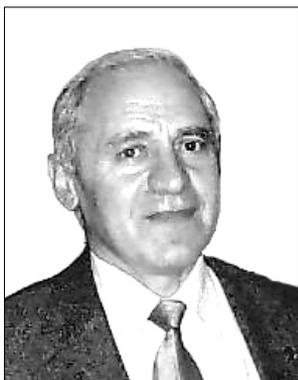


## Автоматизация процессов регулирования деятельности субъектов естественных монополий в сфере теплоэнергетики: проблемы и пути их решения

Г.Г. Арунянц, И.К. Хузмиев, А.Ю. Калинин



Д.т.н., профессор  
Г.Г. Арунянц



Д.т.н., профессор  
И.К. Хузмиев



Аспирант  
А.Ю. Калинин

Современный этап развития и функционирования регионального теплоснабжающего комплекса характеризуется ростом предъявляемых к нему требований: управляемости, доступности, надежности. В то же время, согласно отечественному и зарубежному опыту, теплоэнергетический комплекс должен быть отрегулирован таким образом, чтобы он служил на благо всему обществу. Основной целью управления теплоэнергетическими объектами (комплексами) является создание экономических, организационных и правовых условий, обеспечивающих надежное и безопасное функционирование системы энергообеспечения экономики.

Основная задача регулирования деятельности субъектов естественных монополий в теплоэнер-

гетике – обеспечить баланс интересов различных групп (производителей и потребителей тепловой энергии и услуг по ее передаче), при соблюдении интересов государства.

В настоящей работе приводятся результаты анализа состояния проблем автоматизации процессов регулирования деятельности субъектов естественных монополий в сфере теплоэнергетики, а также особенности разработанного автоматизированного комплекса расчета и анализа тарифов на выработку и передачу тепловой энергии, предназначенного для использования в рамках региональной автоматизированной системы управления деятельностью энергоснабжающих и энергопотребляющих предприятий и организаций.

### 1. Состояние проблемы регулирования деятельности естественных монополий в сфере теплоэнергетики

На сегодняшний день теплоснабжение России обеспечивают 485 ТЭЦ, около 6,5 тыс. котельных мощностью более 20 Гкал/час, более 180 тыс. мелких котельных и порядка 600 тысяч автономных индивидуальных теплогенераторов. В организациях, связанных с теплоснабжением и теплоснабжением, работает около 3 млн. человек. Суммарная реализация тепла в стране составля-

ет 2060 млн. Гкал/год, в т. ч. жилищный сектор и бюджетная сфера потребляют 1086 млн. Гкал/год, промышленность и прочие потребители – 975 млн. Гкал/год. На теплоснабжение расходуется более 400 млн. тонн условного топлива в год.

Регулирование сферы теплоснабжения, как жизненно важного источника энергии, является одной из составляющих управления экономикой

региона. Поэтому осмысление и обобщение существующих разработок в области регулирования, а также новых концепций методик по расчету тарифов, тарифного регулирования, как эффективного способа управления монополистами, чрезвычайно важны.

Региональные компании по производству тепла и организации теплоснабжения являются сегодня компаниями общего пользования – естественными монополистами. Исследование проблем, связанных с процессами, протекающими в них и вокруг них, является актуальным для реформируемой и регулируемой экономики региона.

Для ограничения претензий естественных монополий на получение сверхприбылей за счет остальной части общества необходимо регулирование их деятельности в части установления тарифов на тепловую энергию с тем, чтобы, с одной стороны, учесть интересы потребителей в поставках недорогой тепловой энергии (поставках энергии по приемлемым ценам), с другой – интересы производителей тепловой энергии и услуг по ее передаче – для того, чтобы компенсировать понесенные ими затраты, а также предоставить возможность получать нормированную прибыль от своей деятельности, не ущемляя при этом интересы других групп.

Для того чтобы не мешать деятельности и развитию объектов теплоэнергетики, регулирование как процесс должно быть эффективным, т.е. решать в полной мере возлагаемые на него задачи с минимальными издержками в максимально короткие сроки. Оперативность и точность принятия решений при регулировании деятельности компаний общего пользования в энергетических естественных монополиях, к которым относятся и компании теплоэнергетики, во многом зависят от состояния общего информационного поля **ФЭК – РЭК – субъекты регулирования**. Одной из важнейших задач регулирования при этом является определение экономической обоснованности затрат, включаемых в состав себестоимости производимой продукции или услуг.

Производители тепловой энергии и услуг по ее передаче заинтересованы в повышении уровня показываемых затрат на производство продукции, так как им в определенных условиях законодательно гарантирована норма рентабельности. Можно сказать, что в создавшихся условиях отсутствия соответствующего контроля и действующей тарифной политики они не заинтересованы в снижении себестоимости производимой

энергии, т.к. это не дает им существенных экономических преимуществ по сравнению с другими компаниями отрасли: снижение себестоимости продукции и услуг может повлиять на снижение уровня устанавливаемых для этих организаций тарифов, при той же норме рентабельности. А это означает в некоторых случаях снижение получаемой прибыли.

В настоящее время все еще отсутствуют четкие и ясные экономические механизмы, стимулирующие подъем эффективности ведения хозяйства в области теплоэнергетики. Вместо этого налицо постоянное повышение тарифов на тепло. Какие эффективные экономические механизмы могут быть в теплоэнергетике в условиях ее регулирования государством? Экономический механизм должен, с одной стороны, предусматривать возмещение издержек производителя тепловой энергии и услуг по ее транспортировке и распределению при норме рентабельности, достаточной для развития отрасли; с другой стороны – должен предусматривать возможность приобретения потребителями тепловой энергии по приемлемой для других отраслей промышленности и социальной сферы цене.

