

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

В.Л. Говоров, директор ООО «ГеоИнфоГрад», руководитель НВЦ МФТИ (Научно-внедренческий центр Учебно-научно-производственного комплекса Московского физико-технического института)

С.Г. Легостин, ведущий специалист по наладке тепловых сетей МУП «Инженерные сети г. Долгопрудный»

А.В. Луняков, руководитель проектов ООО «ГеоИнфоГрад»

Современный подход к режимной наладке систем централизованного теплоснабжения

Доклад на 53 научной конференции МФТИ 24 - 29 ноября 2010 г.

Опубликовано в «ЖКХ: журнал руководителя и главного бухгалтера» № 1/2011(в предыдущей редакции)

Спрос на теплоснабжение в нашей стране обусловлен суровым климатом российских широт, где теплоснабжение — не роскошь, а жизненная необходимость. Практически у всех теплосетей ситуация сложная в разной степени, что вызвано социальной значимостью услуг теплоснабжения и, как следствие, государственным регулированием тарифов и отношений теплоснабжающих организаций и потребителей.

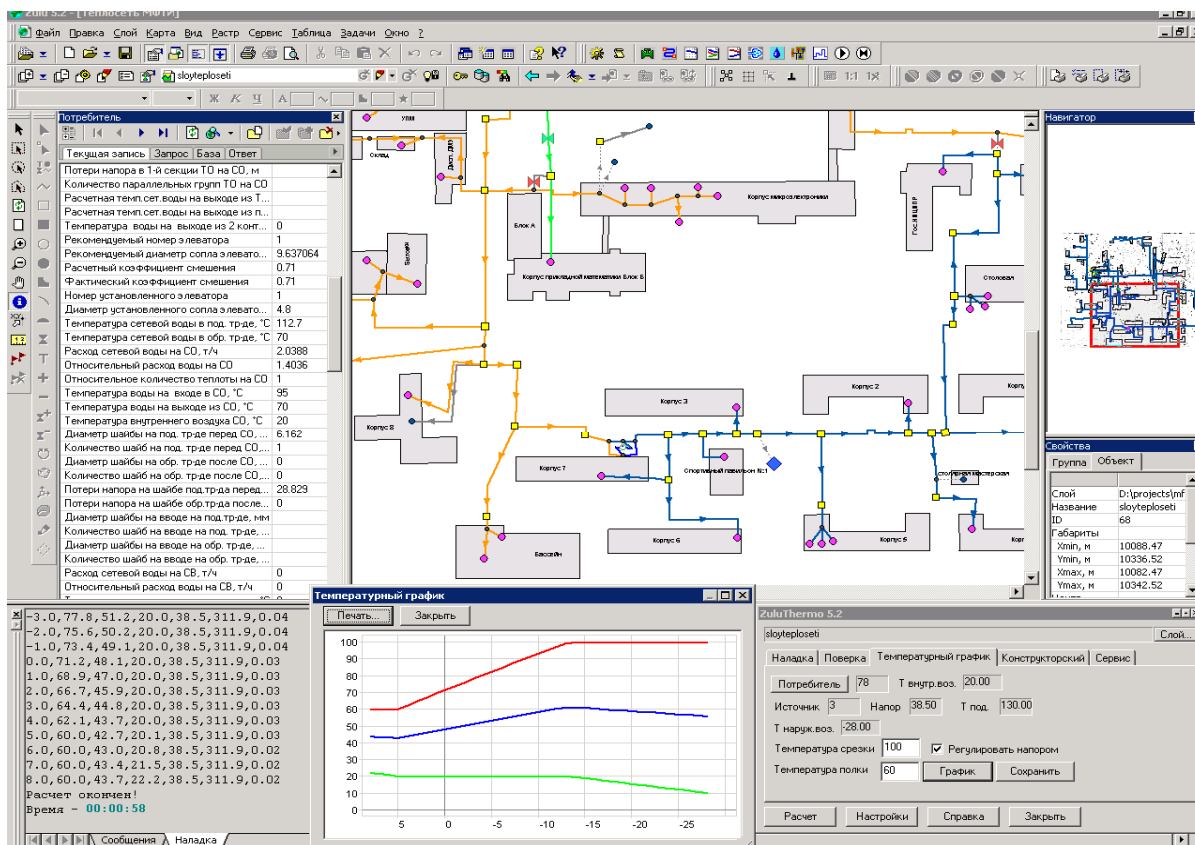


Рис. 1. Электронная карта, расчётная схема - компьютерная модель тепловой сети для теплогидравлических расчётов в ZuluThermo

