

исполнения(СТ РК, гармонизированных с EN) даст понимание и новый виток в исследовании сейсмостойкого проектирования и строительства зданий.

#### Список использованных источников

1. Алпысбаев М.Н., Повышев Ю.Н., Нурбатуров К.А., Заикин В.А. Сейсмический каркас в индустриальной домостроительной системе// Технологии бетонов. 2013. № 10 (87). С. 24.
2. Прокопович А.А., Репекто В.В., Луконин В.А. Индустриальное каркасное и панельное домостроение // Строительные материалы. 2011. № 6. С. 50–51.
3. Юмашева Е.И., Сапачева Л.В. Домостроительная индустрия и социальный заказ времени // Строительные материалы. 2014. № 10. С. 3–1.
4. Тешев И.Д., Коростолева Г.К., Объемно-блочное домостроение//Жилищное строительство// Научно-технический журнал. 2016. №12. С. 26-33.
5. Андреева А.Б. Актуальность использования технологий информационного моделирования на всех этапах «жизненного цикла» объекта капитального строительства // Уральский научный вестник. 2019. Т. 3. № 2. С. 63-66.

УДК 697.1

### АТОМАТИЗИРОВАННОЕ МОЖЕЛИРОВАНИЕ ЖИЛЫХ ДОМОВ И СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА СЕТЕЙ

Сулеева Аида Сансызбаевна

[suleeva\\_aida@mail.ru](mailto:suleeva_aida@mail.ru)

Магистрант 1-курса ОП 7М07352 – «Инженерные системы и сети», кафедра  
«Строительство»,

ЕНУ имени Л.Н.Гумилева, г. Нур-Султан, Республика Казахстан

Научный руководитель – к.т.н., и.о. доцента Фазылов К.Р.

Почти две трети потребности в энергии в жилищном секторе расходуется на отопление и охлаждение помещений. Поэтому ключевым аспектом обезуглероживания селектора энергии является повышение эффективности системы отопления, а также широкомасштабный анализ свойств здания. С другой стороны, все больше и больше европейских стран внедряют интеллектуальные счетчики по всей стране. Таким образом, использование данных интеллектуальных счетчиков для определения свойств здания и системы отопления могло бы способствовать декарбонизации сектора отопления жилых помещений, а также предоставить новую возможность для оценки данных интеллектуальных счетчиков.

Расчетные модели зданий и систем отопления могут надежно воспроизводить динамическое поведение здания. Однако эти методы часто требуют подробной информации о здании и его использовании. Любая информация часто неизвестна: владельцы зданий часто не имеют опыта, чтобы определить эту информацию, тогда как консультанты по энергетике не имеют доступа к необходимой информации. В частности, при сравнении различных вариантов модернизации для выбора оптимальной альтернативы часто используются только справочные значения. С другой стороны, интеллектуальные сети периодически измеряют энергопотребление здания, а также основных приборов с временными интервалами от секунд до минут. Если рассматривать тепловые насосы, эти временные ряды энергопотребления могут предоставить существенную информацию о динамике здания и подключенной к нему системы отопления.

Методы, используемые для автоматического моделирования динамики здания и системы отопления, а также для реинжиниринга их свойств на основе временных рядов энергопотребления, в значительной степени можно разделить на два принципиально разных подхода: коробочные модели), где общие модели подгонки (часто с большим числом

степеней свободы и без явного отношения к энергетическим системам здания) адаптируются к имеющимся учебным данным. При относительно небольшой потребности в вычислительном времени этот подход, кроме того, квалифицируется как поставщик краткосрочных и долгосрочных прогнозов потребности в отоплении для отдельных жилых домов, многоквартирных домов и приложений в масштабах района / города. Эти прогнозы позволяют, например, более точно получать энергию, а также применять виртуальные электростанции и, таким образом, могут играть важную роль в создании устойчивой системы теплоснабжения. Проверка и применение, представленные здесь, были сосредоточены на жилых зданиях. Тем не менее, нет никаких внутренних препятствий, препятствующих успешному расширению коммерческих или промышленных зданий.

Алгоритм моделирования основан на упрощенной модели системы, представленной на Рисунок 1. Тепло, генерируемое тепловым насосом, передается по трубам в эмиттерную систему. Последний передает тепло в здание согласно уравнению радиатора. Динамика здания описывается установленной моделью энергобаланса:

$$C \frac{\partial T_{room}}{\partial t} = -H(T_{room} - T_{ambient}) + gI + \dot{Q}_{Es} + \dot{Q}_{internal} \quad (1)$$

На основе уравнения баланса мощности был разработан аналитический инструмент для расчета температуры свободного хода помещения и выведена универсальная энергетическая стратегия. При таком подходе описание теплового поведения помещения восходит только к трем параметрам: обобщенному коэффициенту потерь  $K$ , постоянной времени  $\pi$  и отношению усиления к потерям  $\gamma$ . Путем соответствующего включения солнечной энергии обычное определение «градусо-дней отопления» расширяется до «обобщенных градусо-дней отопления», представленных графически как функция  $\pi$  и  $\gamma$ . Эти два параметра дают «климатическую поверхность» рассматриваемого помещения. Сравнение с данными измерений реальных зданий подтверждает правильность этого подхода. Чтобы проиллюстрировать его практическую ценность, метод климатических поверхностей применяется в этой статье для создания поверхностей для разности расчетных температур и для вывода оптимизированных стратегий нагрева, охлаждения и управления, а также стратегий для ночного затенения, ночное охлаждение и др.. Это уравнение моделирует здание как отдельную комнату с температурой и вместимостью  $C$ . Температура в комнате изменяется в зависимости от притока солнечной энергии с коэффициентом усиления солнечного излучения  $g$  и солнечного излучения, потерь через поверхность здания, тепловых вкладов, жителей и бытовых приборов, а также тепла, выделяемого системой излучателя.

