

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

Национальный исследовательский Томский государственный университет  
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники  
Болгарская Академия наук  
ООО «ЛИТТ»

# **ИННОВАТИКА-2016**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

**XII Международной школы-конференции студентов,  
аспирантов и молодых ученых  
20–22 апреля 2016 г.  
г. Томск, Россия**

**Под ред. А.Н. Солдатова, С.Л. Минькова**

Scientific & Technical Translations



ИЗДАТЕЛЬСТВО

**Томск – 2016**

5. Новые направления в научных исследованиях и применении эксиламп / С.В. Автаева [и др.]. – Томск : STT, 2013. – 246 с.
6. Действие ультрафиолетового излучения и ультразвуковых колебаний на сточные воды / Соснин Э.А. [и др.] // Современные научные исследования и инновации. [Электронный ресурс]. – 2016. – № 3 – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/03/65016> (дата обращения: 11.03.2016).
7. PROTEUS [Электронный ресурс] // БМЭ – 3-е изд. – 2016. – URL: <http://бмэ.орг/index.php/PROTEUS> (дата обращения: 09.02.2016).

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УЧАСТКА ВНЕШНЕГО КОНТУРА ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКИ

А.О. Горкунов<sup>2</sup>, С.В. Шидловский<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
e-mail: alexandrgopkyhob@gmail.com

## GEOTHERMAL HEAT SUPPLY SYSTEMS SMART HOME. INVESTIGATION OF THERMAL PROCESSES AREA OF EXTERNAL CIRCUIT HEAT PUMP SYSTEM

A.O. Gorkunov<sup>2</sup>, S.V. Shidlovskiy<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>National Research Tomsk State University

<sup>2</sup>National Research Tomsk Polytechnic University

*In this paper we investigate geometry models of geothermal heating systems, smart home. The article reflects study the behavior of the heat exchanger, with an average temperature of the heating season.*

*Keywords: alternative energy, geothermal energy, petrothermal, heating system, alternative energy, smart home, CFX, heat pump.*

В настоящее время интенсивно развивается малоэтажное строительство домов организованных по системе «Умный дом». Такое жилье предусматривает высокие уровни комфорта, автономности и экологичности.

Целью данной работы является исследование моделей систем геотермального отопления, как часть системы «умный дом».

Задачи, решаемые в процессе выполнения работы:

- обзор систем геотермальных источников энергии;
- создание геометрической модели рассматриваемой системы;

– анализ эффективности внедрения систем геотермального отопления в системы умного дома.

В частном секторе, на базе умного дома, есть возможность организовать с низким энергопотреблением с помощью внедрения альтернативного энергоснабжения.

Техническая надежность таких систем достаточно высока, помимо этого срок эксплуатации может составлять порядка 25–30 лет.

Геотермальная энергетика – направление энергетики, основанное на производстве электрической энергии за счёт энергии, содержащейся в недрах земли, на геотермальных станциях.

Принципиально, геотермальная энергетика подразделяется на два направления: петротермальная (ПТ) энергетика и гидротермальная энергетика. Основой данного типа энергетики служит ПТ энергия содержащаяся в горячих горных породах (рис. 1), нагреваемых за счет глубинного кондуктивного теплового потока.

В настоящее время широко используется ПТ энергия неглубоких скважин (до 1 км.), в которых устанавливаются скважинные теплообменники, работающие на жидкостях с низкой температурой кипения с целью обеспечения домов электричеством, ГВС и отоплением. ПТ энергия глубоких скважин (более 1 км), на данный момент, почти не используется [1].

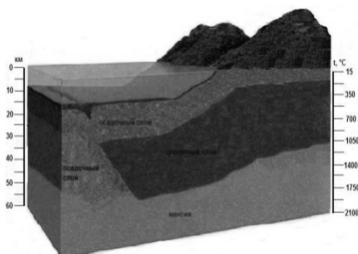


Рис. 1. Геотермальный градиент на определенном участке земной толщи

Конструктивно ПТ энергетика можно разделить на два типа: с горизонтальным внешним контуром и с вертикальным внешним контуром.

Установка с горизонтальным внешним контуром – наиболее распространенный тип конструкции (рис. 2) для получения ПТ энергии для систем отопления и ГВС зданий с относительно малыми площадями и большой площадью участка не предусмотренной для каких-либо других построений.

Установка с вертикальным внешним контуром. Основными преимуществами данного типа конструкции внешнего контура теплонасосной

установки (ТНУ) являются простота укладки контура, короткие сроки установки и высокая эффективность.

Главным недостатком такой системы является влияние температуры над поверхностью земли, т.к. от нее зависит глубина промерзания почвы.

В разрабатываемом проекте выбирается конструкция с внешним горизонтальным контуром на глубине 2 метра.

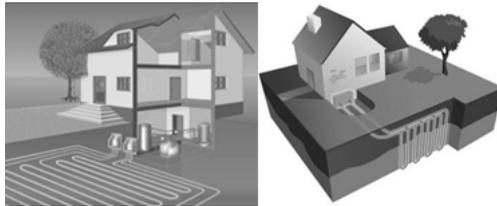


Рис. 2. Горизонтальный и вертикальный внешние контуры теплообменника ТНУ

Средняя температура отопительного сезона по г. Томск – минус 6,7 °С, глубина промерзания грунта 1,7-2,2 метра.