«Рост централизации теплоснабжения, увеличение единичной мощности тепловых источников и протяжённости тепловых сетей усложняют задачу надёжного, качественного и экономичного теплоснабжения. Связывая источник теплоты с большим числом потребителей, тепловые сети должны обеспечивать согласованную работу всех звеньев системы централизованного теплоснабжения.

Вследствие низкой гидравлической устойчивости тепловых сетей фактическое распределение теплоты по потребителям может резко отличаться от установленного расчётным путём. Гидравлическая разрегулировка вызывает нарушения в работе систем отопления, горячего водоснабжения, кондиционирования воздуха, что приводит, как правило, к резкому завышению расхода сетевой воды, перерасходу теплоты потребителями, расположенными ближе к ТЭЦ или котельной и недогреву конечных потребителей. При этом потери топливно-энергетических ресурсов зачастую намного превышают экономический эффект, полученный на ТЭЦ или котельной от снижения удельных расходов топлива на единицу выработанной тепловой энергии.

Указанные недостатки необходимо устранять путем одновременной и комплексной наладки тепловых сетей, теплоприготовительных установок, тепловых пунктов и местных систем теплоснабжения. Необходимость повторной наладки возникает в процессе эксплуатации по мере уменьшения пропускной способности тепловых сетей, увеличения шероховатости трубопроводов, подключения новых потребителей, корректировки расчётной температуры на отопление.

При современном масштабе централизованного теплоснабжения городов и других населённых пунктов, динамичности их развития, огромном размахе жилищного строительства нельзя рассчитывать на имеющиеся в стране немногочисленные наладочные организации. Наладку лучше всего проводить силами предприятий, эксплуатирующих тепловые сети, отвечающих за надёжность, качество и экономичность теплоснабжения, что в условиях полного хозяйственного расчёта (т. е. рыночной экономики) и самофинансирования обеспечит сочетание интересов теплоснабжающих организаций и потребителей тепла.» Это цитата из известного Справочника [*Манюк В.И. и др. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей.*].

Что же происходит сегодня? Финансово-экономический кризис постепенно ослабевает, о чем можно судить и по Московской области, где представлен весь или почти весь спектр возможных вариантов теплоснабжающих организаций и проблем, которые им приходится решать. Наличие регулярного спроса на свою продукцию — это основная задача и заветная мечта любого бизнеса. Спрос на тепло есть всегда — это хорошо, однако при этом государство нередко может навязывать заниженные тарифы на тепловую энергию и позволяет полугодовую отсрочку платежей за тепло. С одной стороны, регулярно растут цены на газ и электричество, необходимые для выработки и транспортировки тепла, с другой — ограничение роста тарифов со стороны государства, также процесс тормозит объективная (фактическая) платёжеспособность потребителей тепла. Иногда выручает возможность — через инвестиционный проект привлечь средства застройщика, не только для подключения новых потребителей, но и для модернизации существующей коммунальной инфраструктуры.

