

## ОЦЕНКА СЕБЕСТОИМОСТИ ТЕПЛОТЫ, ВЫРАБОТАННОЙ ИСТОЧНИКОМ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ: АКТУАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА, ПРОГРАММА РАСЧЕТА

Пашенцев А.И.<sup>1</sup>, Шахова Н.В.<sup>2</sup>, Гармидер А.А.<sup>3</sup>, Пашенцева Л.В.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Академия строительства и архитектуры (СП), ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского  
295943, г. Симферополь, ул. Киевская, 181, e-mail: Aleksandr\_Pashentsev@mail.ru

<sup>2</sup>Крымский филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный университет правосудия»  
295006 г. Симферополь, ул. Павленко, 5, e-mail: shana1@mail.ru

<sup>3</sup>Институт экономики и управления (СП), ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского  
295015, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4, e-mail: An111net@mail.ru

<sup>4</sup>Академия строительства и архитектуры (СП), ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского  
295943, г. Симферополь, ул. Киевская, 181, e-mail: lar111isa@mail.ru

**Аннотация.** Проведена актуализация методических подходов к оценке себестоимости тепловой энергии, выработанной котельными с введением дополнительных показателей и параметров, отвечающих современной модели экономического развития страны. Разработана программа расчета себестоимости теплоты на языке C++ в среде визуального программирования C++ Builder. Проведена апробация программы на примере жилого микрорайона.

**Ключевые слова:** тепловая энергия, себестоимость, источник тепловой энергии, программа.

### ВВЕДЕНИЕ

Бесперебойная работа источника тепловой энергии оказывает позитивное влияние на деятельность экономических субъектов, способствуя развитию экономических отношений между ними. Однако функционирование котельных находится под прямым воздействием технико-экономических факторов. При этом нивелирование негативного влияния первых осуществляется последовательной реализацией мероприятий по техническому совершенствованию процесса выработки тепловой энергии, а вторые предусматривают постоянный поиск и применение экономических инструментов, направленных на снижение затрат текущего характера. Учитывая, что 34,28% котельных в России нуждаются в модернизации [15, с. 93] задача обеспечения потребителей тепловой энергией является крайне важной. В условиях недостатка финансовых ресурсов на проведение текущего и капитального ремонта котельных предприятия теплокоммунэнерго вынуждены изыскивать дополнительные возможности снижения затрат на выработку тепловой энергии проведением организационных, технических мероприятий эффективности, которых можно оценить применением разного рода экономических показателей. Одним из таких показателей является себестоимость выработанной котельной тепловой энергии, позволяющая сопоставить годовые эксплуатационные затраты и годовой отпуск теплоты, что подчеркивает актуальность рассматриваемого вопроса относительно поиска и обоснования рационального решения снижения затрат котельной при достижении оперативности расчетного процесса применением современных IT технологий.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью настоящей статьи является совершенствование методики оценки себестоимости тепловой энергии, выработанной котельной путем внесения ряда корректирующих показателей с последующей разработкой компьютерной программы, что повысит оперативность расчетного процесса и позволит обосновать принятие управленческих решений в направлении минимизации текущих затрат источника теплоты в сжатые сроки. Для достижения поставленной цели решены задачи: систематизированы подходы к расчету себестоимости тепловой энергии, выработанной котельной для чего изучены литературные источники, охватывающие период 1960-2020 гг., актуализирована методика расчета себестоимости тепловой энергии путем введения дополнительных показателей, которые соответствуют особенностям рыночной экономики, разработана компьютерная программа расчета себестоимости

тепловой энергии, выработанной котельной, проведена ее апробация на примере реального жилого здания с идентификацией итогового показателя в масштабе жилого микрорайона.

