

## **Динамічні моделі енергетичних потоків будівлі в контексті функціонування інженерних систем та ділової активності користувачів**

### **Динамические модели энергетических потоков зданий в контексте функционирования инженерных систем и деловой активности потребителей**

### **Dynamic models of energy flows of buildings are in the context of functioning of the engineering's systems and business activity of users**

**1. Номер державної реєстрації теми – 0117U006714,**

**2. Науковий керівник- к.т.н., доцент Ковальчук А.М., Ковальчук А.М., Kovalchuk Artem.**

**3. Суть розробки, основні результати.**

**(укр.)**

Функціонал Smart Home має певні обмеження серед яких неможливість аналізувати активність мешканців, визначення її впливу на енергоспоживання, розпізнавання фізичного стану користувача за його активностями. Рішень, які б були в змозі вирішити дану проблему на сьогодні немає. Одним з підходів є застосування аналізу активностей бінарних сенсорів руху. Перевагою такого підходу є дешевизна реалізації та забезпечення конфіденційності даних мешканців. Система функціонує у реальному часі.

Метою роботи є розробка нових підходів в управлінні динамікою енергетичних потоків будівлі з врахуванням особливостей функціонування інженерних систем за реальних умов навколишнього середовища, ринкових факторів та специфіки формування попиту на комфортні, енергоефективні та безпечні умови для роботи від активного користувача.

В результаті виконання НДР вирішується науково-технічна задача дослідження динаміки енергетичних потоків будівлі, як результату прояву активностей користувача та режимів функціонування інженерної інфраструктури, виявлення можливостей оптимізації енергоспоживання, діагностування фізичного стану користувача за характером його поведінки, яка у проявляється через режими функціонування інженерної інфраструктури.

Отримані результати нададуть дослідникам в області енергетики нові можливості при проектуванні систем енергозабезпечення житлового та офісного секторів для оптимізації структури та функціонального забезпечення інженерних систем будівель.

Технічна значущість досліджень пов'язана з розробкою методів управління інженерною (зокрема, енергетичною) інфраструктурою будівлі для реалізації енергоефективних режимів її функціонування, аналізу графіків енергоспоживання та оптимізації споживання за критерієм фінансових витрат, розпізнавання аномальних режимів функціонування інженерної інфраструктури, що пов'язано, наприклад, з погіршенням стану здоров'я або самопочуття користувача. Це дозволить реалізовувати функції відслідковування аномальних ситуацій пов'язаних з дітьми, людьми з відхиленнями, людьми похилого віку та запобігти негативних наслідків (пошкодження обладнання, ураження людей електричним струмом, пожежі, отруєння газом, та ін.).

**(рос.)**

Функціонал Smart Home имеет определенные ограничения среди которых невозможность анализировать активность жителей, определение ее влияния на энергопотребление, распознавания физического состояния пользователя с его активностями. Решений, которые были в состоянии решить данную проблему на сегодня нет. Одним из подходов является применение анализа активностей бинарных сенсоров движения. Преимуществом такого подхода является дешевизна реализации и обеспечения конфиденциальности данных жителей. Система функционирует в реальном времени.

Целью работы является разработка новых подходов в управлении динамикой энергетических потоков здания с учетом особенностей функционирования инженерных систем в реальных условиях окружающей среды, рыночных факторов и специфики

формирования спроса на комфортные, энергоэффективные и безопасные условия для работы от активного пользователя.

В результате выполнения НИР решается научно-техническая задача исследования динамики энергетических потоков здания, как результата проявления активностей пользователя и режимов функционирования инженерной инфраструктуры, выявление возможностей оптимизации энергопотребления, диагностирования физического состояния пользователя по характеру его поведения, в этом проявляется через режимы функционирования инженерной инфраструктуры.

Полученные результаты окажут исследователям в области энергетики новые возможности при проектировании систем энергообеспечения жилого и офисного секторов для оптимизации структуры и функционального обеспечения инженерных систем зданий.

