

Введение. Цель данной работы – создание эскиза ключевых вопросов и предложений по концепции развития НТСК на перспективу 10-15 лет, которые в дальнейшем целесообразно рассматривать. В работе собран опыт других компаний, которые столкнулись с похожими вопросами эксплуатации тепловых сетей и успешно их решали, применяя наилучшие доступные технологии. Без обмена таким опытом и внедрения уже проверенных решений, будет затруднительно вывести НТСК на качественно другой уровень технико-экономических показателей в кратчайшие сроки. Учитывая большой объем тепловых сетей и многофакторность задачи, принципиальные решения на перспективу 10-15 лет необходимо прорабатывать и принимать уже сегодня. В работе не затрагиваются вопросы финансирования и экономической оценки модернизации.

Существующее состояние и целевые ориентиры. Ниже в таблице приведены ключевые характеристики текущего состояния системы теплоснабжения г. Новосибирска и даны целевые значения, которые предлагается достичь за 10-15 лет. На настоящий момент из систем теплоснабжения бывшего СССР наиболее полно описан опыт модернизации системы г. Рига. На начальном этапе состояние системы теплоснабжения г. Риги соответствовало текущему состоянию системы теплоснабжения г. Новосибирска. Целевые значения взяты на основе опыта модернизации систем теплоснабжения городов Рига, Москва, Красноярск, также приведен опыт по городу Ижевск, Челябинск компаний «Фортум» и «Т-плюс».

Существующее состояние	Целевые значения
<ol style="list-style-type: none"> состояние теплосетей – 2/3 старше 30 лет, т.е. физически и морально изношено и требует коренной реконструкции; повреждаемость тепловых сетей в несколько раз выше соседних городов (см. рис. 1); потери тепла в тепловых сетях составляют 27%; значительные потери сетей воды при нормальной эксплуатации и авариях, в 3 раза превышающие нормативы; 70% теплосетей «плавают» в так называемых случайных водах, которые представляют собой мощный электролит, повреждающий трубопровод, что приводит к тому, что причина дефектов в 85% случаев – наружная коррозия [6]; наличие «перетопа» потребителей в осенний и весенний периоды; значительные затраты на восстановление дорог, благоустройство территорий после аварий; 	<ol style="list-style-type: none"> замена не менее 3% теплосетей в год, вывод за 10 лет системы теплоснабжения из критического состояния в соответствии с опытом г. Рига; снижение повреждаемости теплосетей в 4 раза до уровня г. Красноярск; снижение потерь тепла до уровня лучших компаний РФ: МОЭК (г. Москва) – 10,5%¹ (эффект 870 млн.руб./год, высвобождаемый резерв поставки тепла 1454 тыс. Гкал); осушение каналов, дренирование, снижение подпитки в 3 раза до нормативного уровня (повышение надежности, снижение эксплуатационных затрат); переход на качественно-количественное регулирование тепловой нагрузки (снижение инерционности сети, снижение расходов на передачу теплоносителя, повышение качества теплоснабжения);

¹ средние приведенные к температуре г. Новосибирска потери МОЭК за 2018-2021 гг.

