

## Энергосбережение как источник энергии. Институциональный вызов

Судить об энергоэффективности можно только на основе серьезного инженерного анализа сложнейших междисциплинарных проблем. В статье анализируются недостатки сложившегося структурного развития систем теплоснабжения; говорится о сокращении потерь и нерациональных расходов энергоресурсов, необходимости поэтапной рационализации с применением совокупности взаимосвязанных технологических, организационно-экономических, информационных и правовых мероприятий



### Е.Г. Гашо

главный специалист  
Всероссийского научно-исследовательского и проектного института энергетической промышленности «ВНИПИэнергопром»,  
Москва, 290461@bk,  
канд. техн. наук

После принятия Закона РФ «Об энергосбережении» в этой области многое делается, а многое просто декларируется, и под разными предложениями (модернизации, освоения передового опыта и др.) лоббируются личные или корпоративные интересы. Привлекаются зарубежные организации и эксперты. Создаются новые контролирующие органы и организации, вооруженные импортными дорогостоящими приборами, транспортом, обучающим персоналом, консультантами, экспертами, компьютерами, программами, специальными методиками, предписаниями и непреодолимыми психологическими установками. Эти организации наделены большими правами, например по части запретов и штрафов, и одновременно заключают договоры на проведение работ между контролирующими и контролируемыми [1].

Современные разветвленные системы теплоэнергообеспечения коммунальных и промышленных объектов являются территориально распределенными; они обслуживают десятки, сотни, тысячи абонентов, находящихся на значительном удалении друг от друга. Традиционная методологическая основа решения проблем энергосбережения, отличающаяся, как правило, дискретностью энергетического анализа в узких границах отдельных энергетических агрегатов или в рамках частных мероприятий, оказывается недостаточной для выявления резервов энергосбережения в распределенных технологических комплексах материального производства и коммунальных систем жизнеобеспечения.

Справедливость этого тезиса проявляется не только в многостадийных

технологиях, реализуемых в различных энергоемких технологических комплексах промышленности, но и в коммунальном комплексе страны, который, невзирая на низкие потенциалы потребляемых топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), также является весьма энергоемким потребителем тепловой, электрической энергии, воды. Существенно изменившиеся условия функционирования территориальных систем теплоэнергообеспечения, кроме того, диктуют необходимость проработки новых институциональных принципов создания (модернизации) эффективных систем энергообеспечения. Соответственно, объектом энергетического анализа служат не отдельные тепловые агрегаты, а непосредственно замкнутые отраслевые или территориальные производственно-коммунальные комплексы (агломерации). А конкретным средством поиска масштабных энергосберегающих эффектов будет являться совокупность выявляемых технологических, организационно-экономических, информационных и правовых мероприятий интенсивного энергосбережения [2].

Адекватно оценить сегодняшнее состояние и проблемы развития коммунальных инфраструктур невозможно без понимания логики их создания. Система теплоснабжения (и теплофикации) городов развивалась в СССР как составная часть общего плана электрификации страны.

### Инфраструктура коммунального комплекса



ормирование и развитие крупных энергоемких территориальных промышленных ком-

#### Ключевые слова:

энергоэффективность, тепловые электростанции, вторичные энергетические ресурсы, теплоснабжение, коммунальная нагрузка

плексов в СССР происходило путем увязки ресурсных, энергетических, материальных и людских потоков в рамках тоннелепроходческого комплекса (ТПК). Поскольку именно рост промышленности был важнейшим фактором урбанизации в СССР, то промышленные ТЭЦ и системы энергоснабжения стали в первую очередь базовой неотъемлемой составляющей систем жизнеобеспечения промузлов и городов. Интенсивный рост жилищного строительства в стране требовал адекватного создания производственной инфраструктуры коммунального комплекса — систем тепло-, водоснабжения, канализации. Основным фактором, способствовавшим развитию теплофикации промышленности, являлось создание крупных предприятий и комплексных узлов энергоемких отраслей промышленности. Сооружаемые на этой основе промышленные ТЭЦ во многих случаях осуществляли теплоснабжение целых групп предприятий, расположенных в пределах рациональной дальности передачи тепла, и одновременно являлись базой для теплофикации жилого фонда соответствующих городов.