Техническая значимость исследований связана с разработкой методов управления инженерной (в частности, энергетической) инфраструктурой здания для реализации энергоэффективных режимов ее функционирования, анализа графиков энергопотребления и оптимизации потребления по критерию финансовых затрат, распознавания аномальных режимов функционирования инженерной инфраструктуры, что связано, например, с ухудшением состояния здоровья или самочувствия пользователя. Это позволит реализовывать функции отслеживания аномальных ситуаций связанных с детьми, людьми с отклонениями, стариками и предотвратить негативных последствий (повреждения оборудования, поражению людей электрическим током, пожара, отравления газом и др.).

**(англ.)**

Functionality of Smart Home has certain limitations, among which is the inability to analyze the activity of the residents, determine its impact on energy consumption, identify the physical state of the user by his activities. There are no solutions that would be able to solve this problem today. One approach is to use the activity analysis of binary motion sensors. The advantage of this approach is the low cost of implementation and privacy of the residents. The system functions in real time.

The purpose of the work is to develop new approaches in managing the dynamics of energy flows of a building, taking into account the peculiarities of the functioning of engineering systems under real environmental conditions, market factors and the specifics of the demand for comfortable, energy efficient and safe conditions for working with an active user.

As a result of the research, the scientific and technical task of studying the dynamics of energy flows of a building is solved, as a result of the manifestation of user activities and modes of functioning of the engineering infrastructure, the identification of possibilities for optimization of energy consumption, the diagnosis of the physical state of the user by the nature of the infrastructure functioning.

The results will provide energy researchers with new opportunities in designing energy systems for residential and office sectors to optimize the structure and functionality of engineering systems in buildings.

The technical significance of the research is related to the development of methods for managing the engineering (in particular, energy) infrastructure of the building for the implementation of energy-efficient modes of its operation, analysis of energy consumption schedules and optimization of consumption by the criterion of financial costs, recognition of abnormal modes of operation of engineering infrastructure, for example, with poor health or well-being of the user. This will enable the implementation of the functions of tracking abnormal situations involving children, people with disabilities, the elderly and prevent negative consequences (damage to equipment, electric shock, fire, gas poisoning, etc.).

#### **4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.**

- Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 79401 «Комп'ютерна програма «Агент моніторингу споживання енергії «Save energy» (Програма «Save energy»));  
Автори: Ковальчук А.М., Амброс С.М., Дацюк О.А. Дата реєстрації 29.05.2018

## **5. Порівняння зі світовими аналогами.**

Результати відповідають світовому рівню, а підходи до управління енергетичними потоками будівлі в контексті ділової активності користувачів не мають аналогів у світовій практиці.

## **6. Економічна привабливість для просування на ринок**

Застосування розробленої технології дозволяє знизити витрати на енергоспоживання будівлі в цілому за рахунок:

- підвищення на 20–30% енергетичної ефективності обладнання за рахунок гармонізації процесів генерування та споживання енергії автономними/інтегрованими генераторами;
- зниження на 15–50% навантаження на електричну мережу за рахунок зменшення пікового навантаження;
- зменшення на 20-40% витрат на енергозабезпечення при забезпеченні комфортних умов перебування людей за рахунок гармонізації екстривностей користувачів з режимом функціонування енергомережі.

## **7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).**

Технології інженерії поверхні із керуванням рівня енергетичного впливу на об'єкт можуть застосовуватись на підприємствах та в організаціях різних галузей промисловості: машинобудуванні, металургійному і гірничому комплексах, авіа і суднобудуванні, теплоенергетиці, де широко розповсюджені технології інженерії поверхні і гостро стоїть проблема підвищення ефективності виробництва.

