

# ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ КАК ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ: НОВЫЙ КЛОНДАЙК ИЛИ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫЗОВ<sup>1</sup>

Гашо Е.Г., к.т.н.,

Всероссийский научно-исследовательский и проектный институт  
энергетической промышленности "ВНИПИэнергопром"

Сфера энергосбережения ровно так же напичкана мифами, как и многочисленные материалы о безумной "энергорасточительности" народного хозяйства страны. Многие из них, впрочем, и не ставили своей задачей скольнибудь серьезный инженерный анализ сложнейших междисциплинарных проблем энергоэффективности, а являли собой образцы жанра "лоббирование-заказных писем" в соответствующие инстанции принятия решений.

В этой связи невозможно не процитировать своего уважаемого коллегу: "принимаются решения, утверждаются нормативные документы как всероссийского, так и регионального предназначения. Принят закон РФ об энергосбережении. Проводятся бесчисленные совещания и научно-технические советы, «круглые столы» и академические чтения, съезды и симпозиумы, научно-практические конференции и выставки, ну и конечно, «саммиты». Во множестве выпускаются журналы, публикуются статьи и книги. Защищаются диссертации. Привлекаются зарубежные организации и эксперты. И само собой разумеется, создаются многочисленные новые контролирующие органы и организации, с большими правами, например, по части запретов и штрафов, и одновременно - проведения работ по «хоздоговорам» между контролирующими и контролируемыми, вооруженные импортными дорогостоящими приборами, транспортом, обучающим персоналом, консультантами, экспертами, компьютерами, программами, специальными методиками, предписаниями и ... непреодолимыми психологическими установками"[1].

Современные разветвленные системы теплоэнергообеспечения коммунальных и промышленных объектов являются территориально распределенными; обслуживая 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 во многих энергоемких технологических комплексах промышленности, но и в коммунальном комплексе страны, который, невзирая на низкие потенциалы потребляемых 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. Рост и развитие систем теплоснабжения (и теплофикации) городов происходил в СССР по своему достаточно самобытному пути, как составная часть общего плана электрификации страны.

---

<sup>1</sup> Статья опубликована в журнале «Компетентность» № 8 (69), 2009.

Формирование и развитие крупных энергоёмких территориальных промышленных комплексов в СССР происходило путем увязки ресурсных, энергетических, материальных и людских потоков в рамках 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 энергоёмких отраслей промышленности. Сооружаемые на этой основе промышленные ТЭЦ во многих случаях осуществляли теплоснабжение целых групп предприятий, расположенных в пределах рациональной дальности транспорта тепла, и одновременно являлись базой для теплофикации жилого фонда соответствующих городов.

Поскольку система теплоэнергоснабжения была в основном рассчитана на промышленное потребление (в разных регионах от 60 до 80 %), то собственно коммунальные нужды в первое время обеспечивались промышленно-отопительными котельными и ТЭЦ. Крупные промузлы и предприятия, в том числе имеющие промышленные ТЭЦ, обладали существенными количествами тепловых ВЭР, способными покрыть отопительную нагрузку прилегающих поселков. Недостаточное развитие энергетических систем в отдельных районах в период их промышленного формирования привело и к сооружению многочисленных промышленных ТЭЦ малой мощности [3].

Этому способствовал и ведомственный подход к теплоснабжению различных отраслей промышленности. Соответственно, теплофикация в жилищно-коммунальном хозяйстве была развита значительно слабее. Чисто отопительные ТЭЦ (в основном с параметрами пара на 13 МПа) сооружались уже в создаваемых 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 за 1970–1980 гг. выросла с 26 % до 42 %. При этом теплофикация как способ теплоснабжения в городах получила наибольшее распространение в области промышленного теплопотребления: теплофикация в промышленности в среднем составила 51 %, в ЖКХ – 26 % (Табл. 1).