Тарифы рассчитываются исходя из нормативных удельных расходов топлива, утечек и тепловых потерь в наружных сетях, которые, как правило, значительно меньше фактических. В связи с этим у многих теплоснабжающих предприятий сохраняются низкие зарплаты персонала, следовательно, существуют проблемы с привлечением в штат квалифицированных специалистов. Устаревшее оборудование и сети с утечками, повреждённой тепловой изоляцией значительно увеличивают тепловые потери в наружных тепловых сетях. Нехватка средств на выполнение обследования, испытаний и ремонтно-профилактических мероприятий также приводит к заметному превышению норм потерь тепла, снижению пропускной способности наружных тепловых сетей и внутридомовых систем теплоснабжения, и, соответственно, к повышению расхода электроэнергии на доставку теплоносителя, разбалансировке системы теплоснабжения. И

критическая проблема — невозможность своевременно оплачивать газ и электричество, которые для теплоснабжающих предприятий являются источниками производства и доставки тепла, что может приводить к прекращению подачи электроэнергии и газа предприятию, и как следствие — тепла и горячей воды населению.

Выход из такой ситуации — в повышении экономической эффективности работы теплосети, обеспечении качественного отпуска тепла и обосновании повышения тарифов на тепло (при наличии платёжеспособного спроса), включении расходов на модернизацию и наладку тепловой сети в тарифы, надбавки и инвестиционные проекты, включающие подключение новых объектов строительства к тепловым сетям.

Для решения этой задачи в современных условиях целесообразно иметь и использовать на предприятии математическую компьютерную модель, позволяющую принимать оптимальные экономически обоснованные решения по наладке, регулировке и модернизации системы централизованного теплоснабжения при условии обеспечения потребителей расчётными тепловыми и гидравлическими параметрами. Такая модель позволит обосновывать тарифы на предоставляемое тепло и необходимость модернизации и наладки тепловой сети.

На практике встречаются различные ситуации, при которых компьютерное моделирование может существенно помочь в принятии обоснованных решений, а именно:

- недогреваются концевые потребители. Для прекращения жалоб теплосеть завышает температурный график, что приводит к перерасходу газа на выработку тепла по сравнению с нормативными показателями;
- в четырёхтрубной системе вышел из строя (проржавел) трубопровод горячего водоснабжения (ГВС). И систему переоборудовали в двухтрубную с открытым ГВС;
- вместо того, чтоб промыть внутренние системы теплоснабжения, потребители растачивают дроссельные шайбы или демонтируют элеваторы, ставят насосы. Как следствие, теплосеть переводится на другой (с 130/70 на 95/70) температурный график;
- многочисленные локальные (на несколько домов) котельные можно заменить одной централизованной системой теплоснабжения. Или наоборот, заменить или дополнить централизованную систему теплоснабжения локальными квартальными или внутридомовыми котельными;
- постепенное подключение к теплосети новых потребителей до тех пор, пока сеть не перестаёт пропускать теплоноситель. Для решения проблемы теплосеть переводят на другой (с 95/70 на 130/70) температурный график.

К характерным событиям, ситуациям, сигнализирующим или приводящим к изменению гидравлического режима и требующим теплогидравлического расчёта и наладки тепловой сети относятся:

- перерасход газа на выработку тепла и электроэнергии на циркуляцию теплоносителя по сравнению с нормативными показателями;
- отключение старых или подключение новых потребителей тепла;
- замена диаметров трубопровода;
- изменение температурного графика теплоносителя;
- изменение пропускной способности наружных сетей и внутридомовых систем теплоснабжения.

