

ОБ УЧЕТЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ФОРМИРОВАНИИ ТАРИФОВ В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

ABOUT THE ACCOUNTING OF THERMAL LOSSES AT THE AUTOMATED FORMATION OF TARIFFS IN SYSTEM OF REGULATION OF ACTIVITY OF THE HEATSUPPLYING COMPLEX OF THE KALININGRAD REGION

*G. Arunyants
T. Voronin*

Annotation

Analysis results of a condition of regulatory issues of activities of subjects of the heatsupplying complex of the Kaliningrad region and the main ways of increase of efficiency of activities of his subjects, including questions of the automated forming of rates for development, transportation and transfer of heat energy are given. The special attention is paid to a problem of the automated accounting of thermal losses in case of production and transfer of heat energy.

Keywords: heat supply, thermal networks, thermal losses, a rate, a method of calculation of rates, tariff regulation, the automated information system, a program complex, algorithm, information support, program providing.

*Арунянц Геннадий Георгиевич
Д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО
"Калининградский государственный
технический университет", г. Калининград
Воронин Тимофей Аркадьевич
Аспирант, ФГБОУ ВПО "Калининградский
государственный технический
университет", г. Калининград*

Аннотация

Приводятся результаты анализа состояния проблем регулирования деятельности субъектов теплоснабжающего комплекса Калининградской области и основных путей повышения эффективности деятельности его субъектов, включая вопросы автоматизированного формирования тарифов на выработку, транспортировку и передачу тепловой энергии. Особое внимание уделено проблеме автоматизированного учета тепловых потерь при производстве и передаче тепловой энергии.

Ключевые слова:

Теплоснабжение, тепловые сети, тепловые потери, тариф, методика расчета тарифов, тарифное регулирование, автоматизированная информационная система, программный комплекс, алгоритм, информационное обеспечение, программное обеспечение.

Сфера регионального теплоснабжения, в рамках которой осуществляется бесперебойное производство и распределение жизненно важного источника энергии – тепла, сегодня является жизненно необходимым элементом в системе энергетической безопасности региона и страны в целом. Одной из важнейших проблем при этом становится поиск новых инновационных концепций и подходов к формированию тарифов на тепловую энергию как компоненты эффективного тарифного регулирования деятельности субъектов региональных теплоэнергетических систем и координации их деятельности.

На первое место выходит необходимость соблюдения рационального баланса интересов потребителей производителей тепловой энергии при неукоснительном обеспечении роли государства как главного гаранта эффек-

тивного управления деятельностью субъектов регионального теплоэнергетического рынка.

В работе [1] на основе результатов проведенного анализ системы теплоснабжения Калининградской области показано, что необходимость тарифного регулирования деятельности ее субъектов связана с необходимостью обеспечения выполнения всех необходимых предпосылок для эффективного учета интересов как потребителей в поставках тепловой энергии по приемлемым ценам, так и производителей тепла и услуг по его распределению для компенсации произведенных ими затрат и получения нормированной прибыли от своей деятельности.

Ключевая роль при решении поставленных задач отводится региональной службе по государственному регулированию цен и тарифов Калининградской области

(СГРЦТ). Показано [1], что от состояния и эффективности функционирования общего информационного поля "СГРЦТ – субъекты регулирования" зависит оперативность и точность принимаемых решений, связываемых с расчетом и анализом произведенных затрат, включаемых в состав себестоимости производимых субъектами теплоэнергетического рынка продукции или услуг.

Совершенно ясно, что единственной полноценной возможностью для регулирования деятельности субъектов региональной системы теплоснабжения становится тарифная политика.

Несмотря на то, что вопросы повышения уровня управляемости региональной теплоэнергетической системы в течение последних 10 лет являлись предметом серьезных исследований [2], в настоящее время, к сожалению, мало что изменилось в этой области. Все еще имеет место систематическое повышение тарифов на тепло. К объективным причинам этого обычно относят сложности, связанные с проведением эффективного учета различных издержек на производство и потребление достаточно специфического товара – тепловой энергии. Именно поэтому решение проблем обоснования всех производимых затрат и формирования на их основе себестоимости единицы производимой продукции и услуг представляются полезными при модификации затратного механизма формирования и анализа тарифов, дифференцированного тарифного регулирования.

Учитывая, что регулирование становится эффективным при пересмотре тарифа на тепловую энергию не менее 4 раз в год [2], анализ состояния теплоэнергетических объектов связывается с необходимостью использования автоматизированных информационных систем (АИС), реализующих специально разрабатываемые для этих целей алгоритмы.

