных элементов системы теплоснабжения.

К.т.н. **Васильев С.В.**, доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика» **Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет (ИГЭУ) имени В.И. Ленина»** (153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. В работе признается, что установить четкое соответствие между технико-экономическими показателями элементов системы теплоснабжения и затратами на их реконструкцию достаточно сложно. Поэтому полученные автором соотношения можно применять лишь с оговоркой об оценочном характере расчетов, необходимых для

принятия решений на стратегическом уровне, которые должны уточняться на стадии проектирования и составления подробных сметных расчетов.

2. В работе не раскрыты вопросы проведения технико-экономических расчетов в условиях изменения тепловых нагрузок, как в сторону увеличения при подключении дополнительных потребителей, так и в сторону уменьшения при влиянии фактора энергосбережения.

3. Кривые на Рисунке 5 не имеют четко выраженного экстремума, позволяющего определить оптимальные значения источника теплоснабжения.

**К.т.н. Давыдов А.Н.**, главный научный сотрудник Акционерного общества **Научно-исследовательский институт автоматизации и связи на железнодорожном транспорте»** (АО «НИИАС») (109029, г. Москва, Орликов пер., д. 5, стр.1а) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. Автор использует в работе несистемную единицу измерения количества тепловой энергии – гигакалорию, в то время как в научной литературе широко используются мегаджоули.

2. В автореферате не достаточно полно раскрывается техническое содержание реконструкции систем теплоснабжения. Широкое трактование этого термина может повлиять на точность выполняемых расчетов.

**Д.т.н. профессор Аляев В.А.**, заведующий кафедрой «Вакуумная техника электрофизических установок» **ФБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»** (420015, РТ, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. Представленная расчетная модель имеет ряд ограничений: топливо котельных – природный газ, сети прокладываются в подземном исполнении, используется закрытая схема подключения нагрузки ГВС.

2. Не ясен смысл Рисунка 3.

3. Не прокомментировано резкое снижение эксплуатационных затрат на Рисунке 5 при мощности теплоисточника – 70 Гкал/ч.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что: **Ваньков Юрий Витальевич** является крупным специалистом в области централизованных систем теплоснабжения и технико-экономического анализа. В настоящее время Ваньков Ю.В. работает над проблемами эффективности внедрения тепловых пунктов в системах теплоснабжения, интеграции нескольких энергоисточников при работе на единую тепловую сеть, а также использования альтернативных видов топлив в котельных установках.

Основные публикации Ванькова Ю.В., по теме диссертации Бузоверова Е.А.:

1. Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В. Работа системы теплоснабжения при поэтапном внедрении автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2017. – Т.19, № 1-2. – С. 31-40.

2. Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В., Назарычев С.А. Оценка экономического эффекта для потребителей при установке автоматизированных узлов учета и регулирования тепловой энергии // Инженерный вестник Дона. – 2015. – Т.38, № 4 (38). – С. 98.

3. Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В. Энергосбережение в системах теплоснабжения крупных муниципальных объединений, запитанных от нескольких источников тепла // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326, № 11. – С. 75-82.

**Воеводин Андрей Геннадьевич** является ведущим специалистом в области разработки оптимизационных решений по реконструкции схем теплоснабжения. Основные направления исследований Воеводина А.Г. в настоящее время – усовершенствование систем теплоснабжения с применением индивидуального регулирования у потребителей, сокращение эксплуатационных и строительных затрат отопительных котельных, а также оценка теплового воздействия альтернативных источников на окружающую среду.

Основные публикации Воеводина А.Г., по теме диссертации Бузоверова Е.А.:

1. Воеводин А.Г., Горинова Н.А. Оптимизация системы теплоснабжения потребителей с индивидуальными терморегуляторами // Промышленная энергетика. – 2013. – № 6. – С. 25-30.

2. Воеводин А.Г., Горинова Н.А.: Анализ схем систем теплоснабжения объектов ЖКХ с целью оптимизации строительных и эксплуатационных затрат отопительных котельных Промышленная энергетика. – 2014. – № 3. – С. 29-35.