Поскольку система теплоэнергоснабжения была в основном рассчитана на промышленное потребление (от 60 до 80 % в зависимости от региона), то собственно коммунальные нужды в первое время обеспечивались промышленно-отопительными котельными и тепловыми электростанциями (ТЭЦ). Крупные промышленные узлы и предприятия, в том числе имеющие промышленные ТЭЦ, обладали существенным количеством тепловых вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), способных покрыть отопительную нагрузку прилегающих поселков. Недостаточное развитие энергетических систем в отдельных районах в период их промышленного формирования привело к сооружению многочисленных промышленных ТЭЦ малой мощности [3]. Этому способствовал и ведомственный подход к теплоснабжению различных отраслей промышленности.

## Необходимы новые институциональные принципы обновления, замены и реконструкции технологических, энерготехнологических комплексов промузлов и городов

Теплофикация в жилищно-коммунальном хозяйстве была развита значительно слабее. Чисто отопительные ТЭЦ (в основном с параметрами пара на 13 МПа) уже сооружались в крупных городах с высокой концентрацией тепловой нагрузки. Поэтому сооружение городских ТЭЦ для отопления и сопутствующих теплосетей шло с определенным отставанием: доля покрытия коммунальной нагрузки от ТЭЦ в 1970–1980 годах выросла с 26 до 42 %. При этом теплофикация как способ теплоснабжения в городах получила наибольшее распространение в области промышленного теплопотребления (51 %), в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ) — примерно 26 % (табл. 1). Доля ЖКХ в общем теплопотреблении существенно варьировалась от 0,2 до 0,43, что в первую очередь было связано с интенсивным промышленным развитием регионов.

Таблица 1  
Сравнение параметров промышленной и коммунальной теплофикации по регионам

Регион	Теплопотребление ЖКХ, %	Нагрузка ТЭЦ, %			
		ЖКХ		промышленность	
	1980 год	1970 год	1980 год	1970 год	1980 год
Северо-Запад	39	41	63	48	56
Центральный	42	37,8	50,6	36,5	43,7
Центрально-Черноземный	28,5	29	42,7	58	55,6
Волго-Вятский	31	25	37	54	56,7
Поволжский	19	28	40,7	76,5	69,8
Северо-Кавказский	33	8	12,9	53,2	52,5
Урал	24	29	37,6	52	57
Западная Сибирь	25	37	46	51	51,5
Восточная Сибирь	20,8	28	50	58	52
Дальний Восток	31	16	42,3	31	41,6

Рост промышленного и коммунального энергопотребления привел к сооружению новых ТЭЦ с разводящими сетями, затем в регионе шло наращивание промышленного производства, интенсивное жилищное строительство и т.д. Таким образом, развитие систем теплоснабжения городов шло вслед за созданием промышленных комплексов и их систем энергообеспечения: удельное потребление тепла на промышленные нужды превышало коммунально-бытовые в 1,6–2 раза. Именно недостатки структурного развития систем теплоснабжения (нехватка пиковых агрегатов, неразвитость сетей, отставание ввода потребителей, завышение расчетных нагрузок потребителей и ориентация на строительство мощных ТЭЦ) обусловили существенное снижение расчетной эффективности теплофикационных систем. Начиная со второй половины 70-х годов интенсивный промышленный рост, развитие городов, систем теплоэнергоснабжения замедлились. Динамика инвестиций в развитие сетей показывает их существенное отставание от вложений в источники теплоэнергоснабжения (ТЭЦ, ГРЭС).