### **АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ**

Изучению экономических вопросов функционирования источника тепловой энергии посвящены работы многих отечественных ученых. Анализ научной литературы по теме исследования позволил выделить четыре принципиальные точки зрения каждая, из которых заслуживает внимания ввиду возможности реализации в текущий момент времени. Первая состоит в проведении реального инвестирования в виде инновационного инвестирования, предусматривая проведение реконструкции действующей котельной. В этом случае осуществляется полное или частичное переоборудование производства тепловой энергии с установкой нового оборудования, соответствующего современному уровню развития техники с автоматизацией процесса контроля выработки тепловой энергии, что позволит существенно снизить эксплуатационные затраты и себестоимость вырабатываемой теплоты. Сторонниками этого подхода являются Р.И. Звягинцев [4], О.А. Новосельцев [7], Ямсков А.Г. [15]. В частности Р.И. Звягинцев отмечает, что «реконструкции должны подвергаться те источники тепловой энергии, которые прежде всего физически устарели» [4, с. 51]. Можно согласиться с данной точкой зрения ввиду того, что по мере развития газификации регионов страны и масштабного жилищного строительства возникает необходимость реконструкции котельных, обслуживающих жилые микрорайоны в том числе с увеличением мощности. Ученый О.А. Новосельцев считает, что «основное внимание в вопросе реконструкции котельных нужно уделить процессам водоподготовки, дымоудаления, предусматривая отработку схемы сочетания мощности вентилятора дутьевого, дымососа, сетевого насоса» [7, с. 35]. В этом случае внимание акцентируется на обеспечение безаварийности работы дополнительного оборудования, чего можно добиться проведением планово-предупредительных мероприятий согласно установленного графика. Здесь минимизация затрат на текущий ремонт и техническое обслуживание может способствовать снижению себестоимости вырабатываемой теплоты, что можно рассматривать только как первый шаг к разработке системы мероприятий по минимизации эксплуатационных затрат котельной. Ученый А.Г. Ямсков отдает предпочтение реальным инвестициям в форме технического перевооружения, что предусматривает повышение технического уровня отдельных циклов производства тепловой энергии путем внедрения новой более производительной техники [15, с. 96]. Нужно отметить, что реализация мероприятий первого подхода основывается на инвестировании ресурсов, что может быть осуществлено по федеральным целевым программам. Однако в условиях значительной нагрузки на бюджеты разных уровней ввиду пандемии целесообразно использовать механизм государственно-частного партнерства при сохранении ведущей роли государства.

Второй подход состоит в применении рыночного инструментария в формировании себестоимости выработанной теплоты котельными. Сторонниками этого подхода являются Н.В. Савинов [11], К.М. Тарасов [12]. Они считают вполне возможным варьирование себестоимости ввиду изменения внутриэкономической ситуации как в стране в целом, так и в регионе в частности. Так Н.В. Савинов отмечает, что «так как процессы глобализации экономики прямо отражаются на экономике России, то экономика предприятий теплокоммунэнерго также подвержена им, что находит свое отражение в постоянном увеличении эксплуатационных затрат, вызванных не только физическим износом оборудования, но и ростом цен на комплектующие, материалы, топливо. Нивелирование этих процессов видится прежде всего в повышении отпускных цен на тепловую энергию» [11, с. 39]. Несомненно процессы происходящие на рынке топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в условиях пандемии оказали негативное влияние на экономическую деятельность предприятий теплокоммунэнерго, что должно быть компенсировано определенным образом. Однако полностью возмещать убытки за счет потребителей (юридических, физических лиц) логически не оправдано ввиду того, что они тоже находятся не в лучшем экономическом положении. В этой ситуации целесообразно применять инструменты государственного регулирования экономики, направленные на достижение паритета интересов триумверата: поставщик ТЭР - производитель тепловой энергии - потребитель теплоты.

Третий подход основывается на сокращении сырьевой доли в себестоимости теплоты, выработанной котельными сторонниками, которого являются Г.А. Егоров [2], А.Е. Шестаков [13]. Так ученый Г.А. Егоров отмечает, что «диверсификация на рынке поставщиков позволит предприятию теплокоммунэнерго несколько снизить эксплуатационные затраты» [2, с. 70]. При наличии на рынке ТЭР нескольких поставщиков, проводящих разную ценовую политику, позволит произвести закупки сырьевых ресурсов по более привлекательной для себя цене, что может позитивно отразиться на величине

эксплуатационных затрат в общем и на себестоимости тепловой энергии в частности. Однако в большей мере это относится к рынку реализации мазута, а этот вид топлива является резервным природному газу.

Четвертый подход относится к реализации мероприятий по нивелированию диспропорций в технических звеньях производства и поставки тепловой энергии потребителям, где определяющее значение имеет оперативность работы всех структурных подразделений, задействованных в этом процессе. Его сторонниками являются А.И. Пашенцев [8, 9, 10], Е.И. Черкасов [14], А.Н. Новиков [6]. Этот подход основывается на нивелировании негативных эффектов по всей цепочке технологического взаимодействия субъектов, а именно начиная от производства и продолжая транспортировкой, и заканчивая потреблением теплоты. Так ученый Е.И. Черкасов отмечает, что «важным элементом является транспортировка теплоты, что должно осуществляться согласно нормативных тепловых потерь, так как подача теплоты потребителю с параметрами отличными от нормативных приводит к ухудшению взаимодействия производителя и потребителя тепловой энергии» [14, с. 79]. При этом важным является сохранение количественного состава потребителей теплоты, что позволяет теплопоставляющему предприятию рассчитывать на своевременное поступление денежных ресурсов для покрытия затрат на выработку теплоты и поддержания финансово-экономической устойчивости. При этом не редки случаи отключения потребителей теплоты от централизованного теплоснабжения, при этом негативный эффект от подобных действий детально освещен с представлением методики расчета косвенного и прямого экономического ущерба в работах А.И. Пашенцева [9,10]. Как видим в научной литературе ведется дискуссия относительно подходов экономической оценки функционирования источника тепловой энергии. При этом целесообразность использования каждого из них можно обосновать использованием показателя себестоимости теплоты, выработанной источником тепловой энергии, а применение компьютерной программы позволит в короткий промежуток времени осуществить необходимые расчеты и принять решение относительно целесообразности реализации определенного мероприятия.

### ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Наиболее эффективными системами теплоснабжения являются централизованные от ТЭЦ. Однако наряду с ТЭЦ в настоящее время широко используется теплоснабжение от районных котельных, что актуально при малой тепловой плотности застройки или ввиду длительности времени ввода в эксплуатацию отдельных потребителей тепловой энергии. Отопительные котельные работают определенное количество суток в течение года, что обусловлено продолжительностью отопительного периода согласно климатических параметров местности размещения котельной и длительности периода времени устойчивого понижения температуры наружного воздуха. При выборе источника тепловой энергии необходимо решить комплекс вопросов, связанный с построением годового графика расхода тепла, формированием базы данных о роде сжигаемого топлива и его стоимости, параметрами теплоносителя, выбором типа и количества котлов, определением величины теплосъема, выбором типа конструкций топок и их размеров, составлением тепловых схем. При этом правильность принятых технических решений необходимо обосновать экономическими, что предусматривает сопоставление различных вариантов котельной, где преобладающими являются расчет капитальных и эксплуатационных затрат. Идеальным считается вариант котельной, по которой достигнут минимум приведенных затрат:

$$Z_{год} = C_i + E_H \cdot K_i = \text{минимум}; \quad (1)$$

где:  $Z_{год}$  – затраты, приведенные к 1 году;  $K_i$  – капитальные вложения по каждому варианту;  $C_i$  – текущие затраты (себестоимость) по тому же варианту.

Однако в реальности возможны разные случаи, когда целесообразно отдать предпочтение варианту с максимальными капитальными затратами, но с минимальными текущими. Нужно отметить, что в настоящее время в условиях непредсказуемости финансово-экономической ситуации, постоянного роста затрат на топливо, морального и физического износа основных фондов котельных особое значение приобретает снижение текущих затрат. В этой связи снижение себестоимости тепловой энергии, выработанной котельными важно с точки зрения обеспечения финансово-экономической устойчивости предприятий теплокоммунэнерго, которые являются стратегическими для экономики региона и государства в целом, что позволит оптимизировать затраты как указанных выше предприятий, так и других субъектов хозяйственной деятельности. Постоянный поиск технических решений по снижению показателей статей себестоимости, затрат

котельной сопряжен с необходимостью проведения комплексных расчетов, что требует затрат времени и задействования значительного количества специалистов. В этой связи применение специальной компьютерной программы значительно ускорит проведение расчета и принятие управленческого решения относительно внедрения определенного технического мероприятия, способствующего снижению себестоимости производимой котельной тепловой энергии.

В основу программы положен методический подход, включающий в себя расчет ряда статей, формирующих себестоимость теплоты, что отражено в работах отечественных ученых [1, 3, 5, 6, 8, 11]. Применяемая методика является результатом систематизации и обобщения точек зрения отечественных ученых за период с 1960 года по настоящее время с внесением и дополнением показателей и параметров, отвечающих требованиям рыночной экономики и действующих нормативных документов. Дискуссионные положения отмечаются в работах отечественных ученых относительно общего количества и наполнения статей, формирующих эксплуатационные издержки. В частности статья затраты на топливо предусматривает использование одного вида топлива [1, с. 33]. Однако в настоящее время большинство котельных являются универсальными, так как оборудование предусматривает обеспечение функционирования котельной на природном газе и мазуте. Поэтому при расчете нужно использовать суммарный показатель затрат на топливо. Затраты на электроэнергию определяются, исходя из действующего тарифа в конкретном регионе России, поэтому сумма затрат по этой статье может существенно отличаться по регионам особенно, в случае применения к расчету базового тарифа регионального коэффициента. В настоящей методике используем тариф на электроэнергию с учетом регионального коэффициента и уровня инфляции. Затраты на питательную воду также зависят от базового тарифа, который отличается как в региональном разрезе, так и между физическими и юридическими лицами. Кроме того, наблюдается постоянный рост базового тарифа ввиду постоянного роста затрат ресурсоснабжающей организации. Поэтому в методике также используем тариф с учетом указанных выше корректирующих коэффициентов. Затраты на заработную плату целесообразно проводить согласно классического штатного расписания персонала котельной по категориям обслуживающего персонала: инженерно-технические работники, обслуживающий персонал, вспомогательный персонал. Это с одной стороны, приводит к увеличению расчетов, а с другой – способствует детальному изучению данного вопроса. Нужно отметить, что в настоящее время заработная плата персонала котельной состоит из основной суммы заработка согласно должности по штатному расписанию и ежемесячных стимулирующих выплат. Поэтому в методику были внесены определенные изменения при определении окончательной величины заработной платы, а именно среднего штатного оклада инженерно-технического персонала, слесарей-теплотехников так, чтобы не усложнять формулы 12-13. Затраты на обслуживание внутримплощадочных теплопроводов определяются, исходя из норматива отчислений от общестроительных работ. Величина общестроительных работ варьирует с течением времени, что также было учтено при апробации методики на примере конкретного источника тепловой энергии.