## **8. Стан готовності розробки.**

В процесі виконання роботи:

1. Розроблено математичні моделі динаміки енергетичних потоків будівлі з врахуванням мінливості зовнішніх метеорологічних умов, структури системи енергозабезпечення (електрична енергія, тепло, холодна та гаряча вода, газ,) та активностей користувача.
2. Реалізовано метод розпізнавання активностей користувача шляхом аналізу даних бінарних сенсорів руху у реальному часі та використання моделі випадкового лісу в якості класифікатора і моделі Латентного Розміщення Діріхле для врахування розподілу активностей користувача.
3. Розроблено методи аналізу та оптимізації графіків енерговикористання (за всіма видами енергоносіїв) за критерієм приведених фінансових витрат.
4. Реалізовано програмне забезпечення для моделювання енергетичних потоків будівлі та візуалізації активностей користувача.

В подальшому можлива розробка та виготовлення макетів обладнання та дослідно-промислових зразків нового устаткування.

## **9. Існуючі результати впровадження.**

Результати досліджень впроваджені у навчальний процес кафедри АПЕПС: розроблено 1 лекцію по дисципліні «проектуванні кібер-енергетичних систем» та 1 лабораторну роботу.

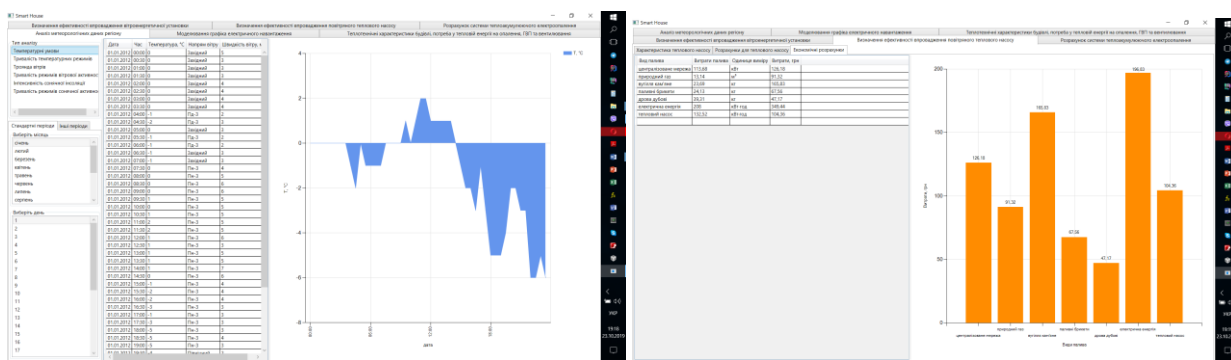
## **10. Назва організації, телефон, E-mail**

КПІ ім. Ігоря Сікорського, теплоенергетичний факультет, кафедра автоматизованого проектування енергетичних процесів і систем, (044) 204-80-90, kafedra.apeps.kpi@gmail.com

## 11. Фото розробки



Дослідний стенд дослідження активностей споживача.



Інтерфейс програми моделювання енергетичних потоків будівлі.

## 12. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Ковальчук А.М., Амброс С.М., Дацюк О.А. Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 79401 «Комп'ютерна програма «Агент моніторингу споживання енергії «Save energy» (Програма «Save energy»)); Дата реєстрації 29.05.2018.
2. Курсенко Л.О., Шпурик В.В. Система моделювання структури та функціонального контенту інженерних систем енергоефективної будівлі// Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», м. Київ, 23-26 квітня 2019 року, ТОМ 2. С.131.
3. ОЛЕНЄВА К.М., ШПУРИК В.В. Використання методів виявлення автоматичних моделей поведінки для побудови аналітичних сценаріїв// Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», м. Київ, 23-26 квітня 2019 року, ТОМ 2. С.122.
4. ЯШИН А.С., Сегеда І.В. Візуалізації структури KNX-мережі з використанням людинномашинного інтерфейсу. // Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», м. Київ, 23-26 квітня 2019 року, ТОМ 2. С.123.

**13. Ключові слова до розробки:** енергоефективність, активний споживач, оптимізація енергоспоживання, управління попитом на енергію.