Неравномерность развития разных элементов систем теплоснабжения (рис. 1) сохранилась и в дальнейшем: динамика капиталовложений в ТЭЦ демонстрирует рост на 44–54 %, в котельные

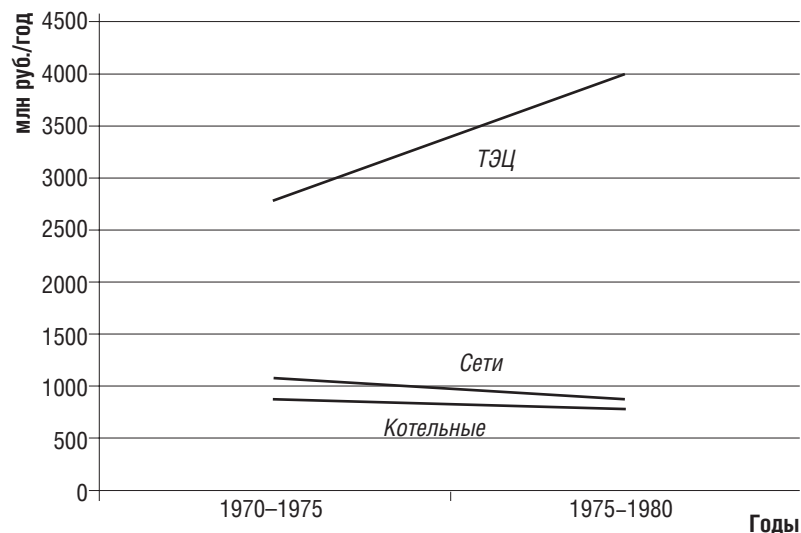
и сети — снижение на 17 и 12–13 % соответственно. Преобладание промышленной нагрузки ТЭЦ, превышающей отопительную нагрузку практически вдвое, во многом сглаживало сезонные пики коммунального теплопотребления городов. Резкое сокращение промышленного теплопотребления привело к переизбытку централизованных мощностей при возрастании роли именно пиковых источников и агрегатов.

В основе всеобъемлющего и массового кризиса систем жизнеобеспечения (тепло-, водоснабжения) страны лежит комплекс причин, в числе которых не только удорожание топлива, износ основных фондов, но и существенное изменение расчетных условий эксплуатации, графика тепловых нагрузок, функционального состава оборудования. Кроме того, существенная доля промкомплекса и сопутствующих энергоисточников после распада СССР оказалась вне России. Изменение режимных характеристик всего комплекса также существенно меняет состав и номенклатуру необходимого оборудования для сглаживания измененной нагрузки, делает более значимым и актуальным использование различного рода пикового, аккумулирующего оборудования.

Таким образом, при сопоставлении системных изменений общей тепловой нагрузки (и ее структуры) инфраструктур теплоснабжения необходимо обратить внимание на совместное действие нескольких факторов:

- ▶ сокращение территории страны на 30 % (а так называемой «эффективной» территории — практически вдвое);
- ▶ соответствующее сокращение численности населения на 46 %;
- ▶ резкое падение совокупной тепловой нагрузки в связи с промышленным кризисом и стагнацией;
- ▶ сокращение доли постоянной промышленной нагрузки и существенный рост доли переменной тепловой нагрузки коммунального комплекса;
- ▶ падение загрузки основного турбинного оборудования ТЭЦ и показателей эффективности их работы;

**Рис. 1.** Динамика капиталовложений в комплекс теплоснабжения



► износ основного и вспомогательного энергетического оборудования, тепловых сетей.

Комплекс этих факторов привел к попаданию систем теплоэнергоснабжения городов в институциональные ловушки энергорасточительности и неэффективной работы. Выход из этой ситуации невозможен только за счет чисто технических или экономических мероприятий. Ясно, что наращивание генерации, будь то газовые, угольные или атомные источники, не решит всего комплекса проблем.

### Новые принципы управления

**П**еред РФ стоит задача обновления и замещения инфраструктурных технологий, являющихся материальной основой системы хозяйствования. Необходимы не только новые физическая и технологическая замена фондов, но и изменение системы управления. Энергетические мощности, являясь ресурсом для экономики, будучи в работоспособном состоянии, с конца 90-х годов прошлого века исчерпали этот ресурс и перешли в затратную стадию (затраты на поддержание систем сопоставимы с формированием нового ресурса). Необходимы новые институциональные принципы обновления, замены и реконструкции технологических, энерготехнологических комплексов промузлов и городов [4].