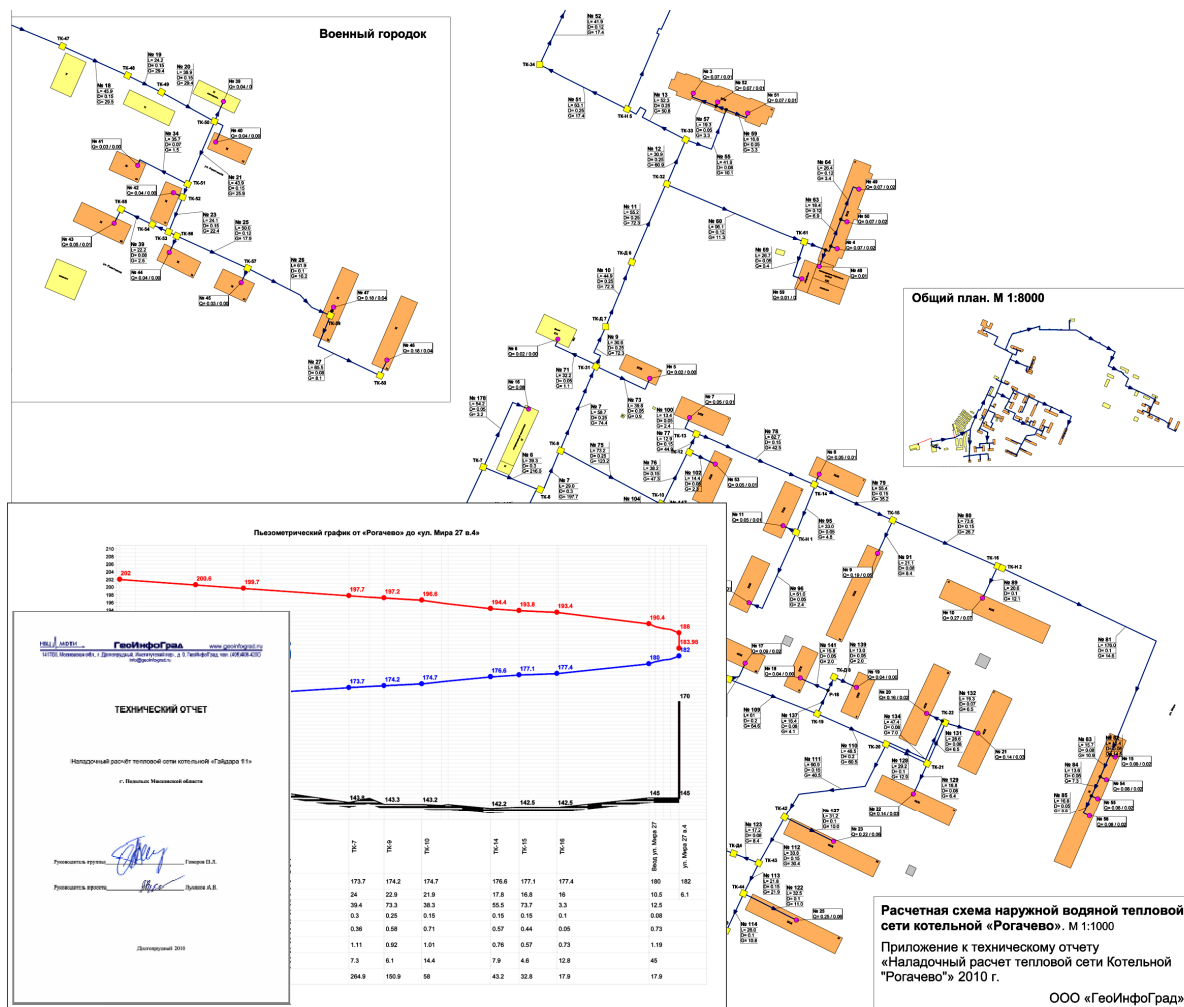


Рис. 2. Результаты наладочного теплогидравлического расчёта. Расчётная схема тепловой сети и пьезометрический график. На бумаге и мониторе компьютера

Пример.

Рисунки 1-4 иллюстрируют возможности программы ZuluThermo и некоторые результаты работ ООО «ГеоИнфоГрад» с теплосетью МФТИ (рис. 1), ООО «Дмитромтеплосервис» (рис. 2) и МУП «Подольская теплосеть» (рис. 3, 4). Выполнение работ было обусловлено подключением новых потребителей; отключением старого и подключением нового микрорайона, перекладкой участка магистрального трубопровода с изменением диаметра.