<p>8. низкое качество теплоснабжения потребителей из-за больших потерь тепла и количества повреждений на тепловых сетях;</p> <p>9. отсутствует поставка ГВС в межремонтный период (летний) до одного месяца;</p> <p>10. высокая стоимость услуг по теплоснабжению;</p> <p>11. частые перебои в поставке ГВС и тепла;</p> <p>12. потребитель получает тепла не столько, сколько нужно, а столько, сколько дают;</p> <p>13. вред окружающей среде, наносимый в результате частых аварий на тепловых сетях, приводящих к нарушению благоустройства и затоплению подвалов жилых зданий и подземных сооружений.</p>	<p>6. переход на прокладку труб в ППУ-изоляции (снижение потерь, повышение надежности);</p> <p>7. переход на автоматизированный анализ завышения температуры обратной сетевой воды у абонентов и его устранение (повышение КПД источников на 3-4%, снижение потерь);</p> <p>8. переход на автоматизированные системы управления, которые обеспечивают мониторинг и оптимизацию работы тепловых сетей (снижение эксплуатационных затрат, повышение качества теплоснабжения);</p> <p>9. переход на проведение ТОиР на базе предиктивного анализа – использование алгоритмов машинного обучения и анализа больших данных для предсказания повреждений (снижение ущерба, снижение затрат на ТОиР, повышение надежности теплоснабжения);</p> <p>10. переход от ЦТП к ИТП зданий (существенное снижение потерь, снижение количества сетей-объектов и эксплуатационных расходов, использование зданий ЦТП на коммерческие цели, повышение качества теплоснабжения);</p> <p>11. создание экономических стимулов для работников, задействованных в устранении аварий на теплосетях;</p> <p>12. переобучение персонала (применение новых технологий, кардинальное изменение подходов);</p> <p>13. создание постоянно действующей прорывной рабочей группы по развитию НТСК;</p> <p>14. ограничение роста цены на услуги по теплоснабжению.</p>
--	---

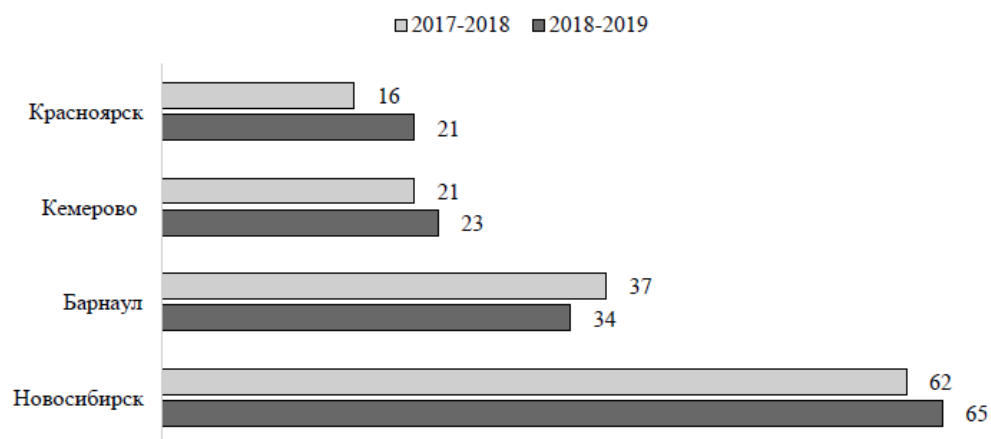


Рис. 1. Повреждаемость тепловых сетей

Таблица 1. Тепловые потери в тепловых сетях ЕС и РФ

№	Страна	Теплопотери, %	№	Страна	Теплопотери, %
1	Австрия	5	11	Литва	10
2	Эстония	5	12	Нидерланды	14
3	Болгария	9	13	Норвегия	10
4	Чешский	10	14	Польша	9
5	Дания	15	15	Сербия	9
6	Финляндия	13	16	Словения	12
7	Франция	5	17	Швейцария	8
8	Германия	8	18	Великобритания	5
9	Италия	13	19	Улан-Батор	18
10	Латвия	8		г. Москва	7,7



Рис. 2. Ключевые целевые ориентиры

Переход с ЦТП на ИТП. В 1996 году потери на теплосетях в Риге составляли порядка 39%, в течение года все дома латвийской столицы были оборудованы приборами учета, вторым шагом стал отказ от ЦТП, через которые в дома подавалась горячая вода, в течение пяти лет они были заменены на ИТП в жилых домах, как правило — по одному на подъезд, это позволило ликвидировать 130 километров труб горячего водоснабжения и перенаправить деньги на ремонт теплотрасс [1].