Принципиально возможны самые многочисленные комбинации технологических, финансово-экономических и организационных вариантов решения накопившихся проблем. В связи с невозможностью избежать нарастания кризиса в 2009–2011 годах в рамках инерционного развития большой энергетики в качестве последовательных различных вариантов могут быть рассмотрены следующие решения [5]:

- сосредоточение ресурсов на энергосбережении с неизбежным задействованием финансово-экономических механизмов;
- форсирование развития автономных (малых) энергетических систем при поддержке федерального бюджета;

---

Адекватная информационно–пропагандистская кампания в сочетании с продуманной нормативной базой способна достичь серьезных результатов в конечном потреблении энергоресурсов

---

- восстановление и модернизация существующих мощностей.

Безусловно, в любом из этих вариантов остается важнейшим механизмом привлечения как государственных, так и частных инвестиций в рамках реализации проектов частно-государственного партнерства. Назрела острая необходимость органичных институциональных мер, расширяющих «узкие места» инфраструктурного комплекса при помощи новых структур, наделенных необходимыми полномочиями, действующих на основе единых нормативных документов, способных сбалансировать интересы территории, поставщиков и потребителей ресурсов. Выход из ловушки неэффективности, в которую попали теплотехнологические системы жизнеобеспечения городских поселений, возможен путем их поэтапной рационализации с применением совокупности взаимоувязанных технологических, организационно-экономических, информационных и правовых мероприятий энергоресурсосбережения. Территориальные различия и особенности будут определять приоритеты и формировать разные сценарии проведения необходимых мер и мероприятий.

Повышение энергетической эффективности территориальных систем энергоснабжения тесно связано с множеством социально-экономических, культурных аспектов, поэтому без их учета реализация технических мероприятий будет существенно неполной, не принесет нужного эффекта, а в ряде случаев просто останется пустой тратой средств [6]. Это и есть важнейшие предпосылки комплексного территориального подхода.

### Принципы базового подхода

Сформулируем несколько базовых принципов территориального энерготехнологического подхода.

► Комплексный подход к территории (городу) как к многоуровневой иерархической системе, связанной совокупными транспортными, энергетическими, социально-экономическими взаимодействиями в едином правовом пространстве.

► Для повышения энергетической (и любой другой) эффективности территории необходима органичная увязка технологических, организационно-экономических, информационных и правовых мероприятий.

► Разнородность и разнокачественность потребительских характеристик и параметров конечных потребителей энергоресурсов в распределенных системах теплоэнергоснабжения затрудняют эффективное централизованное регулирование, поэтому повышение

эффективности распределенных систем теплоэнергоснабжения городов (территорий) связано с активным применением распределенного регулирования и управления возникающими дисбалансами.

► Разные составляющие потенциала энергосбережения (повышения энергетической эффективности) помимо различных технологических приемов требуют использования различных мотивационных механизмов, нахождение и увязка которых являются важнейшей задачей создания новой институциональной среды территории.

► Принципиально важным является поэтапность реализации комплекса мероприятий по выделенным направлениям (техника, учет и тарифная политика, правовые меры), то есть проработка конкретных территориально привязанных сценариев действий.

Эти пять основных принципов территориального подхода также взаимосвязаны между собой и составляют достаточно органичную систему действий, апробированную в ряде городов страны (табл. 2).

При разработке стратегии развития теплоснабжения отдельного объекта (поселка, города или его части, района и т.д.) и формирования инвестиционной программы необходимо обратить внимание на ряд важных факторов, которые могут существенно повлиять на выбор источников инвестиций и построение эффективной системы управления схемой теплоэнергоснабжения объекта.

