

*Макарова Е.М.
Институт Энергетических исследований РАН*

Эффективность децентрализованного теплоснабжения жилого сектора и влияние на нее энергосбережения

К настоящему времени в России создано весьма сложное положение с теплоснабжением. Продолжающееся старение оборудования, нехватка средств на замену и ремонт генерирующих установок и тепловых сетей ведут к росту аварийности. Положение усугубляется задолженностью некоторых потребителей по оплате тепла и топлива, что приводит к срывам поставок топлива. Установившиеся в последнее время более жесткие отношения энергоснабжающих организаций с потребителями в части оплаты за энергоносители, бесправность потребителей (оплата независимо от фактического расхода, необоснованный рост потребительских цен на топливо), самоустранение местной власти от снабжения населения углем и нефтепродуктами и др., в первую очередь отражаются на теплоснабжении населения.

Проводимая жилищная реформа, единственная цель которой воспринимается как намерение получать с населения полную оплату коммунальных услуг, в том числе за отопление и горячее водоснабжение, имеет разные аспекты. С одной стороны, естественно, для становления рыночной экономики, намерение полностью компенсировать затраты на функционирование систем теплообеспечения. С другой стороны, надо понимать какие расходы будет оплачивать население, и будет ли обеспечиваться при этом надежность теплоснабжения. При существующем состоянии технологического оборудования и тепловых сетей, обслуживания, управления, кроме необходимых затрат, население будет полностью оплачивать:

- завышенные цены на топливо, его потери из-за плохого хранения,
- перерасход топлива из-за низкого КПД использования топлива в действующих устаревших котельных установках,
- потери тепла вследствие неудовлетворительного состояния и обслуживания тепловых сетей,
- приписки теплоснабжающих организаций, которые при отсутствии теплосчетчиков завышают объемы поставляемого тепла,
- перерасход тепла на отопление помещений, особенно в теплое время отопительного сезона из-за отсутствия возможности даже ручного регулирования,
- относительно завышенную оплату административного и обслуживающего персонала предприятий теплоснабжения.

При этом не видно, как повышение тарифов на тепло отразится на надежности теплоснабжения.

Эффективность замены систем централизованного теплоснабжения на децентрализованное на примере газифицированных регионов

В России повсеместное распространение получила система централизованного теплоснабжения. За 3–4 десятилетия эксплуатации приходят в негодность устаревшее теплогенерирующее оборудование и тепловые сети, из-за чего почти повсеместно наблюдаются большие потери тепла. Реконструкция таких систем требует крупных разовых капиталовложений, осуществление которых в сложившихся экономических условиях весьма затруднительно.

В крупных административных и промышленных центрах сложившаяся система теплоснабжения, вероятно, нуждается в реконструкции и перекладке тепловых сетей. Однако в небольших населенных пунктах, малых и средних городах создание систем децентрализованного теплоснабжения могло бы решить проблемы обеспечения населения теплом более экономично и с большей надежностью. При внедрении таких систем исключаются потери в тепловых сетях, повышается надежность и качество теплоснабжения и др.

Исследованы влияния на эффективность децентрализованного теплоснабжения следующих факторов: численность населенных пунктов (до 50 тыс. чел.), цены на природный газ, тариф на тепло, удаленность от магистральных газопроводов (до 100 км).

Расчетные схемы предполагают, что в поселках численностью до 200 чел. (в основном - это сельское население с повышенным расходом горячей воды) теплоснабжение будет организовано индивидуально с использованием АГВ с тепловой мощностью 23 кВт на один дом. Газоснабжение сетевым газом малых населенных пунктов предполагает подвод газа к домам, оснащение их индивидуальными теплогенераторами и системами отопления, включая прокладку внутридомовых тепловых сетей. В населенных пунктах численностью от 5 тыс. человек и более отопление предусмотрено от блочных котельных мощностью 1 и 2.5 МВт. При промежуточной численности сохраняется значительный фонд жилья частного сектора, поэтому предполагается одновременное теплоснабжение от блочных котельных мощностью 0.5 и 1.0 МВт и индивидуальных теплогенераторов.

Важным фактором, определяющим величину капиталовложений, является выбор техники для энергоснабжения: зарубежной или отечественной. В пользу зарубежной техники можно отметить следующее:

- более высокий уровень автоматизации и большая надежность (особенно горелочных устройств);
- более высокий (на 3-5%) к.п.д. котельной установки;
- лучший дизайн.

Однако отечественные установки имеют ряд преимуществ:

- значительно ниже цены (в 2-3 раза);
- ниже требования к техническому обслуживанию, что важно при низкой квалификации персонала, особенно в глубинных районах России;
- повышается уровень занятости и развития машиностроительных производств;
- конкуренция с западными и отечественными производителями постепенно поднимет технический уровень и дизайн отечественного оборудования.