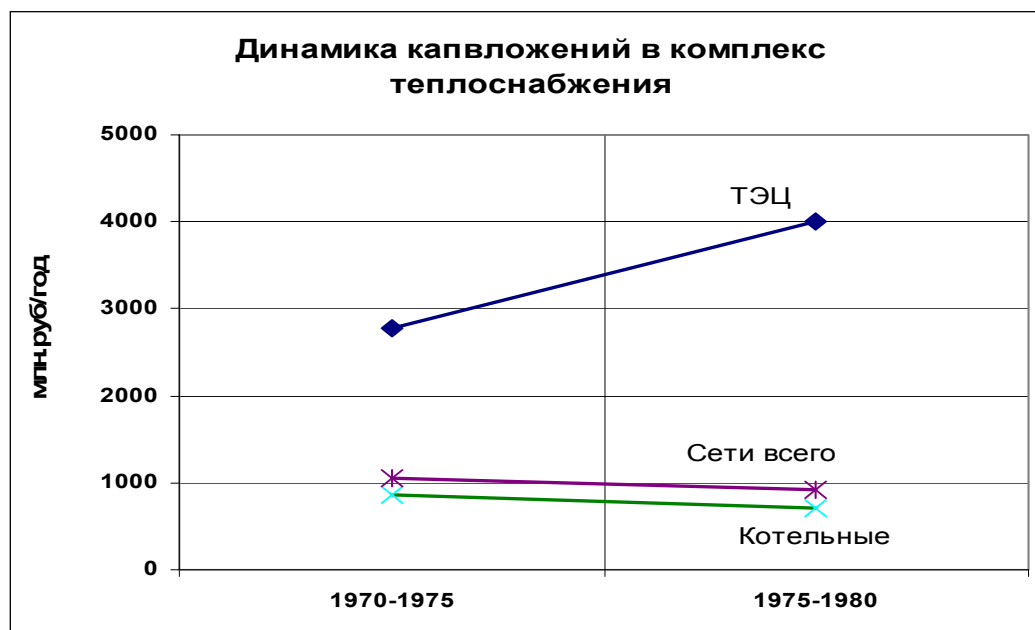
**Таблица 1**

**Сравнение параметров промышленной и коммунальной теплофикации по регионам**

Районы	Доля тепло-потребления ЖКХ, %	Покрытие от ТЭЦ нагрузки ЖКХ, %		Покрытие от ТЭЦ промнагрузки, %	
		1970	1980	1970	1980
Сев.Запад	39	41	63	48	56
Центральный	42	37,8	50,6	36,5	43,7
Центрально-черноземн.	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
Зап. Сибирь	25	37	46	51	51,5
Вост. Сибирь	20,8	28	50	58	52
Дальний Восток	31	16	42,3	31	41,6

Доля ЖКХ в общем теплопотреблении существенно варьировалась от 0,2 до 0,43, что было связано в первую очередь именно с интенсивным промышленным развитием регионов.

Рост промышленного и коммунального энергопотребления приводил к сооружению новых ТЭЦ с разводящими сетями, далее в регионе опять шло наращивание промышленного производства, интенсивное жилищное строительство. 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. Интенсивный промышленный рост, развитие городов, систем теплоэнергоснабжения замедлились, начиная со второй половины 70-х годов, при этом динамика инвестиций в развитие сетей показывает их существенное отставание от вложений в источники теплоэнергоснабжения (ТЭЦ, ГРЭС).



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

Неравномерность развития разных элементов систем теплоснабжения сохраняется и в дальнейшем: как видно из рис.1, динамика капвложений по ТЭЦ демонстрирует рост на 44–54 %, в котельные – снижение на 17 %, в сети – 12-13 %. Преобладание промышленной нагрузки ТЭЦ, превышающей отопительную нагрузку практически вдвое, во многом сглаживала 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. Помимо существенного изменения режимных характеристик всего комплекса это также существенно меняет состав и номенклатуру необходимого для покрытия измененной нагрузки оборудования, делает более значимым и актуальным использование различного рода пикового, аккумулирующего оборудования.

Таким образом, при сопоставлении системных изменений общей тепловой нагрузки (и её 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;
- сокращением доли постоянной промышленной нагрузки и существенным ростом доли переменной тепловой нагрузки коммунального комплекса;
- падение загрузки основного турбинного оборудования ТЭЦ и показателей эффективности их работы;
- 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 проблему в комплексе.