Проведенные авторами исследования основных принципов и подходов к автоматизации процессов тарифного регулирования в сфере теплоэнергетики позволили поставить и решить задачу разработки специального алгоритмического и программного обеспечения универсального программного комплекса РТ-Q-1 автоматизированного формирования и анализа тарифов в сфере теплоснабжения [3].

Комплекс, ориентированный на его использование теплоснабжающими предприятиями и региональными службами по государственному регулированию цен и тарифов, позволит реализовать единые правила для всех субъектов регулирования в части методики определения себестоимости выработки и передачи тепловой энергии, установление экономически обоснованных тарифов и защита интересов субъектов регионального теплоэнергетического рынка [3].

В основу при разработке специального алгоритмического обеспечения программного комплекса РТ-Q-1 была положена действующая Методика, утвержденная Федеральной службой по тарифам [4], в соответствии с которой за основу при расчете всех видов тарифов принимается показатель "необходимая валовая выручка (HBB_i)" регулируемой организации, возмещающая ей на i -й период регулирования экономически обоснованные расходы и прибыль по каждому регулируемому виду деятельности [4].

Тогда потребитель оплачивает тепловую энергию по тарифу (например, одноставочному), рассчитываемому по формуле

$$T = HBB_i / Q_{опт} , \quad (1)$$

где HBB_i – необходимая валовая выручка теплоснабжающей организации на производство тепловой энергии; $Q_{опт}$ – тепловая энергия, отпущенная в сеть [5].

Расходы, включаемые в HBB_i , должны формироваться с учетом выбранной социальной политики и результатов реализации программ энергосбережения и повышения эффективности функционирования регулируемой организации.

Принятая при разработке программного комплекса РТ-Q-1 Методика [4] предусматривает проведение расчета HBB_i несколькими методами: экономически обоснованных расходов; индексации установленных тарифов; обеспечения доходности инвестированного капитала; сравнения аналогов.

В соответствии с этим предложена стратегия выбора направления расчета полезного отпуска тепловой энергии HBB_i для соответствующего вида деятельности, календарной разбивки и установленных предельных уровней тарифов на энергию (мощность) в зависимости от наличия соответствующих схем теплоснабжения или программ развития систем коммунальной инфраструктуры [3].

В соответствии с Методикой [4] значительную часть расходов, включаемых в HBB_i , составляют операционные расходы и расходы на приобретение энергетических ресурсов, основную долю которых составляют $PP_i^Ф$ – расходы на приобретение прочих ресурсов, в том числе потерь тепловой энергии, холодной воды, теплоносителя в i -м году.

Исследование основных особенностей предусмотренных Методикой [4] подходов к расчету $PP_i^Ф$ позволило выявить реальные проблемы учета тепловых потерь при производстве и передаче тепловой энергии, составляющих в реальных системах теплоснабжения значительные размеры (до 15% в зависимости от состояния теплосе-

тей). Обоснована необходимость реализации такого учета с использованием программного комплекса РТ-Q-1 в разрезе плановых и фактических показателей. Используемые в Методике [4] обобщенные показатели тепловых потерь без их детализации при имеющей место тенденции к их росту затрудняют принятие своевременных эффективных мер по их снижению – важнейшей задачи энергосбережения. Более того необходимой представлялась автоматизированная оценка фактического и планового технического состояния самой региональной теплотрассы, что в условиях АИС позволяет проводить эффективный анализ, прогнозирование состояния и формирование мероприятий по обеспечению повышения эффективности региональной системы теплоснабжения в целом, сдерживания темпов роста тарифов на тепловую энергию. В результате был сделан вывод о необходимости включения в структуру разрабатываемого программного комплекса РТ-Q-1 подсистемы расчета тепловых потерь при производстве и распределении тепловой энергии по региональным теплосетям (РТП-1).

При постановке задачи разработки подсистемы РТП-1 основное внимание было уделено решению проблем, связанных с автоматизированным расчетом тепловых потерь в региональных тепловых сетях, определяющих значительную часть затрат, учитываемых при формировании различных тарифов на тепловую энергию для различных классов сетей и потребителей. Основная задача при этом заключалась в преобразовании и структурировании известных математических выражений и правил расчета ключевых теплофизических показателей и параметров в машинные алгоритмы для последующего их использования при создании специального программного обеспечения подсистемы РТП-1.