Установка ИТП – это дополнительные затраты. Жители дома как бы не покупали ИТУ, не платили за него напрямую. После установки нового оборудования потребления тепла в доме значительно сокращалось, то есть размер платы за него падал. Однако в реальности ежемесячный платеж оставался прежним, то есть жильцы как бы переплачивали. На самом деле переплата эта шла на погашение стоимости ИТУ. Вплоть до полного погашения стоимости установленного оборудования [2].

В связи с ликвидацией ЦТП и установкой автоматизированных узлов у абонентов, значительно снизилась подпитка и улучшилось качество сетевой воды. Конечно, установка ИТП требовала вложения средств. Для этого «RIGAS SILTUMS» был взят кредит под гарантию Рижской Думы у местных банков. Стоимость тепловых пунктов была разделена между жильцами домов и разнесена на пять-десять лет, таким образом, кредит оплачивают жильцы в виде ежемесячной платы за тепловой пункт в размере 2-5 долл. США на квартиру, в зависимости от количества квартир и стоимости ИТП (стоимость ИТП колеблется от 5 до 9 тыс. долл.). А здания ЦТП распродали или сдали в аренду, теперь там магазины, пункты обслуживания населения и т.п. Обслуживание ИТП оплачивается отдельно. Владелец дома (обязательно юридическое лицо), он же -владелец ИТП, заключает договор на обслуживание ТП и внутренних систем здания с любой организацией, даже частной.

Сегодня большинство жителей города заключили договора с «RIGAS SILTUMS», которое на эти деньги содержит соответствующий персонал, т.к. это не входит в основную деятельность. Контроль за ежегодной промывкой теплообменников осуществляют контролеры предприятия «RIGAS SILTUMS». Внутренние системы заполняются только сетевой водой. На тепловые узлы был объявлен конкурс и выбраны 3-4 фирмы-поставщика, которые эти узлы поставляли уже в сборе. Все ТП изготовлены на базе пластинчатых теплообменников, в каждом ТП обязательно установлен узел учета [3].

В РФ программу перехода с ЦТП на ИТП осуществляет компания «Фортум», «Т-плюс» и Московская область [7,8,9].

Решение о модернизации ЦТП или их закрытии с переводом регулирования на ИТП у потребителей зависит от множества факторов, включая технические, экономические и организационные аспекты. Если существующие ЦТП находятся в хорошем состоянии и имеют потенциал для модернизации, то это может быть целесообразным шагом. В случае значительного износа инфраструктуры и ограниченных возможностей для модернизации, переход на ИТП может быть более рациональным. Для принятия решения по г. Новосибирску необходимо провести детальный экономический анализ, включающий капитальные и эксплуатационные затраты, а также потенциальную экономию от повышения энергоэффективности. Модернизация ЦТП может быть проще с точки зрения управления проектом, тогда как переход на ИТП потребует координации с большим количеством конечных пользователей.

Перекладка теплосети на трубы в ППУ изоляции. За 20 лет в Риге полностью заменены две трети коммуникаций (405 километров из 687) — в среднем по 3% в год. Таким образом, потери в сетях сократились в три раза — с 39 до 12% [1].

Одним из важных этапов была модернизация самых тепловых сетей. Рига перешла на технологию бесканальной прокладки предизолированных труб диаметром до 400 мм (большие диаметры до 800 мм требуют экономического обоснования). Благодаря этому удалось не только снизить затраты на

проведение модернизации, но и значительно ускорить темпы работ [2]. После замены сократилось финансирование аварийных работ на сетях [4].