Разница в ценах на оборудование приводит к тому, что если на отечественном оборудовании окупаемость капиталовложений в автономное энергоснабжение находится в пределах 3-5 лет, то на зарубежном - она растягивается на 7-8 лет, что естественно затрудняет привлечение инвестиций.

Сопоставление вариантов теплоснабжения осуществлялось по критериям коммерческой эффективности проектов: по сроку окупаемости капиталовложений и величине чистого дохода. Эффективными считаются мероприятия, для которых срок окупаемости инвестиций не превышает 8 лет. Исходными данными для расчетов являлись:

- расчетная потребность в природном газе населенных пунктов в зависимости от численности населения: потребность в газе складывается из непосредственного расхода для пищевого приготовления, расхода его на выработку тепловой энергии, для жилищно-коммунальной сферы. Оценка потребности осуществляется усредненно по группам населенных пунктов;

- затраты на прокладку и на оборудование газопроводов, с учетом длины трассы, диаметра трубопровода в зависимости от максимального объема прокачивания газа и длины газопровода;

- затраты на распределительные сети в пределах населенных пунктов и внутридомовые сети (если их нет);
- затраты на приобретение блочных энергоисточников и их монтаж;
- цены на сетевой газ.

Кроме того, на эффективность децентрализованного теплоснабжения населенных пунктов влияют организационно-экономические условия реализации проектов.

Расчеты по населенным пунктам принципиально могут быть отнесены либо к уровню энергопотребления, либо к численности населения. Последние более предпочтительны. Они позволяют учесть особенности жилого фонда городов с разной численностью, и тем самым ближе к реальным условиям конструировать расчетные схемы энергоснабжения, а также дает возможность отделить жилищно-коммунальное и производственное потребление. Кроме того, отчетное потребление тепла практически всегда существенно превышает фактическое потребление и нуждается в корректировке.

На рис.1 представлены результаты расчетов срока окупаемости капиталовложений в децентрализованное теплоснабжение населенных пунктов разной численности до 50 тыс. человек. Варианты теплоснабжения рассмотрены с учетом осуществления газификации при удаленности от магистральных газопроводов до 100 км; нулевая удаленность означает, что замена систем теплоснабжения осуществляется в уже газифицированном населенном пункте.

Анализ сроков окупаемости показывает, что в газифицированных населенных пунктах численностью от 5 тыс. человек и более окупаемость капиталовложений в создание альтернативных действующим автономных систем теплоснабжения при действующих ценах на газ и тарифах на отпускное тепло (утверждено РЭК для энергетических компаний) составляет от 3 до 7 лет.

Для крупных городов от 10 тыс. чел и выше эффективными являются варианты теплоснабжения с одновременной газификацией сетевым газом практически при любой удаленности от магистральных газопроводов. При меньшей численности от 10 до 5 тыс. человек эффективность проектов уже значительно зависит от затрат в газификацию.

В городах с еще меньшей численностью в связи с большой долей одноэтажной застройки велики затраты на внутриселковые газовые сети. Поэтому окупаемость затрат достигает 10-14 лет.

Представленные на рис.1 результаты получены при цене на газ 600 руб./1000м³ и связанном с ней тарифе на тепло 280 руб./Гкал. Очевидно, что цены на газ будут расти, а с ними и тарифы на тепловую энергию.

Влияние изменения цен природного газа на эффективность капиталовложений в системы децентрализованного теплоснабжения представлено на рис.2. Исследован диапазон цен газа на внутреннем рынке от 400 до 1000 руб./тыс.м³ (14-36 долл.). Результаты расчетов показывают, что с ростом цен на газ, а с ними и тарифов на тепло, эффективность капиталовложений будет возрастать (при условии неизменных цен на оборудование).

На рис.3 показано комплексное влияние на срок окупаемости роста цен на газ и роста капиталовложений. Из-за искусственного сдерживания внутренних цен на газ в последние несколько лет их рост будет более значительный, чем инфляционный рост капиталовложений. Результаты расчетов показывают, что ценовой фактор положительно скажется на эффективности вложения средств, т.е. с ростом цен на газ осуществление теплоснабжения становится эффективным для большего числа потребителей. Если цена газа увеличится на 50%, а капиталовложения увеличатся на 20%, то срок окупаемости для населенного пункта с численностью 6500 человек сократится с 10 до 8 лет, т.е. в недалекой перспективе такой проект станет эффективным.

