

УДК 338.24

Метод оценки требуемых объемов теплопотребления жилищного фонда субъектов РФ

Е.Ю. Головина

Головина Елена Юрьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной и бизнес-информатики НИУ «МЭИ», e-mail: e-gol@mail.ru

Актуальность проведения работ по определению прогнозных оценок необходимых объемов теплопотребления жилищного фонда субъектов РФ (городов, областей, округов), затрачиваемых на их системы отопления, обоснована чрезвычайной необходимостью в определении объемов добычи топливно-энергетических ресурсов и распределении их по округам, областям и городам. Эти работы используются также с целью планирования необходимых объемов теплопотребления жилищного фонда субъектов РФ с учетом динамики их развития, т. е. увеличения этих объемов за счет ввода в эксплуатацию новых площадей в субъектах РФ.

Трудность применения существующих методов к определению расхода теплоты на отопление и вентиляцию по региону (например, Центральному федеральному округу) заключается в точности определения количества зданий и их удельных теплопотерь. Для этих целей предложены укрупненные показатели удельных расчетных расходов теплоты по жилым зданиям на одного жителя для городов, которые вычисляются на основе удельных теплопотерь, заданных для типовых зданий, старых построек (кирпичных 4–5-этажных; блочных и панельных 5–9-этажных; панельных 9–12-этажных).

Предложен подход к определению прогнозных оценок необходимых объемов теплопотребления жилищного фонда субъектов РФ (городов, областей, округов), затрачиваемых на их системы отопления. Этот подход базируется на двух методах:

- 1) адаптированном методе анализа статистических данных об объемах теплопотребления жилищного фонда субъектов РФ, затрачиваемых на их системы отопления, применяемом с целью определения статистических данных;
- 2) методе определения прогнозных оценок необходимых объемов теплопотребления жилищного фонда субъектов РФ, затрачиваемых на их системы отопления.

Приведена апробация предложенного подхода на примере определения прогнозных оценок необходимых объемов теплопотребления жилищного фонда Центрального федерального округа, затрачиваемых на систему отопления, которая является обоснованием применимости этого подхода для решения задач планирования объемов теплопотребления жилищного фонда субъектов РФ, затрачиваемых на их системы отопления, и снабжения их топливно-энергетическими ресурсами с учетом перспектив развития субъектов РФ.

Ключевые слова: объемы теплопотребления городов и областей; планирование объемов теплопотребления городов и областей; система отопления.

A Method for Estimating the Required Amount of Heat Consumption by the Housing Stock Sector in the Russian Federation Entities

Ye.Yu. Golovina

Golovina Yelena Yu. – Ph.D. (Techn.), Assistant Professor of Applied and Business Informatics Dept., MPEI, e-mail: e-gol@mail.ru

The relevance of carrying out work on predicting the necessary amounts of heat consumption in the Russian Federation (RF) entities (cities, regions and districts) for their heating systems is stemming from the extremely important necessity of determining the amounts in which fuel-and-energy resources shall be produced and how they shall be distributed among the districts, regions and cities. These predictions are also used to plan the necessary amounts of heat consumption in the RF entities, taking into account the dynamics of their development, i.e., the increase of these amounts due to commissioning of new areas/facilities in the RF entities.

The complexity of applying the existing methods to determining the heat consumption for heating and ventilation in a district (e.g., in the Central Federal District) lies in ensuring the accuracy of determining the number of buildings and their specific heat losses. To this end, aggregated indicators of specific design amounts of heat expenditure in residential buildings per capita for cities have been proposed, which are calculated on the basis of specific heat losses specified for typical buildings and old houses (4–5-storey brick houses, 5–9-storey block and panel houses, and 9–12-storey panel houses).

The approach to determining predicted estimates of the necessary amounts of heat consumption in the housing stock of RF entities (cities,

regions and districts) for their heating systems is proposed. This approach is based on the following two methods:

- (1) the adapted method for analyzing statistical data on the amounts of heat consumption in the housing stock of RF entities for their heating systems, which is used to determine the statistical data;
- (2) the method for determining predicted estimates of necessary heat consumption amounts in the housing stock of RF entities for their heating systems.