1. Расчет себестоимости вырабатываемой теплоты:

$$C = \frac{\Sigma \mathcal{E}}{Q_{год}}; \quad (2)$$

где:  $\Sigma \mathcal{E}$  – годовые эксплуатационные издержки, руб/год;  $Q_{год}$  – годовой отпуск тепла, ГДж/год.

2. Расчет годового отпуска теплоты котельной:

$$Q_{год} = Q_{от} + Q_{вен} + Q_{гор.вод}; \quad (3)$$

где:  $Q_{от}$ ,  $Q_{вен}$ ,  $Q_{гор.вод}$  – годовой отпуск теплоты котельной на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение.

3. Расчет годового отпуска теплоты котельной на отопление [1, с.67]:

$$Q_{год} = 24 \cdot 0,036 \cdot Q_{ср} \cdot n_0; \quad (4)$$

где:  $Q_{ср}$  – среднечасовой расход тепла за отопительный период на отопление, кВт;  $n_0$  – продолжительность отопительного периода, сут.

4. Расчет годового отпуска теплоты котельной на вентиляцию [3, с.89]:

$$Q_{\text{год}} = 0,036 \cdot Z \cdot Q_{\text{вср}} \cdot n_0; \quad (5)$$

где:  $Z$  – усредненное число часов работы системы вентиляции, час;  $Q_{\text{вср}}$  – среднечасовой расход теплоты на вентиляцию, кВт.

5. Расчет годового отпуска теплоты котельной на горячее водоснабжение [4, с.127]:

$$Q_{\text{свгод}} = 24 \cdot 0,036 \cdot Q_{\text{свср}_л} \cdot n_0 + 24 \cdot 0,036 \cdot Q_{\text{свср}_з} \cdot (350 - n_0); \quad (6)$$

где:  $Q_{\text{свср}_з}$  – среднечасовой расход теплоты за отопительный период на горячее водоснабжение в зимний период, кВт;  $Q_{\text{свср}_л}$  – среднечасовой расход теплоты на горячее водоснабжение в летний период, кВт.

6. Расчет годовых эксплуатационных издержек котельной:

$$\Sigma \mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{топ}} + \mathcal{E}_{\text{эл}} + \mathcal{E}_{\text{вод}} + \mathcal{E}_{\text{зарпл}} + \mathcal{E}_{\text{амот}} + \mathcal{E}_{\text{текрем}} + \mathcal{E}_{\text{внплтп}} + \mathcal{E}_{\text{оцкпр}}; \quad (7)$$

где:  $\mathcal{E}_{\text{топ}}$  – затраты на топливо, руб/год;  $\mathcal{E}_{\text{эл}}$  – затраты на электроэнергию, руб/год;  $\mathcal{E}_{\text{вод}}$  – затраты на питательную воду, руб/год;  $\mathcal{E}_{\text{зарпл}}$  – затраты на заработную плату персонала котельной, руб/год;  $\mathcal{E}_{\text{амот}}$  – амортизационные отчисления, руб/год;  $\mathcal{E}_{\text{текрем}}$  – затраты на текущий ремонт, руб/год;  $\mathcal{E}_{\text{внплтп}}$  – затраты на техническое обслуживание внутриплощадочных теплопроводов, руб/год;  $\mathcal{E}_{\text{оцкпр}}$  – общекотельные и прочие затраты, руб/год.

7. Расчет затрат на топливо [13, с. 83]:

$$\mathcal{E}_{\text{топ}} = 1,06 \cdot B \cdot h \cdot n_0 \cdot C; \quad (8)$$

где:  $B$  – часовой расход топлива на один котел т/ч;  $h$  – годовое количество часов работы котельной, час/год;  $n_0$  – количество работающих котлов, шт;  $C$  – стоимость топлива, руб/т.

8. Расчет затрат на электроэнергию котельной:

$$\mathcal{E}_{\text{эл}} = \mathcal{E}_{\text{об}} + \mathcal{E}_{\text{осв}}; \quad (9)$$

где:  $\mathcal{E}_{\text{об}}$ ,  $\mathcal{E}_{\text{осв}}$  – затраты на функционирование оборудования котельной и на освещение котельной, руб/год.

9. Расчет затрат на электроэнергию функционирующего оборудования котельной:

$$\mathcal{E}_{\text{эл}} = N_i \cdot h \cdot C \cdot n_i; \quad (10)$$

где:  $N_i$  – установленная мощность  $i$ -ого электродвигателя оборудования, кВт;  $h$  – годовое количество часов работы  $i$ -ого электродвигателя оборудования, час/год;  $C$  – стоимость одного кВт/час работы  $i$ -ого электродвигателя;  $n_i$  – количество однотипных электродвигателей оборудования, шт.