Возможность сокращения энергопотребления за счет мер по энергосбережению

Расход тепла на отопление и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий в стране составляет около 600 млн. Гкал, на которое расходуется 100 млн. т у.т. Годовой расход тепла на 1 м² отапливаемой площади составляет по разным регионам от 0.31 Гкал/м² для Центрального экономического района до 0.58 Гкал/м² для Восточно-Сибирского экономического района (в среднем по стране 0.33 Гкал/м²). Это существенно превышает показатели экономически развитых стран, в которых этот показатель составляет 30 – 50% от расхода энергии на отопление в России. Причины отставания в уровне энергоиспользования известны:

- высокие для нашей экономики темпы ввода жилья в 60-е – 80-е годы при искусственно заниженных ценах на топливо. Результатом явились высокие теплопотери ограждающих конструкций, преимущественно через окна, низкое качество строительства (дешевые однослойные бетонные панели с низким термическим сопротивлением, плохая заделка швов между панелями) низкий уровень инженерного оборудования. В результате температура в помещениях регулируется открыванием форточек. Произошел даже откат от 50-х годов, когда была возможность ручного регулирования.

- неплотность окон и дверей, отсутствие регулирования температуры в помещениях приводит к избыточной кратности циркуляции воздуха в помещениях, что приводит к дополнительным потерям тепла на нагрев воздуха.

Причиной значительных потерь является и неудовлетворительная эксплуатация лестничных клеток (уплотнение окон, дверей). Отсутствие счетчиков не создает у потребителей заинтересованности в экономии тепла, горячей и холодной воды.

В результате неэффективного использования тепла приходится иметь завышенные тепловые мощности котельных и пропускные способности тепловых сетей. В связи с этим представляет интерес рассматривать реконструкцию систем теплоснабжения совместно с осуществлением мер, позволяющих снизить потребление тепла жилищно-коммунальным сектором. При этом будет снижено потребление газа и уменьшены затраты на теплоснабжение.

Оценки энергосбережения затруднены тем, что нет представительных исследований о потерях тепла в зданиях по составляющим потерь. Поэтому такие оценки зачастую носят экспертный характер, а оценки затрат основаны на современных рыночных ценах на оборудование и его монтаж. Положение несколько облегчается тем, что все поступающее в здания тепло, так или иначе, теряется.

Примерное распределение потерь вырабатываемого в котельных тепла может быть представлено следующими данными (в %): распределительные теплосети - 15, окна - 35, стены - 10, перетоп помещений - 30, горячее водоснабжение – 10.

Потери в тепловых сетях. Оценки специалистов указывают на уровень потерь в среднем 20% от транспортируемого тепла, причиной которого являются плохая и сильно изношенная теплоизоляция, утечки горячей воды и коррозия труб. В России в эксплуатации находится 250 тыс. км тепловых сетей, из которых 70% перекрыли нормативный срок службы и нуждаются в замене. Переход к автономному теплоснабжению потребителей может устранить эти потери или уменьшить в три раза до достижения нормативных значений потерь.

Перетоп помещений происходит из-за отсутствия регулирования температуры в квартирах. В результате этого в холодный период из-за применяемой системы разводки труб на одних этажах температура обеспечивается выше комфортной, на других – ниже. Значительный перерасход тепла имеется во время потепления наружного воздуха, когда необходимость в отоплении сохраняется, но потребность в тепле резко снижается. Регулирование температуры в существующем жилом фонде может осуществляться как

вручную, прикрытием кранов, так и автоматически. Ручные системы требуют установки качественных вентилях у отопительных приборов. Экономия тепла оценивается 25% от потерь на перетоп. Средства автоматического регулирования позволят уменьшить потери на перетоп помещений до 70%, но затраты будут существенно выше.

Потери тепла через неплотности окон. Наряду с потерями тепла, связанными с теплопередачей через стекла, имеются потери, обусловленные обменом внутреннего и наружного воздуха через щели, остающиеся после установки окон, а также образующиеся в результате деформации оконных рам в процессе эксплуатации. Установка стеклопакетов позволила бы уменьшить эти потери в 3-4 раза.

Горячее водоснабжение. Расход горячей воды на одного жителя России в 3-4 раза превышает этот показатель для экономически развитых стран и превосходит разумный уровень комфортного потребления. Причины состоят в низком качестве отечественной водоразборной арматуры и отсутствии счетчиков расхода воды. За счет установки современной арматуры расход воды мог бы быть снижен в 2 раза.

Потери тепла через стены, особенно для 5-этажной застройки 60 – 70-х гг., могут быть значительными, но затраты на наружную изоляцию высокие. Поэтому дополнительная изоляция будет широко применяться только в новом строительстве и уже достаточно широко применяется в новых и реконструируемых коммерческих зданиях.