Немаловажным здесь становится факт реальной сложности самой региональной тепловой сети, характеризующейся последовательно-параллельными соединениями, а также принадлежностью отдельных их частей и участков, как правило, различным заинтересованным владельцам. Такая структурная сложность вызывает необходимость создания информационной базы данных программного комплекса, обеспечивающей достоверность представления технических и технологических характеристик отдельных участков региональной тепловой сети.

В соответствии с принятой стратегией построения программного комплекса РТ-Q-1 все необходимые расчеты проводятся в рамках соответствующих программных модулей подсистемы РТП-1. Исходные данные, необходимые для расчетов, формируются с использованием действующих в теплоснабжающих организациях средств контроля и учета, структурируются и хранятся в специально создаваемых базах данных (БД) соответствующих подсистем программного комплекса РТ-Q-1.

Проведенный анализ структуры и особенностей построения тепловых сетей Калининградской области и применяемых методов оценки тепловых потерь в региональных теплосетях показал, что в целом потери тепловой энергии ($Q_{ТП}$) состоят из: потерь тепла, связанных с утечками воды из сети (Q_U); потерь тепла через изолированную поверхность подающей ($Q_{ПН}$) и обратной ($Q_{ОН}$) линий трубопроводов при транспортировании теплоносителя; количества тепла, расходуемого на собственные нужды производителя тепловой энергии ($Q_{СН}$).

$$Q_{ТП} = Q_U + Q_{ПН} + Q_{ОН} + Q_{СН} \quad \text{Гкал.} \quad (2)$$

Основные группы разработанных машинных алгоритмов расчета тепловых потерь при распределении по теплосетям, реализованных в подсистеме РТП-1, приведены на рис. 1.

Для расчета потерь тепла, связанных с утечками из тепловой сети предварительно производится расчет необходимого количества воды (V_3) для первичного заполнения систем отопления и горячего водоснабжения, определяемого (Блок 1 на рис. 1) по формуле:

$$V_3 = V_{СО} + V_{ТС} + V_{ГОР} \quad \text{м}^3, \quad (3)$$

где: $V_{СО}$, $V_{ТС}$, $V_{ГОР}$ – соответственно объемы воды, необходимые для заполнения систем отопления зданий и сооружений; трубопроводов сети отопления и горячего водоснабжения, принадлежащих объектам-производителям тепловой энергии на участках от объекта до ЦТП.

Расчет $V_{СО}$ проводится с использованием величины планируемого расхода тепла на нужды отопления и вентиляции (Q_{Σ} , Гкал), определяемой в соответствии с действующей схемой теплоснабжения субъектами теплоснабжения или органами регулирования, на период отопления продолжительностью Z_0 (час) в установленном регулируемом периоде:

$$V_{СО} = 30 + Q_{\Sigma} / Z_0 \quad \text{м}^3, \quad (4)$$

где: 30 – принятый на основе рекомендаций [6] коэффициент удельного объема заполнения систем отопления, $\text{м}^3/\text{Гкал.ч}$.

Величины $V_{ТС}$ определяется с использованием технических характеристик тепловых сетей, включающих число участков сети отопления с трубопроводами i -го диаметра (n), соответствующие протяженности этих участков ($L_{ТСi}$, км) и рекомендованные для них удельные объемы воды ($V_i \text{ м}^3/\text{км}$):