10. Расчет затрат на освещение котельной [5, с. 34]:

$$\mathcal{E}_{\text{осв}} = N_1 \cdot \gamma \cdot t \cdot C; \quad (11)$$

где:  $N_1$  – мощность осветительных приборов, Вт;  $\gamma$  – доля тепла, поступающая в помещение;  $t$  – количество часов работы осветительных приборов котельной в течение года, час/год;  $C$  – стоимость электроэнергии, кВтч/руб.

11. Затраты на питательную воду:

$$\mathcal{E}_{вод} = G \cdot n_1 \cdot P_{вод}; \quad (12)$$

где:  $G$  – часовой расход воды котельной, т/час;  $n_1$  – годовое количество часов использования установленной мощности котельной, час/год;  $P_{вод}$  – стоимость  $1\text{ м}^3$  воды.

12. Затраты на заработную плату персонала, обслуживающего котельную:

$$\mathcal{E}_{зар} = \mathcal{E}_{заритп} + \mathcal{E}_{зарсл}; \quad (13)$$

12.1. Затраты на заработную плату инженерно-технических работников:

$$\mathcal{E}_{заритп} = \kappa_1 \cdot N_2 \cdot T_1; \quad (14)$$

где:  $\kappa_1$  – средний штатный оклад инженерно-технического персонала, руб/мес;  $N_2$  – количество инженерно-технического персонала;  $T_1$  – количество месяцев работы в году ИТР.

12.2. Затраты на заработную плату слесарей – теплотехников, обслуживающих котельную:

$$\mathcal{E}_{зарсл} = \kappa_2 \cdot N_3 \cdot T_2; \quad (15)$$

где:  $\kappa_2$  – средний штатный оклад слесарей-теплотехников, руб/мес;  $N_3$  – количество слесарей-теплотехников;  $T_2$  – количество месяцев работы в году слесарей-теплотехников.

13. Расчет амортизационных отчислений:

$$\mathcal{E}_{амот} = P_1 \cdot C_{стр} + P_2 \cdot C_{об}; \quad (16)$$

где:  $P_1$  – процент отчислений от стоимости общестроительных работ, %;  $P_2$  – процент отчислений от стоимости оборудования, %;  $C_{стр}$  – стоимость общестроительных работ, руб;  $C_{об}$  – стоимость оборудования котельной, руб.

14. Расчет затрат на текущий ремонт котельной [1, с.39]:

$$\mathcal{E}_{рекрем} = 0,20 - 0,30 \cdot \mathcal{E}_{амот}; \quad (17)$$

где:  $\mathcal{E}_{амот}$  – амортизационные отчисления, руб/год.

15. Расчет затрат на обслуживание внешних внутриплощадочных теплопроводов котельной [6, с. 179]:

$$\mathcal{E}_{внп.лпн} = 0,075 \cdot C_{стр}; \quad (18)$$

где:  $C_{стр}$  – стоимость общестроительных работ, руб.

16. Расчет общекотельных и прочих затрат [6, с. 189]:

$$\mathcal{E}_{обкп} = 0,10 \cdot (\mathcal{E}_{топ} + \mathcal{E}_{эл} + \mathcal{E}_{вод} + \mathcal{E}_{зарпл} + \mathcal{E}_{амот} + \mathcal{E}_{текрем} + \mathcal{E}_{внп.лпн}); \quad (19)$$

где:  $\mathcal{E}_{топ}$  – затраты на топливо, руб/год;  $\mathcal{E}_{эл}$  – затраты на электроэнергию, руб/год;  $\mathcal{E}_{вод}$  – затраты на питательную воду, руб/год;  $\mathcal{E}_{зарпл}$  – затраты на заработную плату персонала котельной, руб/год;  $\mathcal{E}_{амот}$  –

амортизационные отчисления, руб/год;  $\Xi_{\text{текрем}}$  – затраты на текущий ремонт, руб/год;  $\Xi_{\text{внплп}}$  – затраты на техническое обслуживание внутриплощадочных теплопроводов, руб/год.

По указанной выше методике разработана компьютерная программа, созданная в соответствии с требованиями расчета себестоимости выработанной котельной теплоты в настоящее время. Программа разработана на языке C++ в среде визуального программирования C++ Builder. Она состоит из четырех форм: одной справочной и трех форм, на которых последовательно осуществляется ввод необходимых данных и последующие промежуточные, и итоговые расчеты.

На первой форме размещен информационный элемент – о назначении и авторах разработки, а также реализована первая часть расчета: количества выработанной теплоты по видам тепловой нагрузки. Пользователь может ввести свои исходные данные и получить результат. При этом предусмотрена кнопка, помогающая ориентироваться в программе – «Ввод данных для примера расчета». Скриншот этой формы представлен на рисунке 1.