Эффективность автономного теплоснабжения с учетом энергосберегающих мероприятий

Для оценки возможного снижения потребления энергии в жилищно-коммунальном секторе были произведены расчеты потребности в природном газе с учетом энергосберегающих мероприятий для населенных пунктов численностью до 50 тыс. человек. Потребность в газе на производство тепла и горячее водоснабжение по сравнению с вариантом без энергосбережения может быть снижена почти на 70%. Соответственно уменьшится максимальная потребляемая тепловая мощность и потребление тепла.

Снижение потребляемой тепловой мощности позволяет уменьшить установочную тепловую мощность котельных. Расчеты показали возможное снижение капиталовложений в теплогенерирующее оборудование по сравнению с вариантом без энергосбережения до 70%. Вместе с тем, капиталовложения в энергосбережение более значительны и по проведенным расчетам на порядок превышают затраты в теплогенерирующие мощности.

Для расчетов было принято несколько вариантов возможной цены на природный газ – от 600 до 1200 руб./тыс.м³, а также несколько вариантов по схемам финансирования проектов: приобретение оборудования на средства инвестора по коммерческим ценам, а также участие населения в финансировании мероприятий по энергосбережению. Была также рассмотрена схема создания хозяйственных комплексов.

Варианты осуществления энергосбережения сопоставлялись с эффективностью варианта автономного теплоснабжения без энергосбережения для населенного пункта, численностью 50 тыс. человек.

Приобретение оборудования для энергосбережения на средства инвестора по современным коммерческим ценам

Результаты расчетов (рис.4) показывают, что большие затраты в энергосбережение вдвое увеличивают срок окупаемости суммарных по проекту капиталовложений. Более того, даже по чистому доходу на 15-летнем горизонте планирования варианты по чистому доходу при ценах газа 600 и 800 руб./тыс.м³ не уравниваются. Причины мы видим в том, что стоимость оборудования, используемого для энергосбережения, близка к мировому уровню

цен, в то же время внутренние цены на топливо значительно ниже мировых; хотя уровень цен на топливо будет повышаться, дисбаланс в ценах еще сохранится.

Удвоение цены газа уже существенно повлияет на отличия в эффективности проектов. Отличия в сроках окупаемости сокращаются с 2 до 1.8 раз, а чистый доход в варианте энергосбережения будет выше уже после 12 года.

Участие населения в осуществлении мер по энергосбережению

Эффективность энергосбережения для инвестора может быть повышена, если привлечь средства населения для частичного финансирования мероприятий по энергосбережению. Если 40% затрат возьмет на себя население, то чистый доход в варианте с энергосбережением превысит базовый уже через 6-8 лет (рис.5). Основанием для привлечения средств населения может быть улучшение бытовых условий: регулируемая температура в помещениях, отсутствие сквозняков, улучшенный дизайн. Привлечение средств может быть простимулировано повышенной платой за теплоснабжение тех квартир, жильцы которых не приняли участие в финансировании мер по энергосбережению (исключая население с низким уровнем дохода).

Более быстрый рост чистого дохода для варианта с энергосбережением приведет к тому, что через 9 – 10 лет от начала строительства он начнет превышать базовый вариант, ограниченный реконструкцией системы теплоснабжения.

Создание хозяйственных комплексов

Другой подход основывается на создании в регионе *хозяйственного комплекса*, обеспечивающего эффективное энергоснабжение потребителей. Такой комплекс мог бы включать производственную базу для строительства и обслуживания основных объектов энергоснабжения: газификация региона, сооружение теплогенераторов и подключение к ним потребителей, производство и установка стеклопакетов и несложных деталей. В такой комплекс могли бы войти также существующие в регионе производственные мощности для изготовления котельного оборудования, теплосчетчиков и пр. Особенность такого хозяйственного комплекса состоит в том, что он монополизировал рынок сбыта своей продукции путем создания наиболее приемлемых для администрации и населения формы оказания услуг. Сокращение циклов купли-продажи значительно удешевляет сами услуги и позволяет окупить большую часть затрат стоимостью сэкономленных энергоносителей.

Капиталовложения будут определяться как сумма затрат в создание производственных мощностей и себестоимость производства и установки энергосберегающего оборудования. В отличие от производства товаров, в этом случае не предполагается продажа готовых изделий, формально энергосберегающее оборудование остается на балансе хозяйственного комплекса.