The proposed approach has been approbated taking as an example the case of determining predicted estimates of the necessary heat consumption amounts in the housing stock of the Central Federal District for its heating systems. This approbation justifies the applicability of the proposed approach to settling matters concerned with planning the amounts of heat consumption in the housing stock of RF entities for their heating systems and with supplying fuel-and-energy resources to them with due regard of the anticipated future development of the RF entities.

Key words: amounts of heat consumption in cities and regions, planning of heat consumption amounts in cities and regions, heating system.

Введение

Для обоснования актуальности и необходимости проведения работ по определению прогнозных оценок необходимых объемов теплотребления жилищного фонда субъектов РФ (городов, областей, округов), затрачиваемых на их системы отопления, следует привести объяснение, что понимают под необходимыми объемами теплотребления. Это объемы теплотребления, определенные на основе вычисленных фактических удельных отопительных характеристик субъектов РФ и нормативных характеристик отопительного периода городов (см. СНиП 23-01-99) или средневзвешенных характеристик отопительного периода, полученных на основе нормативных характеристик отопительного периода городов (см. СНиП 23-01-99) и отапливаемых площадей или объемов областей и округов РФ.

Актуальность проведения работ по определению прогнозных оценок необходимых объемов теплотребления жилищного фонда субъектов РФ, затрачиваемых на их системы отопления, обоснована чрезвычайной необходимостью в определении объемов добычи топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и распределении их по округам, областям и городам. Актуальность этих работ обоснована и тем, что степень суровости климата в России по показателю «градус – сутки отопительного периода» превосходит показатели европейских стран и США почти в 2 раза [1] объемы потребления ТЭР велики, а эффективность их использования мала или значительно уступает по сравнению с ведущими мировыми державами [2]. Подход к определению прогнозных оценок необходимых объемов теплотребления субъектов, затрачиваемых на их системы отопления, также используется с целью планирования этих объемов с учетом динамики их развития, т. е. увеличения этих объемов за счет ввода в эксплуатацию новых площадей. Для повышения энергоэффективности субъектов необходим также метод анализа статистических данных об их объемах теплотребления, затрачиваемых на их системы отопления, позволяющий выявить субъекты РФ, в групповых объектах которых необходимо проведение энергоаудита.

Таким образом, этот подход используется как для разработки планов по теплотреблению субъектов,

так и снабжению их ТЭР с учетом перспектив развития субъектов.

Трудность применения существующих методов к определению расхода теплоты на отопление и вентиляцию по региону, например Центральному федеральному округу, заключается в точности определения количества зданий и их удельных теплотерь, поскольку в предложенных методах суммарный расход теплоты на отопление и вентиляцию по региону представляет собой сумму расходов отдельных абонентов [3], в которых расчетные теплотери здания определяются по удельным теплотерям, заданным в таблице СНиП. Для этих целей предложены укрупненные показатели удельных расчетных расходов теплоты по жилым зданиям на одного жителя для городов [4], вычисляемые на основе удельных теплотерь, заданных для типовых зданий, старых застроек (кирпичных 4–5-этажных; блочных и панельных 5–9-этажных; панельных 9–12-этажных) [4].

В основе разработанного подхода к определению прогнозных оценок необходимых объемов теплотребления жилищного фонда субъектов РФ, затрачиваемых на их системы отопления, лежит адаптированный метод анализа статистических данных об этих объемах. Этот метод применяется с целью определения статистических данных, которые могут быть использованы в методе определения прогнозных оценок необходимых объемов теплотребления жилищного фонда субъектов РФ, затрачиваемых на их системы отопления. Перед его описанием приведем метод анализа статистических данных, адаптацией которого он является.

Методы анализа статистических данных

Метод анализа статистических данных

Приведем постановку задачи.

Дано: A_i , $i = 1, \dots, n$ — статистические данные объекта A , где n — количество анализируемых лет; B_{il} , $l = 1, \dots, L$ — статистические данные параметров, применяемых для определения значений объекта A , где L — количество параметров.

Найти: на сколько процентов искажены статистические данные A_i и B_{il} .

Предложенный метод анализа статистических данных состоит из следующих шагов.