Перед 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-ых годов 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. С учетом невозможности 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;
- восстановление и модернизация существующих мощностей;
- форсирование развитие автономных (малых) энергетических систем при поддержке федерального бюджета.

Безусловно, в любом из этих вариантов остается важнейшим механизм привлечения инвестиций, как государственных, так частных, в рамках реализации проектов частно-государственного партнерства. Назрела острая необходимость органичных институциональных мер, расширяющих «узкие места» инфраструктурного комплекса при помощи новых структур, наделяемых необходимыми полномочиями, действующих на основе единых нормативных документов, балансирующих интересы территории, поставщиков и потребителей ресурсов. Выход из институциональной 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. В этой связи территориальные различия и особенности определяют приоритеты и формируют разные сценарии проведения этих 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]<sup>2</sup>. Это и есть важнейшие предпосылки комплексного территориального подхода.

Сформулируем несколько базовых принципов территориального энерготехнологического подхода следующим образом:

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

2. В силу такой комплексности для повышения энергетической (и любой другой) эффективности территории необходима органичная увязка технологических, организационно-экономических, информационных и правовых мероприятий.

3. Разнородность и разнокачественность потребительских характеристик и параметров конечных потребителей энергоресурсов в распределенных системах теплоэнергоснабжения затрудняет эффективное централизованное регулирование, и повышение эффективности распределенных систем теплоэнергоснабжения городов (территорий) связано с активным применением распределенного регулирования и управления возникающими дисбалансами.

4. Разные составляющие потенциала энергосбережения (повышения энергетической эффективности) помимо различных технологических приёмов требует использования различных мотивационных механизмов, нахождение и увязка которых является важнейшей задачей создания новой институциональной среды территории.

5. Наконец, 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, как видно, также взаимоувязаны между собой и составляют, таким образом, достаточно органичную систему действий, апробированную в ряде городов страны (табл.2).

**Таблица 2**

**Комплекс взаимоувязанных шагов по энерго- и ресурсосбережению**

<b>Технический комплекс Системы учета и мониторинга</b>	<b>Нормативно- правовая база</b>	<b>Тарифное регулирование, управление спросом,</b>
Первоначальный аудит элементов системы. Выбор объектов для пилотных проектов, установка приборов учета ресурсов	Анализ общего законодательства в области обращения 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	Определение «нестыкровок» законодательных актов разного уровня	Оценки эффективности по удельным показателям потребления ТЭР. Пересмотр и коррекция нормативов потребления ТЭР
Массовая установка УУТЭ, паспортизация потребителей. Составление энергетических балансов узлов, определение максимальных потерь	Выработка поправок в законодательные акты разного уровня, регламенты	Анализ сбалансированности тарифов, выявление технологических зон для сокращения (мощности) энергопотребления

<sup>2</sup> В частности, не комплексный подход к установке узлов учета привел к тому, что сотни и тысячи приборов, установленных в зданиях во многих регионах РФ, остались в неработоспособном состоянии практически сразу после их монтажа

Технический комплекс Системы учета и мониторинга	Нормативно-правовая база	Тарифное регулирование, управление спросом,
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	Процедуры гармонизации законодательства	Установление гибких нормативов по группам потребителей. Оплата ресурсов потребителями по факту

При разработке стратегии развития теплоснабжения отдельного объекта (поселка, города или его части, района и пр.) 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 "перетопах" 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 3**

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

Города	q, Гкал/ м2*год	q, кДж/м2* ГСОП
Уфа	0,15 – 0,155	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

Для возможности сравнения полученных данных 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 учета системы учета. Для примера на рис. 2 приведена динамика удельных расходов на отопление зданий для г. 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.

В качестве примера комплексного подхода приведем некоторые результаты построения городской целевой программы энергосбережения для г. Москвы [7].

