



# Схема теплоснабжения муниципального образования

г. Набережные Челны по 2043 год

Обосновывающие материалы

## Глава 11. Оценка надежности теплоснабжения

г. Казань, 2026

## Содержание

|                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Методика расчета показателей надежности тепловых сетей.....                                                                                                                                                                                                        | 3  |
| 2. Методика расчета надежности теплоснабжения.....                                                                                                                                                                                                                    | 7  |
| 3. Основные расчетные зависимости .....                                                                                                                                                                                                                               | 7  |
| 4. Результаты обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийных ситуаций), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в системе теплоснабжения г. Набережные Челны за последние 5 лет .....                                    | 12 |
| 5. Предложения, обеспечивающие надёжность систем теплоснабжения .....                                                                                                                                                                                                 | 29 |
| 5.1. Применение на источниках тепловой энергии рациональных тепловых схем с дублированными связями и новых технологий, обеспечивающих нормативную готовность энергетического оборудования.....                                                                        | 29 |
| 5.2. Установка резервного оборудования .....                                                                                                                                                                                                                          | 29 |
| 5.3. Организация совместной работы нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть.....                                                                                                                                                                | 29 |
| 5.4. Резервирование тепловых сетей смежных районов поселения, городского округа, города федерального значения .....                                                                                                                                                   | 30 |
| 5.5. Устройство резервных насосных станций.....                                                                                                                                                                                                                       | 36 |
| 5.6. Установка баков-аккумуляторов .....                                                                                                                                                                                                                              | 36 |
| 6. Результаты оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам системы теплоснабжения г. Набережные Челны..... | 38 |
| 7. План ликвидации аварийных ситуаций на тепловых сетях филиала АО «Татэнерго» - НЧТС.....                                                                                                                                                                            | 47 |
| 7.1 Повреждение (порыв) на магистральном подающем трубопроводе тепловой сети тепловода №110 (Ду-1000) в районе Камеры переключений между тепловой камерой К-2 и автодорогой №1. ....                                                                                  | 51 |
| 7.2 Повреждение (порыв) на магистральном обратном трубопроводе тепловой сети (Ду-900) тепловода №111 по Московскому пр-ту в проходном коллекторе теплосети в районе КТС-18, между ТУ-89 и ТУ-8. ....                                                                  | 57 |
| 7.3 Прекращение подачи теплоносителя от филиала АО «НЧТЭЦ». ....                                                                                                                                                                                                      | 64 |

## 1. Методика расчета показателей надежности тепловых сетей

### Общие положения

Оценка надежности теплоснабжения разрабатывается в соответствии с пунктом 73 Требований к схемам теплоснабжения. Нормативные требования к надёжности теплоснабжения установлены в СНиП 41.02.2003 «Тепловые сети» в части пунктов 6.27-6.31 раздела «Надежность».

Цель расчета – количественная оценка надежности теплоснабжения потребителей и обоснование необходимых мероприятий по достижению нормативной надежности теплоснабжения для каждого потребителя.

Потребители теплоты по надежности теплоснабжения делятся на три категории:

1. Первая категория – потребители, не допускающие перерывов в подаче расчетного количества теплоты и снижения температуры воздуха в помещениях ниже предусмотренных ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные». Например, больницы, родильные дома, детские дошкольные учреждения с круглосуточным пребыванием детей, картинные галереи, химические и специальные производства, шахты и т.п.

2. Вторая категория – потребители, допускающие снижение температуры в отапливаемых помещениях на период ликвидации аварии, но не более 54 ч:

- жилых и общественных зданий до  $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- промышленных зданий до  $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

3. Третья категория – остальные потребители.

В СНиП 41.02.2003 надежность теплоснабжения определяется по способности проектируемых и действующих источников тепловой энергии, тепловых сетей и в целом систем централизованного теплоснабжения обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения (отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, а также технологических потребностей предприятий в паре и горячей воде) обеспечивать нормативные показатели вероятности безотказной работы  $[P_j]$ , коэффициент готовности  $[K_j]$ , живучести  $[Ж]$ .

Вероятность безотказной работы  $[P_j]$  – способность системы не допускать отказов, приводящих к снижению температуры воздуха в зданиях ниже граничного значения. Минимально допустимые показатели вероятности безотказной работы следует принимать для:

- источника тепловой энергии РИТ = 0,97;
- тепловых сетей РТС = 0,9;
- потребителя теплоты РПТ = 0,99;

- СЦТ в целом  $РСЦТ = 0,9 \times 0,97 \times 0,99 = 0,86$ .

Нормативные показатели безотказности тепловых сетей обеспечиваются следующими мероприятиями:

- установлением предельно допустимой длины нерезервированных участков теплопроводов (тупиковых, радиальных, транзитных) до каждого потребителя или теплового пункта;
- местом размещения резервных трубопроводных связей между радиальными теплопроводами;
- достаточностью диаметров, выбираемых при проектировании новых или реконструируемых существующих теплопроводов для обеспечения резервной подачи теплоты потребителям при отказах;
- необходимость замены на конкретных участках конструкций тепловых сетей и теплопроводов на более надежные, а также обоснованность перехода на надземную или тоннельную прокладку;
- очередность ремонтов и замен теплопроводов, частично или полностью утративших свой ресурс.

Коэффициент готовности  $[K_j]$  представляет собой вероятность того, что в произвольный момент времени в течение отопительного периода потребителям будет обеспечена подача расчетного количества тепла.

Готовность системы теплоснабжения к исправной работе в течение отопительного периода определяется по числу часов ожидания готовности: источника тепловой энергии, тепловых сетей, потребителей теплоты, а также – числу часов нерасчетных температур наружного воздуха в данной местности.

Минимально допустимый показатель готовности системы теплоснабжения к исправной работе  $K_j$  принимается 0,97.

Нормативные показатели готовности систем теплоснабжения обеспечиваются следующими мероприятиями:

- подготовкой системы теплоснабжения к отопительному сезону;
- достаточностью установленной (располагаемой) тепловой мощности источника тепловой энергии для обеспечения исправного функционирования системы теплоснабжения при нерасчетных похолоданиях;
- способностью тепловых сетей обеспечить исправное функционирование системы теплоснабжения при нерасчетных похолоданиях;
- организационными и техническими мерами, необходимые для обеспечения исправного функционирования системы теплоснабжения на уровне заданной готовности;
- максимально допустимым числом часов готовности для источника тепловой энергии.

## Термины и определения

Термины и определения, используемые в данном разделе, соответствуют определениям ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике», ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции».

