

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ТЭЭ-1 АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ТАРИФОВ В СФЕРЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

THE BASIC PRINCIPLES AND FEATURES
OF CREATION OF THE PROGRAM ТЭЭ-1
COMPLEX OF THE AUTOMATED
FORMATION OF TARIFFS
IN THE SPHERE OF POWER SUPPLY
OF THE KALININGRAD REGION

*G. Arunyants
T. Voronin
S. Ayrapetov*

Annotation

Results of the analysis of a condition of problems of regulation of activity of subjects of the electrosupplying complex of the Kaliningrad region and the main ways of increase of efficiency of activity of his subjects, and also the main decisions on creation of a program complex of the automated calculation of tariffs for electric energy focused on use within regional ACS by activity of the electrosupplying complex are given.

Keywords: power supply, electric networks, tariff, method of calculation of tariffs, tariff regulation, the automated information system, program complex, algorithm, information support, the software, the program module, the user interface.

*Арунянц Геннадий Георгиевич
Д.т.н., профессор ФГБОУ ВПО*

*"Калининградский государственный
технический университет"*

Воронин Тимофей Аркадьевич

*Аспирант каф. "Системы управления
и вычислительная техника" ФГБОУ ВПО*

*"Калининградский государственный
технический университет"*

Айрапетов Сергей Альбертович

*Аспирант каф. "Системы управления
и вычислительная техника" ФГБОУ ВПО*

*"Калининградский государственный
технический университет"*

Аннотация

Приводятся результаты анализа состояния проблем регулирования деятельности субъектов электроснабжающего комплекса Калининградской области и основных путей повышения эффективности деятельности его субъектов, а также основные решения по созданию программного комплекса автоматизированного расчета тарифов на электрическую энергию, ориентированного на использование в рамках региональной АСУ деятельностью электроснабжающих организаций.

Ключевые слова:

Электроснабжение, электрические сети, тариф, методика расчета тарифов, тарифное регулирование, автоматизированная информационная система, программный комплекс, алгоритм, информационное обеспечение, программное обеспечение, программный модуль, пользовательский интерфейс.

Современный этап развития и функционирования регионального комплекса электроснабжения характеризуется ростом предъявляемых к нему требований: управляемости, доступности, надежности. В то же время, согласно отечественному и зарубежному опыту электроэнергетический комплекс должен быть отрегулирован таким образом, чтобы он служил на благо всему обществу. Бесперебойное производство и распределение электроэнергии в системах регионального электроснабжения является важнейшим условием энергетической безопасности региона и страны в целом. Поэтому, системный анализ накопленного в процессе развития этого немаловажного сектора экономики страны опыта в области управления деятельностью объектов региональ-

ных систем электроснабжения – естественных монополий, поиска новых подходов и методов тарифного регулирования сегодня приобретает особую важность.

Электроэнергия и услуги по ее транспортировке и распределению по региональным электросетям являются товаром, производителями которого являются электропроизводящие и электросетевые предприятия и организации, а потребителями – организации, предприятия и население региона. Основной задачей эффективной координации деятельности субъектов региональной электроэнергетики становится обеспечение устойчивого баланса интересов производителей и потребителей этого вида товара при соблюдении интересов государства на

основе результатов технического надзора и анализа развития ситуации. Значительная нагрузка при этом возлагается именно на государство, как главного ограничителя стремлений предприятий – естественных монополий к получению сверхприбылей, а также гаранта выполнения необходимых требований эффективного учета интересов как потребителей в поставках электроэнергии по приемлемым ценам, так и производителей услуг по ее передаче и распределению для компенсации произведенных ими при этом затрат.

Исполнительным органом, осуществляющим деятельность по установлению регулируемых государством цен и тарифов является "Служба по государственному регулированию цен и тарифов Калининградской области" (далее СГРЦТ). Эффективность процесса регулирования деятельности субъектов регионального электроэнергетического комплекса связывается с организацией взаимодействия всех ветвей и уровней указанной системы, напрямую зависящего от организации общего информационного поля "СГРЦТ" – субъекты регулирования". Одной из важнейших задач регулирования при этом является определение экономической обоснованности затрат, включаемых в состав себестоимости производимой продукции или услуг.