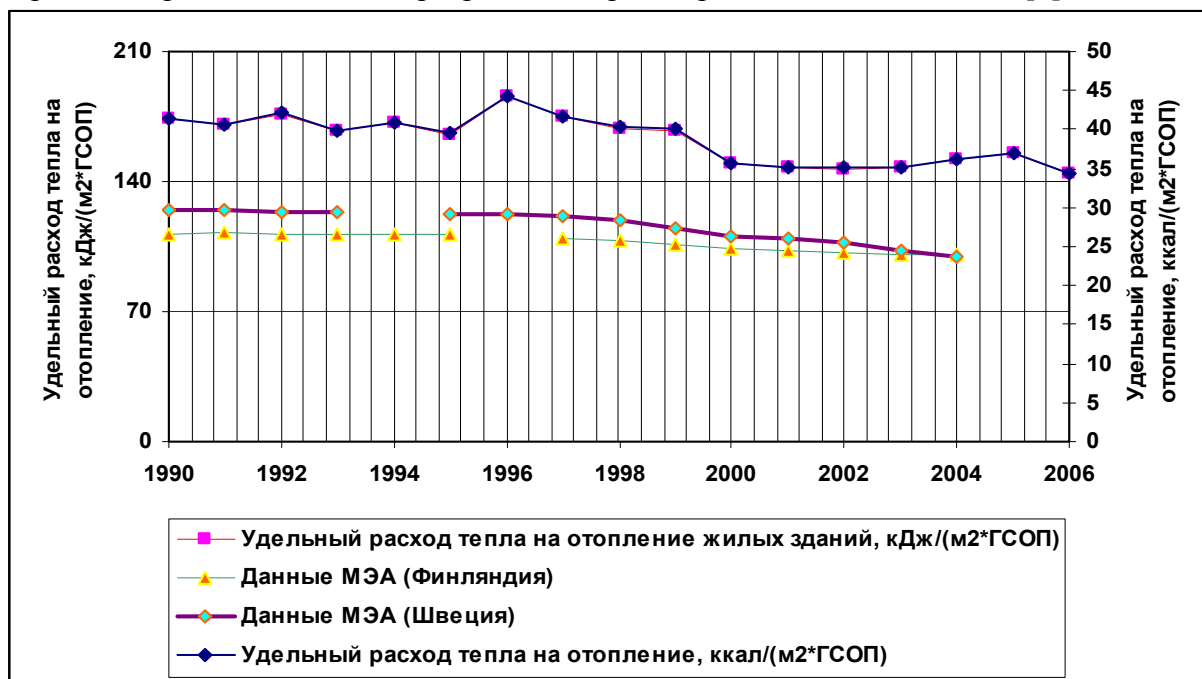


Рис. 2. Удельный расход тепловой энергии на отопление жилых зданий в г. Москве

Анализ потребления энергоресурсов, выполненный при анализе структуры 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 нормативно-правовой базы энергосбережения», «Сокращение потребляемой электрической мощности», «Пропаганда энергосбережения в г. Москве», разделов: «Тарифное стимулирование энергосбережения», «Механизм перераспределения присоединенной мощности на территории Москвы».

Основной задачей подпрограммы нормативно-правовой базы является создание стимулирующих факторов энергосбережения. Состояние законодательства в сфере энергосбережения и перспектив 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 регионах недостаточно развито. Правовой раздел подпрограммы включает в себя свыше 40 поправок и новых законодательных актов (положений, регламентов) регионального уровня, необходимые обеспечивающие поправки в Федеральное законодательство.

Нормативные правовые документы структурированы по соответствующим разделам и подпрограммам. Таким образом, 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.