Надежность – свойство участка тепловой сети или элемента тепловой сети сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность обеспечивать передачу теплоносителя в заданных режимах и условиях применения и технического обслуживания. Надежность тепловой сети и системы теплоснабжения является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств.

Безотказность – свойство тепловой сети непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки;

Долговечность – свойство тепловой сети или объекта тепловой сети сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта;

Ремонтпригодность – свойство элемента тепловой сети, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта;

Исправное состояние – состояние элемента тепловой сети и тепловой сети в целом, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

Неисправное состояние – состояние элемента тепловой сети или тепловой сети в целом, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

Работоспособное состояние – состояние элемента тепловой сети или тепловой сети в целом, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

Неработоспособное состояние – состояние элемента тепловой сети, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации. Для сложных объектов возможно деление их неработоспособных состояний. При

этом из множества неработоспособных состояний выделяют частично неработоспособные состояния, при которых тепловая сеть способна частично выполнять требуемые функции;

Предельное состояние – состояние элемента тепловой сети или тепловой сети в целом, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно;

Критерий предельного состояния – признак или совокупность признаков предельного состояния элемента тепловой сети, установленные нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документацией. В зависимости от условий эксплуатации для одного и того же элемента тепловой сети могут быть установлены два и более критериев предельного состояния;

Дефект – каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям;

Повреждение – событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния;

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния элемента тепловой сети или тепловой сети в целом;

Критерий отказа – признак или совокупность признаков нарушения работоспособного состояния тепловой сети, установленные в нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Для целей перспективной схемы теплоснабжения термин «отказ» будет использован в следующих интерпретациях:

- отказ участка тепловой сети – событие, приводящее к нарушению его работоспособного состояния (т.е. прекращению транспорта теплоносителя по этому участку в связи с нарушением герметичности этого участка);
- отказ теплоснабжения потребителя – событие, приводящее к падению температуры в отапливаемых помещениях жилых и общественных зданий ниже +12 °С, (в промышленных зданиях ниже +8 °С).

При разработке схемы теплоснабжения для описания надежности термины «повреждение» и «инцидент» будут употребляться только в отношении событий, к которым может быть применена процедура отложенного ремонта, потому что в соответствии с ГОСТ 27.002-2015 эти события не приводят к нарушению работоспособности участка тепловой сети и, следовательно, не требуют выполнения незамедлительных ремонтных работ с целью восстановления его работоспособности. К таким событиям относятся

зарегистрированные «свищи» на прямом или обратном теплопроводах тепловых сетей. Тем не менее, ремонтные работы по ликвидации свищей требуют прерывания теплоснабжения (если нет вариантов подключения резервных теплопроводов), и в этом смысле они аналогичны «отложенным» отказам.

В документе не употребляется термин «авария», так как это характеристика «тяжести» отказа и возможных последствий его устранения. Все упомянутые в этом абзаце термины устанавливают лишь градацию (шкалу) отказов.

## 2. Методика расчета надежности теплоснабжения

Расчет показателей надежности тепловых сетей муниципального образования город Набережные Челны проводился с помощью программного комплекса «[ZuluThermo](#)» в соответствии с П18.2 «Определение показателей надежности потребителя, присоединенного к тепловой сети системы теплоснабжения» [Приказа Министерства энергетики РФ от 5 марта 2019 г. № 212 «Об утверждении Методических указаний по разработке схем теплоснабжения»](#).

## 3. Основные расчетные зависимости

- Интенсивность отказов теплопровода  $\lambda$  с учетом времени его эксплуатации рассчитывается по принятой формуле:

$$\lambda = \lambda_{\text{нач}} \cdot (0,1 \cdot \tau^{\text{экспл}})^{\alpha-1}, 1/(\text{км} \cdot \text{ч});$$

где  $\lambda_{\text{нач}}$  – начальная интенсивность отказов теплопровода, соответствующая периоду нормальной эксплуатации,  $1/(\text{км} \cdot \text{ч})$ ;

$\tau^{\text{экспл}}$  – продолжительность эксплуатации участка, лет;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий продолжительность эксплуатации:

$$\alpha = \begin{cases} 0,8 & \text{при } 0 < \tau^{\text{экспл}} \leq 3 \\ 1 & \text{при } 3 < \tau^{\text{экспл}} \leq 17 \\ 0,5 \cdot e^{\left(\frac{\tau^{\text{экспл}}}{20}\right)} & \text{при } \tau^{\text{экспл}} > 17 \end{cases}$$

Расчет интенсивности отказов участков тепловой сети, имеющих продолжительность эксплуатации до 25 лет, производится по формуле. Участки сети с продолжительностью эксплуатации более 25 лет выделяются в отдельную группу как потенциально ненадежные. На основе дополнительного анализа их состояния выбираются участки, требующие первоочередной перекладки. Для

дальнейших расчетов интенсивность отказов этих участков принимается равной интенсивности отказов новых участков, а не перекладываемых участков – максимальной (т.е. равной интенсивности отказов участков, имеющих продолжительность эксплуатации 25 лет).

- Интенсивность отказов единицы запорно-регулирующей арматуры (ЗРА) принимается равной:

$$\lambda_{\text{ЗРА}} = 2,28 \cdot 10^{-7}, 1/\text{ч};$$

- Параметр потока отказов участков тепловой сети:

$$\omega = \lambda \cdot L, 1/\text{ч};$$

где  $L$  – длина участка тепловой сети, км;

- Среднее время до восстановления участков тепловой сети:

$$z^b = a \cdot [1 + (b + c \cdot L_{\text{сз}})] \cdot d^{1,2}, \text{ч};$$

где  $L_{\text{сз}}$  – расстояние между секционирующими задвижками, км;

$a, b, c$  – коэффициенты, учитывающие способ прокладки теплопровода;

$d$  – диаметр участка тепловой сети, м.

Значения коэффициентов  $a, b, c$ , учитывающих способ прокладки теплопровода, приведены в Табл. 3.1.

В зависимости от диаметра теплопровода, значения расстояний между секционирующими задвижками  $L_{\text{сз}}$  должно соответствовать требованиям СНиП 41–02–2003 «Тепловые сети», приведены в Табл. 3.2.