1. Определение пропорции

$$\frac{A_i}{A_a} \sim F \left(\frac{F_1(B_{i1})}{F_1(B_{a1})}, \frac{F_2(B_{i2})}{F_2(B_{a2})}, \dots, \frac{F_L(B_{iL})}{F_L(B_{aL})} \right),$$

где F, F_1, \dots, F_L — арифметические функции; $a \in \{\text{эталон}, \min, \max\}$; A_a — эталонное, минимальное или максимальное значение объекта A за n анализируемых лет; $B_{al}, l = 1, \dots, L$, — соответствующее ему значение параметра B_l .

2. Определение значения параметра a ; A_a и $B_{al}, l = 1, \dots, L$ есть эталонные значения параметров, если они могут быть определены, в противном случае параметр a задается на основе вычисления усредненной динамики изменения объекта A . Вычисление усредненной динамики изменения объекта A осуществляется на основе предложенного способа усреднения значений, приведенного ниже. Входными данными в этом способе являются: $\Delta A_i = A_i - A_{i+1}$, где $i = 1, \dots, n-1$ (статистические данные задаются по мере убывания анализируемых лет). Результатом применения этого способа является ΔA_{cp}^* . Если $\Delta A_{\text{cp}}^* \geq 0$, то $a = \min$. Если $\Delta A_{\text{cp}}^* < 0$, то $a = \max$.

3. Выполнение проверки статистических данных за n анализируемых лет на основе пропорционального уравнения с целью определения статистических данных для их обработки:

$$A_i^* = F' \left(\frac{F_1(B_{i1})}{F_1(B_{a1})}, \frac{F_2(B_{i2})}{F_2(B_{a2})}, \dots, \frac{F_L(B_{iL})}{F_L(B_{aL})} \right) A_a, \quad i = 1, \dots, n.$$

Определение, на сколько процентов искажены статистические данные, осуществляется по следующей формуле:

$$\delta_i = \frac{|A_i^* - A_i|}{A_i^*} 100, \quad i = 1, \dots, n.$$

Приведен предложенный способ усреднения значений, который состоит из следующих шагов.

1. Определение интервалов: $[\Delta A_i - \frac{k}{100} \Delta A_i; \Delta A_i + \frac{k}{100} \Delta A_i]$, где $i = 1, \dots, n-1$ и значение $k/2$ — погрешность способа усреднений, %.

2. Определение интервала I_{max} , содержащего максимальное количество значений ΔA_i .

3. Среднее значения ΔA_{cp}^* определяется как среднее арифметическое значений ΔA_i , принадлежащих найденному интервалу I_{max} .

Также разработан частный случай этого метода, когда F есть функция суммирования. Этот случай выделен, поскольку он является наиболее широко используемым на практике.

Примечание. Таким образом, если осуществляется проверка статистических данных на завышение ($a = \min$), то эталонными статическими данными являются данные, которые при проверке на занижение ($a = \max$) являются максимально заниженными, т. е. имеют максимальное отклонение. И наоборот, если выполняется проверка статистических данных на занижение ($a = \max$), то эталонными статическими данными являются данные, которые при проверке на завышение ($a = \min$) являются максимально завышенными, т. е. имеют максимальное отклонение. Также следует отметить, что если статистические данные завышены на определенное количество процентов, то на основе пропорционального уравнения делаем вывод, что на то же количество процентов занижены статистические данные параметров, и наоборот.

Адаптированный метод анализа статистических данных об объемах теплопотребления жилищного фонда субъектов РФ, затрачиваемых на их системы отопления

Приведем постановку задачи.

Дано: годовые объемы теплопотребления жилищного фонда городов или областей, затрачиваемых на их системы отопления, $Q_{vi}, i = 1, \dots, n$, где n — число анализируемых годов; отапливаемые объемы жилищного фонда городов или областей V_i или их отапливаемые площади $F_i, i = 1, \dots, n$.

Выполнить: анализ статистических данных об объемах теплопотребления жилищного фонда городов и областей, затрачиваемых на их системы отопления.

Приведем описание предложенного метода анализа статистических данных об объемах теплопотребления жилищного фонда городов и областей, затрачиваемых на их системы отопления.