Преимущество выбранной ТНУ с горизонтальным внешним контуром заключается в высокой эффективности преобразования низкопотенциальной энергии (на 1 кВт затрачиваемый на выходе 4-7 кВт) земли (+4 °С) при наружной температуре воздуха не ниже –20 °С. Для анализа протекающих процессов в грунте создается 3D-модель участка внешнего теплообменника ТНУ [2,4]. Геометрическая модель (рис. 3) состоит из двух тел, которые представляют параллелепипед (участок грунта) с расположенным в центре цилиндром (участок теплообменника ТНУ).

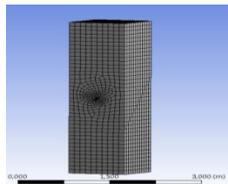


Рис. 3. Модель участка внешнего теплообменника ТНУ в грунте

При помощи программного обеспечения Ansys Workbench на модель объекта накладывается конечно-элементная сетка Quad-Tri (рис. 4), затем в программе CFX [5] задаются теплофизические характеристики материалов модели, параметры течения, конечные и начальные условия решения: температура верхней стенки «swall» – минус 6,7 °С; температура нижней стенки «hwall» – 4 °С; скорость потока на входе «inlet» – 0,6 м/с

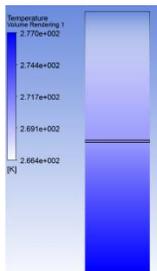
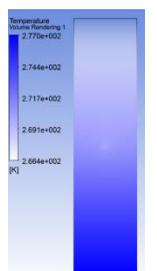
[3]; температура потока – минус 3 °С; давление на выходе из канала «outlet» – 0 МПа; начальная температура грунта – 3 °С.

На следующем этапе происходит решение заданной задачи теплопереноса в решателе CFX Solutions.

Результаты моделирования процессов приведены в таблице 1.

Судя по градиенту температур в грунтовой толще исследуемой модели погружение контура теплообменника ТНУ на глубину 2 м является хорошим вариантом применительно к Томской области, в меру того, что система будет являться работоспособной.

Таблица 1

<b>Сравнение систем отопления</b>		
Параметр	Продольное сечение участка	Поперечное сечение участка
Температурный градиент		

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что геотермальная система с горизонтальным внешним контуром теплообменника имеет перспективу развития и внедрения, как часть «умного дома», так и в принципе источника тепловой энергии для частных домов в Томской области.

*Работа выполнена по программе повышения конкурентоспособности Национального исследовательского Томского государственного университета, гранта РФФИ № 16-29-04388 офу\_м (16-29-04388/16 от 19.04.2016 г.).*

### Литература

1. Дворов И. М. Глубинное тепло Земли / Отв. ред. доктор геолого-минералогических наук А. В. Щербаков. – М.: Наука, 1972. – 208 с.
2. Расчет течений жидкостей и газов с помощью CFX. Учеб. пособие/ О.В. Батурин, Н.В. Батурин, В.Н. Матвеев – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2009. – 151с.: ил.
3. Томские тепловые насосы. Тех. паспорт. – Томск.: Экоклимат, 2014.
4. Шидловский С.В. Математическое моделирование сложных объектов с распределенными параметрами в задачах автоматического управления структурно-перестраиваемых систем // Известия Томского политехнического университета. 2006. Т. 309. № 8. С. 19-22.

5. Шидловский С.В. Автоматическое управление. Реконфигурируемые системы. Томск, 2010. 168 с

## **РАЗРАБОТКА РОБОТА-ПОВАРА**

**А.О. Горячев, В.Р. Имамова**

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники  
e-mail: sparda210@gmail.com*

## **DEVELOPMENT OF ROBOT-CHEF**

**A.O. Goryachev, V.R. Imamova**

*Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics*

*In this paper a robot-chef design, the methods robot interaction with products and methods of search the object for operation, the perspective for development and improvement are considered.*

*Keywords: robot, chef, servo, Hough transform, Kenny borders detection.*

Предприятия общественного питания всё чаще сталкиваются со следующими проблемами: низкая скорость приготовления блюд, сильная зависимость от человеческого фактора, существование благодатных условий для злоупотребления персонала и др. Но самая главная проблема состоит в том, что при современном переизбытке предприятий, сложно выделяться на общем фоне. Менеджеры общепита постоянно придумывают новые методы привлечения клиентов, предлагая своим посетителям новое меню, дизайн, акции и прочее. Применение современного оборудования тоже является частью маркетинговой стратегии. Одним из каналов привлечения клиентов, является применение робота-повара. Робот-повар не только будет привлекать внимание посетителей, но и сможет, не уставая делать однотипную простую работу, из которой фактически состоит вся кухня в фастфуде.

Разрабатываемый робот-повар будет использовать новый подход при внедрении робота на кухню, предполагающий индивидуальное решение под определенное помещение. Это позволит не только избежать затрат на приобретение определенного оборудования, но и максимально удобно внедрить робота-повара в любую кухню, незначительно меняя обстановку кухни. Также для решения проблем с работой над продуктом было решено использовать камеры, для определения расположения и размеров продукта.

Робот будет выполнен в виде одного манипулятора, с размещённой на нём камерой и несколькими сервомоторами, а также отдельной платы, для обработки изображения и расчёта углов, и платы для управления сервомоторами.