**Табл. 3.1. Значения коэффициентов  $a, b, c$**

| Способ прокладки теплопровода | Значения коэффициентов |     |        |
|-------------------------------|------------------------|-----|--------|
|                               | $a$                    | $b$ | $c$    |
| в канале (без канала)         | 6                      | 0,5 | 0,0015 |

**Табл. 3.2 . Расстояния между секционирующими задвижками в метрах и место их расположения**

| Диаметр теплопровода, м | Диаметр не изменяется |                                       | Диаметр изменяется                                             |                                                   |
|-------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                         | без ответвлений       | ответвления                           | без ответвлений                                                | ответвления                                       |
| до 0,4                  | 1000                  | непосредственно за ответвлением, 1000 | непосредственно за местом изменения диаметра, 1000             | непосредственно за ответвлением, 1000             |
| от 0,4 до 0,6           | 1500                  | непосредственно за ответвлением 1500  | непосредственно за местом изменения диаметра, 1000             | непосредственно за ответвлением, 1000             |
| от 0,6 до 0,9           | 3000                  | непосредственно за ответвлением, 3000 | непосредственно за местом изменения диаметра, 1000, 1500       | непосредственно за ответвлением, 1000, 1500       |
| более 0,9               | 5000                  | непосредственно за ответвлением, 5000 | непосредственно за местом изменения диаметра, 1000, 1500, 3000 | непосредственно за ответвлением, 1000, 1500, 3000 |

- Среднее время до восстановления запорно-регулирующей арматуры:

Время восстановления запорно-регулирующей арматуры принимается равным времени восстановления теплопровода, так как отказ запорно-регулирующей арматуры и отказ теплопровода одного и того же диаметра требуют сопоставимых временных затрат на их восстановление;

- Интенсивность восстановления элементов тепловой сети:

$$\mu = \frac{1}{z^B}, 1/\text{ч};$$

- Стационарная вероятность рабочего состояния сети:

$$p_0 = \left( 1 + \sum_{i=1}^N \frac{\omega_i}{\mu_i} \right)^{-1};$$

где  $N$  – число элементов тепловой сети, шт;

- Вероятность состояния сети, соответствующая отказу  $f$ -го элемента:

$$p_f = \frac{\omega_f}{\mu_f} \cdot p_0;$$

- Температура воздуха в здании  $j$ -го потребителя в конце периода восстановления  $f$ -го элемента:

$$t_{j,f}^B = t^{\text{HP}} + \frac{t_j^{\text{BP}} - t^{\text{HP}} - \bar{q}_{j,f} (t_j^{\text{BP}} - t^{\text{HP}})}{e^{\left( \frac{z_f^e}{\beta_j} \right)}} + \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{\text{BP}} - t^{\text{HP}}), \text{ } ^\circ\text{C};$$

где  $t_{j,f}^B$  – расчетная температура воздуха в здании  $j$ -го потребителя,  $^\circ\text{C}$ ;

$t^{\text{HP}}$  – расчетная для отопления температура наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ ;

$\bar{q}_{j,f} = \frac{q_{j,f}}{q_j^p}$  – относительный часовой расход тепла у  $j$ -го потребителя при

отказе  $f$ -го элемента при  $t^{\text{HP}}$ ;

$q_{j,f}$  – часовой расход тепла у  $j$ -го потребителя при отказе  $f$ -го элемента при  $t^{\text{HP}}$ , Гкал;

$q_j^p$  – расчетная часовая нагрузка  $j$ -го потребителя при отказе  $f$ -го элемента при  $t^{\text{HP}}$ , Гкал/ч;

$z_j^B$  – время восстановления  $f$ -го элемента тепловой сети, ч;

$\beta_j$  – коэффициент тепловой аккумуляции здания  $j$ -го потребителя, ч.

Численные значения коэффициента тепловой аккумуляции здания ( $\beta_j$ ) для различных типов зданий принимаются в соответствии с рекомендациями МДС 41-6.2000 «Организационно-методические рекомендации по подготовке к проведению отопительного периода и повышению надежности систем коммунального теплоснабжения в городах и населенных пунктах Российской Федерации».

Численные значения расчетной температуры воздуха в зданиях потребителей ( $t^{hp}$ ) принимаются в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях».

- Коэффициент готовности системы к теплоснабжению  $j$ -го потребителя:

$$K_j = p_0 + \sum_{f \neq j} p_f \cdot \frac{\tau_{от} - \tau_{j,f}^H}{\tau_{от}},$$

где  $\tau_{от}$  – продолжительность отопительного периода, ч;

$\tau_{j,f}^H$  – продолжительность действия низких температур наружного воздуха  $\tau_{j,f}^H$  (ниже расчетной температуры наружного воздуха  $t^{hp}$ ) в течение отопительного периода, при которой время восстановления отказавшего  $f$ -го элемента становится равным времени снижения температуры воздуха в здании  $j$ -го потребителя до минимально допустимого значения, ч;

если температура наружного воздуха ( $\tau_{j,f}^H$ ) оказывается равной или выше  $+8^\circ\text{C}$  (начало отопительного сезона), отказы данного  $f$ -го элемента нарушают расчетный уровень теплоснабжения  $j$ -го потребителя в течение всего отопительного сезона ( $\tau_{j,f}^H = \tau_{от}$ ), то при расчете  $K_j$ , коэффициент при  $p_f$  равен 0;

если  $\tau_{j,f}^H$  оказывается ниже или равной  $t^{hp}$ , отказы  $f$ -го элемента в течение всего отопительного сезона не влияют на теплоснабжение  $j$ -го потребителя ( $\tau_{j,f}^H = 0$ ), то при расчете  $K_j$ , коэффициент при  $p_f$  равен 1;

если  $t^{hp} < \tau_{j,f}^H < +8^\circ\text{C}$  и  $0 < \tau_{j,f}^H < \tau_{от}$ , то при расчете  $K_j$ , коэффициент при  $p_f$  равен  $\frac{\tau_{от} - \tau_{j,f}^H}{\tau_{от}}$ .

Численное значение продолжительности действия температур наружного воздуха  $\tau_{j,f}^H$  при условии  $t^{hp} < \tau_{j,f}^H < +8^\circ\text{C}$  определяется в соответствии с требованиями СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».

Вероятность безотказного теплоснабжения  $j$ -го потребителя в течение отопительного периода:

$$P_j = e^{-\left(\sum_f \omega_f (\tau_{от} - z_{i,f}) e^{\left(\frac{z_{j,f}}{z_{k,f}}\right)}\right)}$$

• Средний суммарный недоотпуск теплоты  $j$ -ому потребителю в течение отопительного периода:

$$\bar{Q}_j = \left(g_{0j} - \sum_{f=0} p_f g_{f,j}\right) \cdot (\tau_{1p} - \tau_{2p}) \cdot \frac{\tau_j^{вр} - \tau_{ср.от}^н}{\tau_j^{вр} - \tau^{нр}} \cdot \tau_{от} \cdot 10^{-3}, \text{ Гкал};$$

где  $g_{0j}$  – расчетный расход теплоносителя  $j$ -м потребителем, т/ч;

$\tau_{ср.от}^н$  – среднее значение температуры наружного воздуха в отопительном периоде, °С.