1. Если заданы отапливаемые объемы жилищного фонда городов или областей, то определение их отопительных характеристик $qV_i, i = 1, \dots, n$, проводят по формуле

$$qV_i = \frac{Q_{vi}}{\alpha(t_{\text{он}_i})(1+\beta)(t_{\text{вн}} - t_{\text{он}_i})P_{\text{он}_i}}, \quad (1)$$

где $\alpha(t_{\text{он}_i})$ — поправочный коэффициент к отопительной характеристике на температуру наружного воздуха; β — коэффициент, учитывающий теплозатраты на инфильтрацию; $t_{\text{вн}}$ — средняя температура воздуха в отапливаемых зданиях жилищного фонда городов или областей ($t_{\text{вн}} = 18^\circ\text{C}$).

Средняя температура отопительного периода $t_{\text{он}_i}$ и его продолжительность $P_{\text{он}_i}$ в году i для городов определяются на основе статистических среднесуточных температур за отопительный период, полученных на базе статистических среднечасовых температур; для областей — на основе средневзвешенных характеристик отопительного периода:

$$t_{\text{оп.обл}i} = \frac{\sum_{j=1}^N F_{ji} t_{\text{оп}ji}}{\sum_{j=1}^N F_{ji}}, \quad (2)$$

где F_{ji} — отапливаемая площадь жилищного фонда в городе j в году i ; $t_{\text{оп}ji}$ — средняя температура отопительного периода в городе j в году i ; N — число городов, входящих в область (см. СНиП 23-01-99); $t_{\text{вн}} = 18$ °С;

$$P_{\text{оп.обл}i} = \frac{\sum_{j=1}^N F_{ji} P_{\text{оп}ji}}{\sum_{j=1}^N F_{ji}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{оп}ji}$ — продолжительность отопительного периода в городе j в году i ; остальные параметры приведены в (2).

П р и м е ч а н и е . Для округов РФ характеристики отопительного периода определяются как средневзвешенные характеристики по следующим формулам:

$$t_{\text{оп.округ}i} = \frac{\sum_{j=1}^N F_{ji} t_{\text{оп}ji}}{\sum_{j=1}^N F_{ji}},$$

где F_{ji} — отапливаемая площадь жилищного фонда в области j в году i ; $t_{\text{оп}ji}$ — средняя температура отопительного периода в области j в году i ; N — число областей, входящих в округ;

$$P_{\text{оп.округ}i} = \frac{\sum_{j=1}^N F_{ji} P_{\text{оп}ji}}{\sum_{j=1}^N F_{ji}},$$

где $P_{\text{оп}ji}$ — продолжительность отопительного периода в области j в году i .

Если заданы отапливаемые площади жилищного фонда городов или областей, то определение их отопительных характеристик qF_i , $i = 1, \dots, n$, выполняется по формуле

$$qF_i = \frac{Q_{\text{т}i}}{P_{\text{они}}}. \quad (4)$$

2. Выполнение проверки объемов теплопотребления жилищного фонда городов или областей, затрачиваемых на их системы отопления, на основе парных сравнений отапливаемых объемов (или площадей) жилищного фонда и их отопительных характеристик за анализируемые годы:

$$\begin{aligned} &\text{если } V_i \geq V_{i+1}, i = 1, \dots, n-1, \text{ то } qV_i \geq qV_{i+1}; \\ &\text{если } F_i \geq F_{i+1}, i = 1, \dots, n-1, \text{ то } qF_i \geq qF_{i+1}. \end{aligned}$$

П р и м е ч а н и е . Соотношения составлены на основе следующих данных, приведенных для Цен-

трального федерального округа (ЦФО), который выбран, поскольку является одним из самых больших и значимых в РФ:

- среднее отклонение удельной отопительной характеристики жилищного фонда в ЦФО, средневзвешенной по отапливаемым площадям жилищного фонда в его областях, от ее среднего значения за период 2000—2010 гг. составляет 3 %;

- темпы роста отапливаемых площадей жилищного фонда в ЦФО за период 2000—2010 гг. составляет 18 %, что почти в 2 раза больше темпов снижения удельной отопительной характеристики жилищного фонда в ЦФО за анализируемый период.