Все еще действующая в настоящее время затратная идеология формирования тарифа на тепловую энергию предполагает сравнение текущих затрат на производство и передачу тепловой энергии с затратами предыдущего периода. На основе такого сравнения принимается решение об утверждении тарифа для энергоснабжающих организаций.

Важным вопросом, требующим проведения исследований, представляется механизм признания понесенных затрат экономически обоснованными для производства тепловой энергии или услуг по ее передаче. В соответствии с затратной идеологией в состав себестоимости включаются только признанные экономически обоснованными затраты. В условиях различного состава производящего оборудования и тепловых сетей, а также различного их состояния, понесенные затраты для одного предприятия могут быть признаны обоснованными и, следовательно, включены в состав себестоимости, для другого – нет. Экономическое обоснование затрат требует со стороны органа регулирования детального анализа теплоэнергетического объекта, проведения сложных технико-экономических расчетов, подтверждающих необходимость расхода материалов, топлива, человеческих ресурсов для про-

изводства и (или) передачи тепловой энергии.

В этих условиях представляется весьма важным обобщение уже наработанного опыта и исследования вопросов экономического обоснования затрат на производство и передачу тепловой энергии, формирования себестоимости, дифференцированного тарифного регулирования.

Эффективное регулирование предполагает утверждение тарифа на тепловую энергию до 4 раз в год, что означает необходимость повторного анализа состояния теплоэнергетического объекта и повторного проведения сложных технико-экономических расчетов. Такое регулирование возможно только при наличии автоматизированных информационных систем обработки технико-экономической информации в сфере теплоэнергетики.

Актуальность и недостаточная изученность вопросов создания информационных систем в сфере регулирования теплоэнергетического сектора экономики требует проведения дополнительных исследований.

Субъект естественной монополии в сфере теплоэнергетики – хозяйствующий субъект (юридическое лицо), занятый производством и реализацией товаров в условиях естественных монополий. Товаром в теплоэнергетике является тепловая энергия во всех ее формах и услуги по ее транспортировке и распределению. Потребитель – физическое или юридическое лицо, приобретающее товар, производимый (реализуемый) субъектом естественной монополии.

В целом методы регулирования и формы государственного контроля естественных монополий установлены в главе 2 (статье 6) федерального закона «О естественных монополиях»:

– ценовое регулирование, осуществляемое посредством определения тарифов или их предельного уровня;

– определение потребителей, принадлежащих к обязательному обслуживанию, и (или) установление минимального уровня их обеспечения в случае невозможности удовлетворения в полном объеме потребностей в товаре, производимом субъектом естественных монополий, учетом необходимой защиты прав и законных интересов граждан, обеспечение безопасности государства, охраны природы и культурных ценностей.

Теплоэнергетические компании осуществляют отпуск жизненно необходимых услуг. Так, прекращение производства и подачи тепловой энергии в зимний период может привести к большим

убыткам и катастрофическим последствиям: отключение подачи тепловой энергии несет реальную угрозу жизни людей. Катастрофические последствия отключения теплоснабжения в зимний период характеризуют эти услуги как уникальные. В этих условиях доступ к нормированным количествам услуг естественных монополий, обеспечивающих жизнедеятельность, должен быть обеспечен вне зависимости от уровня доходов населения.

Регулирование теплоэнергетических компаний осуществляется исходя из интересов потребителей в получении услуг естественных монополистов по доступным ценам, с учетом интересов поставщиков в получении прибыли, не допуская преимуществ монопольного положения на рынке. Контроль за правами и обязанностями монополий со стороны общества в лице государства является сутью регулирования, которое объективно необходимо для соблюдения баланса интересов производителей и потребителей, эффективного соразмерного развития теплоэнергетической отрасли как важной составляющей экономики страны.

Непосредственное регулирование естественных монополий в сфере теплоэнергетики осуществляется, согласно федеральным законам «О государственном регулировании тарифов на тепловую энергию», «О естественных монополиях», органами исполнительной власти: на федеральном уровне – Федеральной энергетической комиссией (ФЭК), на уровне субъектов федерации – региональными энергетическими комиссиями (РЭК).

Государственное регулирование тарифов осуществляется в целях:

– защиты экономических интересов потребителей тепловой энергии от необоснованного повышения тарифов;

– создания механизма обеспечения баланса экономических интересов производителей тепловой энергии и услуг по ее передаче и распределению и потребителей;

– создания экономических стимулов, обеспечивающих энергосбережение и повышение эффективности использования энергии.

Как уже отмечалось, одной из главных задач при этом становится создание информационно-управляющей системы регулирования деятельности субъектов естественных монополий региона для принятия эффективных решений по их регулированию, своевременного установления эконо-

мически обоснованных тарифов, защиты интересов субъектов рынка. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1. Анализ существующей системы функционирования теплоснабжающего комплекса.
2. Анализ сложившихся подходов к регулированию деятельности естественных монополий в теплоэнергетике и путей их усовершенствования.

## 2. Основные подходы и принципы автоматизации процессов регулирования деятельности естественных монополий в сфере энергетике

Как отмечалось ранее, оперативность и точность принятия решений по регулированию деятельности компаний общего пользования в энергетических естественных монополиях во многом зависит от состояния общего информационного поля **ФЭК – РЭК – субъект регулирования**. В настоящее время обмен информацией, мониторинг и контроль за технико-экономическим состоянием ТЭЦ, котельных и других теплоснабжающих организаций, расчеты тарифов и цен в основном проводятся с недостаточным применением современных информационных технологий.