Процедура определения параметров  $C$ ,  $g$  и  $H$ , характеризующих систему отопления и здание, несколько различается для эталонных и реальных зданий. В эталонном случае, когда фактические значения уже известны, эти значения были изменены на 30 %, чтобы проверить, идентифицирует ли метод оптимизации исходные значения. Эта процедура служит базовой проверкой представленного метода.

В реальном случае начальные значения  $C_0$ ,  $N_0$  и  $g_0$  были оценены на основе результатов эталонного случая. В то время как  $C$  было установлено в его начальное значение, начальные значения для  $g$  и  $H$  берутся как центры сетки, которая содержит 25 начальных троек. Сетка должна свести к минимуму вероятность попадания в локальный минимум во время оптимизации. Для каждой точки этой сетки выполняется процедура оптимизации. На последнем этапе параметр  $C$  оптимизируется отдельно, при этом оптимальные значения, найденные для  $g$  и  $H$ , остаются постоянными.

Моделирование системы отопления здания и жилого помещения реализовано в среде Retrosim. В этой структуре динамика здания и системы отопления моделируется путем решения связанных дифференциальных уравнений в частных производных, основанных на сохранении энергии и массового расхода. Конфигурация, показанная на Рисунок 1, используется для процесса оптимизации/оценки параметров: Источник тепла

(рассматриваемый как источник тепла с постоянной мощностью) соединен двумя трубами с системой излучателя. Энергия, передаваемая зданию, рассчитывается по уравнению радиатора с использованием коэффициента радиатора 1,3 для моделирования системы на основе радиатора. Тепло, передаваемое системой излучателя, рассматривается как вход для модели здания, подробно описанной в и уравнении. (1). При моделировании, выполненном в этом контексте, корректируются только параметры здания СН и g. Система отопления управляется двухточечным регулятором, который включает систему отопления, когда температура в помещении падает ниже 19,5 °С, и выключает, если температура в помещении превышает 20,5 °С.

Предлагаемый метод опирается на начальные значения параметров для оптимизации. Чтобы количественно оценить влияние выбора начальных значений на точность определенных свойств здания, каждое начальное значение варьируется в диапазоне плюс-минус 30%, и оптимизация повторяется для каждой тройки параметров. Для эталонных зданий анализируется отклонение оптимизированного набора параметров от фактического набора параметров. Для оценки стабильности результатов для реальных зданий оценивается влияние изменения отдельных параметров на 5% на функцию потерь для всех пяти реальных зданий.

#### Список использованных источников

1. Пилипенко Н. В., Сиваков И. А. Метод определения нестационарных тепловых потоков и теплопроводности путем параметрической идентификации // Измерительная техника. 2011. № 3. С. 48—51.
2. Pilipenko N. Parametrical identification of differential-difference heat transfere models in non-stationary thermal measurements // Heat Transfer Research. 2008.
3. Пилипенко Н.В., Гладских Д.А. Нестационарная теплотерия зданий и сооружений // Изв. вузов. Приборостроение. 2011. Т. 54, № 12. С.
4. Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита. М.: «Издательство Машиностроение-1», 2006.

ӘОЖ 624

#### CROSS HOLE SECTION ЗЕРТТЕУ ӘДІСІ АРҚЫЛЫ LRT ҚҰРЫЛЫС АЛАҢЫНДАҒЫ БҰРҒЫЛАП ҚҰЙЫЛАТЫН ҚАДАЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ

**Сүннатілла Жанерке Нажмитдинқызы**

[zh.sunnatilla@mail.ru](mailto:zh.sunnatilla@mail.ru)

7M07329 - «Құрылыс» ББ 1-курс магистранты, «Құрылыс» кафедрасы, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан қ, Қазақстан Республикасы

**Әленов Данияр Тимурұлы**

[Daniyar\\_7777@inbox.ru](mailto:Daniyar_7777@inbox.ru)

7M07329 - «Құрылыс» ББ 1-курс магистранты, «Құрылыс» кафедрасы, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан қ, Қазақстан Республикасы

**Галымов Нургазы Нурланович**

[Nurha\\_00@mail.ru](mailto:Nurha_00@mail.ru)

7M07329 - «Құрылыс» ББ 1-курс магистранты, «Құрылыс» кафедрасы, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан қ, Қазақстан Республикасы  
Ғылыми жетекші – PhD, аға оқытушы Омаров А.Р.

Қазіргі уақытта құрылыс саласындағы ғимараттар мен имараттарды сапалы тұрғызуда бірден бір негізгі және маңызды құрастырылымдардың бірі – қадалы іргетастар болып табылады. Қаданы дайындау немесе тасымалдау барысында белгілі бір аумағында ауытқулар пайда болуы мүмкін. Әсіресе, бұрғылап құйылатын қадалардың тұтастығының