3. а) Если найдено хотя бы одно невыполнение парного сравнения (см. шаг 2), то предоставленные статистические данные об объемах теплопотребления жилищного фонда городов или областей, затрачиваемых на их системы отопления, являются недостоверными, в противном случае — выполнение п. б).

б) Определение удельной отопительной характеристики жилищного фонда города или области

$$q_i = \frac{Q_{\text{т}i}}{P_{\text{они}} F_i}, i = 1, \dots, n,$$

где n — количество анализируемых лет. Если q_i , $i = 1, \dots, n$, соответствует теплопроводности основных строительных материалов, то предоставленные статистические данные об объемах теплопотребления жилищного фонда городов или областей, затрачиваемых на их системы отопления, $Q_{\text{т}i}$, $i = 1, \dots, n$, являются достоверными и могут быть использованы для определения прогнозных оценок объемов теплопотребления жилищного фонда городов и областей, затрачиваемых на их системы отопления.

4. Определение искажения статистических годовых объемов теплопотребления жилищного фонда городов или областей, затрачиваемых на их системы отопления, $Q_{\text{т}i}$, $i = 1, \dots, n$. Выполняется на основе пропорций:

$$\frac{qF_{\text{мин}} - F_{\text{мин}}}{qF_i^* - F_i}; \quad \frac{qV_{\text{мин}} - V_{\text{мин}}}{qV_i^* - V_i};$$

Отсюда $qF_i^* = \frac{qF_{\text{мин}} F_i}{F_{\text{мин}}}$; $qV_i^* = \frac{qV_{\text{мин}} V_i}{V_{\text{мин}}}$, где qF_i^* и qV_i^* — определенные отопительные характеристики жилищного фонда города или области в году i (см. формулы (1) и (4)); $qF_{\text{мин}}$ и $qV_{\text{мин}}$ — минимальные значения qF и qV жилищного фонда городов и областей, определенные за n анализируемых лет, и соответствующие им площадь $F_{\text{мин}}$ и объем $V_{\text{мин}}$. Тогда определение искажения $Q_{\text{т}i}$, $i = 1, \dots, n$ выполняется на основе следующих действий:

$$\delta = (|qF_i - qF_i^*|/qF_i)100\%, \text{ или } \delta = (|qV_i - qV_i^*|/qV_i)100\%.$$

П р и м е ч а н и е . Пропорции составлены на основе данных, приведенных в примечании к шагу 2.

5. Определение отношения

$$\frac{qF_i}{qF_{\min}} = \frac{Q_{\tau i} P_{\text{оп}}}{P_{\text{оп}} Q_{\tau \min}} \sim \frac{Q_{\tau i}}{Q_{\tau \min}},$$

где qF_i — отопительная характеристика жилищного фонда города или области, соответствующая объему теплопотребления $Q_{\tau i}$ в i -м году; qF_{\min} — отопительная характеристика жилищного фонда города или области, соответствующая минимальному объему теплопотребления $Q_{\tau \min}$ за n анализируемых лет.

Примечание. Обоснованием составленной пропорции являются следующие данные, приведенные для ЦФО:

а) среднее отклонение характеристики «градус – сутки отопительного периода», средневзвешенной по отапливаемым площадям жилищного фонда в областях, в ЦФО от ее среднего значения за 2000—2010 гг. составляет 5 %;

б) среднее отклонение $P_{\text{оп}}$ от среднего значения в г. Москве за 2001—2007 гг. составляет 3 %.

На основе примечания в шаге 2 получим $F_i / F_{\min} \sim Q_{\tau i} / Q_{\tau \min}$, где F_{\min} — отапливаемая площадь жилищного фонда города или области, соответствующая минимальному объему теплопотребления $Q_{\tau \min}$.

Таким образом, минимальному объему теплопотребления жилищного фонда города или области, затрачиваемому на его или ее систему отопления, $Q_{\tau \min}$, должна соответствовать минимальная отапливаемая площадь жилищного фонда города или области за n анализируемых лет. Если это не так, то статистические годовые $Q_{\tau i}$, $i = 1, \dots, n$, не соответствуют их отапливаемым площадям.