$$V_{ТС} = \sum_{i=1}^n V_i \cdot L_{ТСi}, \quad \text{м}^3. \quad (5)$$

Подобный расчет проводится и для горячего водоснабжения

$$V_{ГОР} = \sum_{i=1}^n V_i \cdot L_{ГОРi}, \quad (6)$$

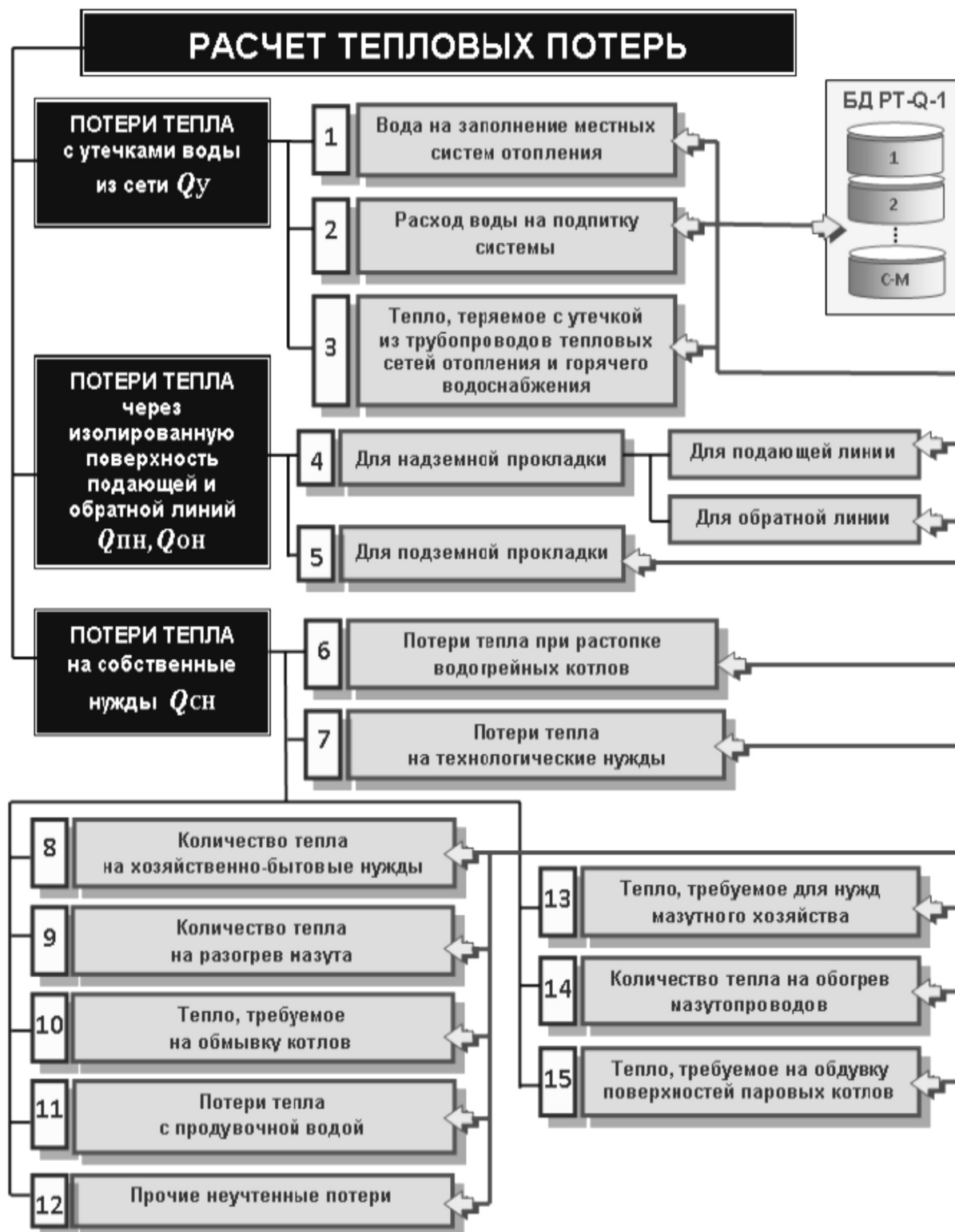


Рисунок 1. Основные группы алгоритмов расчета тепловых потерь программного комплекса РТП-1.

Общий расход воды на подпитку системы отопления в целом (V_{II}) представляется (Блок 2 на рис.1) как сумма объемов воды на подпитку систем отопления ($V_{ПТС}$) и сети горячего водоснабжения ($V_{ПГОР}$) для участков, принадлежащих объектам–производителям тепловой энергии от объекта до ЦТП:

$$V_{II} = V_{ПТС} + V_{ПГОР} \quad \text{м}^3, \quad (7)$$

В соответствии с рекомендациями, приведенными в работе [6], объемы $V_{ПТС}$, $V_{ТС}$, $V_{ПГОР}$ и $V_{ГОР}$ должны находиться в следующих пропорциях:

$$V_{ПТС} = 0,0025 \cdot V_{ТС} \quad (8)$$

$$V_{ПГОР} = 0,0025 \cdot V_{ГОР} \quad (9)$$

Наиболее приемлемой для расчета (Блок 3 на рис.1) величины потерь тепла с утечкой воды из трубопроводов сетей отопления и горячего водоснабжения (Q_y , Гкал) за планируемый период в соответствии с рекомендациями [6] представлялась известная формула:

$$Q_y = V_3 \cdot C_B \cdot \rho \cdot \left(\frac{t_{II} + t_O}{2} - t_{XB} \right) \cdot Z \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал} \quad (10)$$

где: C_B и ρ – соответственно нормативные значения удельной теплоемкости и плотности воды; t_{II} , t_O и t_{XB} – соответственно температуры теплоносителей подающего и обратного трубопроводов и усредненная температура холодной воды (по действующим нормативам +5°C);

Z_O – продолжительность отопления в периоде регулирования, час.