Сохранение энергосберегающего оборудования на балансе энергоснабжающей компании предполагает определенные правовые отношения с потребителями. Они позволяют предъявлять населению счета к оплате в том же объеме, что были до установки энергосберегающего оборудования, независимо от фактически израсходованного тепла. Если потребитель захочет платить по тарифу за фактический расход тепла, он должен сначала выкупить у компании поставленное для него бесплатно энергосберегающее оборудование.

При выполнении расчетов были приняты следующие исходные данные (в связи с отсутствием достаточной информации используемые цифры являются оценочными):

- себестоимость производства стеклопакетов составляет 50% от розничной цены;

- при закупках большой партии оборудования непосредственно на предприятии оптовые цены могут быть на 30% ниже розничных.

Таким образом, затраты в энергосберегающее оборудование могут быть снижены примерно на 30%. Результаты расчета с использованием этих данных практически идентичны обеспечению 40% затрат за счет средств населения, но обладают существенно меньшей степенью риска. Т.е., такой путь представляется экономически перспективным для систем теплоснабжения населенных пунктов.

Проведенные расчеты показали, что в небольших населенных пунктах до 50 тыс. человек (а для сходных условий, вероятно, и в более крупных городах) могут эффективно функционировать энергоснабжающие компании, создаваемые для теплоснабжения, в первую очередь, жилищно-коммунальной сферы, на основе автономных источников тепла. При опережающем росте цен на газ, ожидаемом в ближайшие годы, эффективность таких компаний будет повышаться.

Проблема теплоснабжения может решаться по разным схемам, отличающимся величиной капиталовложений, сроками окупаемости и величиной чистого дохода. Конкретные решения будут приниматься в зависимости от целей участников, оценки риска каждым из них, степени участия местных и региональных органов управления. Осуществляемые проекты тем эффективнее, чем более комплексным и долгосрочным будет подход к проблеме. В этом случае в большей степени будет учитываться высокая ответственность компании за теплоснабжение потребителей как монополиста в регионе. Это потребует надлежащей организации в области финансов, работы с населением и местной администрацией, обслуживания и контроля.

Рис.1. Зависимость срока окупаемости капитальных вложений проектов газификации населенных пунктов от численности населения и удаленности от газопровода
Цена на природный газ - 600 руб./1000 м³