Проведенный системный анализ тенденций и особенностей развития системы государственного регулирования энергетике за последние 3 года ясно показывает, что все еще актуальными и первоочередными являются следующие задачи:

1. Создание системы эффективного мониторинга деятельности субъектов регулирования, обеспечивающей получение достоверной информации о техническом состоянии и финансово-экономических показателях субъектов регулирования путем формирования необходимого информационного ресурса на базе ведомственной отчетности и специальных обследований (аудита).

2. Осуществление комплексного анализа экономической обоснованности затрат, включаемых в структуру тарифов, и расчет этих тарифов согласно действующей методологии; проведение ценового анализа рынков продукции (услуг) естественных монополий; перспективный анализ тенденций динамики финансово-экономических показателей деятельности субъектов регулирования.

3. Организация процессов обучения и повышения квалификации специалистов по вопросам государственного регулирования деятельности субъектов естественных монополий в сфере теплоэнергетики на базе современных информационных технологий с учетом опыта различных стран и различных моделей функциони-

3. Разработка многоуровневой автоматизированной системы управления.

4. Разработка новых методик экономического обоснования тарифов на услуги естественных монополий в сфере теплоэнергетики.

5. Разработка машинно-ориентированных алгоритмов и программ автоматизированного расчета и анализа тарифов на выработку и передачу тепловой энергии.

рования топливно-энергетического комплекса.

Согласно современной концепции регулирования естественных монополий в сфере энергетике, эффективное регулирование естественных монополий невозможно без разработки и внедрения в процесс регулирования региональных автоматизированных систем управления (АСУ), которые должны включать следующие подсистемы:

- сбора информации о хозяйственной деятельности и показателях финансово-экономического состояния субъектов регулирования;

- хранения вышеуказанной информации в рамках комплексных баз данных, предусматривающих возможность иерархической системы обмена данными по схеме ФЭК – РЭК – субъекты регулирования с учетом обеспечения защиты коммерческой тайны;

- обработки и всестороннего объективного анализа этой информации, имея в виду принятие на ее основе решений о регулировании тарифов.

На основе анализа тенденций и особенностей развития системы государственного регулирования в области энергетике, основных концепций построения и характера функционирования многоуровневых АСУ в работах Г.Г. Арунянца, И.К. Хузмиева [1, 2] были сформулированы основные принципы, положенные в основу разработки автоматизированной системы управления деятельностью естественных монополий в энергетике (**ENERGY-SR**), осуществляемой в РЭК РСО-А с 2000 года.

**1. Относительная независимость подсистем.** Этот принцип предусматривает наличие в системе функционально независимых подсистем, централизованного банка данных и возможности информационного обмена между подсистемами. Реализация функционально независимых подсистем осуществляется в отдельных внешних программных модулях системы. Взаимодействие подсистем обеспечивается наличием передаточ-

ных интерфейсов, а их независимость позволяет достаточно просто проводить модернизацию.

**2. Эволюционность подсистем и системы в целом.** Этот принцип предполагает развитие (расширение) функциональных возможностей как отдельных подсистем, так и системы в целом. Что дает возможность решать все более сложные задачи управления на базе новых информационных технологий.

**3. Оперативность взаимодействия «система – пользователь».** Этот принцип предполагает наличие простых для освоения, но развитых процедур взаимодействия (интерфейса) между пользователем и системой, предлагающей ему альтернативные варианты для продолжения решения задачи, с которыми он либо может соглашаться, либо предлагает собственный вариант.

**4. Универсальность автоматизированной системы для групп родственных по характеру работы объектов.** Этот принцип позволяет снизить затраты на создание системы за счет объединения вычислительных ресурсов.

Основная тенденция в развитии многоуровневой АСУ **ENERGY-SR** должна заключаться в повышении надежности и универсальности в определенном классе решаемых задач. Исходя из этого, усилия по разработке **ENERGY-SR** были направлены на решение трех основных взаимосвязанных проблем:

1. Создание и объединение ресурсов управления (принятия решений);
2. Разработка информационной базы системы;
3. Разработка средств взаимодействия пользователя с системой.

Под ресурсом управления понимаются возможные модули и подсистемы для анализа и синтеза задач управления. Их объединение направлено на образование множеств, в пределах которых ресурсы логически связаны релевантными отношениями между модулями и подсистемами, а также между системой и пользователем. Таким образом, ресурсы управления – это совокупность знаний (фундаментальных и специальных) о процессе управления естественными монополиями.

Важной особенностью информационной базы АСУ **ENERGY-SR** является то, что она должна быть полной, т.к. отсутствие данных приводит к ситуациям, которые не может разрешить ни система, ни пользователь. По существу, базу данных в общей структуре АСУ можно отнести к совокупности знаний о проблеме; вместе с алгоритмами она составляет фундамент проблемы.

Разработка основных структурных решений в рамках **ENERGY-SR** основывалась на развитии концепции иерархического управления, позволяющей эффективно распределять ресурсы системы в целом при сохранении необходимых условий эффективного взаимодействия ее подсистем и при отсутствии строго устанавливаемой жесткости в составе управляющих воздействий каждого уровня.

Среди компонентов системы особое место занимает программное обеспечение, поскольку в нем находят отражение все идеи и методы, заложенные в структуру системы. В основу организации программного обеспечения системы положен принцип модульности, который является одним из условий успешного решения многих задач, возникающих при разработке и развитии системы. Формой представления программного обеспечения системы **ENERGY-SR** является пакет прикладных программ (ППП).

Системный принцип организации программного обеспечения комплекса **ENERGY-SR** определил необходимость использования структурированной для каждого уровня информационной базы данных (БД), которая обеспечивает возможность автоматической передачи информации между различными задачами в процессе работы системы.

Информационная совместимость в системе достигается использованием всеми модулями подсистем стандартных величин предметной области и реализации соответствующих информационных связей. Информационное обеспечение модулей и программных комплексов подсистем является функцией соответствующей управляющей программы.