В результате масштабных экспериментальных работ по установке систем учета ресурсов, систем регулирования получены реальные данные о фактическом потреблении ресурсов коммунальным хозяйством городов, значительных перетоках зданий. Совокупность фактических замеров позволила уточнить структуру энергетических потребностей коммунального фонда, определить существенные расхождения расчетных, договорных и фактических значений энергопотребления как низовых объектов, так и территорий в целом (табл. 3).

Таблица 2

### Комплекс взаимосвязанных шагов по энерго- и ресурсосбережению

Технический комплекс. Системы учета и мониторинга	Нормативная правовая база	Тарифное регулирование, управление спросом
Первоначальный аудит элементов системы. Выбор объектов для пилотных проектов, установка приборов учета ресурсов	Анализ общего законодательства в области обращения топливно-энергетических ресурсов (ТЭР)	Сбор тарифов, нормативов, лимитов по всем группам потребителей. Предварительный анализ тарифов, анализ групп потребителей
Создание демонстрационных объектов и зон эффективного энергопотребления. Установка приборов учета на большинстве объектов	Выявление противоречий в законодательных актах разного уровня	Оценки эффективности по удельным показателям потребления ТЭР. Пересмотр и коррекция нормативов потребления ТЭР
Массовая установка узлов учета тепловой энергии (УУТЭ), паспортизация потребителей. Составление энергетических балансов узлов, определение максимальных потерь	Выработка поправок в законодательство разного уровня, регламенты	Анализ сбалансированности тарифов, выявление технологических зон для сокращения (мощности) энергопотребления
Углубленный аудит, анализ энергетических балансов системы. Интеграция УУТЭ ресурсов в системы автоматизированного учета	Согласование поправок в законодательстве разных уровней	Отработка различных вариантов использования многоставочных (день, ночь, пик) тарифов для управления спросом
Освоение техники снижения и утилизации потерь ТЭР. Создание биллинговых систем на основе САУР (систем автоматизированного учета ресурсов)	Процедуры гармонизации законодательства	Установление гибких нормативов по группам потребителей. Оплата ресурсов потребителями по факту



Чтобы сравнить полученные данные с европейскими нормативами, приведем их к международным стандартам, разделив на градусо-сутки отопительного периода. Очевидны существенные различия полученных значений, что связано не только с состоянием ограждающих конструкций зданий, но и с перетопами, налаживанием системы учета. На рис. 2 приведена динамика удельных расходов на отопление зданий Москвы. Соответственно, потенциал энергосбережения у потребителей в этих условиях неоднороден и связан в значительной степени не с утеплением ограждающих конструкций, а с применением распределенного регулирования и управления теплопотреблением. Очевидно, что в условиях существенно нерасчетных режимов работы систем теплоэнергоснабжения в целом частные решения по утеплению зданий, наладке режимов сетей и потребителей, применению автономных источников не дадут требуемого эффекта.

### Московская целевая программа энергосбережения

Приведем некоторые результаты комплексного подхода на примере городской целевой программы энергоснабжения Москвы [7].

Анализ потребления энергоресурсов показал, что существенные резервы есть на всех стадиях производства передачи и потребления. Это и определило структуру подпрограмм, предлагаемых к разработке в составе комплексной целевой программы. Принципиальными отличиями программы является наличие подпрограмм: «Развитие нормативной правовой базы энергосбережения», «Сокращение потребляемой электрической мощности», «Пропаганда энергосбережения в Москве», «Энергосбережение при производстве и распределении энергоресурсов», разделов: «Тарифное стимулирование энергосбережения», «Механизм перераспределения присоединенной мощности на территории Москвы».