Применение программы ZuluThermo позволило:

- оперативно (в течение 1-2 месяцев) создать расчётные модели пилотных тепловых сетей:
 - 10 Гкал/ч, 50 зданий;
 - 130 Гкал/ч, 270 зданий, 9 ЦТП;
- выполнить разработку мероприятий по режимной наладке, а именно:
 - гидравлический расчет и разработка гидравлического режима;
 - расчет дроссельных устройств и элеваторов;
 - составление технического отчета «Наладочный расчет тепловой сети Котельной -1». (рис. 2, 3, 4);
 - методические рекомендации по работе с программой ZuluThermo.
 - разработан гидравлический режим работы котельной МФТИ при различных условиях тепловой нагрузки, с учётом новых и проектируемых потребителей, температуры наружного воздуха и количества включённых котлов.

Теплосеть МФТИ успешно работает после выполненного расчёта. Сейчас рекомендованные мероприятия по узлам подключения внутридомовых систем отопления (шайбы и элеваторы) внедряются управляющими компаниями Дмитровского района и г. Подольска. Эти сети уже успешно отработали морозы -20°C в ноябре-декабре 2010 г. Полнее о результатах наладки можно будет судить по результатам отопительного периода [см. отзывы в приложении].

Сотрудники теплоснабжающих предприятий, прошедшие обучение и стажировку, уже самостоятельно создали расчётные модели и разработали мероприятия по режимной наладке следующих объектов и, таким образом, продолжают работать самостоятельно по отработанной методике.

Как правило, специалисты и руководители теплоснабжающих предприятий понимают целесообразность наладки тепловых сетей, тем более что эта задача относится к их компетенции и ответственности. Однако при этом существует еще множество неотложных проблем: замена или ремонт аварийных участков сети, участков с утечками, с повреждённой или отсутствующей тепловой изоляцией. Поэтому так важна оценка затрат и эффекта от режимной наладки тепловых сетей.

Расчётные тепловые нагрузки и диаметры отверстий дросселирующих устройств потребителей тепла котельной Гайдара, 11 оборудованных ИТП с теплообменниками на ГВС

п/п	Адрес, ввод с ИТП	на входе в ИТП		Отопление				Горячее водоснабжение						Суммарная нагрузка						
		давление в трубопроводе		Тепловая нагрузка		Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы		Тепловая нагрузка сетевой (греющей) воды				расход нагреваемой воды			в воде					
		подающая	обратная	в тепле	в сетевой воде			средняя	максимальная	средний расход сетевой воды	максимальный расход сетевой воды	средний	максимальный	циркуляционный						
		м	м	м	Гкал/час	т/ч	м	мм	Гкал/час	т/ч	Гкал/час	т/ч	м	мм	т/ч	т/ч	т/ч	Гкал/час	т/ч	т/ч
1	К17а	234,0	210,4	23,6	0,977	12,37	21,6	16,3	0,180	0,405	4,80	10,80	22,9	15,0	3,60	8,09	2,43	1,157	17,17	23,17
2	К19	234,8	209,6	25,2	1,132	14,33	23,2	17,3	0,164	0,368	4,36	9,81	24,1	14,7	3,26	7,34	2,20	1,296	18,69	24,13
10	К20. ввод 1	234,0	210,4	23,6	0,767	9,70	21,6	14,4	0,098	0,220	2,61	5,88	22,9	11,1	1,96	4,40	1,32	0,864	12,32	15,58
11	К20. ввод 2	234,0	210,4	23,5	0,767	9,70	21,5	14,5	0,098	0,220	2,61	5,88	22,8	11,1	1,96	4,40	1,32	0,864	12,32	15,58
12	К20а. ввод 1	233,4	211,0	22,3	0,699	8,84	19,8	14,1	0,097	0,218	2,58	5,81	21,0	11,7	1,93	4,35	1,30	0,795	11,42	14,65
13	К20а. ввод 2	233,3	211,1	22,2	0,699	8,84	20,2	14,0	0,097	0,218	2,58	5,81	21,5	11,2	1,93	4,35	1,30	0,795	11,42	14,65
14	К17. ввод 1	235,5	208,9	26,5	0,854	10,81	24,5	14,8	0,090	0,203	2,40	5,40	25,8	10,3	1,80	4,05	1,21	0,944	13,21	16,21
15	К17. ввод 2	235,5	209,0	26,5	0,854	10,81	24,5	14,8	0,090	0,203	2,40	5,40	25,8	10,3	1,80	4,05	1,21	0,944	13,21	16,21
16	Д3. дет.сад (ДЗ)	234,4	210,0	24,5	0,210	2,66	22,5	7,5	0,068	0,152	1,80	4,05	23,8	9,1	1,35	3,03	0,91	0,278	4,46	6,71
17	Д4. дет.сад (Д4)	234,0	210,4	23,6	0,210	2,66	21,6	7,6	0,068	0,152	1,80	4,05	22,9	9,2	1,35	3,03	0,91	0,278	4,46	6,71
18	Ш1. школа (Ш1)	236,1	208,3	27,7	1,040	13,16	25,7	16,1	0,032	0,071	0,84	1,89	27,0	6,0	0,63	1,42	0,42	1,072	14,01	15,06
19	Ш2. школа (Ш2)	235,4	209,0	26,5	1,040	13,16	24,5	16,3	0,032	0,071	0,84	1,89	25,8	6,1	0,63	1,42	0,42	1,072	14,01	15,06
Всего по ИТП с теплообменниками ГВС:		15,400 194,94						1,976 4,476 52,68 126,81						40,68 92,16 27,65			17,376 247,62 321,76			

