

УДК 621.577.4

**А.А. Сурков, Я.И. Вайсман**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОДУЛЬ  
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ  
ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Рассмотрена проблема рационального использования энергоресурсов в жилищно-коммунальном хозяйстве. Для проведения НИР и разработки технических решений по повышению энерго- и ресурсоэффективности объектов жилищно-коммунальной сферы в ПНИПУ запущен пилотный проект научно-исследовательского модуля для оценки эффективности применения энергоресурсосберегающих технологий.

**Ключевые слова:** ЖКХ, энергоресурсосбережение, энергоэффективность, научно-исследовательский модуль, система диспетчеризации здания («Умный дом»).

Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) сегодня является одним из крупнейших потребителей энергии в стране при крайне нерациональном использовании энергоресурсов. В частности на отопление 1 м<sup>2</sup> площади в России тратится в 5 раз больше условного топлива, чем в Европе [1].

В настоящее время для предприятий ЖКХ нерациональное использование природных ресурсов и низкая энергоэффективность являются такими же основополагающими проблемами, как и разбалансированность тарифов и проблема неплатежей со стороны государства и потребителей. Это связано не только с господствующим ранее мнением о неисчерпаемости ресурсов, но и материально и морально устаревшим оборудованием. Устаревшее оборудование все больше приводит к неконтролируемому расходу природных ресурсов, перебоям и технологическим катастрофам. В итоге фактор физически и морально устаревшей материально-технической базы ЖКХ является одной из основных экономических проблем для потребителей и инвесторов. Без энергоэффективной работы ЖКХ невозможно привлечение инвестиций в эту отрасль,

оптимизация тарифов и общее улучшение качества жилищно-коммунальных услуг [2].

Энергосбережение является ключевым звеном реформирования ЖКХ России. В России каждый процент экономии топлива, энергии может дать 0,35–0,4 % прироста национального дохода [3]. Эту задачу может решить использование в системе коммунального хозяйства возобновляемых источников энергии, таких как солнечная энергетика, ветроэнергетика, применение тепловых насосов.

С этой целью в Пермском национальном исследовательском политехническом университете (ПНИПУ) совместно с Министерством промышленности Пермского края разработан и реализован проект по созданию энергоэффективного автономного научно-исследовательского модуля с системой диспетчеризации здания iHouse (рис. 1). Модуль расположен по адресу: г. Пермь, ул. Поздеева, 14.



Рис. 1. Внешний вид научно-исследовательского модуля

Этот модуль, в котором сконцентрированы все наукоемкие разработки ПНИПУ в области энергоресурсосбережения, позволяет решать следующие задачи:

1) исследовать и разрабатывать инновационное оборудование и решения для повышения ресурсо- и энергоэффективности коммунального хозяйства;

2) проводить консалтинг, проектирование, инжиниринг (получение исходных данных для проектирования систем коммунальной инфраструктуры);

3) демонстрировать работу и продвигать на рынок автономные энерго- и ресурсосберегающие технологии и системы диспетчеризации здания (технология «Умный дом»), а также развивать деревянное домостроение с использованием природных и технологических ресурсов Пермского края;

4) реализовать образовательные курсы (повышение квалификации) производственных кадров ЖКХ и других заинтересованных групп специалистов;

5) организовать на высоком методическом уровне на его базе образовательные программы для студентов ПНИПУ и других вузов, в том числе зарубежных.

В научно-исследовательском модуле запроектированы следующие инженерные системы:

- система теплоснабжения;
- система водоснабжения, водоподготовки и водоотведения;
- система электроснабжения (централизованное, солнечная электростанция, ветрогенератор, энергохимический генератор);
- система диспетчеризации здания («Умный дом»).

Конструктивная схема научно-исследовательского модуля – каркасная с использованием клееных деревянных конструкций (КЦК) в качестве несущих колонн, балок и панелей перекрытия полной заводской сборки (см. рис. 1). Наружные стены – каркасные, с заполнением минераловатным утеплителем Rockwool Лайт Баттс. Окна – деревоалюминиевые немецкого стандарта (евроокна четвертого поколения). Кровля – скатная, из профилированного листа. Общая площадь здания составляет 200 м<sup>2</sup>.

Функционально модуль разделен на несколько блоков (рис. 2):

- переговорная,
- демонстрационный зал,
- лабораторный комплекс,
- котельная,
- серверная.

Здание подключено к централизованным инженерным системам электроснабжения и водоснабжения. В настоящее время завершаются пусконаладочные работы по объединению всех инженерных систем в единый комплекс – интеллектуальное здание.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОДУЛЬ iHouse  
ПЛАН с расстановкой мебели



Рис. 2. Функциональные помещения модуля (лабораторной установки)

Основным источником теплоснабжения модуля является тепловой насос Logatherm WPS 22, потребляющий до 13 кВт электрической энергии и выдающий 75 кВт тепловой энергии. Для повышения гидравлической устойчивости системы и более стабильной работы теплового насоса в тепловом пункте устанавливается бак-аккумулятор PS 300.