Определение, на сколько процентов искажены статистические данные выполняется на основе следующих действий:

$$Q_{\tau i}^* = \frac{F_i Q_{\tau \min}}{F_{\min}},$$

где $Q_{\tau i}^*$ — вычисленный $Q_{\tau i}$, $i = 1, \dots, n$;

если $Q_{\tau i}^* < Q_{\tau i}$, то $Q_{\tau i}$, $i = 1, \dots, n$, завышены на $\frac{|Q_{\tau i} - Q_{\tau i}^*|}{Q_{\tau i}^*} 100\%$, в противном случае $Q_{\tau i}$ соответствует отапливаемой площади жилищного фонда города или области F_i .

6. Определение отношения

$$\frac{qV_i}{qV_{\min}} = \frac{\alpha(t_{\text{оп.мин}})(1+\beta)(t_{\text{вн}} - t_{\text{оп.мин}})P_{\text{оп.мин}}Q_{\tau i}}{\alpha(t_{\text{оп.и}})(1+\beta)(t_{\text{вн}} - t_{\text{оп.и}})P_{\text{оп.и}}Q_{\tau \min}}.$$

где qV_i — отопительная характеристика жилищного фонда города или области, соответствующая объему теплопотребления $Q_{\tau i}$ в i -м году; qV_{\min} — отопительная характеристика жилищного фонда города или области, соответствующая минимальному объему теплопотребления $Q_{\tau \min}$ за n анализируемых лет; qV_i и qV_{\min} определяются по формуле (1).

Примечание. Обоснованием составленных пропорций являются данные, приведенные в примечаниях в шагах 2 и 5.

Получаем, что

$$V_i / V_{\min} \sim Q_{\tau i} / Q_{\tau \min},$$

где V_{\min} — отапливаемый объем жилищного фонда города или области, соответствующий минимальному объему теплопотребления $Q_{\tau \min}$.

Действия для определения соответствия $Q_{\tau i}$ отапливаемым объемам жилищного фонда города или области V_i совпадают с действиями для определения соответствия $Q_{\tau i}$ отапливаемым площадям F_i (см. шаг 5).

Метод определения прогнозных оценок необходимых объемов теплопотребления жилищного фонда субъектов РФ, затрачиваемых на их системы отопления

Предложен метод определения прогнозных оценок необходимых объемов теплопотребления жилищного фонда субъектов РФ, затрачиваемых на их системы отопления. Приведем его шаги.

1. Определение фактической отопительной характеристики жилищного фонда города или области на основе статистического объема теплопотребления жилищного фонда города или области, затрачиваемого на его или ее систему отопления, который прошел проверку в адаптированном методе анализа статистических данных об их объемах теплопотребления и выбранный за последний год, и фактических параметров отопительного периода ($t_{\text{оп}}$ и $P_{\text{оп}}$) за выбранный год.

а) Если заданы отапливаемые объемы жилищного фонда городов или областей, то определение их отопительных характеристик qV_{ϕ} выполняется по формуле

$$qV_{\phi} = \frac{Q_{\tau \text{стат}}}{\alpha(t_{\text{оп.ф}})(1+\beta)(t_{\text{вн}} - t_{\text{оп.ф}})P_{\text{оп.ф}}},$$

где $t_{\text{оп.ф}}$ и $P_{\text{оп.ф}}$ для городов определяются на основе статистических среднесуточных температур за отопительный период, полученных на базе статистических среднечасовых температур; для областей — на основе средневзвешенных характеристик отопительного периода (см. формулы (2), (3)); $t_{\text{вн}} = 18$ °C; $\beta = 0,15$.

б) Если заданы отапливаемые объемы жилищного фонда городов или областей, то определение их отопительных характеристик qF_{ϕ} выполняется по формуле

$$qF_{\phi} = Q_{\tau \text{стат}} / P_{\text{оп.ф}}.$$

2. Определение фактической удельной отопительной характеристики жилищного фонда города или области:

$$q = \frac{Q_{т.стат}}{\alpha(t_{опф})(1+\beta)(t_{вн} - t_{опф})P_{опф}V_{ф}};$$

$$q = \frac{Q_{т.стат}}{P_{опф}F_{ф}}.$$

3. Определение прогнозных оценок необходимых объемов теплотребления жилищного фонда городов и областей, затрачиваемых на их системы отопления, на основе фактической удельной отопительной характеристики жилищного фонда города или области; нормативных параметров отопительного периода городов (см. СНиП 23-01-99) и средневзвешенных параметров отопительного периода для областей и округов, полученных на основе нормативных параметров отопительного периода городов (см. СНиП 23-01-99) и с использованием формул (2), (3); прогнозных оценок отапливаемых площадей и объемов жилищного фонда городов и областей.

