

**УДК 697.1**

А.А. АМИРХАНОВ, студент гр. 511 (БашГАУ)

А.Е. БАЯЗОВ, студент гр. 511 (БашГАУ)

Научный руководитель С.З. ИНСАФУДДИНОВ, к.т.н., доцент (БашГАУ)  
г. Уфа

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ  
ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА ЖИЛОГО ДОМА  
В Г. УФА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЧЕТЫРЕХЛЕТНЕГО  
МОНИТОРИНГА**

**Аннотация.** В статье представлены результаты четырехлетнего мониторинга (с 2021 по 2025 гг.) работы модернизированного индивидуального теплового пункта (ИТП) жилого дома в г. Уфа. Целью исследования была комплексная оценка влияния реконструкции ИТП, проведенной в 2023 году, на энергопотребление объекта. На основе ежемесячных данных о температуре наружного воздуха и потреблении тепловой энергии проведен сравнительный анализ до и после модернизации. Расчеты абсолютного и относительного снижения энергопотребления, выполненные для сезонов с идентичными климатическими условиями, наглядно демонстрируют достигнутую экономию. Дополнительно проанализирована устойчивость эффекта и выполнен расчет удельного энергопотребления с применением метода градусо-суток. Результаты подтверждают высокую эффективность и окупаемость мероприятий по модернизации.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, мониторинг, потребление тепловой энергии, погодозависимое регулирование, сравнительный анализ, экономия энергии, индивидуальный тепловой пункт, градусо-сутки.

Повышение энергоэффективности в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ) Российской Федерации является одной из приоритетных задач в условиях постоянного роста тарифов на энергоресурсы и требований к снижению эксплуатационных расходов [1]. Значительный потенциал энергосбережения сосредоточен в системах теплоснабжения зданий, где ключевую роль играют индивидуальные тепловые пункты (ИТП). Устаревшие ИТП, работающие по застойным или жестким температурным графикам, часто приводят к «перетопам» помещений в переходные периоды отопительного сезона и значительным потерям тепловой энергии [2].

Модернизация ИТП с установкой систем автоматического погодозависимого регулирования и современного энергоэффективного оборудования признана одним из наиболее эффективных мероприятий [3]. Однако для оценки реальной, а не проектной эффективности таких решений необ-

ходим многолетний мониторинг в условиях реальной эксплуатации, позволяющий нивелировать влияние переменных климатических факторов.

Целью данного исследования является объективная оценка влияния реконструкции ИТП, проведенной в 2023 году, на теплопотребление жилого дома в г. Уфа на основе анализа данных четырехлетнего мониторинга.

Задачи исследования:

1. Провести сравнительный анализ потребления тепловой энергии до и после модернизации для сезонов с идентичными климатическими условиями.

2. Количественно оценить абсолютное и относительное снижение энергопотребления.

3. Оценить устойчивость достигнутого эффекта путем анализа динамики за четыре отопительных сезона с применением метода градусо-суток.

4. Идентифицировать технологические факторы, обусловившие экономию.

Объект исследования: многоквартирный жилой дом 12 этажей, 1985 года постройки. Теплоснабжение осуществляется от тепловых сетей МУП «УИС» г. Уфы по зависимой схеме с расчетным температурным графиком 150/70 °С и рабочим давлением 5,2/3,2 кгс/см<sup>2</sup>.

Согласно проекту 2023.1460, до модернизации ИТП работал по устаревшей схеме. В ходе реконструкции было установлено следующее оборудование:

- узел автоматического регулирования системы отопления: программируемый контроллер ОВЕН ТРМ1032;

- исполнительные механизмы: регулирующий клапан КПСРТ 1.17-32-16-СЧ-1,6-1-150-V (Dy 32 мм, Kvs=16 м<sup>3</sup>/ч) с электроприводом;

- измерительное оборудование: накладные датчики температуры ДТС3225-РТ1000.В2 (2 шт.) на трубопроводах и датчик температуры наружного воздуха ДТС3005-РТ1000.В2;

- циркуляционные насосы: два насоса Calpeda NR50/125C/A с частотными преобразователями;

- система защиты: реле перепада давления KIPPRIBOR MPR 203 для защиты насосов от «сухого хода».

Был реализован оптимальный температурный график системы отопления здания 95/70 °С.

Методика сбора данных и расчетов: мониторинг проводился в течение четырех последовательных отопительных периодов (с октября 2021 года по апрель 2025 года). Исходные данные:

- потребление тепловой энергии: ежемесячные показания коммерческого теплосчетчика;

- температура наружного воздуха: среднемесячные данные с местной метеостанции.

Для корректного сравнения сезонов с разной температурой наружного воздуха использован метод градусо-суток отопительного периода (ГСОП). Удельное потребление тепловой энергии рассчитывалось по формуле:

$$q_{уд} = Q / \text{ГСОП}, \quad (1)$$

где  $Q$  – фактическое потребление за сезон (Гкал), ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, рассчитанные относительно  $+8^{\circ}\text{C}$ .

Ключевым для оценки эффективности модернизации является сравнение сезонов 2022-2023 и 2023-2024, которые характеризуются идентичной среднесезонной температурой ( $-5.71^{\circ}\text{C}$ ). Это позволяет нивелировать влияние погодного фактора и выделить эффект исключительно от модернизации ИТП.