Основной задачей подпрограммы развития нормативно-правовой базы

Таблица 3

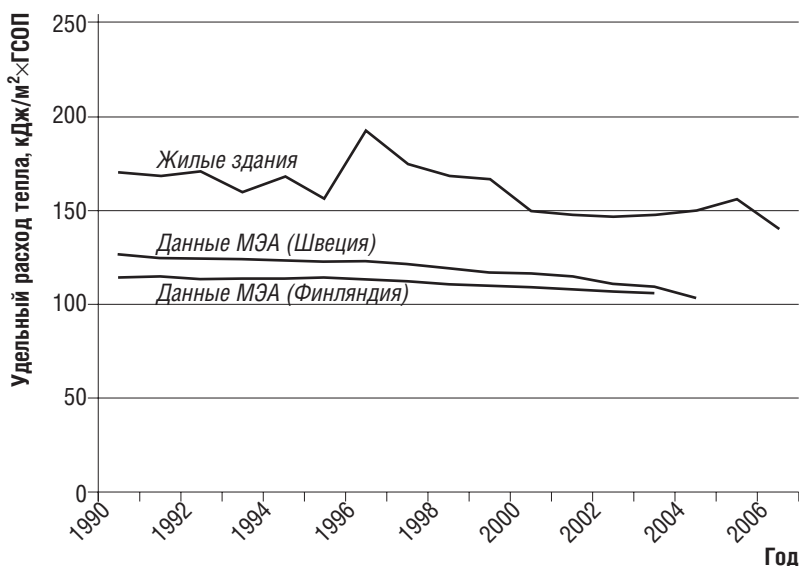
### Удельные расходы тепла на отопление жилых зданий в регионах

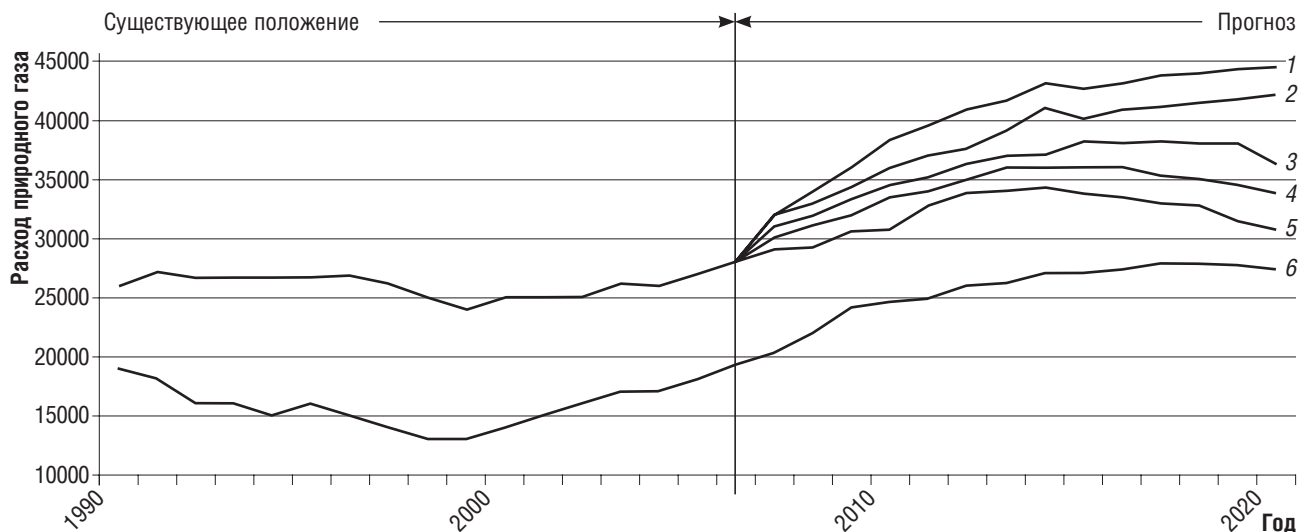
Город	Удельный расход тепла $q$	
	Гкал/м <sup>2</sup>	кДж/м <sup>2</sup>
Уфа	0,15–0,156	125–128
Москва	0,13–0,136	140–145
Архангельск	0,22–0,23	155–160
Мурманск	0,24–0,26	165–168
Рязань	0,16–0,17	174–178
Воронеж	0,18–0,184	180–184
Ярославль	0,18–0,19	185–190

является создание стимулирующих факторов энергосбережения. Состояние законодательства в сфере энергосбережения и перспективы его развития является одним из ключевых факторов для достижения целей и задач городской программы. В настоящее время законодательство об энергосбережении как в Российской Федерации, так и в регионах недостаточно развито. Правовой раздел подпрограммы включает в себя свыше 40 поправок и новых законодательных актов (положений, регламентов) регионального уровня, необходимые и обеспечивающие поправки в федеральное законодательство.