Все программы комплексов и отдельных пакетов системы **ENERGY-SR** составляются с учетом возможности их самостоятельного использования при решении отдельных задач на различных уровнях системы. Программное обеспечение системы создается на основе разрабатываемой единой концепции построения вычислительной сети, информационных баз данных, организации информационного обмена, доступа к информационным базам данных и управления субъектами теплоэнергетики, охватываемыми разрабатываемой АСУ.

Информационный обмен между рабочими станциями субъектов регулирования, региональных энергетических комиссий (РЭК), научно-методических центров (НМЦ) и Федеральной энер-

гетической комиссии (ФЭК) осуществляется с использованием как выделенных каналов связи телефонной сети РФ, так и с использованием всех возможностей, предоставляемых глобальными компьютерными сетями, действующими на территории Российской Федерации. При этом особое внимание уделяется вопросам обеспечения защиты информации.

В общем комплекс ENERGY-SR дает возможность проводить с использованием разработанных расчетных процедур различные вычислительные эксперименты в условиях изменения входных условий, позволяющие:

### 3. Основные особенности реализации программного комплекса Q-1.КА расчета и анализа тарифов на производство и передачу тепловой энергии

Среди компонентов среднего (РЭК) и нижнего (теплоснабжающие организации) уровней АСУ ENERGY-SR особое место занимает программный комплекс Q-1.КА, основной задачей которого является формирование себестоимости выработки и передачи тепловой энергии и расчет тарифов на выработку и передачу тепловой энергии.

При постановке задачи разработки программного комплекса были определены следующие основные режимы работы комплекса Q-1.КА:

**Режим работы с БД** должен включать в себя все операции, которые пользователь может проводить с БД: ввод, корректировка и удаление информации, ее поиск. В данном режиме пользователь должен иметь возможность осуществлять процедуры просмотра и редактирования.

**Режим проведения расчетов** должен предусматривать возможность выполнения информационных процедур, связанных с проведением расчетов и преобразованием информации в необходимую форму через динамическое подключение программных модулей, использующих общесистемные интерфейсы для работы с общей информационной базой. Режим должен обеспечивать возможность выбора пользователем вида расчета из предоставляемого системой списка. После проведения любого расчета система должна обеспечивать возможность вывода результатов на экран в заданной выходной форме (при необходимости с выводом на печать), а также сохранение результатов расчета на диске в виде отдельных файлов с регистрацией их в информационной базе.

**Режим работы с отчетами** должен обеспечивать предоставление пользователю возможности

– эффективно решать множество прогнозных задач оптимизационного характера как в части технологической организации теплоснабжения, так и в части финансово-экономического анализа;

– проводить проверку чувствительности отдельных методик и алгоритмов расчета с целью выработки рекомендаций по их использованию в практических расчетах;

– осуществлять эффективный контроль за технологическим состоянием отдельных элементов и участков сложных сетей с целью принятия решений по поддержанию их работоспособности и повышению эффективности.

работы с результатами ранее проведенных расчетов: производить их поиск, просмотр, печать и удаление.

**Режим диагностики** предусматривает для пользователя возможность тестирования информационной базы на достаточность информации для проведения определенного расчета и на соответствие ее определенным критериям. Результаты тестирования оформляются системой в виде протокола найденных несоответствий (ошибок) с указанием их локализации и рекомендаций по их устранению, выводимого на экран и доступного для сохранения и печати.

**Режим настройки** предусматривает настройку пользовательского интерфейса (цвет панелей и элементов управления, установка шрифтов, задание периода по умолчанию для работы с оперативными массивами и проведения расчетов и другие настройки, предусмотренные системой).

**Режим помощи** предусматривает возможность вызова контекстно-зависимой справочной информации по требованию пользователя, а также общей структурированной по разделам информации по системе и реализованным в ней алгоритмам.

Изначально предполагалось, что использование программного комплекса Q-1.КА на теплоснабжающих предприятиях позволит установить единые правила для всех субъектов регулирования в части методики определения себестоимости выработки и передачи тепловой энергии, повысить эффективность оперативной проверки (экспертизы) регулируемыми органами правильности отнесения затрат на себестоимость продукции (услуг), а также мониторинга и анализа состояния теплоснабжения региона для разработ-

ки плана оперативных мероприятий и стратегии развития теплоэнергетической системы региона.

В соответствии с разработанной функциональной структурой программный комплекс **Q-1.КА** включает в себя взаимосвязанные по используемой информации подсистемы, представляющие собой прикладные пакеты программ для решения задач:

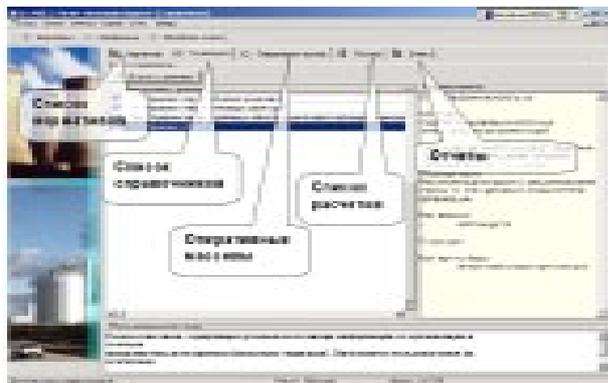


Рис.1. Пользовательский интерфейс главного окна подсистемы

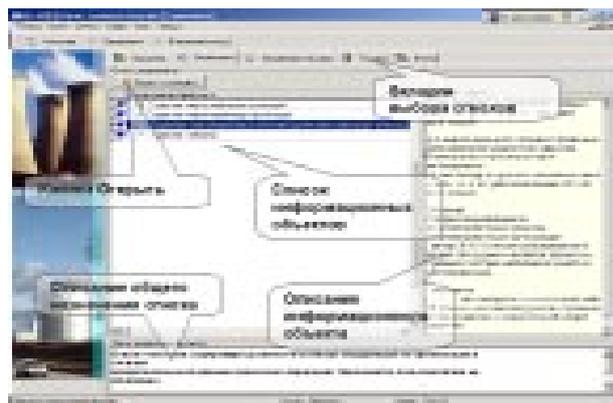


Рис 2. Пользовательский интерфейс диалога выбора объекта

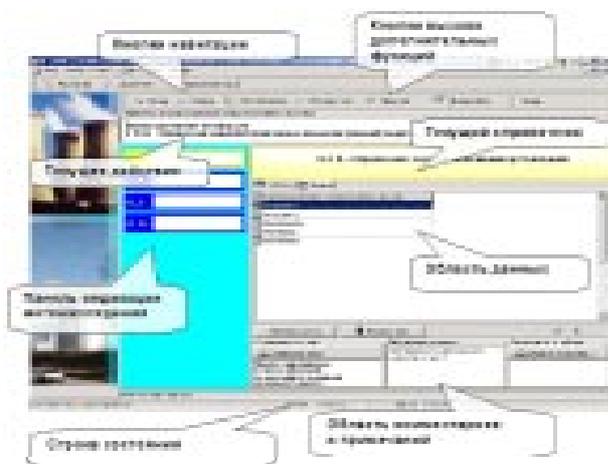


Рис. 3. Пользовательский интерфейс для просмотра справочников

1. Расчета тепловых нагрузок и потерь;
2. Расчета расхода топлива, электроэнергии и других материальных затрат на производство и передачу тепла;
3. Расчет цеховых, общехозяйственных и других расходов;
4. Формирования калькуляций себестоимости выработки и передачи тепловой энергии;
5. Расчета тарифов на тепло.

В результате работы программного комплекса формируются соответствующие выходные формы (отчеты) установленного вида, используемые на различных уровнях АСУ для анализа деятельности объектов, проверки и утверждения тарифов на производство и передачу тепловой энергии.

Для организации накопления информации подсистемы программного комплекса должны использоваться реляционные базы данных, разрабатываемые по архитектуре ANSI-SPARC, предусматривающей трехуровневую организацию, обеспечивающую логическую и физическую независимость данных. Совокупность баз данных подсистем образует автоматизированный банк данных **Q-1.КА**, который используется всеми подсистемами совместно для выполнения своих задач, а также для организации информационного обмена.

Для заполнения банка данных **Q-1.КА** реализуется единый для всех подсистем пользовательский интерфейс (рис.1-5), основными задачами которого являются:

- просмотр списков объектов подсистемы (списков нормативов, справочников, оперативных массивов, сформированных отчетов);
- просмотр и редактирование любого справочника подсистемы в едином стиле (режим таблицы, режим формы);
- обеспечение сервисных функций (работа с буфером обмена, печать справочника, автозаполнение элементов справочника и т.п.);
- вызов информации справочной системы, относящейся к текущему открытому объекту;
- вывод дополнительной, формируемой пользователем, информации по текущему объекту в виде подсказок и информационной панели;
- контроль вводимой пользователем информации и вывод диалоговых сообщений.

Выходные формы предоставляются пользователю для просмотра и автоматически сохраняются в базе данных подсистемы. В связи с тем, что возможное количество расчетов в системе прак-

тически не ограничено, для доступа к данным ранее проведенных расчетов был реализован отдельный интерфейс.

Реализация комплекса **Q-1.КА** осуществлялась на базе **Delphy 5**, что объясняется наличием у этой среды необходимых возможностей для построения сложных и многофункциональных распределенных систем.

Режим работы с информационной базой комплекса реализуется на основе технологии **ADO**. При этом в качестве формата информационной базы выбирается формат файлов Microsoft Access 2000. Данный выбор обусловлен рядом причин:

1. Необходимость наличия удобного инструмента проектирования каркаса информационной базы и наличие необходимых для этого средств в MS Access 2000.

2. Открытость формата базы данных и возможность легкой модификации.

3. Наличие средства преобразования информационной базы в формат SQL Server, что предоставляет возможность перехода на технологию клиент-сервер с выделенным **SQL-сервером** или переход на MySQL (интернет технологии) при необходимости, которая может возникнуть при увеличении объемов данных и количества пользователей системы, а также при появлении требований удаленного доступа к системе.

4. Интеграция наборов данных и общих информационных процедур в рамках одного файла предоставляет широкие возможности реализации различных режимов.

5. Существующий уровень интеграции **MS Access** с программами **Word** и **Excel** открывает возможности для реализации пользовательских интерфейсов.

Основной особенностью разрабатываемого пользовательского интерфейса системы является его универсальность, связанная с инвариантностью к структуре наборов данных (имеется в виду иерархическая древовидная структура).

Модифицируемость и расширяемость системы достигается за счет строгой формализации процесса проектирования информационной базы и выработки определенной системы правил при изменении

структуры и реляционных отношений базы данных.

Эффективная работа программного комплекса обеспечивается за счет единства подходов к построению информационной базы системы, прежде всего благодаря единому адресному пространству, а также за счет использования механизма взаимодействия вложенных программных комплексов через общесистемные интерфейсы доступа к данным.

Результаты проведенного анализа основных принципов построения многоуровневых информационно-управляющих систем, структуры средств подсистем **ENERGY-SR**, принципов формирования состава решаемых в ней задач и используемых алгоритмов позволили выявить основные проблемы, связанные с созданием эффективной системы обработки информационных массивов сложной структуры:

1. Большая размерность, сложные отношения вложенности и соподчинения, множественность и разнородность информационных связей элементов.