К настоящему времени уже накоплен определенный опыт достижения окупаемости затрат на производство электрической энергии в некоторых промышленных регионах за счет возложения большей части производимых при этом расходов на предприятия промышленного сектора (перекрестное субсидирование). Более того, тарифное регулирование создает предпосылки стимулирования работы предприятий–потребителей в несколько смен, что выравнивает во времени потребление энерго-ресурсов, что особенно эффективно в условиях высокой автоматизации труда.

В условиях имеющих место затруднений оперативно-го учета издержек на производство и потребление электроэнергии уместно говорить о наличии проблем экономического анализа системы в целом. Принятый в настоящее время в сфере электроэнергетики затратный характер экономического механизма формирования тарифов выводит на первое место проблему системного анализа всех затрат, связанных с производством и передачей электроэнергии и расчета на их основе себестоимости единицы производимой продукции и услуг.

Установлено, что для эффективного тарифного регулирования деятельности субъектов региональной системы энергоснабжения необходим пересмотр тарифов не менее 4 раз в год [1]. Это связывается с необходимостью систематической оценки состояния электроэнергетических объектов, включая электросети, и многократного проведения соответствующих расчетов, требующих ре-

ализации достаточно сложных вычислительных операций с использованием специально разрабатываемых для этих целей алгоритмов, реализуемых в рамках автоматизированных информационных систем (АИС). Совершенно очевидно, что практическая реализация эффективного тарифного регулирования в этих условиях невозможна без разработки и внедрения региональных автоматизированных информационных систем (РАИС), обеспечивающих в автоматизированном режиме сбор, хранение, обработку и анализ осведомляющей информации и обмен данными по схеме "СГРЦТ – субъекты регулирования.

При постановке задачи разработки универсального программного комплекса ТЭЭ–1 автоматизированного формирования тарифов в сфере электроснабжения, ориентированной на функционирование в рамках РАИС, предполагалось, что его использование в электроснабжающих предприятиях и региональных службах по государственному регулированию цен и тарифов позволит установить единые правила для всех субъектов регулирования в части методики определения себестоимости выработки и передачи электроэнергии, повысить эффективность оперативной проверки (экспертизы) регулирующими органами правильности отнесения затрат на себестоимость продукции (услуг), а также мониторинга и анализа состояния теплоснабжения региона для разработки плана оперативных мероприятий и стратегии развития электроэнергетической системы региона.

В качестве базовой методологической основы, принятой при разработке машинных алгоритмов, реализуемых в комплексе ТЭЭ–1, были приняты методические указания [2], предназначенные для использования регулирующими органами и регулируемые организациями для расчета методом экономически обоснованных расходов уровней тарифов и цен на розничном (потребительском) рынке электрической энергии (мощности).

Основной особенностью принятой методики расчета тарифов (цен) на электрическую энергию (мощность) является предварительное формирование четырех групп потребителей (тарифных групп), каждой из которых соответствует свой определенный набор расчетных алгоритмов. Тарифы на электрическую энергию, отпускаемую потребителям, дифференцируются по уровням напряжения [2].

Проведенный анализ действующих в настоящее время методических указаний по расчету регулируемых тарифов и цен на электрическую энергию (мощность) на розничном (потребительском) рынке [2] позволил выявить ряд их недостатков, затрудняющих их реальное использование при разработке специального алгоритмического обеспечения программного комплекса ТЭЭ–1. Это, прежде всего иерархичность и множественность применяемой системы индексации отдельных показателей при

выборе расчетных элементов и сложность формирования вектора необходимых для этого исходных данных и, собственно, реализации самих вычислительных процедур, характеризующихся разветвленностью и связанностью. В результате была предложена стратегия практической реализации комплекса ТЭЭ-1, в соответствии с которой выбор направления и вида расчета тарифов на электрическую энергию (мощность) в процессе функционирования ТЭЭ-1 осуществляется по процессуальной схеме, приведенной на рис. 1. Здесь: БД ФСТ – база данных Федеральной службы тарифов, БД РСТ – база данных региональной службы тарифов.