Для городов:

$$Q_{тпри}^{необх} = qV_{при}\alpha(t_{оп.СНиП})(1+\beta)(t_{вн} - t_{оп.СНиП})P_{оп.СНиП};$$

$$Q_{тпри}^{необх} = qF_{при}P_{оп.СНиП},$$

где $i = 1, \dots, n$, n — количество лет для определения прогнозных оценок; $V_{при}$ и $F_{при}$ — прогнозные оценки отапливаемого объема и отапливаемой площади жилищного фонда города в году i .

Для областей:

$$Q_{тпри}^{необх} = qV_{при}\alpha(t_{оп.вз.СНиП})(1+\beta)(t_{вн} - t_{оп.вз.СНиП})P_{оп.вз.СНиП};$$

$$Q_{тпри}^{необх} = qF_{при}P_{оп.вз.СНиП},$$

где $i = 1, \dots, n$, n — количество лет для определения прогнозных оценок; $V_{при}$ и $F_{при}$ — прогнозные оценки отапливаемого объема и отапливаемой площади жилищного фонда области в году i ; $t_{оп.вз.СНиП}$ и $P_{оп.вз.СНиП}$ — параметры отопительного периода по СНиП 23-01-99, средневзвешенные по отапливаемым объемам или площадям жилищного фонда городов для областей (см. формулы (2) и (3)) или жилищного фонда областей для округов РФ.

Примечание. Для ЦФО $P_{опф}$ и $P_{оп.СНиП}$ выбираются по г. Москве вследствие значительного (почти в 10 раз) преобладания отапливаемых площадей в г. Москве и Московской области по сравнению с други-

ми областями. Также интегральный график, построенный для отопительной нагрузки г. Москвы, может быть использован для всей средней полосы европейской части России [3].

Апробация предложенного подхода к определению прогнозных оценок необходимых объемов теплотребления жилищного фонда субъектов РФ, затрачиваемых на их системы отопления, на примере Центрального федерального округа

Проведена апробация адаптированного метода анализа статистических данных об объемах теплотребления жилищного фонда городов и областей, затрачиваемых на их системы отопления, на примере статистических данных об объемах теплотребления жилищного фонда Центрального федерального округа, затрачиваемых на его систему отопления, за 2002—2006 гг. [5—8]. Результаты апробации этого метода представлены в таблице, которая является листингом результатов анализа, полученных в разработанном программном средстве, базирующемся на способе анализа, описанном в шаге 5 этого метода. Следует отметить 2002 и 2005 годы, в которых объемы теплотребления, затрачиваемые на систему отопления жилищного фонда ЦФО, соответствуют отапливаемым площадям жилищного фонда этого округа, а также 2003 и 2004 годы, в которых эти объемы в целом прошли проверку.

Для вычисления необходимых объемов теплотребления жилищного фонда ЦФО, затрачиваемых на его систему отопления, выбран объем теплотребления за 2005 г., который прошел проверку в адаптированном методе анализа статистических данных и является последним из прошедших анализ. Результаты вычисления необходимых объемов теплотребления жилищного фонда ЦФО, затрачиваемых на его систему отопления, полученные в разработанном программном средстве, также приведены в таблице.

Заключение

Проведенная апробация предложенного подхода к определению прогнозных оценок необходимых объ-

Результаты вычисления необходимых объемов теплотребления жилищного фонда Центрального федерального округа, затрачиваемых на его систему отопления

Год	Q_r , млн Гкал	F , млн м ²	Результаты анализа статистических данных	Необходимые Q_r , млн Гкал
2002	78, 51	801, 90	Объем теплотребления округа соответствует его отапливаемым площадям	88, 730
2003	79, 64	812, 60	Объем теплотребления округа превышен на 0,1 %	89, 914
2004	83, 14	825, 40	Объем теплотребления округа превышен на 2, 9 %	91, 330
2005	81, 97	838, 80	Объем теплотребления округа соответствует его отапливаемым площадям	92, 813
2006	94, 23	854,30	Объем теплотребления округа превышен на 12,7 %	94, 528

емов теплоснабжения жилищного фонда субъектов РФ, затрачиваемых на их системы отопления, на примере ЦФО является обоснованием применимости этого подхода для решения задач планирования объемов теплоснабжения жилищного фонда субъектов РФ (городов, областей, округов), затрачиваемых на их системы отопления, и снабжения их ТЭР с учетом перспектив развития субъектов.