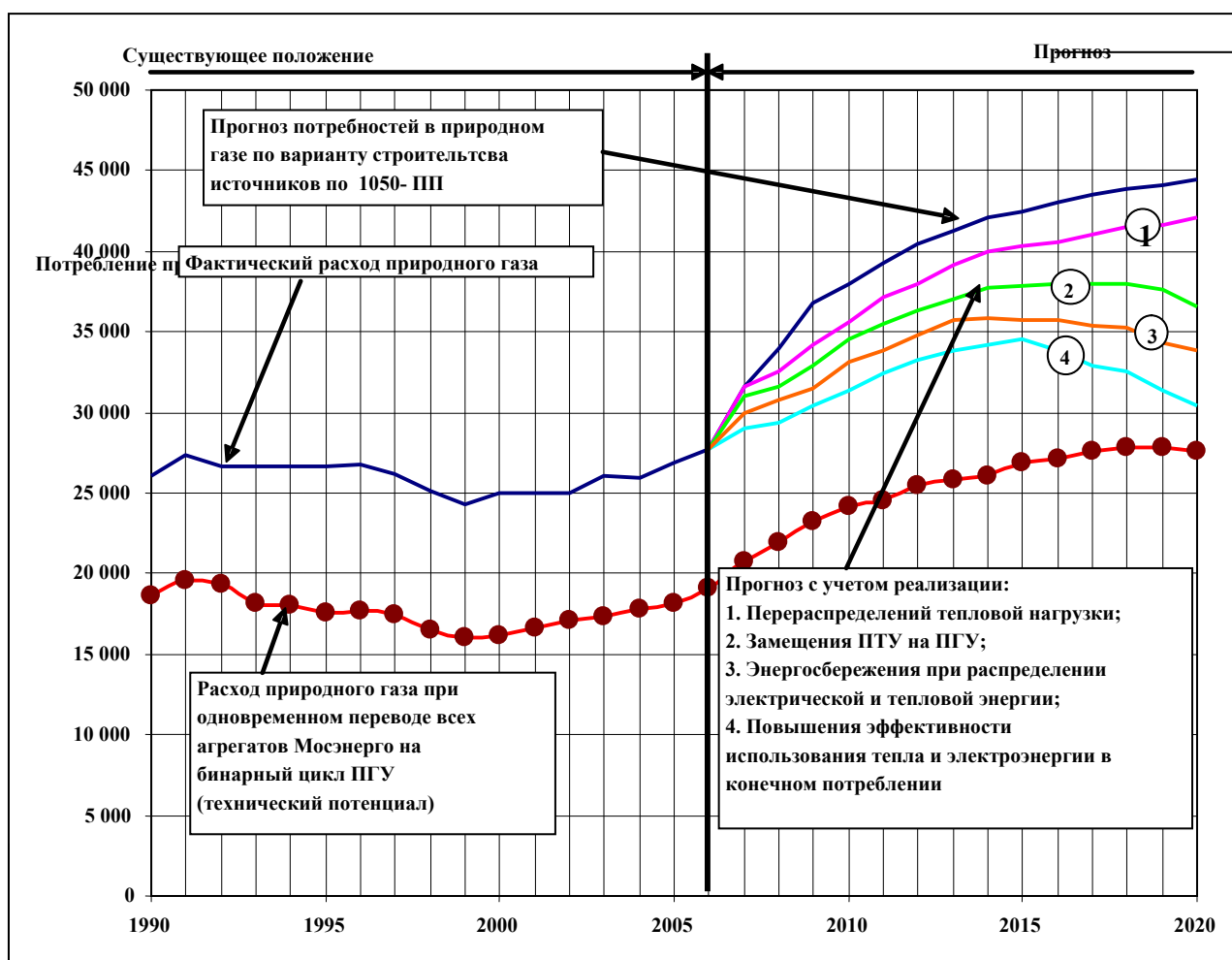
Подпрограмма "Энергосбережение при производстве и распределении энергоресурсов" нацелена на сокращение потребления первичного топлива, электрической и тепловой энергии, сокращение расхода на выработку тепловой и электрической энергии, сокращение потребления энергоресурсов на собственные нужды, сокращение потерь при передаче и распределении тепловой энергии. Подпрограмма включает в себя отраслевые задания и программы энергосбережения производителей энергоресурсов ОАО "Мосэнерго", ОАО "МОЭК", и предприятий, распределяющих тепло и электричество – ОАО "МТК", ОАО "МОЭСК", ОАО "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 (1)
- замещение действующих паротурбинных установок на парогазовые установки (2)
- энергосбережение при распределении энергоресурсов (3)
- повышение эффективности в конечном потреблении (4)