Наибольшую проблему, на наш взгляд, представляет реальный учет потерь электроэнергии, включающих нагрузочные потери в линиях, силовых трансформаторах и автотрансформаторах; потери холостого хода трансформаторов и автотрансформаторов; потери на корону в воздушных линиях и др. Обоснована необходимость реализации такого учета в разрезе плановых и фактических показателей. Более того необходима оценка фактического и планового состояния самой системы подконтрольной региональной электросети, что позволяет в условиях АИС проводить эффективный анализ и прогнозирования состояния электроснабжения.

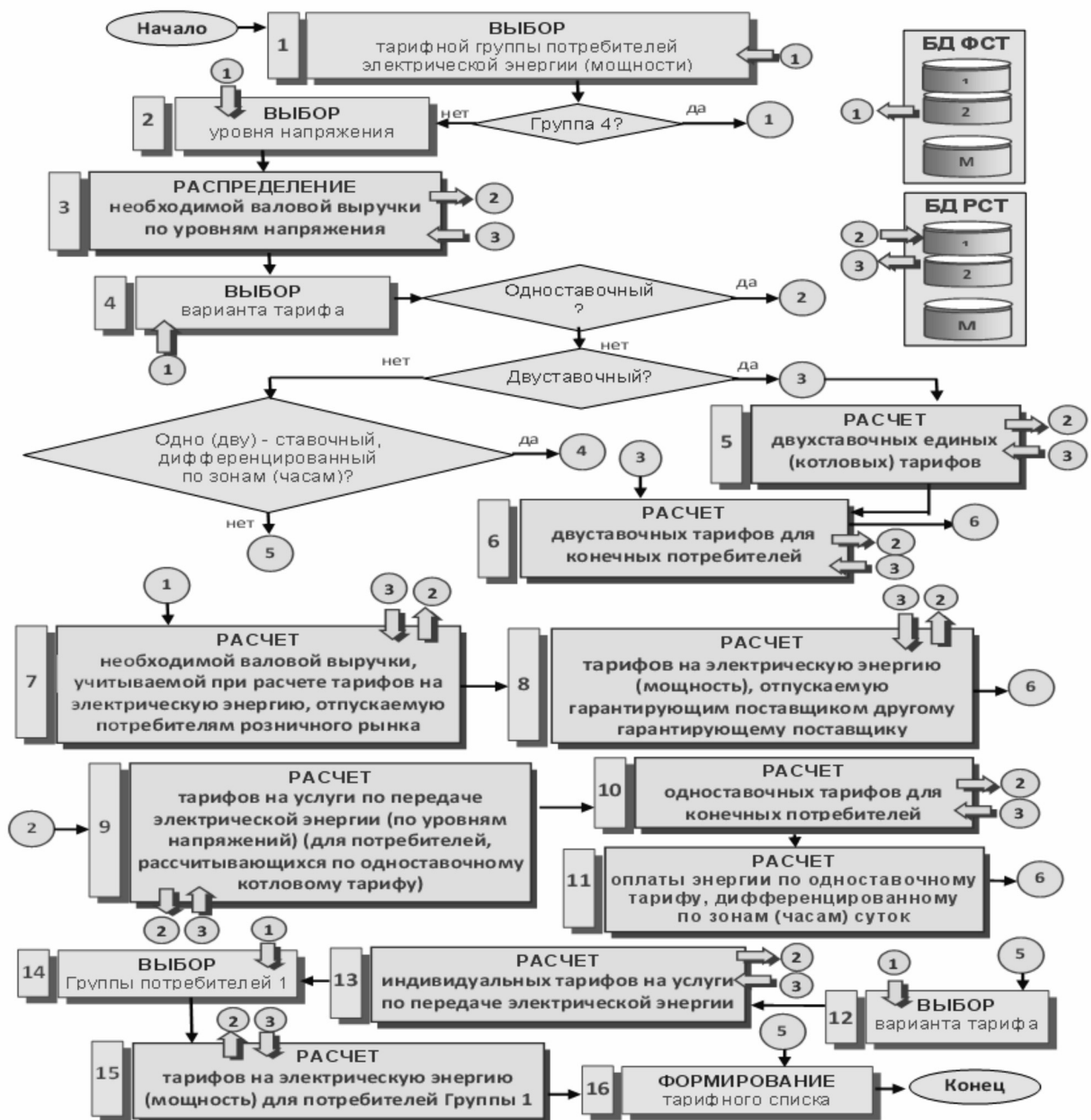


Рисунок 1. Схема выбора направление расчета.