Для приготовления горячей воды применяется бивалентный бак Logalux SM 200/5, использующий тепловую энергию теплового насоса и солнечного коллектора.

Используемая система теплоснабжения – теплый пол, в качестве теплоносителя используется пропиленгликоль. Систему можно регулировать непосредственно в каждой комнате и создавать комфортный микроклимат.

Тепловой насос работает за счет грунтового тепла. Для обеспечения требуемого теплосъема и поддержания в здании температуры было пробурено 8 скважин по 70 м глубиной каждая (рис. 3). Одна из скважин обвязана температурными датчиками для анализа изменения температуры почвы по глубине. Показания, снимаемые с этих датчиков, в режиме реального времени выводятся на центральную панель управления.

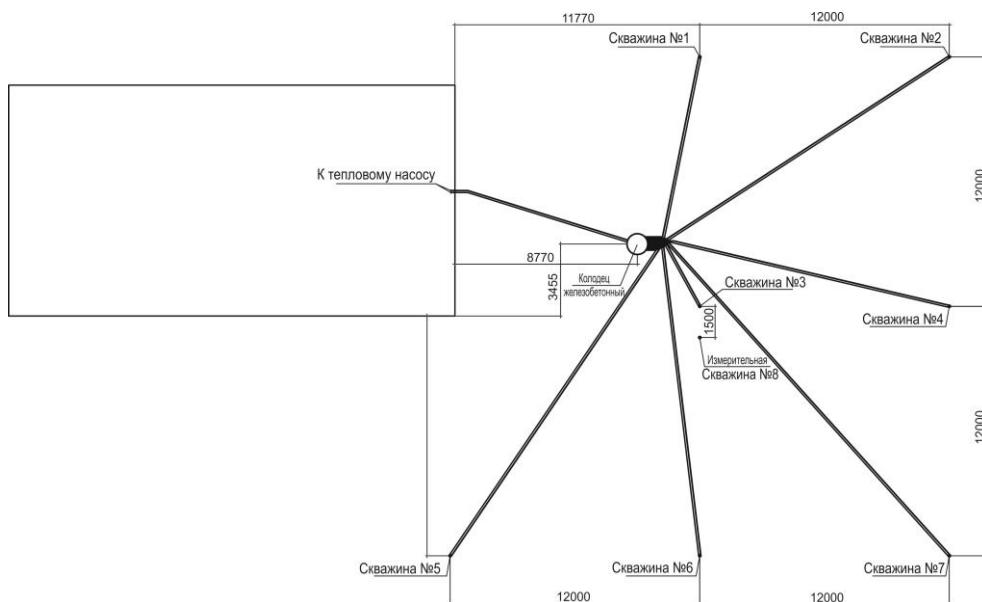


Рис. 3. Схема расположения скважин

Отопление дома геотермальными тепловыми насосами предполагает использование тепловой энергии, накопленной в грунте или в воде и небольшого количества электрической энергии. Так как температура грунта фактически постоянна круглый год, коэффициент тепловой эффективности (COP) в течение всего года является постоянной величиной в пределах от 3 до 4,5. В результате этого, потребляя 1 кВт электроэнергии, такой насос вырабатывает от 3 до 4,5 кВт тепловой энергии [4, 5].

Тепловой насос имеет 2 контура, включающихся попеременно с интервалом в 3 мин. При необходимости в экстремальные морозы работают оба контура одновременно.

Для сбора низкопотенциального тепла грунта смонтировано восемь вертикальных U-образных четырехтрубных грунтовых теплообменников длиной 70 м. Движение теплоносителя в первичном контуре поддерживается встроенным циркуляционным насосом в тепловом насосе Logatherm WPS 22. Данная теплонасосная система в полном объеме обеспечивает здание теплом, поддерживая комфортную температуру 21 °С. В рабочих помещениях модуля смонтирована приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Предусмотрена возможность регулирования производительности систем вентиляции по показаниям датчиков CO<sub>2</sub> и влажности воздуха, установленных в помещениях с длительным пребыванием людей.

Все инженерные системы модуля объединены между собой и управляются системой диспетчеризации, что в свою очередь позволяет:

- 1) отслеживать состояние всех элементов инженерного оборудования;
- 2) получать в режиме реального времени извещение о создавшейся аварийной ситуации или поломке;
- 3) управлять работой систем вручную и в автоматическом режиме;
- 4) получать отчеты о работе систем (потребление теплоэнергоресурсов, управление микроклиматом, контроль уровня CO<sub>2</sub> в помещениях, качества водоподготовки и т.д.).