### Допущения, принятые в расчете

Численные значения показателей надежности определяются для отопительной нагрузки потребителей, отнесенных к узлам расчетной схемы тепловой сети.

- Распределение потока отказов в тепловой сети простое пуассоновское.
- Вероятность одновременного возникновения двух отказов не учитывается, так как в действующих тепловых сетях вероятность одновременного возникновения двух отказов на три - четыре порядка меньше вероятности возникновения одного отказа.
- Исправное состояние тепловой сети и состояние отказа участка тепловой сети описываются графом состояний, в котором переход тепловой сети из исправного состояния в состояние отказа происходит при отказе одного любого элемента тепловой сети. При расчете показателей надежности обратный перевод тепловой сети из состояния отказа в исправное состояние не производится.
- При восстановлении отказавшего элемента тепловой сети отказы других элементов тепловой сети не происходят.
- При анализе последствий отказов в тепловой сети, считается возможным перевод в состояние отказа любого элемента тепловой сети, путем его отключения.
- Надежность тепловой сети оценивается по характеристикам надежности ее элементов. С этой целью вычисляются вероятностные меры возможных состояний тепловой сети с определением количества тепловой энергии, подаваемой каждому потребителю в этих состояниях и учетом временного резерва на восстановление теплоснабжения потребителей.
- Функциональным отказом тепловой сети считается снижение

температуры воздуха в здании потребителя ( $t^B$ ), ниже минимально допустимого значения, нормированного СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».

- Для каждого обобщенного потребителя электронной модели схемы теплоснабжения, коэффициент тепловой аккумуляции устанавливается, с учетом теплоаккумулирующих характеристик и категоричности зданий.

Определение вероятности состояний тепловой сети производится для временного сечения отопительного периода, соответствующего расчетной температуре наружного воздуха ( $t_{нр}$ ).

- За расчетный период принимается продолжительность отопительного периода ( $\tau_{от}$ ).

- Среднее значение интенсивности отказов 1 км одного (подающего или обратного) теплопровода  $\lambda_t$ , принимается равным  $5,7 \cdot 10^{-6}$ , 1/(км·ч) или 0,05 1/(км·год). Среднее значение интенсивности отказов одного элемента запорно-регулирующей арматуры  $\lambda_{зрА}$ , принимается равным  $2,28 \cdot 10^{-7}$ , 1/ч или 0,002 1/год, а распределение потока отказов простым пуассоновским.

- Распределение потока отказов участка тепловой сети подчиняется закону Вейбулла. Расчет интенсивности отказов участков тепловой сети, имеющих продолжительность эксплуатации до 25 лет, производится по формуле. Участки сети с продолжительностью эксплуатации более 25 лет выделяются в отдельную группу как потенциально ненадежные. На основе дополнительного анализа их состояния выбираются участки, требующие первоочередной перекладки. Для дальнейших расчетов интенсивность отказов этих участков принимается равной интенсивности отказов новых участков, а не перекладываемых участков – максимальной (т.е. равной интенсивности отказов участков, имеющих продолжительность эксплуатации 25 лет).

- Расстояние между секционирующими задвижками в электронной модели схемы теплоснабжения проверяется с помощью топологического анализа их расположения на участках тепловой сети. Если в результате анализа выявляется несоответствие принятым условиям, то в расчете среднего времени восстановления количество секционирующих задвижек и расстояние между ними условно принимается равным такому, при котором обеспечивается выполнение этих условий.

#### **4. Результаты обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийных ситуаций), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в системе теплоснабжения г.**

## Набережные Челны за последние 5 лет

Показатели повреждаемости тепловых сетей НЧТС в зоне деятельности АО «Татэнерго» за последние 5 лет приведены в Табл. 4.1.

**Табл. 4.1. Показатели повреждаемости тепловых сетей НЧТС в зоне деятельности АО «Татэнерго» (по каждой системе теплоснабжения от каждого источника теплоснабжения)**

| Наименование показателя                                                                | 2021    | 2022    | 2023    | 2024    | 2025    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Повреждения в магистральных тепловых сетях, ед., в том числе:                          | 0,17    | 0,22    | 0,19    | 0,25    | 0,19    |
| в отопительный период, 1/км/оп                                                         | 0,094   | 0,079   | 0,101   | 0,086   | 0,0709  |
| в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год                                  | 0,073   | 0,137   | 0,09    | 0,168   | 0,117   |
| продолжительность отопительного сезона, дней                                           | 238     | 229     | 209     | 212     | 211     |
| протяженность магистральных тепловых сетей, км                                         | 275,382 | 277,167 | 275,739 | 279,823 | 281,902 |
| Повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, 1/км/год, в том числе | 0,61    | 0,58    | 0,51    | 0,52    | 0,53    |
| в отопительный период, 1/км/оп                                                         | 0,299   | 0,28    | 0,283   | 0,244   | 0,219   |
| в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год                                  | 0,31    | 0,298   | 0,231   | 0,276   | 0,309   |
| продолжительность отопительного сезона, дней                                           | 238     | 229     | 209     | 212     | 211     |
| протяженность распределительных тепловых сетей, км                                     | 440,735 | 445,535 | 455,122 | 463,923 | 466,363 |
| Повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), 1/км/год             | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| протяженность сетей ГВС, км                                                            | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| Всего повреждения в тепловых сетях, 1/км/год                                           | 0,45    | 0,44    | 0,39    | 0,42    | 0,72    |

**Табл. 4.2. Показатели восстановления в тепловых сетях НЧТС в зоне деятельности АО «Татэнерго»**

| Наименование показателя                                                                                                         | 2021                 | 2022                 | 2023                 | 2024                 | 2025                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час         | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     |
| Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час               | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     |
| Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час | Сети ГВС отсутствуют | Сети ГВС отсутствуют | Сети ГВС отсутствуют | Сети ГВС отсутствуют | Сети ГВС отсутствуют |
| Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час          | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     |