**ПРОГРАММА РАСЧЕТА СЕБЕСТОИМОСТИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**  
 Актуализация методики: д. э. н., проф. Пашенцев А. И., к. э. н., ст. преп. Гармидер А. А., зав. лаб. теплотехники Пашенцева П. В.  
 Программный код: к. ф. м. н., доц. Шахова Н. В.  
 Расчет выполняется в два этапа: сначала вычисляется количество выработанной теплоты по видам тепловой нагрузки, затем - расчет эксплуатационных затрат.  
 Себестоимость вырабатываемой теплоты равна отношению этих величин.  
 При вводе дробных чисел целая часть должна отделяться от дробной символом "запятая".  
 На формах зарезервированы кнопки, с помощью которых можно ввести исходные данные для примера расчета.

Ввод данных для примера расчета

**ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ:**

Среднечасовой расход тепла на отопление	Среднечасовой расход тепла на вентиляцию	Среднечасовой расход тепла на горячее водоснабжение в отопительный сезон	Среднечасовой расход тепла на горячее водоснабжение летом	Продолжительность отопительного периода
<input type="text" value="159.71"/> кВт	<input type="text" value="32.67"/> кВт	<input type="text" value="87.83"/> кВт	<input type="text" value="30.56"/> кВт	<input type="text" value="160"/> сут.

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ

**ГОДОВОЙ ОТПУСК ТЕПЛОТЫ, ПО ВИДАМ, гДж/год:**

На отопление	На вентиляцию	На горячее водоснабжение	<b>ПОЛНОЕ КОЛИЧЕСТВО ВЫРАБОТАННОЙ ТЕПЛОТЫ</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Продолжение расчета
<input type="text" value="22078.3"/>	<input type="text" value="3010.9"/>	<input type="text" value="17158.3"/>	<input type="text" value="42247.5"/> гДж/год	

Рис 1. Исходные данные тепловой нагрузки для расчета себестоимости выработанной котельной тепловой энергии

Для оценки себестоимости теплоты необходимо ввести более 30 параметров. Ряд величин таких, как количество дней в отопительном сезоне, стоимость топлива для котельной, средняя зарплата персонала – являются общеизвестными, действующими для всех поставщиков тепловой энергии. Поэтому удобно использовать вспомогательную кнопку «Ввод данных для примера расчета». Также нужно учитывать нормы отчислений согласно действующих нормативных документов при определении годовых эксплуатационных затрат (рис. 2). В случае внесения новых статей норм отчислений или изменения величины отчислений можно ввести необходимые корректировки в программу расчета. В расчете также учитываются параметры, характерные именно для конкретной котельной – мощность оборудования, первоначальная стоимость общестроительных работ (рис. 3).

**Норма отчислений**

**Амортизационных отчислений:**  
 От общестроительных работ 2,5 - 2,8%  
 От стоимости оборудования 8,5 - 8,7%

На текущий ремонт 20 - 30%  
 На общекотельные расходы 10%

ОК

Рис. 2. Нормы отчислений

Поэтому в программе зарезервирована возможность изменения любых параметров на любом этапе расчета. Программно осуществляется контроль, а именно как только пользователь начинает вносить изменения в какое-то данное, тут же обнуляются результаты расчетов всех величин, которые зависят от этого данного. Такой подход защищает от случайных ошибок, когда пользователь по невнимательности может не нажать кнопку «Расчет» после внесения изменений.

Ввод данных для расчета эксплуатационных затрат

**ВВЕДИТЕ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА:**

Часовой расход топлива	К-во часов работы котельной	Стоимость топлива	Часовой расход воды	Стоимость воды	<b>РАСХОДЫ НА ПЕРСОНАЛ</b>	
228 куб. м/ч	8040 час/год	5,36 руб./куб.м	11 т/час	3,27 руб./куб.м	Оклад ИТР	Кол-во ИТР
					28400 руб.	2

**МОЩНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ:**

Вентилятор дутьевой	Эл-двигатель дымососа 1	Эл-двигатель дымососа 2	Электродвигатель сетевого насоса 1	Электродвигатель сетевого насоса 2	<b>РАСХОДЫ НА ПЕРСОНАЛ</b>	
22 кВт	40 кВт	50 кВт	132 кВт	160 кВт	Оклад слесаря-теплотехника	Кол-во слесарей
					25615 руб.	7
Электродвигатель центробежн. насоса	Стоимость работы электродвигателя	Осветительные приборы	К-во часов работы освещения	<b>РАСХОДЫ НА ПЕРСОНАЛ</b>		
90 кВт	3,86 руб./кВт	75 кВт	3600 час/год	Оклад газо-электросварщика	Кол-во	
				26911 руб.	1	

**ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ:**

Общестроительных работ	Оборудования котельной	<b>РАСЧЕТ</b>
19169939 руб.	14050127 руб.	