Рис. 3. Результаты наладочного теплогидравлического расчёта. Дроссельные шайбы и сопла элеваторов

№ по расч. схеме	наименование начала участка	наименование конца участка	Характеристики участков				Расчетные данные участка						Потери напора от источника	Расположенный напор в конце участка	
			условный диаметр трубопровода	длина участка	сумм. к-т местных сопротивлений	расход сетевой воды	скорость воды	эквивалентная шероховатость	потери напора на участке			м			м
									удельные	линейные	местные				
			мм	м		т/ч	м/с	мм	мм/м	мм	мм	мм			м
1	ТК-1	ТК-2	600	121.18		303.32	0.31	3	0.23	28	0	0.07	59.93		
2	ТК-1	ТК-3	600	54.52	4.5	1784.72	1.80	3	7.84	428	723	2.32	57.68		
3	ТК-2	ТК-4	500	35.81		259.88	0.38	3	0.44	16	0	0.10	59.90		
4	ТК-2	Отв. на ул.Готвальда	250	30.91	1	43.45	0.25	3	0.46	14	4	35.00	25.00		
5	ТК-3	ТК-6	600	81.55	2	1748.21	1.76	3	7.53	614	308	4.17	55.84		
6	ТК-3	Отв. на ул.Свердлова	250	0.01		36.50	0.21	3	0.33	0	0	30.00	30.00		
7	ТК-4	ТК-5	500	44.32		259.88	0.38	3	0.44	19	0	0.14	59.86		
988	р., К.Готвальда ул., 17	К.Готвальда ул., 17	80	5.85		2.37	0.13	3	0.55	3	0	39.69	20.31		
989	р., Высотная ул., 3в	Высотная ул., 3в, пристр	80	19.24		0.81	0.05	3	0.07	1	0	41.22	18.78		
990	р., Высотная ул., 3в	Высотная ул., 3в	80	4.64		2.98	0.17	3	0.87	4	0	41.22	18.78		
991	р., Ленинградск.пр-д, 9	Ленинградск.пр-д, 9, пристр	80	23.14		0.78	0.04	3	0.06	1	0	42.68	17.32		
992	р., Ленинградск.пр-д, 9	Ленинградск.пр-д, 9	80	5.95		2.02	0.12	3	0.40	2	0	42.23	17.77		
993	р., Ленинградск.пр-д, 5	Ленинградск.пр-д, 5, пристр	80	20.71		2.12	0.12	3	0.44	9	0	42.73	17.27		
994	р., Ленинградск.пр-д, 5	Ленинградск.пр-д, 5	80	5.4		2.40	0.14	3	0.57	3	0	42.19	17.81		
995	р., Ленинградск.пр-д, 13/20	Ленинградск.пр-д, 13/20, пристрой	80	26.64		2.07	0.12	3	0.42	11	0	42.17	17.83		
996	р., Ленинградск.пр-д, 13/20	Ленинградск.пр-д, 13/20	80	13.73		2.12	0.12	3	0.44	6	0	41.83	18.17		
Максимальные значения:			2x600	532	10.30	2 088	1.80	3	46.17	3163	788	52.90	59.98		
Минимальные значения:			20			0.14	0.02	1				7.10			
Всего:				39 020											