Автор выражает огромную благодарность д-ру техн. наук А.Г. Терешину за предоставление статистических данных для апробации предложенного подхода и своевременную и глубоко продуманную критику, которая способствовала развитию предложенного подхода.

Литература

1. Балдин В.Ю., Тягунов Г.В., Щеклеин С.Е. Разработка комплекса мероприятий по повышению эффективности использования основных фондов образовательных учреждений с целью снижения непродуцированных затрат энергоресурсов // Энергоэффективность: опыт, проблемы, решения. 2004. Вып. 4. С. 80—85.

2. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник / под общ. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. Кн. 4. М.: Изд-во МЭИ, 2004.

3. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник. М.: Издательский дом МЭИ, 2009.

4. Шубин Е.П. Основные вопросы проектирования систем теплоснабжения городов. М.: Энергия, 1979.

5. Жилищно-коммунальное хозяйство. Жилищный фонд. Центральная база статистических данных. М.: Росстат, 2012. URL: <http://www.gks.ru/>

6. Жилищное хозяйство и бытовое обслуживание населения в России 2004. Статистический сборник. М.: Росстат, 2004.

7. Жилищное хозяйство и бытовое обслуживание населения в России 2007. Статистический сборник. М.: Росстат, 2007.

8. Стратегия повышения энергоэффективности коммунальной инфраструктуры Российской Федерации: Отчет о НИР. Версия 2. М.: НП «Российское теплоснабжение», 2007. URL: <http://www.energsovet.ru/stenergo.php>

References

1. Baldin V.Ju., Tjagunov G.V., Shheklein S.E. Razrabotka Kompleksa Meroprijatij po Povysheniju Jeffektivnosti Ispol'zovanija Osnovnyh Fondov Obrazovatel'nyh Uchrezhdenij s Cel'ju Snizhenija Neproizvoditel'nyh Ztrat Jenergoresursov // Jenergojeffektivnost': Opyt, Problemy, Reshenija. 2004;4:80—85. (in Russian).

2. Promyshlennaja Tepljenergetika i Teplotehnika: Spravochnik / Pod Obshh. Red. A.V. Klimenko, V.M. Zorina. Kn. 4. M.: Izd-vo MPEI, 2004. (in Russian).

3. Sokolov E.Ja. Teplofikacija i Teplovyje Seti: Uchebnik. M.: Izdatel'skij dom MPEI, 2009. (in Russian).

4. Shubin E.P. Osnovnye Voprosy Proektirovanija Sistem Teplosnabzhenija Gorodov. M.: Jenergija, 1979. (in Russian).

5. Zhilishhno-kommunal'noe Hozjajstvo. Zhilishhnyj Fond. Central'naja Baza Statisticheskikh Danyh. M.: Rosstat, 2012. URL: <http://www.gks.ru/> (in Russian).

6. Zhilishhnoe hozjajstvo i Bytovoe Obsluzhivanie Naselenija v Rossii 2004. Statisticheskij Sbornik. M.: Rosstat, 2004. (in Russian).

7. Zhilishhnoe hozjajstvo i Bytovoe Obsluzhivanie Naselenija v Rossii 2007. Statisticheskij Sbornik. M.: Rosstat, 2007. (in Russian).

8. Strategija povyshenija Jenergojeffektivnosti Kommunal'noj Infrastruktury Rossijskoj Federacii»: Otchet o NIR. Versija 2. M.: NP «Rossijskoe teplosnabzhenie». 2007. URL: <http://www.energsovet.ru/stenergo.php> (in Russian).

Статья поступила в редакцию 02.10.2015