Потребление тепла в сезоне 2022-2023 (до модернизации) составило 519,875 Гкал.

Потребление тепла в сезоне 2023-2024 (после модернизации) составило 433,164 Гкал.

Абсолютное снижение:  $\Delta Q = 519,875 - 433,164 = 86,711$  Гкал.

Относительное снижение:  $\delta = (86,711 / 519,875) \cdot 100\% \approx 16,7\%$ .

Данное снижение потребления энергии при одинаковой тепловой нагрузке напрямую демонстрирует повышение эффективности работы системы теплоснабжения.

Для оценки устойчивости эффекта анализируется тенденция за все четыре сезона. Поскольку сезоны имеют разную продолжительность и холодность, прямое сравнение абсолютных значений потребления некорректно. Расчет удельного потребления ( $q_{уд}$ ) позволяет устранить этот фактор (таблица 1).

Анализ данных таблицы 1 показывает:

1) в сезонах с одинаковым ГСОП (2022-2023 и 2023-2024) удельное потребление снизилось на 16,7%, что подтверждает результат, полученный в абсолютных величинах;

2) удельное потребление в сезоне 2024-2025 (0,0833 Гкал/ГСОП) практически не изменилось по сравнению с сезоном после модернизации 2023-2024 (0,0825 Гкал/ГСОП). Это доказывает, что достигнутая экономия является стабильной характеристикой работы системы, а не случайным отклонением.

Существенное снижение потребления, особенно в переходные месяцы (октябрь, апрель) и при температурах, близких к  $0^{\circ}\text{C}$  (ноябрь, март), однозначно указывает на эффективность внедренного погодозависимого регулирования на базе контроллера ОВЕН ТРМ1032. Модернизированный ИТП гибко температуру теплоносителя в системе отопления при повыше-

нии наружной температуры, избегая перетопов. Дополнительный вклад в экономию вносят:

- работа циркуляционных насосов с переменной частотой вращения, снижающая расход электроэнергии;
- повышенный КПД нового пластинчатого теплообменника ГВС.

При средней стоимости тепловой энергии 2000 руб./Гкал годовая экономия после модернизации составляет около 173 000 руб. (86,711 Гкал · 2000 руб.). Приблизительная стоимость модернизации ИТП для дома подобной площади составляет 1,5-2,0 млн руб. Таким образом, срок окупаемости мероприятий не превышает 9-12 лет, что является приемлемым показателем для проектов в ЖКХ.

**Таблица 1**

**Климатические условия и расчет удельного потребления тепловой энергии**

Пе- риод	Окт	Ноя	Дек	Янв	Фев	Мар	Апр	Сред несе- зон- ное $\Delta t$	Годовое потреб- ление, Гкал/год	Уд. по- требле- ние, $q_{уд}$ , Гкал/ ГСОП
2021 - 2022	3,00	-3,00	-8,00	-13,00	-6,00	-10,00	3,00	-4,86	515,625	0,1063
2022 - 2023	5,00	-5,00	-13,00	-16,00	-12,00	-2,00	3,00	-5,71	519,875	0,0990
2023 - 2024	4,00	-1,00	-13,00	-15,00	-15,00	-8,00	8,00	-5,71	433,164	0,0825
2024 - 2025	1,00	-2,00	-6,00	-7,00	-11,00	-5,00	6,00	-3,43	387,150	0,0833

### **Заключение**

Проведенная в 2023 году модернизация ИТП с установкой системы автоматического погодозависимого регулирования на базе контроллера ОВЕН ТРМ1032 доказала свою высокую эффективность. В первый же отопительный сезон после ее проведения при идентичных климатических условиях потребление тепловой энергии сократилось на 86,711 Гкал, или 16,7%.

Эффект от модернизации является устойчивым. Анализ удельного энергопотребления ( $q_{уд}$ ) подтвердил, что система стабильно работает в экономичном режиме в течение двух отопительных сезонов после реконструкции.

Основным механизмом экономии является ликвидация «перетопов» за счет гибкого регулирования температуры теплоносителя в системе отопления в зависимости от текущих погодных условий.

Рассчитанный срок окупаемости проекта (9-12 лет) делает подобные мероприятия экономически целесообразными для тиражирования в жилищном фонде со схожими характеристиками.

Перспективы дальнейших исследований связаны с детальным анализом экономии по отдельным месяцам и компонентам (отопление, ГВС), а также с оценкой влияния модернизации ИТП на температурный комфорт в помещениях.

#### Список литературы:

1. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...».

2. Гриб, Е. А. Теплотери и теплоприобретения в зданиях / Е. А. Гриб // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса: материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2022 года. Том ч.2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2023. – С. 360-362. – EDN EMATGJ.

3. СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий".

#### Информация об авторах:

Амирханов Артур Радикович, студент гр. 511, БашГАУ, 450001,  
г. Уфа, ул. 50-летия Октября, д. 34, elina2012artur@gmail.com

Баязов Александр Евгеньевич, студент гр. 511, БашГАУ, 450001,  
г. Уфа, ул. 50-летия Октября, д. 34, aleksandarbayazov@yandex.ru

Инсафуддинов Самат Зайтунович, к.т.н., доцент, БашГАУ, 450001,  
г. Уфа, ул. 50-летия Октября, д. 34, insamat@mail.ru