**Табл. 4.3. Показатели повреждаемости тепловых сетей ПАО «КАМАЗ»**

| Наименование показателя                                            | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   |
|--------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Повреждения в магистральных тепловых сетях, 1/км/год, в том числе: | 0,86   | 0,74   | 0,38   | 0,54   | 0,41   |
| в отопительный период, 1/км/оп                                     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год              | 0,86   | 0,74   | 0,38   | 0,54   | 0,41   |
| продолжительность отопительного сезона, дней                       | 181    | 178    | 170    | 186    | 176    |
| протяженность магистральных тепловых сетей, км                     | 66,649 | 66,649 | 66,649 | 66,649 | 66,649 |

|                                                                                         |        |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, 1/км/год, в том числе: | 0,77   | 1,44   | 0,86   | 0,83   | 0,80   |
| в отопительный период, 1/км/оп                                                          | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год                                   | 0,77   | 1,44   | 0,86   | 0,83   | 0,80   |
| продолжительность отопительного сезона, дней                                            | 181    | 178    | 170    | 186    | 176    |
| протяженность распределительных тепловых сетей, км                                      | 32,635 | 32,635 | 32,635 | 32,635 | 32,635 |
| Повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), 1/км/год              | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| протяженность сетей ГВС, км                                                             | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Всего повреждения в тепловых сетях, 1/км/год                                            | 0,83   | 0,97   | 0,53   | 0,63   | 0,53   |

**Табл. 4.4 Показатели восстановления в сетях отопления ПАО «КАМАЗ»**

| <b>Наименование показателя</b>                                                                                                  | <b>2021</b>          | <b>2022</b>          | <b>2023</b>          | <b>2024</b>          | <b>2025</b>          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час         | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     |
| Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час               | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     |
| Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час | Сети ГВС отсутствуют | Сети ГВС отсутствуют | Сети ГВС отсутствуют | Сети ГВС отсутствуют | Сети ГВС отсутствуют |
| Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час          | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     | не более 6 часов     |

**Табл. 4.5. Показатели восстановления в тепловых сетях Набережночелнинской ТЭЦ и Котельной цех БСИ и зоне деятельности АО «Татэнерго»**

| Наименование показателя                                                                                                         | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час         | -      | -      | -      | -      | -      |
| Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:              | до 6 ч | до 6 ч | до 6 ч | до 6 ч | до 6 ч |
| Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час | -      | -      | -      | -      | -      |
| Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час          | до 6 ч | до 6 ч | до 6 ч | до 6 ч | до 6 ч |

**Табл. 4.6 Средний недоотпуск тепловой энергии на отопление потребителей в системе теплоснабжения зоны НЧТС в зоне деятельности АО «Татэнерго»**

| Наименование показателя                                                   | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|---------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Средний недоотпуск тепловой энергии на отопление в системе теплоснабжения | 2027 | 2181 | 644  | 1094 | 1026 |

**Табл. 4.7 Средний недоотпуск тепловой энергии на отопление потребителей в сетях отопления ПАО «КАМАЗ»**

| Наименование показателя                                                   | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|---------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Средний недоотпуск тепловой энергии на отопление в системе теплоснабжения | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

**Табл. 4.8. Реконструкция тепловых сетей филиала АО «Татэнерго» НЧТС для обеспечения надежности теплоснабжения потребителей, в том числе в связи с истощением эксплуатационного ресурса в зоне деятельности единой теплоснабжающей организации № 1 АО "Татэнерго"**

| №<br>п/п | Наименование мероприятия                                                                                                       | Физические<br>объемы реализации                                                                                    | Год (период)<br>реализации,<br>ГГГГ | Затраты на<br>мероприятие,<br>тыс. руб. без<br>НДС | Затраты на<br>мероприятие,<br>тыс. руб. с<br>НДС | Источник<br>финансирова<br>ния     |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1        | Транзитные тс по подвалам ж. д. г. Набережные Челны. 4 этап. Транзитный трубопровод тс ж/д 17А/11 на ж/д 17А/12. Строительство | 66 п.м. (Д89)                                                                                                      | 2019-2028                           | 596,3694734                                        | 727,57                                           | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 2        | Транзитные тс по подвалам ж. д. г. Набережные Челны. 1 этап. Транз-й трубопровод тс ж/д 32/07. Строительство                   | 2 п.м. (Д273); 191 п.м. (Д219); 12 п.м. (Д159); 147,5 п.м. (Д133); 0,5 п.м. (Д108); 10 п.м. (Д89); 18,5 п.м. (Д76) | 2019-2028                           | 6619,812379                                        | 8076,17                                          | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 3        | Транзитные тс по подвалам ж. д. г. Набережные Челны. 3 этап. Транз-й трубопровод тс ж/д 13/04. Строительство                   | 104,95 п.м. (Д159); 5,15 п.м. (Д133)                                                                               | 2019-2028                           | 1857,814775                                        | 2266,53                                          | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 4        | Транзитные тепловые сети к жилым домам г. Набережные Челны. Строительство                                                      | 256 п.м. (Д273)                                                                                                    | 2028-2029                           | 14179,35212                                        | 17298,81                                         | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 5        | Реконструкция объекта "Тепловод № ПКЗ" от ТК-1 до ТК-2 около ООО "ПАД" (зона Б)                                                | 124 п.м. (Д219)                                                                                                    | 2030                                | 4 729,60                                           | 5770,11                                          | Амортизация                        |
| 6        | Реконструкция объекта "Тепловод ПКЗ" на участке ТК-1в - Узел учета зона Б (умен. Ду 300 до Ду150)                              | 356 п.м. (Д159)                                                                                                    | 2027-2028                           | 4 855,62                                           | 5923,86                                          | Амортизация                        |
| 7        | Реконструкция объекта "Тепловые сети п. Сидоровка" от ТК-197/2 до ТК-222 (Тепловод № С-1 юз)                                   | 720 п.м. (Д426)                                                                                                    | 2029                                | 36 815,08                                          | 44914,40                                         | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 8        | Реконструкция объекта "Тепловые сети п. Сидоровка" от ТК-222 до ТК-237/1 (Тепловод №С-1 юз)                                    | 1280 п.м. (Д426)                                                                                                   | 2030                                | 68 328,78                                          | 83361,11                                         | Амортизация                        |