Используемые в Методике [2] обобщенные показатели потерь без их детализации при имеющей место тенденции к росту абсолютных и относительных потерь затрудняют принятие своевременных эффективных мер по их снижению – важнейшей задачи повышения эффективности региональной электроэнергетики, сдерживания темпов роста тарифов на электроэнергию.

В результате было принято решение о включении в структуру разрабатываемого программного комплекса ТЭЭ–1 подсистему "Расчет технологического расхода (потерь) электрической энергии при передаче по электрическим сетям региональных энергосистем (ПЭЭ–1)", разработку которой предполагалось провести с использованием ранее полученных результатов, приведенных в работе [3]. Включение такой подсистемы позволяет эффективно использовать получаемые в процессе ее функционирования расчетные данные для решения широкого круга задач энергосбережения в региональных сетях электроснабжения.

При постановке задачи разработки подсистемы ПЭЭ–1 основное внимание было уделено решению проблем, связанных с автоматизированным расчетом нагрузочных потерь, определяющих значительную часть затрат, учитываемых при формировании различных тарифов на электроэнергию для различных классов сетей и потребителей.

Расчеты проводятся и в рамках соответствующих программных модулей комплекса ТЭЭ–1, перечень которых приведен в таблице 1. Наименование модулей соответствует наименованиям методик, приведенных в документации действующих Указаний [2] и в работе [3]. Исходные данные, необходимые для расчетов, формируются с использованием действующих в электроснабжающих организациях средств контроля и учета, структурируются и хранятся в специально создаваемых базах данных (БД) соответствующих подсистем программного комплекса ТЭЭ–1.

Приведенные в табл. 1 программные модули реализуют разработанные машинные алгоритмы расчета всех предусмотренных соответствующими методами показателей.

Примеры вычислительных схем реализации разработанных машинных алгоритмов отдельных модулей приведены на рисунках 2, 3.

Программная реализация модулей комплекса обеспечивает ведение локальных баз данных (БД) функциональных подсистем и БД комплекса ТЭЭ–1 в процессе его функционирования в условиях возможных изменений по их составу и структуре, автоматизированное формирование, отображение и вывод на печать выходных форм установленного вида. Действенный контроль на всех

Таблица 1.

Перечень подсистем (модулей) программного комплекса ТЭЭ-1.

№	Обозначение	Наименование
ПОДСИСТЕМА ТЭЭ-1 расчета тарифов на электрическую энергию (мощность)		
1	РТ.ШЭ-1	Расчет уровня цены на электрическую энергию на шинах энергоснабжающей организации - субъекта розничного рынка
2	РТ.УП-1	Расчет тарифа на услуги по передаче электрической энергии по региональным электрическим сетям
3	РТ.УПК-1	Расчет тарифа на услуги по передаче электрической энергии по (по уровням напряжений) (для потребителей, рассчитывающихся по одноставочному котловому тарифу)
4	РТ.УПИ-1	Расчет индивидуального тарифа на услуги по передаче электрической энергии
5	РТ.ГП-1	Расчет тарифов по группам потребителей электрической энергии
ПОДСИСТЕМА ПЭЭ-1 расчета технологического расхода (потерь) электрической энергии при передаче по электрическим сетям региональных энергосистем		
6	РП.СВН-1	Расчет потерь в разомкнутых сетях 6-150 Кв. (среднее (СН) и высокое (ВН) напряжение)
7	РП.СНН-1	Расчет потерь в разомкнутых сетях 0,38 Кв. (низкое (НН) напряжение)

уровнях комплекса обеспечивается использованием развитой системы диагностики и принятия решений.

Концепция построения сложно структурированных программных комплексов, принятая за основу при построении комплекса ТЭЭ-1 определила его общую структуру с использованием результатов проведенной де-

композиции общей задачи на отдельные функциональные подсистемы, в рамках которых решается определенный комплекс задач.

Предусмотрено раздельное и совместное их функционирования в процессе решения поставленных задач с учетом их взаимосвязи.