2. Отсутствие устойчивых (окончательно отработанных) алгоритмов решения отдельных задач подсистем и необходимость их модификации или замены.

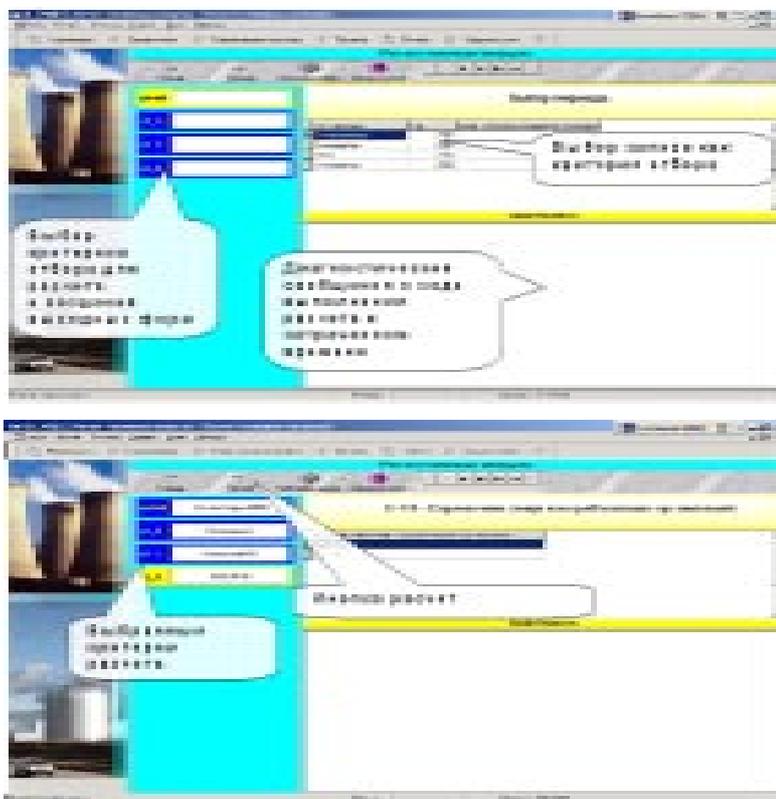


Рис 4. Подготовка выполнения расчета

Имя	Назначение	Температура	Площадь	Коэффициент	Произведение
1	Пластиковый для ВМТ	1100	10	0,30	0,30
2	Металлопласт ММТ	1100	10	0,30	0,30
3	Спандекс "Спандекс"	1100	10	0,30	0,30

Рис 5. Просмотр результатов расчета

3. Необходимость изменения структуры и состава информационной базы при расширении функциональных возможностей отдельных подсистем за счет добавления новых задач.

Все это потребовало использования специальных методов построения информационной базы и модификации ее структуры.

Известно, что при создании сложных программных комплексов с большим числом элементов в информационной базе разработчикам программного комплекса приходится сталкиваться с дилеммой: либо создавать уникальные методы работы с элементом для каждого элемента, либо вынести операции, общие для всех элементов, на общесистемный уровень. Для больших многокомпонентных систем наиболее эффективен второй подход. Использование подходов к реализации универсальных интерфейсов системы для обеспечения функций ввода-вывода дает максимальный эффект в том случае, когда приходится иметь дело с множеством элементов информационной базы, имеющих различную информационную структуру.

Так как каждый элемент имеет определенные признаки принадлежности к соответствующему уровню иерархии в рамках системы, реализация универсального интерфейса должна учитывать различную, принципиально неизвестную по своему составу информационную структуру элемента и локализацию его в рамках системы.

На этапе проектирования отдельных программных модулей комплекса **Q-1.КА** был апро-

бироваан подход с использованием статической структуры информационной базы. Однако ее масштаб, а также требования к многофункциональности и расширяемости системы определили невозможность однозначной фиксации структуры базы данных, т.к. это существенно образом сузило бы функциональность системы и область ее применения. Хотя использование жесткой структуры базы данных как подход может быть успешно применен при создании программных систем, не обладающих указанными выше особенностями.

В указанных условиях эффективное решение возможно только с использованием подходов динамического формирования системных и пользовательских интерфейсов при работе с динамической информационной базой системы. Сущность такой базы состоит в возможности динамического изменения как ее структуры (добавление и удаление полей, изменение иерархической принадлежности элементов), так и содержания (редактирование, добавление и удаление элементов информационной базы). При этом динамические изменения структуры информационной базы влияют на все информационные процедуры, интегрированные в систему, и, как результат, на состояние системы в целом.

Такой подход позволяет повысить гибкость и надежность системы в условиях возможных изменений как в алгоритмическом обеспечении подсистем, так и в структуре и составе информационной базы. Кроме того, по сравнению с тра-

диционным подходом, это значительно снижает дополнительные затраты при изменении функциональности или расширении системы.

Учитывая большое количество различных по структуре и содержанию наборов данных в информационной базе (справочники, оперативные массивы, дополнительные данные и др.), при создании комплекса **Q-1.КА** был принят единый (инвариантный по отношению к структуре данных) подход к формированию их внешнего представления в принятой форме (пользовательского интерфейса), отражающей все особенности структуры.

С помощью разработанных подходов можно быстро сконструировать реляционную базу данных любого уровня сложности. Основным эффектом состоит не столько в использовании разработанной методики при проектировании и создании баз данных, сколько в использовании созданной с помощью этой методики информационной базы.