Нормативные правовые документы структурированы по соответствующим разделам и подпрограммам. Таким об-

Рис. 2. Удельный расход тепловой энергии на отопление жилых зданий в Москве





**Рис. 3.** Прогнозное суммарное потребление топлива в Москве с учетом:

- 1 — строительства источников по 1050–ПП;
- 2 — перераспределения тепловой нагрузки;
- 3 — замещения ПТУ на ПГУ;
- 4 — энергосбережения при распределении электрической и тепловой энергии;
- 5 — повышения эффективности использования тепла и электроэнергии при конечном потреблении;
- 6 — одновременного перевода всех агрегатов Мосэнерго на бинарный цикл

разом, согласование комплекса технических мер, предлагаемых нормативно-правовых документов, пропаганды позволяет реализовать заложенные в программе показатели экономии тепловой, электрической энергии, воды, топлива, сокращения потребляемой электрической мощности.

Подпрограмма «Энергосбережение при производстве и распределении энергоресурсов» нацелена на сокращение потребления первичного топлива, электрической и тепловой энергии, сокращение расхода на выработку тепловой и электрической энергии, сокращение потребления энергоресурсов на собственные нужды, сокращение потерь при передаче и распределении тепловой энергии. Подпрограмма включает в себя отраслевые задания и программы энергосбережения производителей энергоресурсов Мосэнерго, МОЭК и предприятий, распределяющих тепло и электричество, — МТК, МОЭСК, МГЭСК. Речь идет как о внедрении нового эффективного оборудования в генерации, так и о сокращении потерь на собственные нужды и при транспортировке энергоресурсов потребителям.

На графике (рис. 3) рассматривается прогноз снижения потребления природного газа при проведении энергосберегающих мероприятий, повышающих эффективность производства и потребления:

- ▶ перераспределение тепловой нагрузки на более эффективные мощности;
- ▶ замещение действующих паротурбинных установок на парогазовые;
- ▶ энергосбережение при распределении энергоресурсов;
- ▶ повышение эффективности в конечном потреблении.

Из графика следует, что только при совместном проведении всех мероприятий возможно обеспечение базового варианта развития экономики города без существенного увеличения расхода природного газа.

С энергосбережением при потреблении тесно связана подпрограмма «Пропаганда энергосбережения в Москве», предусматривающая комплекс мер по информированию населения, рекламе оборудования, проведению конкурсов, других мероприятий. Опросы населения показывают достаточно высокую готовность значительной части потребителей к сокращению потерь энергии. Анализ показывает, что адекватная информационно-пропагандистская кампания в сочетании с продуманной нормативной базой способна достичь серьезных результатов в конечном потреблении энергоресурсов (рис. 4): до 29 % от суммарной экономии [8].

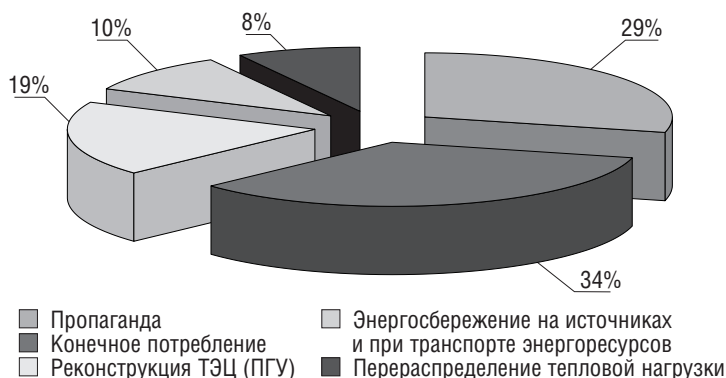
Совокупные оценки эффективности комплекса мероприятий показывают, что реконструкция новых источников обеспечивает 19 % годовой