Преимущества интеллектуального здания в следующем:

- повышенная комфортность, достигаемая передачей ряда функций по управлению инженерными системами автоматике;
- повышенная безопасность людей и имущества, как за счет реализации комплекса охранных систем, так и за счет систем предотвращения и контроля аварийных ситуаций и уменьшения времени их устранения;
- оптимизация потребления теплоэнергоресурсов как результат совместной работы инженерных систем;

В настоящее время разработана и реализуется программа исследований для получения исходных данных для проектирования систем коммунальной инфраструктуры и для оптимизации режимов работы инженерных систем в условиях Пермского края.

Таким образом, научно-исследовательский модуль позволяет проводить технико-экономическую оценку эффективности применения альтернативных источников энергии в условиях Пермского края, разрабатывать решения по повышению ресурсо- и энергоэффективности коммунального хозяйства, а также проводить повышение квалификации производственных кадров ЖКХ и других заинтересованных групп специалистов и организовать на высоком методическом уровне образовательные программы для студентов ПНИПУ и других вузов.

### **Библиографический список**

1. Петин А.Ю. Тепловые насосы в теплоснабжении // Новости теплоснабжения. – 2001. – № 11. – С. 42–43.
2. Закиров Д.Г., Суханов В.С., Закиров Д.Д. Пути решения проблемы теплоснабжения в коммунальном хозяйстве с использованием тепловых насосов // Новости теплоснабжения. – 2002. – № 4. – С. 53–55.
3. Чаховский В.М. Роль и место теплонасосной технологии в системе централизованного теплоснабжения крупных городов Российской Федерации // Новости теплоснабжения. – 2003. – № 1. – С. 38–41.
4. Энергосберегающие теплонасосные системы теплоснабжения / Г.Н. Петраков, В.Г. Стогней, А.В. Мартынов, А.С. Левадный // Энергосбережение и водоподготовка. – 2006. – № 2. – С. 66–68.
5. Эффективность использования тепловых насосов в централизованных системах теплоснабжения / В.П. Фролов, С.Н. Щербаков, М.В. Фролов, А.Я. Шелгинский // Новости теплоснабжения. – 2004. – № 7. – С. 34–39.

## References

1. Petin A.Yu. Teplovye nasosy v teplosnabzhenii [Heat pumps in heating]. *Novosti teplosnabzheniya*, 2001, no. 11, pp. 42–43.
2. Zakirov D.G., Sukhanov B.C., Zakirov D.D. Puti resheniya problem teplosnabzheniya v kommunalnom khozyajstve s ispolzovaniem teplovykh nasosov [Ways of solving problems in municipal district heating using heat pumps]. *Novosti teplosnabzheniya*, 2002, no. 4, pp. 53–55.
3. Chakhovskij V.M. Rol i mesto teplonasosnoy tekhnologii v sisteme centralizovannogo teplosnabzheniya krupnykh gorodov rossiyskoy federatsii [Role and place of heat pump technology in the district heating system of major cities of the Russian Federation]. *Novosti teplosnabzheniya*, 2003, no. 1, pp. 38–41.
4. Petrakov G.N., Stognej V.G., Martynov A.V., Levadnyi A.S. Energoberegayushchie teplonasosnye sistemy teplosnabzheniya [Energy-saving heat pump heating system]. *Ehnergoberezhenie i vodopodgotovka*, 2006, no. 2, pp. 66–68.
5. Frolov V.P., Schherbakov S.N., Frolov M.V., Shelginskiy A.Ya. Effektivnost ispolzovaniya teplovykh nasosov v tsentralizovannykh sistemakh teplosnabzheniya [Efficiency of heat pumps in central heating systems]. *Novosti teplosnabzheniya*, 2004, no. 7, pp. 34–39.

Получено 28.02.2014

**A. Surkov, J. Vaisman**

## THE RESEARCH MODULE FOR AN ASSESSMENT OF EFFECTIVENESS OF APPLICATION OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES IN HOUSING AND COMMUNAL SERVICES

In the research work was considered the problem of rational use of energy resources in the housing and communal services. For carrying out research work and development of technical solutions on increase power and resource efficiency of objects of the housing-and-municipal sphere in PNRPU launched the pilot project of the research module for an assessment of effectiveness of application of energy-saving technologies.

**Keywords:** housing and utilities, energy and resource saving, energy efficiency, research module, building management system («smart house»).



**Сурков Александр Анатольевич** (Пермь, Россия) – ст. преподаватель кафедры охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: surkov-a@mail.ru).

**Вайсман Яков Иосифович** (Пермь, Россия) – д-р мед. наук, профессор кафедры охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: eco@pstu.ru)

**Surkov Aleksandr** (Perm, Russia) – Senior lecturer of Department of Environment of Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: surkov-a@mail.ru).

**Vaisman Yakov** (Perm, Russia) – Doctor of Medical Sciences, Professor of Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: eco@pstu.ru).