Практически в каждой большой сложной многокомпонентной системе имеется большая, сложно структурированная реляционная информационная база. Известно, что каждая информационная база должна иметь способы и методы контроля правильности ее заполнения (ограничения целостности). Наиболее общие подходы: контроль на уровне поля, контроль на уровне записи, контроль на уровне таблицы и связи между таблицами. Контроль на уровне поля представляет собой установление программных ограничений на ввод значения в поле: указание обязательности знания; указание условия (диа-

пазона); запрет на ввод определенных символов. Контроль на уровне записи представляет собой процедуру проверки введенной в поля записи информации, реализованной в виде отдельной процедуры.

В условиях статичных структур данных эта задача не представляет сложности и реализуется стандартными средствами. Возникают вопросы: каким образом организовать контроль на уровне поля и контроль на уровне записи в условиях динамичности структур данных? Как обеспечить при этом полноту и достаточность вводимых данных для выполнения процедур обработки информации?

Предложенная подсистема диагностики информационной базы позволяет установить степень подготовленности данных перед выполнением каждой информационной процедуры (расчета), а также проинформировать пользователя о найденных ошибках. Результаты диагностики показывают степень готовности информационной базы к проведению расчета и являются подтверждением корректности его результатов.

Логика работы программного комплекса **Q-1.КА** представлена на *рис. 6*.

В результате работы программного комплекса формируются 20 выходных форм (отчетов), используемых на различных уровнях АСУ для анализа деятельности объектов, проверки и утверждения тарифов на производство и передачу тепловой энергии.

Теплоснабжающая организация использует **Q-1.КА** для автоматизации расчетов, связанных с формированием себестоимости, а также формирования выходных форм для передачи в РЭК на бумажных или электронных носителях.

Логика функционирования подсистем комплекса **Q-1.КА** представлена на *рис. 7*.

Совокупность баз данных, разработанных по архитектуре ANSI-SPARC, предусматривающей трехуровневую организацию, обеспечивающую логическую и физическую независимость данных подсистем, образует автоматизированный банк данных **Q-1.КА**, который используется совместно всеми подсистемами для выполнения

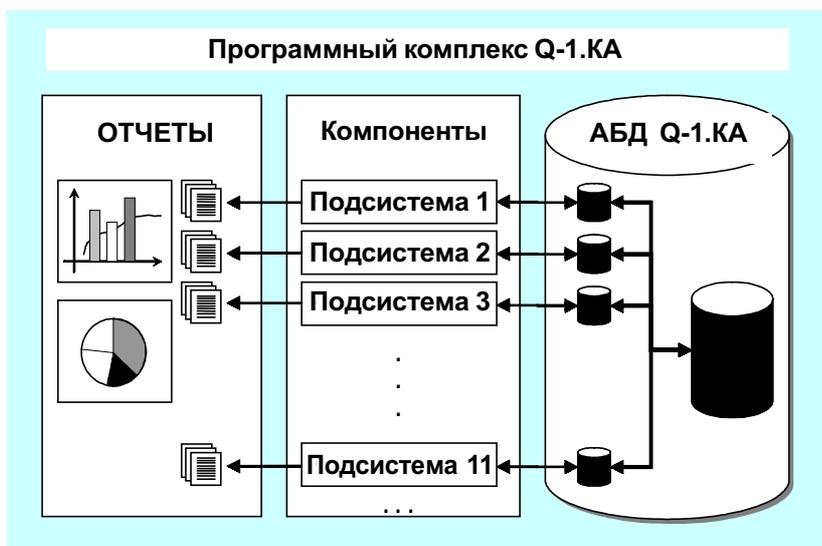


Рис. 6. Логика работы программного комплекса Q-1.КА

своих задач, а также для организации информационного обмена.

Проектирование базы данных программного комплекса производилось на основе проекта массивов исходной информации и результатных массивов, разработанных на этапе формирования структуры справочных и оперативных массивов комплекса.

Предоставленные структуры данных были нормализованы до третьей нормальной формы, т.е. их структура была изменена для того, чтобы исключить возможности появления аномалий добавления, изменения и удаления информации, при которых информационная модель базы данных становится неадекватной реальному объекту автоматизации.

В целом подсистема работы с базой данных представляет собой совокупность реализованных внутрисистемных интерфейсов в виде отдельных программных процедур, производящих операции с наборами данных вне зависимости от их количества, структуры и содержания.

Важной особенностью пользовательского интерфейса является выбранный способ визуализации хода заполнения информационных полей элемента: незаполненные и заполненные поля отражаются различными цветами, что позволяет пользователю видеть ход заполнения информационного массива и быстро обнаруживать его незаполненность непосредственно в процессе просмотра информационной базы.

Для удобства пользователя реализован как режим таблицы, так и режим заданной формы при заполнении и просмотре. В обоих случаях пользовательский интерфейс формирует внешнее представление данных в зависимости от их структуры.

Реализованный пользовательский интерфейс включает также универсальные процедуры ввода-вывода, позволяющие вывести на печать или сохранить в формате электронной таб-