Ввод данных для примера расчета

Рис. 3. Исходные данные мощности оборудования котельной

Интерфейс программы дружелюбен пользователю, все элементы на формах снабжены поясняющими надписями. Результаты расчетов выделены цветом, чтобы наглядно было видно самое важное. На рисунке 3 представлена третья форма с итоговыми расчетами.

Расчет себестоимости тепловой энергии

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ, руб/год:**

На топливо	Электроэнергия для оборудования	На освещение	На питательную воду	На зарплату
20830110	16013750	573210	289198,8	3156192
На текущий ремонт	Обслуживание теплопроводов	Общекотельные затраты	<b>АМОРТИЗАЦИОННЫЕ ОТЧИСЛЕНИЯ</b>	
368172	1437745,4	4434188,5	Общестроительные работы	На оборудование котельной
			479248,5	1194260,8
<b>ГОДОВЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ</b>		<b>СЕБЕСТОИМОСТЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ</b>		? НОРМА ОТЧИСЛЕНИЙ
48776076 руб./год		1154,5 руб./гДж		НОВЫЙ РАСЧЕТ
ВЫХОД				

Рис. 3. Результаты расчетов эксплуатационных затрат котельной

Группировка расчетов в несколько форм выполнена для удобства использования программы, чтобы не загромождать экран избыточным количеством интерфейсных элементов. В программе предусмотрен контроль ввода данных, т.е. происходит блокировка дальнейшей работы в случае, если внесены не все исходные данные, либо они вносятся в неправильном формате (случайные опечатки пользователя), появляются соответствующие надписи, которые помогают пользователю исправить ошибку. Кроме этого, программно реализован контроль последовательности действий



пользователя, т.е. невозможен переход к следующему этапу расчета, если был пропущен предыдущий этап, в этом случае также появляется соответствующее предупреждающее сообщение.

На рисунке 3 видна запрограммированная кнопка «Новый расчет», которая очищает все строки для ввода (вывода) данных, закрывает все формы, кроме начальной, и позволяет произвести другой расчет, не выходя из программы. Кнопка «Норма отчислений» открывает форму, на которой представлены справочные сведения о нормах амортизационных отчислений, а также нормах отчислений на текущий ремонт и общекотельные расходы.

Графический интерфейс программы выдержан в едином стиле как по цвету, так и по используемым элементам, он лаконичен, соответствуя современным тенденциям программирования – ничего не должно отвлекать внимание пользователя от решения конкретной задачи. Размеры форм оптимизированы таким образом, чтобы они целиком были видны на экране монитора с любым используемым в настоящее время разрешением. На формах отсутствуют стандартные кнопки управления окном приложения в строке заголовка (из интерфейса операционной системы MSWindows). Это сделано для повышения надежности работы программы, чтобы случайное закрытие одной из форм не вызвало сбой в расчетах. После написания приложения был создан дистрибутив, содержащий инсталляционную программу, что осуществлено с помощью генератора дистрибутивов InstallShieldExpress. Инсталляционное приложение создает программную группу и пиктограммы, а также модифицирует меню операционной системы MSWindows. Оно предоставляет пользователю возможность выбора параметров установки, например папки, в которых будет содержаться приложение. Результатом работы инсталляционного приложения является установка приложения «Программа расчета себестоимости теплоты, выработанной источником тепловой энергии» (файл SebesTepI.exe) и необходимых для его работы файлов на компьютер пользователя, создание программной группы, внесение необходимых ключей в реестр. Запуск программы после инсталляции осуществляется из меню кнопки «ПУСК».

Источник тепловой энергии обеспечивает теплотой микрорайон в состав, которого входят жилые, общественные, административные здания, а также дошкольные и среднеобразовательные учреждения. Изучение вопроса количества зданий, обслуживаемых котельной свидетельствует о некотором варьировании в зависимости от его мощности, но в среднем исчислении 29-41 здание по Республике Крым. Для подтверждения действенности и оперативности апробация программы проведена на примере одного здания, что позволило получить позитивный результат относительно функционирования программы. Тогда принимая во внимание среднее количество зданий в микрорайоне себестоимость тепловой энергии, вырабатываемой котельной составит 28,15-39,81 руб/ГДж. Применение данной программы позволяет провести расчеты в короткие сроки при наличии полной базы исходных данных. При этом нужно отметить, что объективность окончательного результата прямо зависит от объективности исходных данных и полной паритетности интересов производителя и потребителя тепловой энергии. Пользователем данной программы может быть работник, обладающий минимумом специальных знаний работы на компьютере и базовыми знаниями в области теплоснабжения и теплогенерирующих установок, что позволит объективно провести сбор и обработку исходной базы данных и при необходимости осуществить корректировку дополнительных показателей и коэффициентов.