Систематический поиск утечек и их ликвидация. Надежность теплоснабжения зависит от порядка в тепловых сетях. Иногда это не требует больших вложений, а эффект ощутим сразу. Например, часть магистральных сетей в Риге была затоплена грунтовыми водами, и трубы корродировали очень быстро, поэтому мы поставили современные автоматические дренажные насосные станции и осушили сети. Это дало колоссальный экономический эффект, т.к. ежегодно на перекладку уходили огромные средства, а так же снизились тепловые потери [3]. В ремонтный период до начала отопительного сезона сетевые районы еженедельно составляют графики поиска утечек с помощью отключения разводящих участков ТС. За 8 лет подпитку удалось снизить в 5,5 раз. Чтобы ускорить поиск утечек в Риге, теплоноситель подкрашивается с помощью флюоресцина в зеленый цвет, что позволяет быстро найти и ликвидировать дефект.

Систематический анализ завышения температуры обратной воды у абонентов и ее устранение [5]. С точки зрения термодинамики, КПД источника тепла тем выше, чем больше разница температур в подающем и обратном трубопроводе. ТЭЦ сожгла газ, запустила насосы, прогнала теплоноситель потребителю, то есть понесла расходы. Потребитель не израсходовал тепло, и вернул обратно горячий теплоноситель. Хранить тепловую энергию нельзя, это «скоропортящийся продукт», а значит, – прямые потери ТЭЦ. Температура теплоносителя в обратном трубопроводе определяется оборудованием, принадлежащем потребителю тепловой энергии. Для смены этого оборудования инвестиционные затраты придется нести потребителю, а экономический эффект возникающий при этом, появляется на стороне поставщика. Следовательно, нужен инструмент, соответствующим образом стимулирующий потребителя (перераспределяющий экономический эффект от поставщика к потребителю). Таким инструментом может быть:

- так называемый многоступенчатый тариф как в Дании, который стимулирует снижение температуры теплоносителя в обратном трубопроводе. В случае появления такого инструмента возникнет устойчивый вектор интересов собственников объектов систем централизованного теплоснабжения, который гарантированно приведет к соответствующей модернизации систем теплоснабжения в обозримом будущем, через 5-7 лет. Для появления такого инструмента следует внести соответствующие изменения в нормативные акты, определяющие порядок образования тарифов в стране;
- введение штрафных санкций за несоблюдение требований к параметрам качества теплоснабжения, нарушение режима потребления тепловой энергии, в том числе ответственность за нарушение условий о количестве, качестве и значениях термодинамических параметров возвращаемого теплоносителя (в случае правовых рисков вынесение инициативы на федеральный уровень).

Переобучение персонала. Важно обеспечить обучение персонала современным методам эксплуатации и обслуживания обновленной системы. Организовать регулярные тренинги и курсы повышения квалификации. В Риге все этапы модернизации сетей и тепловых узлов шли при постоянной работе по повышению квалификации персонала. Учились все: от Директора до слесаря. Это позволило решать проблемы квалифицированно. В 2001 -2002 гг. работники «Ригас Силтумс» 1391 раз посетили занятия по повышению квалификации. Почти 500 сотрудников прошли аттестацию. Одновременно с модернизацией, естественно, происходило сокращение персонала. На момент организации «Ригас Силтумс» было порядка 1800 человек, в настоящее время 1140 человек [4].

Создание постоянно действующей рабочей группы из числа инженеров СГК, научного сообщества НГТУ, НГУ, НГАСУ по развитию НТСК. Учитывая опыт систем теплоснабжения бывшего СССР, прошедших путь масштабной модернизации и внедрения новых технологий, необходима постоянно действующая рабочая группа экспертного и научного сообщества.

Переход на качественно-количественное регулирование тепловой нагрузки. При развитии систем теплоснабжения в СССР был принят качественный способ регулирования отпуска тепловой энергии, который обеспечивал стабильность гидравлического режима трубопроводной сети и возможность подключения абонентов по наиболее простой и недорогой зависимой схеме с элеватором.