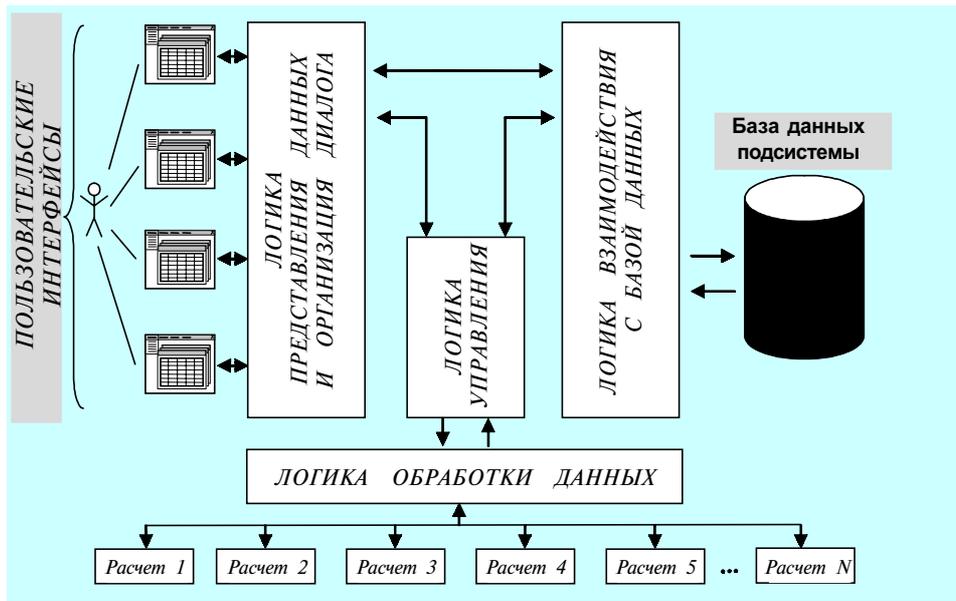


Рис. 7. Логика работы подсистемы программного комплекса Q-1.КА

лицы (**Excel**) в стандартной форме информацию об элементах информационной базы с указанием критериев отбора (уровней иерархии). Это позволяет пользователю в любой момент при просмотре или редактировании информационной базы импортировать или экспортировать данные, а также вывести информацию на печать.

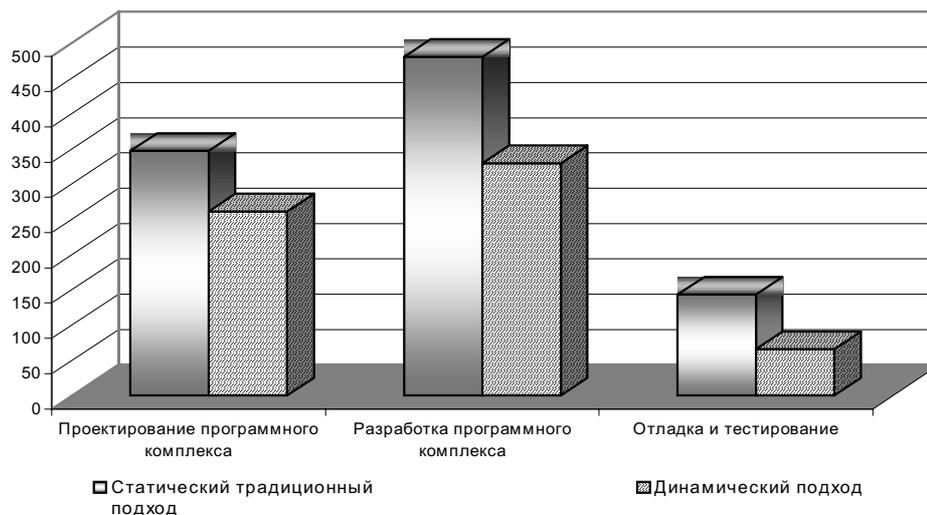
Для работы комплекса **Q-1.КА** необходимы:

- операционная система: не ниже **Windows 98**;
- оперативная память: не ниже **64 Mb** (рекомендовано **128 Mb**);
- свободная дисковая память: не ниже **150 Mb**;
- устройство для чтения компакт-дисков.

Особенностью реализации рассмотренной выше методологии является то, что она требует разработки только одного интерфейса (системного и пользовательского), вместо необходимости реализации большого их количества (по числу наборов данных) при использовании других подходов.

Результаты апробации разработанной методологии при создании отдельных подсистем **Q-1.КА** позволяют утверждать, что ее применение не только сократит время, трудозатраты и, как следствие, стоимость разработки программных комплексов (см. таблицу и гистограмму), но и позволит избежать ряда затруднений, связанных с ошибками проектирования или изменившимися требованиями, возникающими на различных стадиях разработки прикладного программного обеспечения.

Среди ожидаемых результатов внедрения разработанной методики, кроме реального экономического эффекта, следует отметить также снижение стоимости эксплуатации системы за счет сокращения затрат на сопровождение и расширение системы по запросам пользователей.



Гистограмма. Сравнение эффективности статического и динамического подходов к разработке программного комплекса

Таблица.

**Сравнение эффективности статического и динамического подходов при реализации основных этапов разработки программного комплекса**

Наименование этапа разработки	Трудоёмкость, чел. час	
	Статический традиционный подход	Динамический подход
1	2	3
<b>Проектирование программного комплекса</b>		
проектирование информационной базы	60	40
проектирование программных интерфейсов	120	80
проектирование информационных процедур	90	90
проектирование выходных форм	77	51
<b>ИТОГО:</b>	<b>347</b>	<b>261</b>
<b>Разработка программного комплекса</b>		
создание информационной базы	90	65
создание программных интерфейсов	200	108
создание информационных процедур	100	67
создание выходных форм	90	90
<b>ИТОГО:</b>	<b>480</b>	<b>330</b>
<b>Отладка и тестирование</b>		
программных интерфейсов	70	18
информационных процедур	40	27
выходных форм	33	22
<b>ИТОГО:</b>	<b>143</b>	<b>66</b>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>970</b>	<b>657</b>

Ожидаемый эффект от внедрения, % снижения трудозатрат при динамическом подходе

**48%**

## Литература

1. Арунянц Г.Г., Хузмиев И.К. Автоматизация регулирования субъектов естественных монополий в сфере энергетики. // Вестник ФЭК России. – М., 2001, №1.
2. Арунянц Г.Г., Хузмиев И.К., Калинин А.Ю. Принципы динамического формирования внутрисистемных и пользовательских интерфейсов при создании сложных программных систем. // Вестник ФЭК России. – М., 2001, №4.