## **ВЫВОД**

На основании изучения научной литературы проведена актуализация методического подхода к оценке себестоимости теплоты, выработанной источником тепловой энергии с внесением ряда показателей и корректирующих коэффициентов, отвечающих требованиям современной модели экономического развития России. Разработана компьютерная программа на языке C++ в среде визуального программирования C++ Builder и апробирована на примере среднестатистического микрорайона Республики Крым, что позволило прийти к заключению о возможности ее оперативного применения и получения объективного результата.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Разработанную компьютерную программу целесообразно применить для расчета себестоимости теплоты, выработанной источником тепловой энергии в разрезе городов определенного региона. Это позволит оперативно получить результаты и провести дифференциацию городов по показателю себестоимости тепловой энергии с последующей

разработкой предложений и мероприятий по стабилизации данного показателя с учетом времени года.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев, Ю.Л. Основы проектирования котельных установок [Текст] / Ю.Л. Гусев. – М: Стройиздат, 1967.-290 с.
2. Егоров, Г.А. Тарифная региональная политика в теплоэнергетике [Текст] / Г.А. Егоров // Экономический механизм развития теплоэнергетики.–Межд. науч-практ. конфер. г. Воронеж, 11-12.06.2018г. – С. 67-72
3. Завидонов, П.Р. Котельные установки [Текст] / Завидонов П.Р. – М: Стройиздат, 1978. – 265 с.
4. Звягинцев Р.И. Механизм реальных инвестиций в строительство и реконструкцию котельных [Текст] / Р.И. Звягинцев.– СПб: Питер, 2011. –189 с.
5. Касатонов, П.И. Аэродинамика котельных агрегатов [Текст] / П.И. Касатонов. – М: Стройиздат, 1990.- 180 с.
6. Новиков, А.Н. Конструкции котлов и топочных устройств [Текст] / А.Н.Новиков.– М: Стройиздат, 2012.- 388 с.
7. Новосельцев, О.А. Государственно-частное партнерство в реконструкции и модернизации котельных / О.А. Новосельцев // Современные направления развития теплоэнергетики.–Материалы межд.науч-практ.конфер. г. Казань, 12-14.04.2017 г. – С. 34-41.
8. Пашенцев, А.И. Идентификация структуры годовой стоимости тепловой энергии, потребляемой жилым зданием: методический подход, программное обеспечение / А.И.Пашенцев, Н.В.Шахова // Экономика строительства и природопользования. –2019. –№ 4 (73) . –С. 110-118.
9. Пашенцев А.И. Методический подход к оценке косвенного экономического ущерба при отключении потребителей от централизованного теплоснабжения / Пашенцев А.И. // Экономика строительства и природопользования. – 2018. –№ 1 (66) . – С. 72-79.
10. Пашенцев, А.И. Методический подход к оценке прямого экономического ущерба при отключении потребителей от централизованного теплоснабжения / А.И.Пашенцев // Экономика строительства и природопользования. – 2017. –№ 3. –С. 33-39.
11. Савинов, Н.В. Котельные установки [Текст] / Савинов, Н.В.– Курск, Мысль, 2014. – 202 с.
12. Тарасов, К.М. Экономические подходы к обеспечению сырьевыми ресурсами котельных / К.М. Тарасов / Технические императивы теплоэнергетики на современном этапе развития России. Материалы межд.науч-практ. конфер. г. Белгород, 23-24.09.2017 г. – С. 78-82.
13. Шестаков, А.Е. Экономическая оценка перевода котельных на природный газ [Текст] / А.Е. Шестаков.– Волгоград, МТН, 2017.–218 с.
14. Черкасов, Е.И. Актуализация технологического процесса выработки тепловой энергии котельными [Текст] / Е.И.Черкасов– М.: Наука, 2016 . –188 с.
15. Ямсков, А.Г. Оценка инвестиционного потенциала теплоэнергетики: проблематика, актуализация методика оценки, идентификация результатов / Ямсков А.Г. // Экономические механизмы развития теплоэнергетики . Материалы Межд.науч-практ. конфер. г. Санкт-Петербург, 08-10.06.2018 г. – С. 92-97.

#### COST ESTIMATE OF HEAT GENERATED BY THERMAL ENERGY SOURCE: UPDATING OF METHODOLOGICAL APPROACH, CALCULATION PROGRAM

<sup>1</sup>Pashentsev A.I., <sup>2</sup>Shakhova N.V., <sup>3</sup>Garmider A.A., <sup>4</sup>Pashentseva L.V.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea

**Annotation.** Methodological approaches to estimating the cost of heat energy generated by boiler houses were updated with the introduction of additional indicators and parameters that correspond to the modern model of the country's economic development. A program for calculating heat costs in C++, in the C++ Builder visual programming environment, has been developed. The program was tested on the example of a residential microdistrict.

**Keywords:** thermal energy, prime cost, thermal energy source, program