|    |                                                                                                                                                     |                                |           |            |           |                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------|------------|-----------|------------------------------------|
| 9  | Реконструкция объекта "Тепловод ПКЗ" ТК-4 - ТК-5 из проход.к.в непрох-й зона А (умен.Ду300доДу150)                                                  | 493,4 п.м. (Д159)              | 2030      | 4 355,75   | 5314,02   | Амортизация                        |
| 10 | Реконструкция объекта "Тепловод ПКЗ" ТК-5 - ТК-6 из проход.к.в непрох-й зона А (умен.Ду300доДу150)                                                  | 93 п.м. (Д159)                 | 2030      | 1 382,54   | 1686,70   | Амортизация                        |
| 11 | Реконструкция объекта "Тепловод ПКЗ" ТК-6 - ТК-7 из проход.к.в непрох-й зона А (умен.Ду300доДу150)                                                  | 193 п.м. (Д159)                | 2030      | 2 869,15   | 3500,36   | Амортизация                        |
| 12 | Реконструкция объекта "Тепловод ПКЗ" ТК-7 - ТК-8 из проход.к.в непрох-й зона А (умен.Ду300доДу150)                                                  | 47 п.м. (Д159)                 | 2030      | 698,7      | 852,41    | Амортизация                        |
| 13 | Реконструкция объекта "Тепловод ПКЗ" ТК-8 - ТК-9 из проход.к.в непрох-й зона А (умен.Ду300доДу150)                                                  | 284 п.м. (Д159)                | 2030      | 4 407,72   | 5377,42   | Амортизация                        |
| 14 | Реконструкция объекта "Тепловод №320" КП - Шахта №1 - ПТК. - 3 (опуск с эстакады)                                                                   | 257 п.м. (Д1020)               | 2030      | 49 978,16  | 60973,36  | Амортизация                        |
|    |                                                                                                                                                     |                                |           | 4 234,68   | 5166,31   | Прибыль на инвестиции              |
| 15 | Реконструкция объекта "Тепловод №110" КП - Шахта №1 – УТ.- 3 (опуск с эстакады) - К2                                                                | 732,2 п.м. (Д1020)             | 2031      | 136 058,70 | 165991,61 | Прибыль на инвестиции              |
| 16 | Реконструкция объекта «Тепловод №210» на участках КП – УТ-3 – К-2                                                                                   | 825,6 п.м. (Д1020)             | 2031      | 153 414,45 | 187165,63 | Прибыль на инвестиции              |
| 17 | Реконструкция объекта «Тепловые сети ЗЯБ 17 комплекса» на участках т. А – ТК-143 – ТК-144 (Тепловод №17 юз)                                         | 264 п.м (Д530); 154 п.м (Д325) | 2026      | 29 950,77  | 36539,94  | Прибыль на инвестиции              |
| 18 | Реконструкция объекта «Т/сеть БСИ-ЦОК» на участках от ТК-197 до ТУ-7 (Тепловод № 510) 1 этап ТК-197 - ТУ-9/1                                        | 730 п.м (Д720)                 | 2026-2027 | 81 805,16  | 99802,30  | Прибыль на инвестиции              |
| 19 | Реконструкция объекта «Т/сеть БСИ-ЦОК» на участках от ТК-197 до ТУ-7 (Тепловод № 510) 2 этап ТУ-9/1 - ТУ-7                                          | 870 п.м (Д720)                 | 2026-2027 | 97 493,83  | 118942,47 | Прибыль на инвестиции              |
| 20 | Реконструкция объекта "Т/сети от станции юго-зап. части города до узла 8" от ТУ-1/1 до ТУ-8 (Тепловод № БСИ ТС) перенос врезки с ТУ-1/1 в точку «А» | 20 п.м. (Д273)                 | 2035      | 713,1      | 869,98    | Амортизация, Прибыль на инвестиции |

|    |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                               |      |            |           |                                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------|-----------|------------------------------------|
| 21 | Реконструкция объекта "Тепловод №111" ТУ-9 - ТУ-9а - ТУ-10 - ТУ-11 (4 этап)                                                                                                                                             | 1136 п.м. (Д720)                                                                              | 2026 | 114 244,27 | 139378,02 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 22 | Реконструкция объекта "Тепловод 111" на участке ТУ-8 - ТУ-9                                                                                                                                                             | 1262 п.м. (Д920)<br>937,2 п.м. (Д820)                                                         | 2028 | 94 533,11  | 115330,40 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 23 | Реконструкция объекта "Тепловод 111" на участке ТУ-7 - ТУ-89                                                                                                                                                            | 620 п.м. (Д920)                                                                               | 2029 | 62 351,63  | 76068,99  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 24 | Реконструкция объекта "Тепловод 111" на участке ТУ-8 - ТУ-19 - АНС-19 - ТУ-КТС-36. 1 этап (ТУ-19 - ТУ-КТС-36)                                                                                                           | 276 п.м. (Д630)                                                                               | 2026 | 40 395,00  | 49281,90  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 25 | Реконструкция объекта "Тепловод 111" на участке ТУ-8 - ТУ-19 - АНС-19 - ТУ-КТС-36. 2 этап (ТУ-8 - ТУ-19)                                                                                                                | 920 п.м. (Д630)                                                                               | 2027 | 134 650,00 | 164273,00 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 26 | Реконструкция объекта «Тепловод №111» на участках ТУ-КТС-36 - НО-163                                                                                                                                                    | 740 п.м. (Д630)                                                                               | 2029 | 35 670,54  | 43518,05  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 27 | Реконструкция объекта «Тепловод №111» на участках НО-163 – ТУ-15 – ТУ-81 (дублирование в ТУ-15)                                                                                                                         | 600 п.м. (Д630); 94 п.м. (Д426); 20 п.м. (Д325); 60 п.м. (Д219); 2 п.м. (Д159); 2 п.м. (Д108) | 2028 | 47 753,72  | 58259,53  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 28 | Реконструкция объекта "Тепловод 321" на участке ТУ-334 - КТС-179                                                                                                                                                        | 475 п.м. (Д820)                                                                               | 2029 | 79 988,52  | 97586,00  | Амортизация общества               |
| 29 | Реконструкция объекта "Тепловод 211" на участке ТУ-12 - ТУ-21                                                                                                                                                           | 546 п.м. (Д426)                                                                               | 2026 | 43 786,47  | 53419,49  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 30 | Реконструкция объекта "Тепловод №ПКЗ" на участке ТК-1а - ТК-1 (зона Б)                                                                                                                                                  | 192 п.м. (Д219)                                                                               | 2026 | 14 550,00  | 17751,00  | Амортизация                        |
| 31 | Реконструкция объекта "Тепловые сети 3 комплекса ГЭС" на участках ТК-4 - ТК-53 - ТК-212/1 - ТК-213 - ж. д. 3А/40-1; ТК-213 - ж. д. 3А/40; ТК-213 - ТК-54; ТК-54 - ж. д. 3/12; (демонтаж ТК-212/1 – ТК-212; ТК-212 – ТК- | 316 п.м. (Д426); 334 п.м. (Д159); 96 п.м. (Д108) 36 п.м. (Д89); 8 п.м. (Д57)                  | 2028 | 99 474,84  | 121359,30 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |

|    |                                                                                                                                                                                     |                                               |           |           |           |                                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------------------|
|    | 54); строительство (2d108мм; L48м) от ТК-213 до ТК-54 для изменения точки подключения объектов: жилой дом 3/12, 3/66 ФЛ Лазарева О.Н.<br>Реконструкция                              |                                               |           |           |           |                                    |
| 32 | Реконструкция объекта "Т/сети от станции юго-зап. части города до узла 8" на участке от ТУ- 5/2 до ТУ-5/2-2 (Тепловод ТС БСИ) (уменьш. диаметра с 2d108мм на 2d89мм; 2d76мм)        | 222 п.м. (Д89); 204 п.м. (Д57)                | 2026      | 5 900,00  | 7198,00   | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 33 | Реконструкция объекта "Т/сети от станции юго-зап. части города до узла 8" на участке от ТУ-10 до ТУ-10/3 (Тепловод ТС БСИ) (уменьш. диаметра ТУ-10/1 - ТУ-10/3 с 2d159мм на 2d89мм) | 246 п.м. (Д219); 398 п.м. (Д89)               | 2026      | 13 750,00 | 16775,00  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 34 | Реконструкция объекта «Теплотрасса ПНС БСИ-Сидоровка-2эт» на участках ТУ-305/2 – ТУ-305/3; т. А (место опуска) – т. Б (парковка ТЦ «Эссен»); т. Б до ТК-293 (тепловод №510)         | 847 п.м (Д720)                                | 2027-2028 | 82 127,26 | 100195,26 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 35 | Реконструкция объекта «Тепловые сети ЗЯБ 15 комплекса» на участках от ТК-7 - ТК-7/1, ТК-7/1 - ТК-24, ТК-2 - ТК-5, ТК-4/1 - ж/д 15/3, 15/18, ТК-5/1 - ж/д 15/4, 2 этап               | 93 п.м. (Д325); 119 п.м. (Д89); 98 п.м. (Д76) | 2026      | 17 324,08 | 21135,38  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 36 | Реконструкция объекта «Тепловые сети ЗЯБ 15 комплекса» на участках от ТК-7 - ТК-7/1, ТК-7/1 - ТК-24, ТК-2 - ТК-5, ТК-4/1 - ж/д 15/3, 15/18, ТК-5/1 - ж/д 15/4, 3 этап               | 496 п.м. (Д325); 16 п.м. (Д76)                | 2027      | 26 659,24 | 32524,27  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 37 | Тепловые сети 9 комплекса ГЭС (тепловод №9 юз) ТК-89/2 - ж. д. 9/53; ТК-89/2 - ТК-56/2 – точка «А»; точка «А» - ТК-56 – ТК-57.<br>Реконструкция                                     | 690 п.м. (Д325); 54 п.м. (Д108)               | 2026      | 53 734,46 | 65556,04  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 38 | Реконструкция объекта "Магистральная т/сеть от УТ-1 до подъема на мост" на участке ТУ-6 – ТУ-1 (тепловод №510). 2 этап                                                              | 531 п.м. (Д720)                               | 2026      | 63 783,46 | 77815,83  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                    |      |            |           |                                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------|-----------|------------------------------------|
| 39 | Реконструкция объекта «Магистральная т/сеть от УТ-1 до подъема на мост» на участке ТУ-4 – ТК-1 (тепловод №510)                                                                                                                                                                                                                              | 1080 п.м. (Д720)                                                                                                   | 2028 | 129 729,08 | 158269,48 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 40 | Реконструкция объекта «Магистральная т/сеть от УТ-1 до подъема на мост» на участке ТУ-4/2 – ТУ-4 (тепловод №510)                                                                                                                                                                                                                            | 1734 п.м. (Д720)                                                                                                   | 2029 | 178 287,24 | 217510,44 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 41 | Реконструкция объекта «Магистральные сети от БСИ до ТК Д-800» на участке от ТК-10 до ТК-152 (Тепловод №520)                                                                                                                                                                                                                                 | 120 п.м. (Д820)                                                                                                    | 2026 | 54 509,29  | 66501,33  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 42 | Реконструкция объекта «Теплотрасса БСИ-ЗЯБ Д-800» на участке от ТК-152 до ТК-118 (тепловод №521), 3 этап                                                                                                                                                                                                                                    | 220 п.м. (Д820)                                                                                                    | 2026 | 24 997,04  | 30496,39  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 43 | Реконструкция объекта «Тепловод №3» на участках ТК-15-ТК-10-ТК-51-школа 7/14-ТК-1-хозблок; ТК-15-ТК-17-ТК-19-ТК-21-ТК-23-ТК-25-ТК-27-ТК-31-7/22; ТК-23-ж.д.7/13, 2 этап                                                                                                                                                                     | 10 п.м. (Д325); 256 п.м. (Д273); 234 п.м. (Д219); 315 п.м. (Д159); 137 п.м. (Д57); 79 п.м. (Д32)                   | 2026 | 66 938,52  | 81665,00  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 44 | Реконструкция объекта "Тепловые сети 1 комплекса ГЭС" (тепловод №1 юз). 1 этап. ТК-11 - ТК-30 - ТК-31 - ТК-32 - ТК-33 - ТК-35 - ТК-35/2 - ТК-36 - ТК-38 - ТК-39 - ТК-39/2 - ТК-40; ТК-35 - ТК-35/1 - ж. д. 2/1; ТК-35/1 – ж. д. 2/3- ж. д. 2/2; врезка до ж. д. 2/4; подвал ж. д. 2/3; ТК-35/2 – ФСБ; ТК-36 - ж. д. 2/10; подвал ж. д. 2/10 | 830 п.м. (Д426); 1519 п.м. (Д219); 250 п.м. (Д159); 51 п.м. (Д133); 250 п.м. (Д108); 80 п.м. (Д89); 32 п.м. (Д57); | 2027 | 119 659,07 | 145984,06 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 45 | Реконструкция объекта "Тепловые сети 1 комплекса ГЭС" (тепловод №1 юз). 2 этап. ТК-11 - ТК-10 - ТК-9 - ТК-8 - ТК-7 - ТК-6; ТК-14/2 - ТК-14/1; ТК-14/1 - ТК-13; ТК-14/1 – ж. д. 1/10; ТК-13 - ж. д. 1/9; ТК-13 - ж. д. 1/13                                                                                                                  | 628 п.м. (Д426); 194 п.м. (Д133); 210 п.м. (Д89)                                                                   | 2028 | 118 429,13 | 144483,54 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 46 | Реконструкция объекта "Тепловые сети 1 комплекса ГЭС" (тепловод №1 юз). 3 этап. ТК-11 - ТК-16; подвал ж. д. 1/7; ТК-16 - ТК-17; ТК-17 - ж. д. 1/8; ТК-17 - ТК-18; ТК-18 - ТК-20; ТК-20 - ТК-28; ТК-20 - ж. д. 1/6; подвал ж. д.                                                                                                             | 190 п.м. (Д219); 634 п.м. (Д159); 140 п.м. (Д133); 104 п.м. (Д108); 24 п.м. (Д57)                                  | 2029 | 63 437,84  | 77394,16  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |