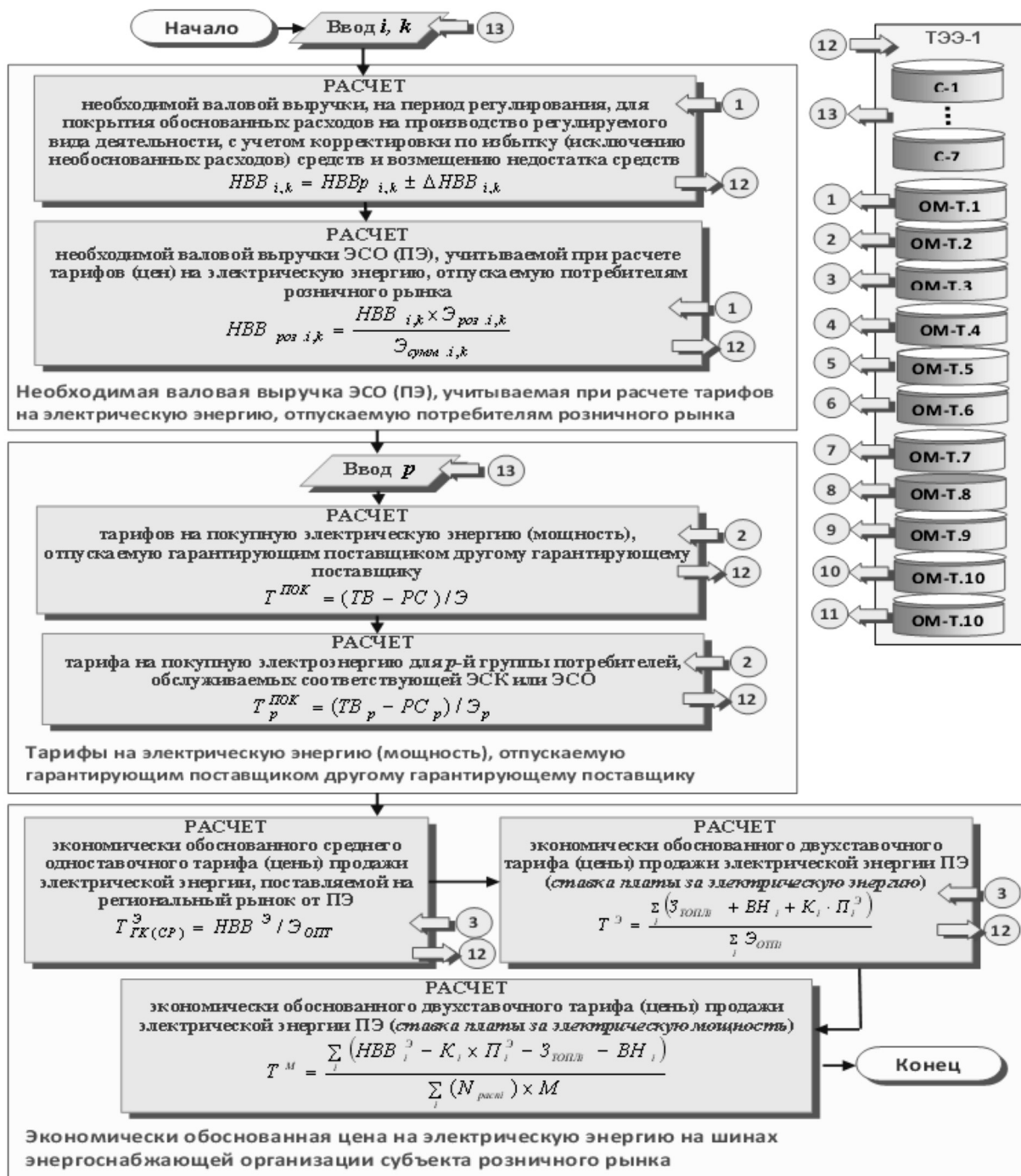


Рисунок 2. Расчет тарифа на электрическую энергию на шинах энергоснабжающей организации - субъекта розничного рынка (Модуль РТ.ШЭ-1).