При разработке машинных алгоритмов расчета потерь тепла через изолированную поверхность подающей и обратной линий тепловых сетей при транспортировании теплоносителя была принята стратегия декомпозиции расчеты этого показателя для надземного (Блок 4) и подземного (Блок 5) способа прокладки теплопроводов.

С использованием нормативных значений [6] плотности теплового потока через изолированную поверхность трубопроводов подающих (q_{Pi} , ккал/м.ч) и обратных (q_{Oi} , ккал/м.ч) линий для различных условных проходов и видов их прокладки (на открытом воздухе и внутри помещений), протяженностей i -х участков этих линий (I_{Pi} , I_{Oi} , м), длительностей работы (Z) тепловых сетей для установленного периода (месяц, квартал, год и др.), а также установленные для каждой территориальной зоны значения коэффициентов (β), учитывающих потери для каждого вида элементов сетей (теплоопоры, компенсаторы арматура) рассчитывается тепловые потери при транспортировании теплоносителя от объектов–производителей тепла до потребителя для надземной прокладки:

$$Q_{ПН}^{НАД} + Q_{ОН}^{НАД} = \beta \cdot \left(\sum_{i=1}^n q_{Pi} \cdot I_{Pi} + \sum_{i=1}^n q_{Oi} \cdot I_{Oi} \right) \cdot Z \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал}, \quad (11)$$

где n – количество участков тепловой сети.

для участков подающей линии надземной прокладки:

$$q_{Pi} = q_{Pi} \cdot (t_{II}^{CP} - t_{HB}^{CP}) / (t_{II}^{CPI} - 5), \text{ Ккал} \quad (12)$$

для участков обратной линии надземной прокладки:

$$q_{Oi} = q_{Oi} \cdot (t_O^{CP} - t_{HB}^{CP}) / (t_O^{CPI} - 5), \text{ Ккал} \quad (13)$$

где: t_{HB}^{CP} , t_{II}^{CPI} , t_O^{CPI} – соответственно принятые энергоснабжающей организацией справочные данные по среднегодовым температурам наружного воздуха и теплоносителям подающего и обратного трубопроводов.

Количество тепла, теряемого при транспортировании теплоносителя от объекта–производителя тепла до потребителя для подземной прокладки определяют по формуле:

$$Q_{ПН}^{ПОД} + Q_{ОН}^{ПОД} = \beta \cdot \left(\sum_{i=1}^n q_i \cdot I_i \right) \cdot Z \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал} \quad (14)$$

Предусмотрена возможность пересчета значений плотностей тепловых потоков (q_i) в случаях, когда принимаемые значения средних температур грунта

$$(t_{СП}^{CPI}) \text{ и теплоносителей } (t_{II}^{CPI}, t_O^{CPI}):$$

в планируемом периоде значительно отличаются от этих величин, принятых при расчетах

$$(q_{Pi}^{CPI}, t_{II}^{CPI}, t_O^{CPI}):$$

для подземной двухтрубной прокладки участков трубопроводов:

$$q_i = q_{Pi}^{CPI} \cdot (t_{II}^{CPI} + t_O^{CP} - 2t_{СП}^{CPI}) / (t_{II}^{CPI} + t_O^{CPI} - 2t_{СП}^{CPI}), \text{ Ккал / м-ч} \quad (15)$$

Потери тепла трубопроводами в помещениях определяют по формуле [11].

Тепловые потери с поверхности изоляции паропроводов и конденсаторов, приведенных в действующих строительных нормах и правилах (СНиП 2.04.14–88. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. М.: ЦИТП Госстрой СССР. – 1989), рассчитываются аналогично потерям водяных тепловых сетей с использованием нормированных значений плотности теплового потока для таких элементов сетей. Фактические значения потерь тепла в структурированных региональных сетях напрямую зависят от реального их состояния и условий эксплуатации. Потери возрастают при плохом приборном контроле за техническим состоянием теплосети, что влечет за собой увлажнение и разрушение тепловой изоляции.