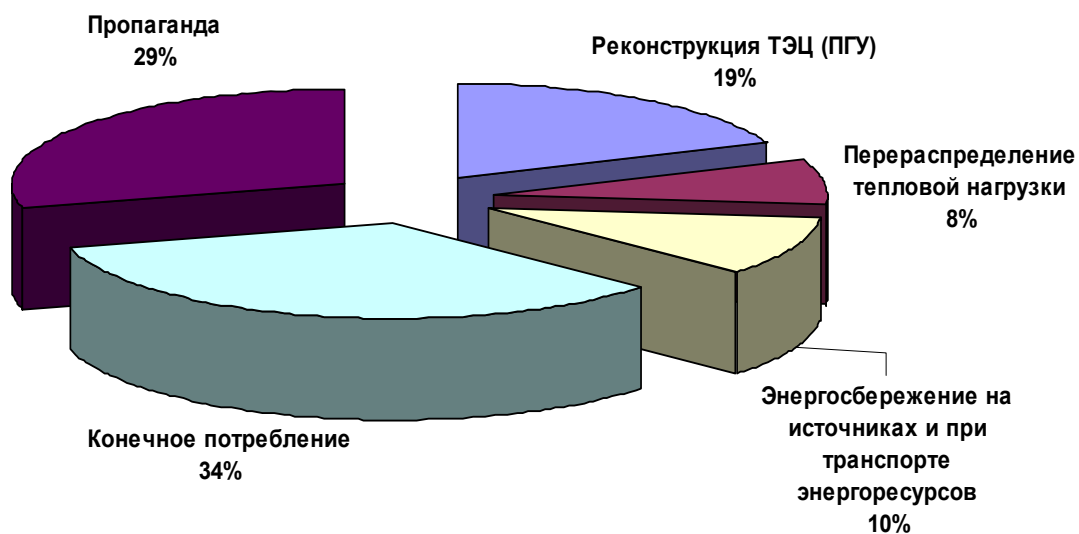
Из графика наглядно видно, что только при совместном проведении всех мероприятий возможно обеспечение базового варианта развития экономики города без существенного увеличения расхода природного газа.



**Рис. 3. Прогнозное суммарное потребление топлива в г. Москве**

С энергосбережением при потреблении тесно связана подпрограмма "Пропаганда энергосбережения", 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 компания в сочетании с продуманной нормативной базой способна достичь серьезных результатов в конечном потреблении энергоресурсов: до 29% от суммарной экономии (рис.4) [8].





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

Совокупные оценки эффективности комплекса мероприятий показывают, что реконструкция новых источников обеспечивает 19 % годовой экономии топлива при затратах 68 % всех средств, энергосбережение в конечном потреблении – 34 %, при затратах 20 % средств, при капитальных ремонтах зданий – 15 %, при затратах 10 %, и пропаганда дает эффект до 30 % всей экономии при затратах менее 1 % общих средств.

Суммарное финансирование мероприятий программы на 2009–2011 годы, включая программы генерации, составляет свыше 117 млрд. рублей, на 1 рубль бюджетных средств приходится 5 рублей привлеченных инвестиционных средств. Из них – 17 млрд. – средства городского бюджета. В пересчете на одного жителя города затраты бюджета на энергосбережение составят около 450 рублей 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 требует кропотливой организационно-технологической работы. Невозможно перейти к масштабному энергосбережению, как мы отмечали выше, 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, мы 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.

## Литература

1. Прохоров В.И. Облик энергосбережения. // Сб. докладов научно-практической конференции (Академических чтений) «Актуальные проблемы строительной теплофизики».- М.: НИИстройфизики, 2003 г.
2. Ключников А.Д. Энергетика теплотехнологии и вопросы энергосбережения. – М.: Энергоатомиздат, 1989 г.
3. Гашо Е.Г. Особенности эволюции городов, промузлов, территориальных систем жизнеобеспечения. – М.: Технетика, 2006 г.
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 г. № 3.
6. Лапир М. А. Целевая программа: Комплекс первоочередных мер по энергосбережению в Москве. – Энергосбережение, 2001. № 5. – с.4-5.
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 г. №3.
9. Табунщиков Ю.А. Энергосбережение – дефицит знаний и мотиваций.// АВОК. 2004 г. № 5.