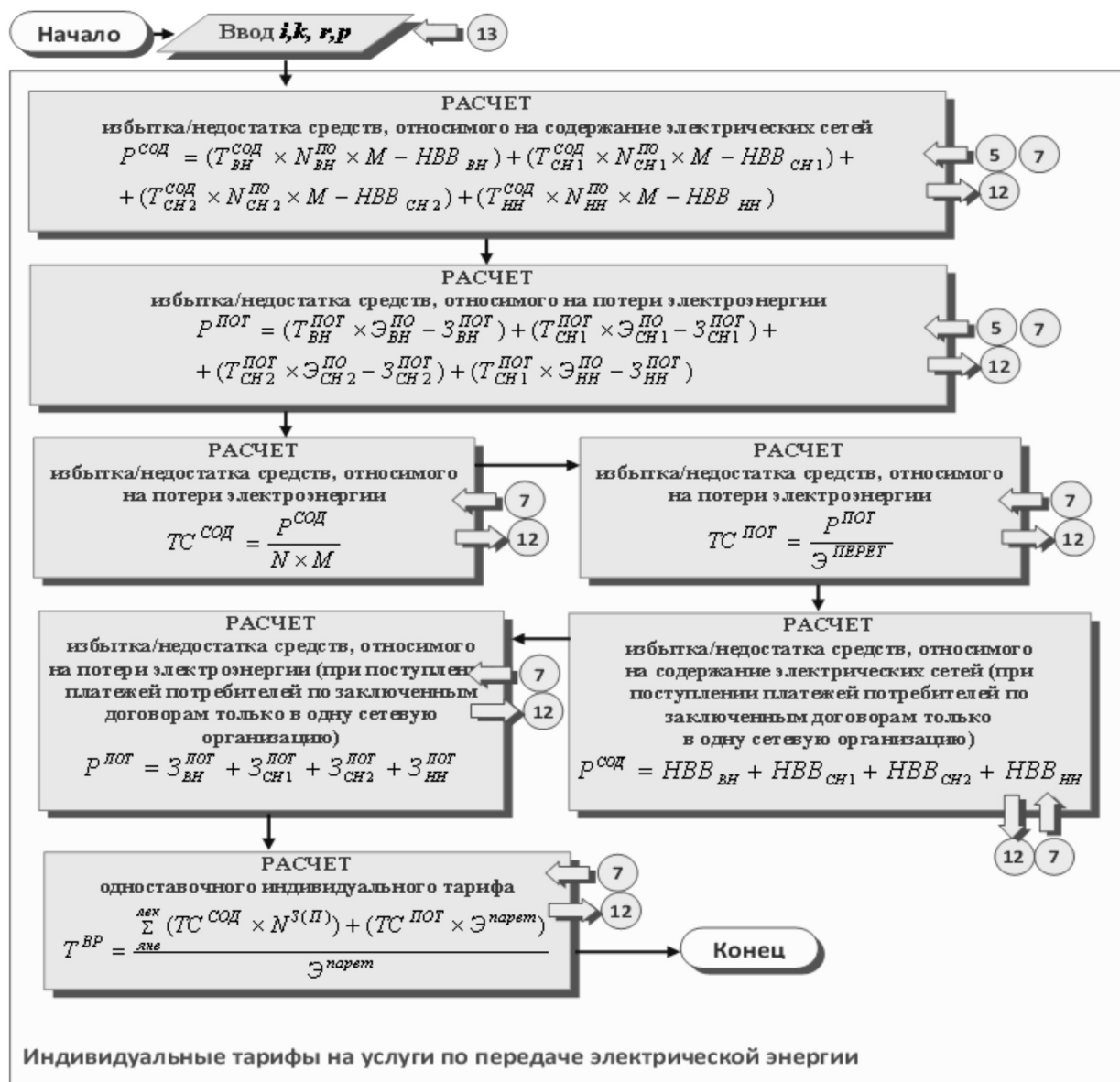


Рисунок 3. Расчет индивидуального тарифа на услуги по передаче электрической энергии (Модуль МЭОР-1).

В соответствии с принятой концепцией структурной реализации программного комплекса ТЭЭ-1, а также особенностей реализации разработанных машинно-ориентированных алгоритмов были выделены основные его режимы (рис. 4), что связывалось с постановкой и реализацией задач по созданию его внутрисистемных и пользовательских интерфейсов и ключевых подсистем. Укрупненная схема пользовательского интерфейса программного комплекса ТЭЭ-1 представлена на рис. 5.