3. Маслеева О.В., Воеводин А.Г., Пачурин Г.В. Тепловое воздействие альтернативных источников на окружающую среду // Современные наукоемкие технологии. - 2015. - № 3. - С. 51-54.

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт энергетических исследований Российской академии наук** – является ведущим институтом в России в области аналитических исследований в энергетике.

Основные публикации сотрудников ФГБУН ИНЭИ, по теме диссертации Бузоверова Е.А.:

1. Веселов Ф.В., Ерохина И.В., Макарова А.С., Хоршев А.А. Комплексная оценка эффективных масштабов обновления тепловых электростанций при обосновании рациональной структуры генерирующих мощностей на перспективу до 2035 г // Теплоэнергетика. 2017. № 3. С. 5-14.

2. Кучеров Ю.Н., Березовский П.К., Веселов Ф.В., Илюшин П.В. Анализ общих технических требований к распределённым источникам энергии при их интеграции в энергосистему // Электрические станции. 2016. № 3 (1016). С. 2-10.

3. Плаkitкин Ю.А. Прогнозирование параметров глобальной энергетики и ТЭК России в условиях учащения циклов инновационно-технологического развития // Вестник РАЕН. 2015. № 5. С. 20-26.

Диссертационный совет отмечает, что в результате выполненных соискателем исследований:

**выполнен** анализ и систематизация методов, использующихся для выбора оптимальной мощности теплоисточников в системе теплоснабжения;

**определены** целевые критерии и граничные условия выбора оптимальной мощности теплоисточников в системе централизованного теплоснабжения;

**получены** зависимости для расчета длины, материальной характеристики тепловой сети и других технико-экономических показателей системы теплоснабжения как функций единичной мощности теплоисточников;

**разработан** алгоритм оценки оптимальной мощности теплоисточников реконструируемых систем некогогенерационного централизованного теплоснабжения на базе фактических технико-экономических показателей существующей системы теплоснабжения.

Практическое значение полученных соискателем результатов исследования подтверждается тем, что результаты расчетов по разработанному алгоритму **использованы** при формировании инвестиционной программы реконструкции системы теплоснабжения г. Волгограда.

Полученные результаты представляют интерес для специалистов теплоснабжающих и проектных организаций, органов муниципальной власти, вовлеченных в проекты реконструкции систем централизованного теплоснабжения, и могут быть использованы ПАО "МОЭК" (г. Москва), ООО "Концессии теплоснабжения" (г. Волгоград), МУП "Смоленсктеплосеть" (г. Смоленск), ПАО "Фортум" (г. Челябинск, г. Тюмень).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**Основные идеи**, положенные в основу диссертации, согласуются с базовыми положениями отечественных работ в области теплофикации и теплоснабжения, опираются на опыт проектирования, модернизации и реконструкции систем теплоснабжения в

современных российских условиях, что позволяет считать результаты работы достоверными.

**Личный вклад соискателя состоит** в его непосредственном участии в выборе темы исследования, постановке задачи. Автором лично получены исходные данные, проведены все расчеты. Апробация результатов исследования проводилась на 3 научных конференциях, в которых автор принимал личное участие. Автор участвовал в работе группы, разрабатывающей инвестиционную программу реконструкции системы теплоснабжения г. Волгограда с использованием алгоритма расчета оптимальной мощности теплоисточников. Основные публикации по выполненной работе подготовлены лично Бузоверовым Е.А.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, непротиворечивой методологической платформы, основной идейной линии, концептуальности и взаимосвязи выводов.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную для энергетики тему, и соответствует критериям пункта 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании от 14.02.2018 г. Диссертационный совет принял решение присудить Бузоверу Е.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования Диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы и 12 докторов наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Диссертационного совета Д 002.110.03  
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор

Вараксин А.Ю.

Ученый секретарь Диссертационного совета Д 002.110.03  
д.т.н.



М.П.

Директор Л.Б.

14.02.2018 г.