Рис. 4. Результаты наладочного теплогидравлического расчёта. Гидравлический расчёт трубопроводов

Сделаем примерную оценку экономического эффекта от наладки теплосети котельной мощностью 100 Гкал/час, обслуживающей 200-300 зданий с ГВС. Стоимость режимной наладки системы централизованного теплоснабжения такой сети составит примерно 0,3 – 1,5 млн руб. Цифра вроде бы большая, но давайте сравним её с потерями из-за разбалансировки гидравлического режима; убытками, вызванными спорами с потребителями, недополучившими тепло. Годовая выручка от реализации тепла этой котельной, при тарифе на тепло 1000-1500 руб./Гкал составит 270-400 млн руб. Перерасход тепла и электрической мощности вкуче со «спорными» издержками можно оценить в 3-10%. Тогда, окончательная цифра для нашего сравнения — 10-40 млн руб.

Режимная наладка тепловой сети может заметно повысить экономическую эффективность работы тепловой сети и окупиться в течение одного или нескольких месяцев.

Однако денег всегда не хватает, порой даже на текущие неотложные расходы, связанные с аварийным ремонтом, оплатой газа или выдачей зарплаты. **В связи с этим можно предложить следующие «рецепты» выхода из сложной ситуации:**

- включать стоимость наладки и приобретение программного обеспечения в тарифы (надбавки к тарифам) на следующий год и в инвестиционные проекты (программы) для обеспечения технических условий подключения новых потребителей тепла, развития системы теплоснабжения и повышения её энергоэффективности;
- автоматизировать режимную наладку тепловой сети в целом с помощью программного обеспечения для выполнения теплогидравлических расчетов, что позволяет создавать и вести электронную карту (геоинформационную систему) города со схемой — расчётной моделью тепловой сети (например, ZuluThermo © Политерм, рис. 1, 2).

С учетом современных условий и технологий представляется целесообразной следующая последовательность действий по режимной наладке тепловых сетей:

- приобретение программного обеспечения для ведения электронной карты города со схемой - расчётной моделью тепловой сети и теплогидравлических расчётов;
- создание расчётной модели и разработка мероприятий по режимной наладке тепловой сети одной котельной в качестве пилотного — образцового объекта совместно с организацией, специализирующейся на внедрении и применении программного обеспечения;
- обучение сотрудников предприятия работе с программным обеспечением, отработка методики создания и ведения схемы - компьютерной модели тепловой сети и разработки мероприятий по режимной наладке тепловой сети с применением программного обеспечения на примере пилотного-образцового объекта.

В дальнейшем теплоснабжающая организация может самостоятельно выполнять весь комплекс работ по режимной наладке тепловой сети (системы централизованного теплоснабжения) с применением современных инструментов. Однако часть работ, такую как создание расчётной схемы - компьютерной модели тепловой сети ввод исходных данных, отладка модели, анализ результатов расчёта, можно отдавать специализирующейся на этом организации.

Приложение: Отзывы о работах ООО «ГеоИнфоГрад» по ГИС и наладке тепловых сетей в соответствии с предложенным подходом.

НВЦ | МФТИ → **ГеоИнфоГрад**

141700, Московская. обл., г. Долгопрудный, Институтский пер. 9, ООО «ГеоИнфоГрад»

тел. +7(498) 744-63-09, +7(926) 204-52-65

www.geoinfograd.ru, e-mail: info@geoinfograd.ru

Skype:  GeoInfoGrad, VjacheslavGovorov