В соответствии с принятым принципом организации специального программного обеспечения комплекса ав-

томатический информационный обмен между отдельными его модулями (подсистемами) в процессе решения различных задач осуществляется с использованием структурированной по различным уровням БД, разработка которой производилась с использованием результатов предварительного анализа взаимосвязи подсистем с целью выявления их зависимости по резуль- татной информации при условии организованного доступа к общему банку данных системы.

Такие исследования позволили сделать соответствующие выводы по организации их разработки.



Рисунок 4 Основные режимы работы комплекса ТЭЭ-1.

Учитывая низкую связанность подсистем комплекса, был сделан вывод о возможности и целесообразности их автономной разработки, который был учтен при разработке архитектурной организации и базы данных комплекса.

Для обеспечения эффективной работы программного комплекса ТЭЭ-1 разработка его информационного обеспечения основывалась на использовании единого адресного пространства и процедур при реализации заложенных в основу информационного взаимодействия механизмов, реализуемых посредством разработанных общесистемных и пользовательских интерфейсов.

В целом информационное обеспечение разработанного программного комплекса ТЭЭ-1 включает настройки его функционирования, пользовательские данные, справочные и оперативные массивы. Вывод о приемлемости и целесообразности применения реляционной мо-

дели организации данных для построения банка данных комплекса, включающего БД его подсистем, был сделан на основании проведенного анализа особенностей разработанных машинных алгоритмов, а принятая для реализации статическая структура информационной базы не противоречит требованиям расширяемости и устойчивости программного комплекса.

В тоже время разрабатываемая информационная база данных комплекса ТЭЭ-1 характеризуется большой структурной и содержательной сложностью, что потребовало выбора и использования единого подхода к формированию дружественного пользовательского интерфейса с целью обеспечения их внешнего представления в принятой форме.

Принятый подход к анализу состава и разделению полей информационной базы, предложенный в работе [3], позволяет эффективно создавать реляционную БД лю-