Общий расход тепла на собственные нужды –

(Блоки 6–15) определяют как сумму расходов тепла на подогрев воды, удаляемой из котлов с продувкой; на собственные нужды хозяйственно-бытового характера; на разогрев мазута в цистернах, хранилищах и расходных емкостях мазута; на распыление жидкого топлива в паровых форсунках; на технологические процессы подготовки воды и другие.

$$Q_{CH} = \sum_{i=1}^n Q_{CHi}, \text{ Гкал}, \quad (16)$$

где: Q_{CH} – потери тепла на i -е нужды, Гкал, n – количество собственных нужд котельной.

В целом долю тепла на собственные нужды можно рассчитать по формулам:

$$K_{CH} = Q_{CH} / Q_{ВЫР}; \quad (17)$$

$$K_{CH} = 1 - Q_{ОТН} / Q_{ВЫР}, \quad (18)$$

где: $Q_{ВЫР}$ – суммарный расход тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, рассчитываемые в соответствии с Методикой [4] в подсистеме ФНВВ-1 (формирование необходимой валовой выручки регулируемой организации) программного комплекса РТ-Q-1, и потери тепловой энергии в тепловых сетях.

Расход тепла на растопку паровых котлов определяют по формуле:

$$Q_{РАСТi} = K_{РАСТi} \cdot Q_{OKi}, \text{ Гкал}, \quad (19)$$

где: $K_{РАСТ}$ – коэффициент потери тепла, принимается в соответствии с установленными нормами для котлов различных типов [6]; Q_{OKi} – проектная мощность i -го котла, Гкал/час.

Тогда потери тепла в целом за расчетный период $[Z]$ составят:

$$Q_{OK} = \sum_{i=1}^n K_{РАСТi} \cdot Q_{OKi} \cdot Z_i, \text{ Гкал}, \quad (20)$$

Тепловые потери при растопке водогрейных котлов (Блок 6) принимают равным 0,9 аккумулирующей способности обмуровки, определяемой из таблицы значений потерь тепла в зависимости от типа и мощности котла [6].

Для расчета потерь тепла на технологические нужды химводоочистки (ХВО) (Блок 7) предлагается использовать формулу:

$$Q_{ХВО} = K_{ХВО} \cdot G_{ХВО} \cdot C_B \cdot (t'' - t') \cdot Z_{ХВО} \cdot 10^{-6} + K_{ВЗ} \cdot 0,004 \cdot G_D \cdot (I_{ВЫП} - I') \cdot Z_D \cdot 10^{-6} \quad (21)$$

где: $G_{ХВО}$, G_D – соответственно проектные мощности ХВО и деаэратора, т/ч; $K_{ХВО}$, $K_{ВЗ}$ – соответственно нормированное значение удельного расхода воды на ХВО, определяемое в зависимости от общей жесткости ис-

пользуемой воды и поправочный коэффициент, равный 1,0 или 1,2 в зависимости от наличия или отсутствия в системе взрыхлителей; t'' , t' – соответственно температура воды после подогревателя сырой и исходной воды, °С; $Z_{ХВО}$, Z_D – соответственно расчетные продолжительности работы ХВО и деаэратора, час; $I_{вып}$, I' – соответственно энтальпия пара из деаэратора и исходной воды, ккал/кг.

Машинные алгоритмы расчета потерь, реализуемых в Блоках 8–15, связанных с оценкой в частности потерь тепла с продувочной водой, зависящих от периодичности продувки котла; расхода тепла на хозяйственно-бытовые нужды и нужды мазутного хозяйства, включая мазутопроводы; расхода тепла на обдувку поверхностей нагрева и обмывку паровых котлов; прочих и неучтенных потерь разрабатывались с применением апробированной Методики [6].

Как это следует из приведенных выше алгоритмов расчета основных планируемых и непредвиденных тепловых потерь, решение поставленной задачи создания подсистемы РТП-1 потребовало разработки сложной по своей структуре базы данных, содержащей необходимую оперативную информацию о текущем состоянии технических и технологических характеристик линий теплопередачи и структурной организации региональных тепловых сетей.