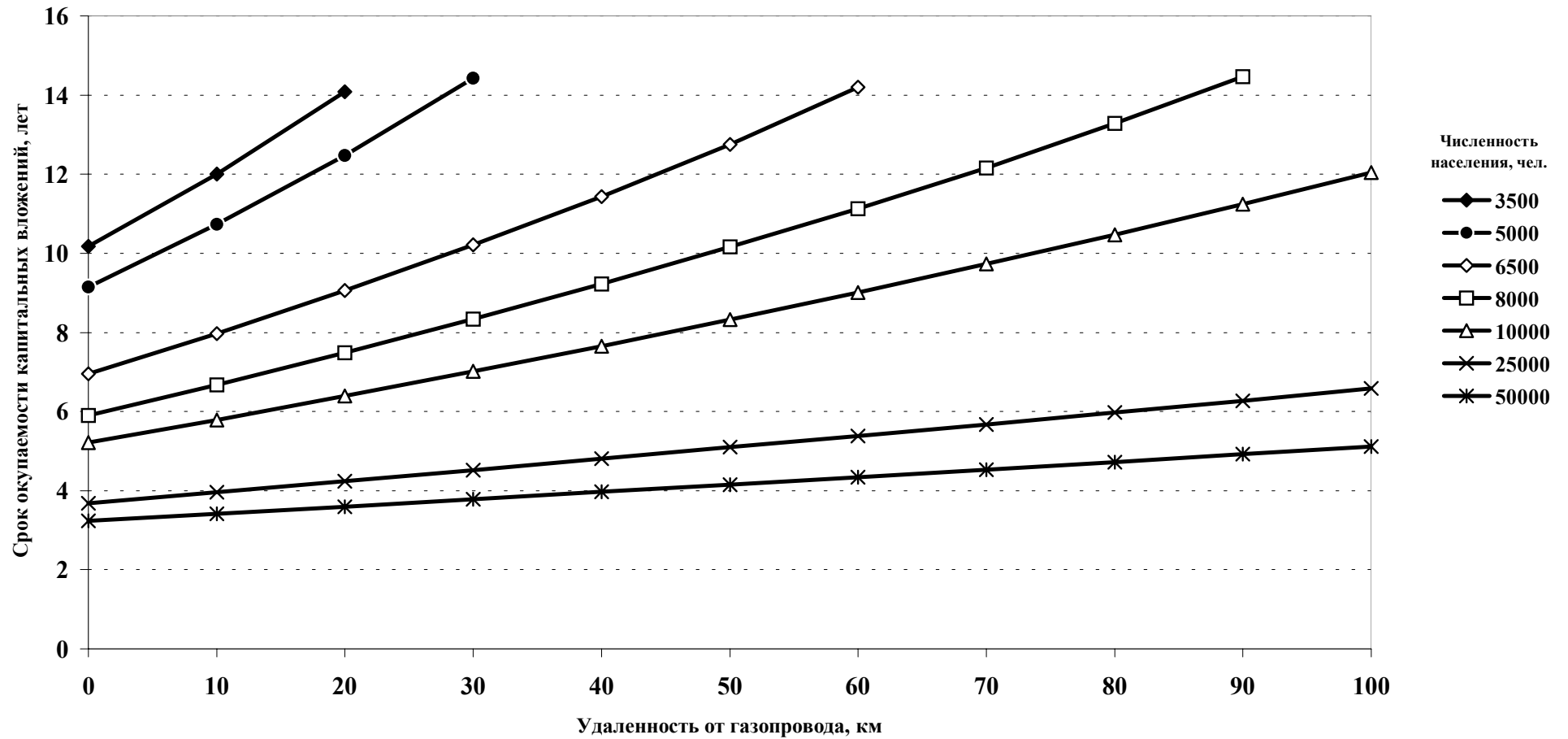


Рис.2. Зависимость срока окупаемости капиталовложений проектов децентрализованного теплоснабжения населенных пунктов от численности населения и цены на природный газ
Удаленность от газопровода - 0 км