экономии топлива (при затратах 68 % от всех средств); энергосбережение в конечном потреблении — 34 % (при затратах 20 %), капитальный ремонт зданий — 15 % (при затратах 10 %). В то же время экономия от пропагандистских мероприятий составляет до 30 % от всех сэкономленных средств при затратах менее 1 %.

Суммарное финансирование мероприятий программы на 2009–2011 годы, включая программы генерации, составляет свыше 117 млрд руб., на 1 рубль бюджетных средств приходится 5 руб. привлеченных инвестиционных средств. Из них 17 млрд — средства городского бюджета. В пересчете на одного жителя города затраты бюджета на энергосбережение составят около 450 руб. в год.

Бытовая, коммунальная и бюджетная сферы потребления энергоресурсов имеют значительные резервы повышения эффективности энергопотребления, которые связаны с переходом к энергоэффективной технике, сокращением непроизводительных потерь энергоресурсов. Для сокращения потерь и нерациональных расходов энергоресурсов необходимо использовать комплекс технических, организационно-экономических мероприятий, формировать у потребителей культуру энергоэффективности [9].

Выявление разных мотивационных механизмов энергосбережения, их отработка требуют кропотливой организационно-технологической работы.



Невозможно перейти к масштабному энергосбережению без активного участия потребителей. Вовлечь потребителей можно только на основе отработанных учетно-биллинговых систем и оплаты ресурсов по факту поставки. Для этого необходимо иметь соответствующие базы данных потребления ТЭР, проработать необходимые правовые документы на уровне региона, города, муниципального образования.

Тарифы увязаны с нормативами потребления, и если мы хотим проводить гибкую политику энерго- и ресурсосбережения, то должны учитывать и более тонкие социально-психологические особенности культуры потребительского поведения, формировать стереотипы энергоэффективного поведения. В этом и заключается, на наш взгляд, институциональный вызов нового времени, обращенный ко всем сферам производства, распределения и потребления энергоресурсов. ■

**Рис. 4.** Структура экономии энергоресурсов в городском хозяйстве

## Список литературы

1. Прохоров В.И. Облик энергосбережения // Сборник докладов научно-практической конференции (Академические чтения) «Актуальные проблемы строительной теплофизики». — М.: НИИстройфизики, 2003.
2. Ключников А.Д. Энергетика теплотехнологии и вопросы энергосбережения. — М.: Энергоатомиздат, 1989.
3. Гашо Е.Г. Особенности эволюции городов, промузлов, территориальных систем жизнеобеспечения. — М.: Технетика, 2006.
4. Смирнова Л.А., Субботин С.Н., Стукалов В.Н. Поиск решения проблемы инвестиционных волн в энергетике: ресурсно-технологические и экономические аспекты волновых процессов // Бюллетень Центра общ. информации в атомной энергетике. — ЦНИИАтоминформ. — 2008. — № 1–2.
5. Байдаков С.Л., Гашо Е.Г. Эффективные системы жизнеобеспечения мегаполисов — основа устойчивого развития государства // Энергетическая политика. — 2005. — № 3.
6. Лапир М.А. Целевая программа: комплекс первоочередных мер по энергосбережению в Москве // Энергосбережение. — 2001. — № 5.
7. Тихоненко Ю.Ф., Гашо Е.Г. Энергосбережение в Москве: от концепции к городской целевой программе // Энергосбережение. — 2008. — № 8.
8. Вакулко А.Г., Папушкин В.Н. Гармонизация нормативных требований энергосбережения на региональном уровне // Энергосбережение. — 1997. — № 3.
9. Табунчиков Ю.А. Энергосбережение — дефицит знаний и мотиваций // АВОВ. — 2004. — № 5.