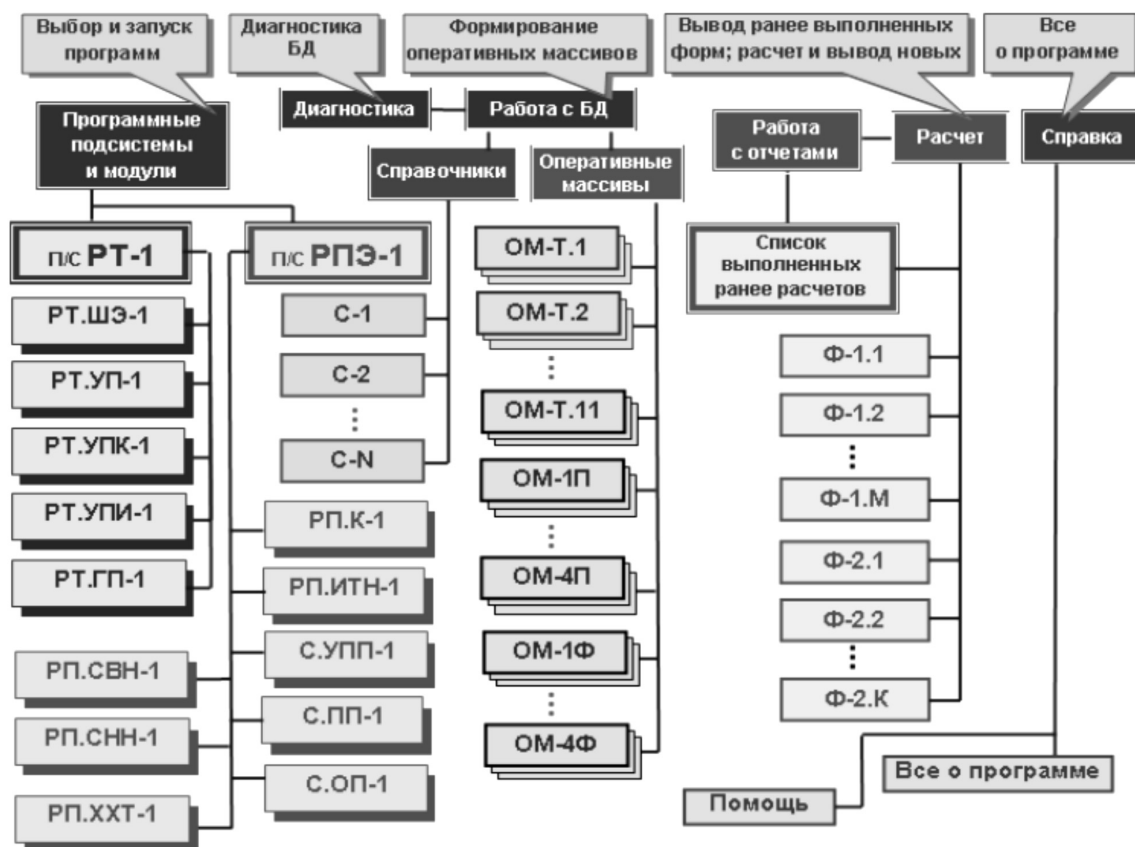


Рисунок 5 Укрупненная схема пользовательского интерфейса программного комплекса ТЭЭ-1.

бой сложности. Исключение возможности нарушения ее целостности обеспечивалась проведением нормализация структур данных для БД локальных подсистем в соответствии с положениями теории нормальных форм [4]. Принималась во внимание и возможность возникновения в процессе эксплуатации комплекса различного рода возмущений по составу и структуре входной информации, что учитывалось при разработке архитектуры отдельных функциональных подсистем и комплекса в целом.

Применяемые при этом подходы обеспечивают устойчивость и гибкость комплекса при возникновении динамических изменений и наращивания функционала.

Принятая при разработке программного комплекса ТЭЭ-1 децентрализованная архитектура представлялась наиболее подходящей при необходимости обеспечения возможности реализации условий автономности функциональных подсистем (модулей) входящих в его состав [5]. В этих условиях каждая конкретная подсистема должна иметь свое уникальное программное обеспечение и локальную БД, а все подсистемы – одинаковую ар-

хитектуру. Полная информационная совместимость подсистем (модулей) комплекса обеспечивается использованием ими стандартных величин предметной области.

Применение способа динамического формирования пользовательского интерфейса для каждого модуля с использованием метаданных о его структуре и связях с другими элементами успешно решает проблемы размерности решаемых задач, а также адаптивности разрабатываемого интерфейса в условиях изменяющегося состава и структуры используемых информационных массивов.

За счет снятия проблемы разработки интерфейса для каждой подсистемы обеспечивается гибкость к модификации и адаптации комплекса в целом. Программная логика пользовательского интерфейса и сформированные правила работы с ним обеспечивают анализ всех изменений в составе и структуре локальных подсистем.

Формируемые в результате работы программного комплекса ТЭЭ-1 отчеты установленного вида используются на различных этапах формирования и анализа тарифов на производство и передачу электроэнергии.

Кроме того в рамках комплекса реализованы процедуры, обеспечивающие возможность проведения экспериментальных исследования с целью решения задач по-

иска оптимальных решений и прогнозирования в рамках тарифного регулирования и энергосбережения при различных значениях исходных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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. 66–75
2. Методические указания по расчету регулируемых тарифов и цен на электрическую (тепловую) энергию на розничном (потребительском) рынке / Приложение к приказу Федеральной службы по тарифам от 6 августа 2004 года N 20-э/2 (с изменениями на 14 апреля 2014 года).
3. Арунянц, Г.Г. Особенности построения программного комплекса расчета и анализа потерь в электрических сетях. Текст. / Г.Г. Арунянц, И.К. Хузмиев, А.Ю. Калинин. // Вестник ФЭК РФ, №4. М.: 2005. – С. 47–54
4. Харрингтон, Д. Проектирование объектно-ориентированных баз данных / Д. Харрингтон // пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 272 с.
5. Collins, D. Designing Object-Oriented User Interfaces / D. Collins // англ. – Benjamin: Cummings Publ. – 1995. – 590 с.

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

7-9

декабря

КАЗАНЬ-2016

ОРГАНИЗАТОРЫ
 Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан,
 Ассоциация предприятий и предпринимателей Республики Татарстан,
 Мэрия города Казани,
 ОАО «Казанская ярмарка»

При поддержке Президента и Правительства Республики Татарстан

Реклама

16-я международная специализированная выставка

Машиностроение. Металлообработка. Казань

11-я специализированная выставка

ТехноСварка Казань