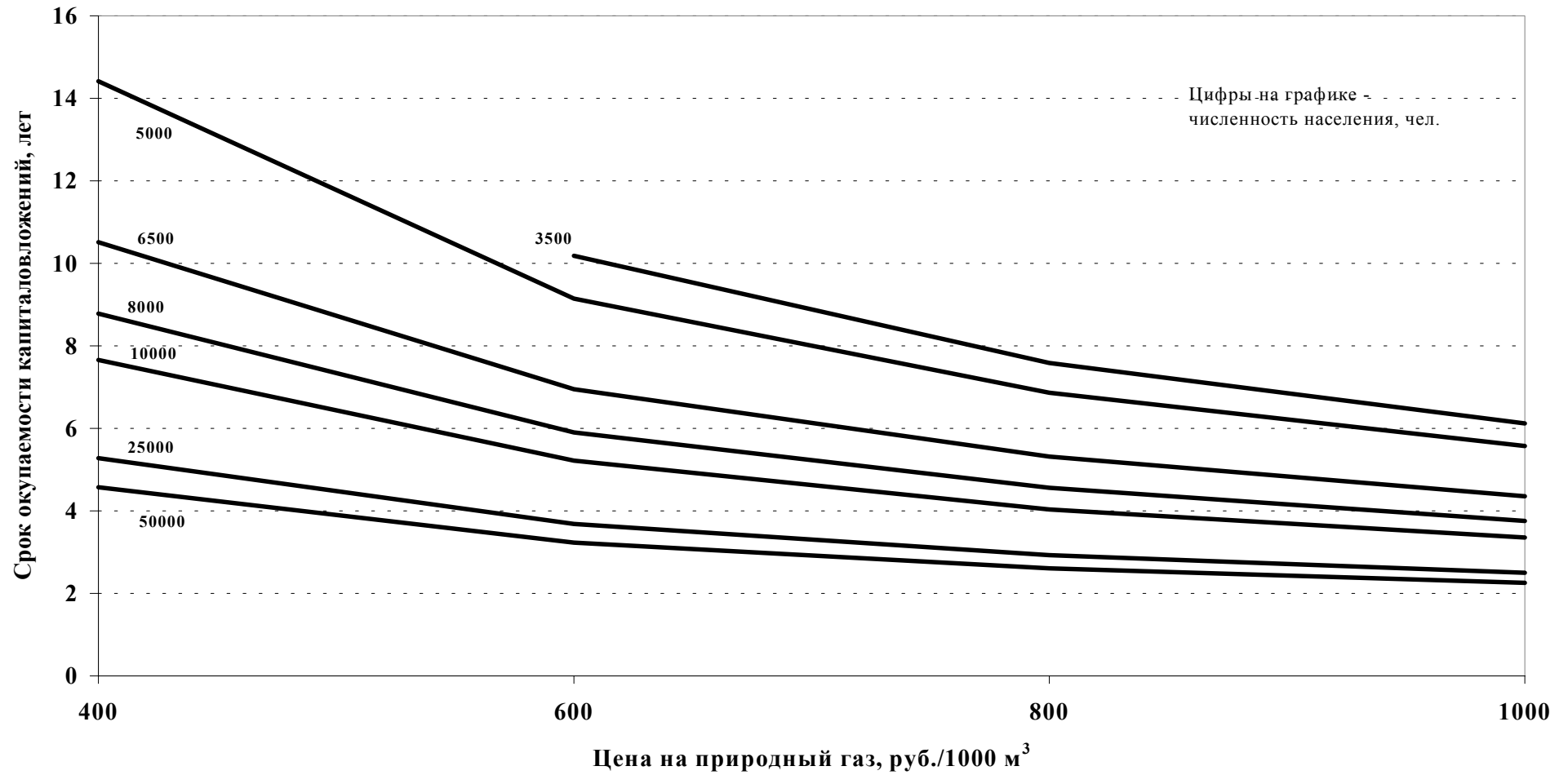
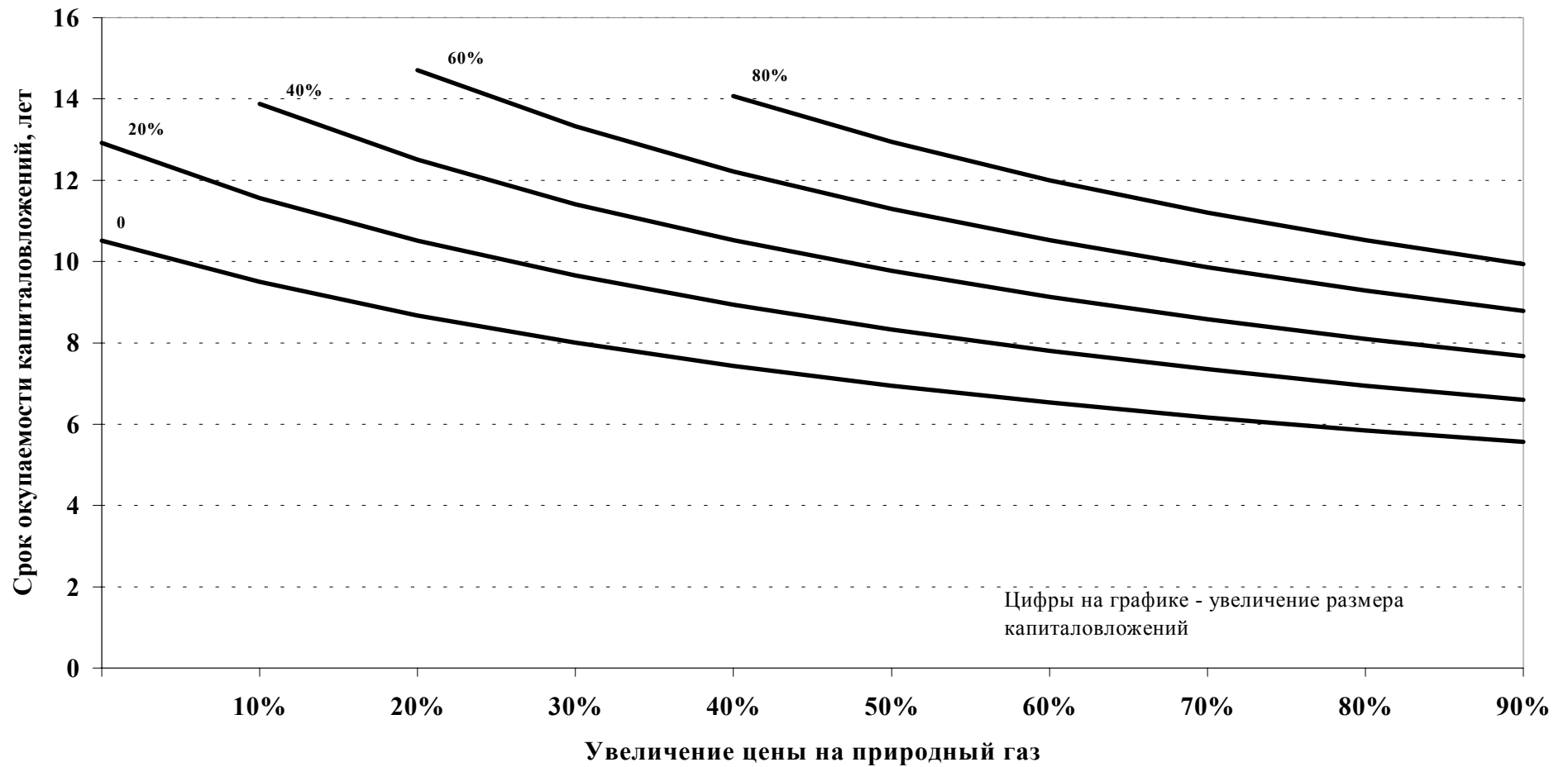
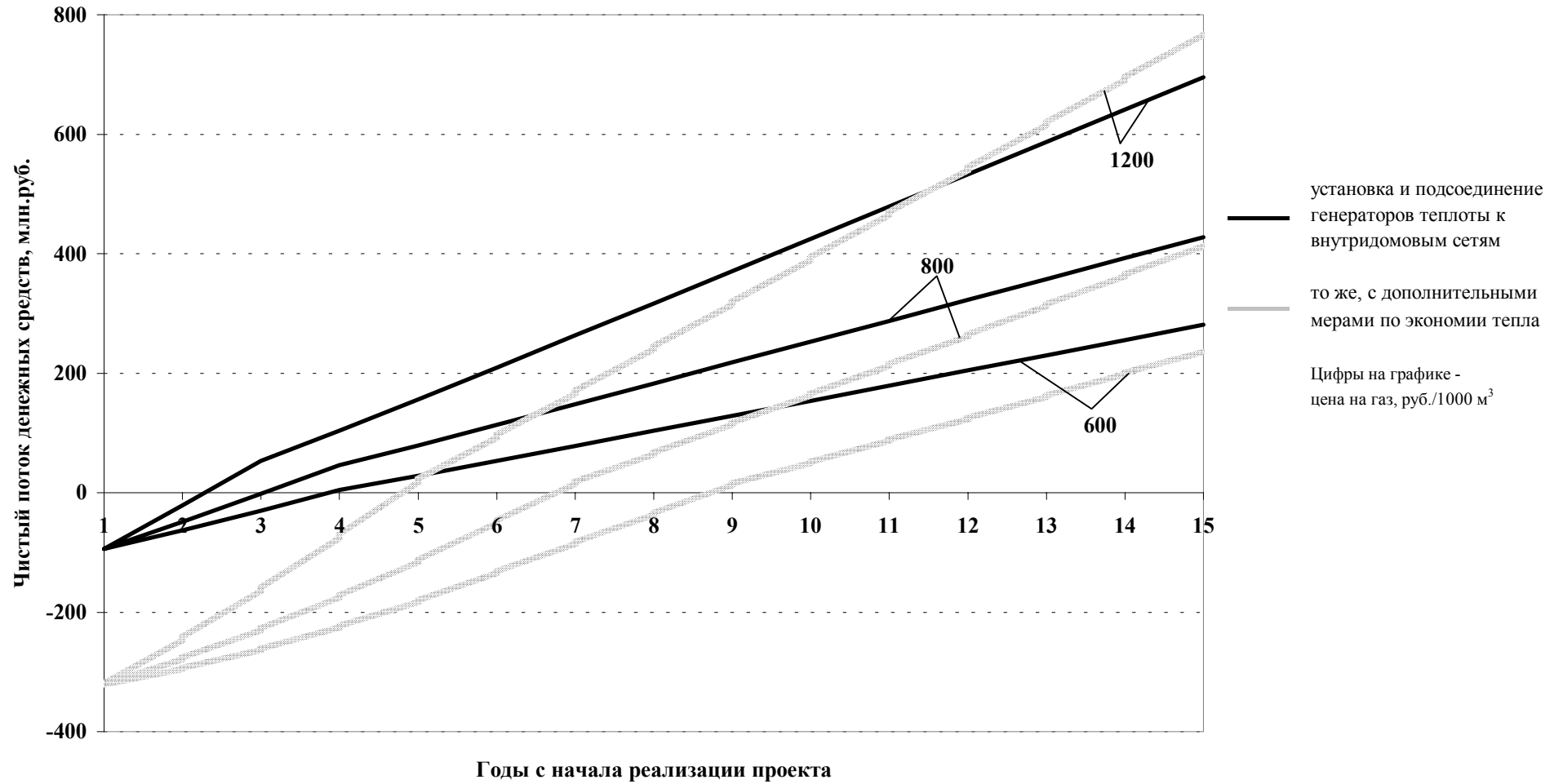


Рис.3. Зависимость срока окупаемости кап.вложений проектов децентрализованного теплоснабжения населенных пунктов от увеличения цены природного газа и кап.вложений относительно базовых

Численность населения - 6500 чел., удаленность от газопровода - 0 км



**Рис.4. Сравнение коммерческой эффективности вариантов капиталовложений
в систему децентрализованного теплоснабжения**
Численность населения - 50000 чел.



**Рис.5. Сравнение коммерческой эффективности вариантов капиталовложений
в систему децентрализованного теплоснабжения**

Численность населения - 50000 чел.