Все это создало реальные предпосылки для использования разрабатываемого программного комплекса РТ-Q-1 как полигона для проведения различных компьютерных экспериментов с целью выявления оптимальной организации самих региональных тепловых сетей и поиска оптимальных их характеристик путем варьирования различными управляемыми факторами (заменой элементной базы, методов организации транспортировки тепловой энергии, изменением конкретных характеристик, влияющих на качество оказываемых услуг и др.). Результаты таких исследований могут быть использованы для формирования на их основе реальных предложений по повышению эффективности функционирования региональной системы теплоснабжения и снижения тарифов на оказываемые услуги по производству и распределению тепловой энергии.

В целом реализованная в программном комплексе РТ-Q-1 методика расчета необходимых для формирования тарифов показателей, включая тепловые потери в процессе производства и транспортировки тепловой энергии по региональным тепловым сетям, характеризуется особенностями, которые не могли не отразиться на принятых принципах создания алгоритмического и специального программного обеспечения. Это, прежде всего, необходимость организации разветвленного алгоритма расчета, обеспечивающего реализацию различных

подходов (расчетных методик) с использованием условных переходов, связанных с необходимостью разбивки затрат по различным видам деятельности, а также учетом особенностей производственно-технологической структуры регулируемого объекта теплоснабжения и его деятельности, напрямую связанных с составом и наполненностью учитываемых при расчетах статей затрат.

Предварительно проведенные системные исследования различных подходов (концепций) к построению сложно структурированных программных продуктов, разбиение всего комплекса поставленных задач на отдельные функциональные подсистемы (модули) позволили выбрать структурную организацию разрабатываемого программного комплекса РТ-Q-1, обеспечивающую эффективное их раздельное функционирование в соответствии с реализованными в них алгоритмами и с учетом их вза-

имосвязей в процессе решения поставленных задач в условиях изменяющихся исходных данных.

В целом разрабатываемый программный комплекс РТ-Q-1 относится к структурированным программным продуктам, реализующим множество достаточно сложных алгоритмов, успешная реализация которого связывается с необходимостью организации и контроля за ходом работы самого комплекса. Становится совершенно очевидным, что скорейшее освоение пользователями всех особенностей и приемов работы с ним возможно только при реализации в рамках комплекса соответствующих средств автоматизированного обучения.

С учетом накопленного опыта [7] задача разработки такой подсистемы была поставлена и в настоящее время реализуется в рамках комплекса РТ-Q-1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арунянц Г. Г. Процесс регулирования деятельности субъектов теплоснабжающего комплекса Калининградской области и пути его автоматизации / Г.Г. Арунянц, Т.А. Воронин, С.А.Айрапетов // Научное обозрение. – 2016. – № 9. – С. 231–239.
2. Арунянц Г.Г., Хузмиев И.К., Калинин А.Ю. Об эффективном регулировании деятельности естественных монополий в теплотехнике / Г.Г. Арунянц, И.К. Хузмиев, А.Ю. Калинин. // Труды международной конференции "Информационные технологии и системы: наука и практика". – Владикавказ: Издательство ВЦ РАН. – 2002. – С. 345–349.
3. Арунянц Г. Г. Концепция и особенности построения программного комплекса РТ-Q-1 автоматизированного формирования тарифов в сфере теплоснабжения / Г.Г. Арунянц, Т.А. Воронин, С.А.Айрапетов // Наука и бизнес: пути развития. – 2016. – № 3 (57). – С. 66–73.
4. Приказ Федеральной службы по тарифам от 13 июня 2013 года N 760-э "Об утверждении Методических указаний по расчету регулируемых цен (тарифов) в сфере теплоснабжения (с изменениями на 27 мая 2015 года)".
5. Лисин Е. М. Анализ влияния структурных факторов на эффективность применения стратегий рыночной силы генерирующими компаниями на оптовом рынке электроэнергии / Е.М. Лисин, В. Стриелковски, А.О. Гуца, Ю.А. Анисимова // Инновационное развитие экономики. – 2013. – № 6 (17). – С. 159–164.
6. Методические указания по расчету тарифов на тепловую энергию для энергоснабжающих организаций Московской области. – М.: Энергетическая комиссия Московской области. – 2001. – 41 с.
7. Арунянц Г.Г. Разработка автоматизированных обучающих систем: проблемы и пути их решения / Г.Г. Арунянц, А.Ч. Хатагов, П.А. Румянцев. – Владикавказ: Изд-во "Терек". СКГМИ. – 2005. – 368 с.

© Г.Г. Арунянц, Т.А. Воронин, (Suro99@mail.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»,