К основным недостатками данного режима регулирования отпуска теплоты относятся:

- «перетопы» потребителей при температурах наружного воздуха выше точки «излома» температурного графика в случаях подключения разнородной тепловой нагрузки;
- большой расход электроэнергии на транспорт теплоносителя. При существующем режиме центрального регулирования количество отпущенной теплоты регулируется температурой прямой сетевой воды, а расход теплоносителя в течение отопительного периода постоянен;
- сложность работы нескольких теплоисточников на одну тепловую сеть из-за их различного гидравлического режима.

Реализация качественно-количественного способа регулирования тепловой энергии позволяет частично уменьшить недостатки, присущие качественному способу, однако его реализация возможна только при полной автоматизации теплопотребления, что требует запуска реализации программы установки ИТП повсеместно в г. Новосибирске либо при участии НТСК, либо при самостоятельном участии потребителей.

К преимуществам перехода на количественно-качественное регулирование отпуска тепловой энергии следует отнести:

- увеличение выработки электроэнергии на тепловом потреблении за счет понижения температуры обратной сетевой воды;
- возможность применения недорогих методов обработки подпиточной воды; экономию электроэнергии на перекачку сетевой воды за счет ограничения времени работы теплосети с максимальным расходом сетевой воды;
- улучшение показателей по режиму работы систем отопления;
- снижение инерционности сети, повышение качества теплоснабжения.

Очевидно, что для более рационального и экономного покрытия графиков тепловой нагрузки следует переходить на реализацию на теплоэлектроцентралях способа центрального качественно-количественного режима отпуска [10].

Переход на проведение ТОиР на базе предиктивного анализа. Использование алгоритмов машинного обучения и анализа больших данных (искусственный интеллект) для предсказания повреждений, что снижает ущербы, затраты на ТОиР, повышает надежность теплоснабжения. Применение искусственного интеллекта помогает автоматизировать задачи мониторинга работы оборудования и проведения диагностики его состояния. Подобные системы анализируют данные в режиме реального времени, прогнозируют поломки и отказы. В результате искусственный интеллект позволяет избежать затрат на избыточное обслуживание оборудования, сократить время простоев, предотвратить незапланированные остановки и повысить надежность производства. Прогноз изменения состояния оборудования и оценка рисков поломок осуществляются с помощью цифровых двойников — виртуальных моделей физических объектов. В данном случае технологии искусственного интеллекта дают возможность воспроизводить условия эксплуатации оборудования, проводить виртуальные испытания, прогнозировать отказы и находить их причины.

Литература:

1. Теплоэнергетика: чему надо учиться в Риге. <https://monocle.ru/siberia/2017/11/teploenergetika-chemu-nado-uchitsya-v-rige/>
2. Тепло по-новому: рижский вариант. <https://vse42.ru/articles/27242062>
3. Теплоснабжение Риги: опыт перехода к рынку. https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=506
4. Доклад участника Общероссийского совещания по проблемам теплоснабжения. https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=1541
5. Опыт эксплуатации тепловых сетей и индивидуальных тепловых пунктов предприятия «Ригас Силтумс». https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3749
6. Централизованное теплоснабжение в Новосибирске. Проблемы сетевого хозяйства А.С. Григорьев, зам. директора по перспективному развитию, Дирекция по теплоснабжению ООО «Сибирская генерирующая компания», Москва А.В. Колмаков, зам. генерального директора, директор Новосибирского филиала ООО «Сибирская генерирующая компания», Новосибирск <https://cyberleninka.ru/article/n/tsentralizovannoe-teposnabzhenie-v-novosibirske-problemy-setevogo-hozyaystva>
7. «Народные инвестиции» в тепло <https://up74.ru/articles/obshchestvo/28812/>
8. Эффективные решения для энергетики Московской области http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=539
9. Перевод потребителей г. Ижевска на индивидуальные тепловые пункты https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=4117
10. К выбору метода регулирования отпуска теплоты от ТЭЦ <https://cyberleninka.ru/article/n/k-vyboru-metoda-regulirovaniya-otpuska-teploty-ot-tets>