|    |                                                                                                                                                                                               |                                                                             |           |            |           |                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|------------------------------------|
|    | 1/6; ж. д. 1/6 - ТК-21; ТК-21 - ТК-22; ТК-22 - ТК-23; ТК-23 - ж.д.1/15; ТК-22 - ТК-24; ТК-24 - ж.д.1/1; ТК-24 - ж.д.1/4. Реконструкция                                                        |                                                                             |           |            |           |                                    |
| 47 | Т/сеть БСИ-ЦОК (Тепловод № 510). Реконструкция. Участки ТК-197/1 до ТК-197 до ТУ-10, от ТК-197 до ТК- 197/2 до ТК-199                                                                         | 174 п.м. (Д720); 76 п.м. (Д426)                                             | 2027-2028 | 36 790,92  | 44884,92  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 48 | Реконструкция объекта "Комплекс инженерных сетей теплоснабжения 60 микрорайона" на участках ТК-НО-475 - ТК-2 - ТК-3; ТК-7 - ж.д.60-14 - ТК-8 - ж.д.60/15 - ТК-9 - ж.д.60/16; ТК-5 - ж.д.60/13 | 136 п.м. (Д325); 590 п.м. (Д159); 78 п.м. (Д108)                            | 2028      | 14 096,22  | 17197,39  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 49 | Реконструкция объекта "Тепловод № 24а"на участках ТК-14 - школой 49/16; ТУ-68А - ТК-29 - ТК-27 - ТК-7; ТК-29 - ж.д.49/06; ТК-27 - ж.д.49/11 (уменьш. диаметра с 2d89мм на 2d76мм)             | 302 п.м. (Д273); 126,4 п.м. (Д133); 156 п.м. (Д108); 116 п.м. (Д89)         | 2027      | 24 461,00  | 29842,43  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 50 | Реконструкция объекта "Тепловод №27" на участках КТС-212-ТК-9-ТК-5-ТК-1 (уменьш. диаметра ТК-9 - ТК-5 - ТК-1 с 2d159мм на 2d133мм)                                                            | 146 п.м. (Д159); 362 п.м. (Д133)                                            | 2028      | 8 905,33   | 10864,50  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 51 | Реконструкция объекта "Тепловод №61" в 61 комплексе. 1 этап. ТУ-69 - ТК-1 - ТК-6 - ТК-45 - ТК-7 - ТК-2                                                                                        | 754 п.м. (Д273); 80 п.м. (Д219); 443 п.м. (Д159); 4,4 п.м. (Д76); 8,8 (Д57) | 2026      | 94 132,15  | 114841,22 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 52 | Реконструкция объекта "Тепловод №61" в 61 комплексе. 2 этап. ТК-45 - ТК-3А - ТК-10; ТК-12 - ТК-16 - ТК-20 - 61/31                                                                             | 558 п.м. (Д159); 197 п.м. (Д108); 140п.м. (Д89)                             | 2027      | 54 509,29  | 66501,33  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 53 | Реконструкция объекта «Тепловод №16» на участках КТС-160 - ТУ-50а - ТУ-50 - ТУ-51 - ТУ-КТС198 (1 этап. КТС-160 - ТУ-50)                                                                       | 461 п.м. (Д426)                                                             | 2027      | 86 825,91  | 105927,61 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 54 | Реконструкция объекта «Тепловод №16» на участках КТС-160 - ТУ-50а - ТУ-50 - ТУ-51 - ТУ-КТС198 (2 этап. ТУ-50 - ТУ-КТС-98) (строительство участков переемычки ТУ-51 – ТУ-КТС-98 2d426мм)       | 266 п.м. (Д426); 865 п.м. (Д325)                                            | 2028      | 157 176,78 | 191755,68 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |

|    |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                             |           |           |          |                                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------|------------------------------------|
| 55 | Реконструкция объекта «Тепловод №5» на участках ТУ-446 – ТК-1 – ТК-2 – ТК-3, ТК-1 - здание КНИТУ-КАИ                                                                                                                            | 498 п.м. (Д89); 68 п.м. (Д76); 222 п.м. (Д57)                               | 2027-2028 | 10 688,61 | 13040,10 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 56 | Реконструкция объекта «Тепловод №310» на участке КТС-233 – ТУ-46                                                                                                                                                                | 240 п.м (Д720)                                                              | 2027      | 32 022,72 | 39067,72 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 57 | Реконструкция объекта «Тепловод №312» на участке КТС-130 – НО-266                                                                                                                                                               | 248 п.м (Д530)                                                              | 2027-2028 | 13 936,46 | 17002,48 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 58 | Реконструкция объекта «Тепловод №312» на участке КТС-129 – ТУ-34А (в районе ж. д. 42/17)                                                                                                                                        | 250 п.м (Д530)                                                              | 2027-2028 | 14 902,88 | 18181,51 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 59 | Реконструкция объекта «Тепловод №31А» 59 комплекс (ТУ-67-ж.д.59/09 - ТК-9 - ТК-5 - ТК-11 - ТК-13 - ж.д.59/06; ТК-9 - ж.д.59/09; ТК-11 - ж.д.59/05)                                                                              | 164 п.м (Д325); 396,8 п.м (Д273); 208,6 п.м (Д219); 64,4 п.м (Д159)         | 2027      | 46 004,23 | 56125,16 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 60 | Реконструкция объекта «Сети теплоснабжения к ж/д 59/04» 59 комплекс (ТК-11 - ТК-1 - ж.д.59/04-1; ТК-1 - ж.д.59/04-3 - ТК-2 - ж.д.59/04-2)                                                                                       | 288 п.м (Д159); 60,8 п.м (Д133); 195,4 п.м (Д108)                           | 2027-2028 |           |          |                                    |
| 61 | Реконструкция объекта «Тепловые сети п. Сидоровка» на участке ТК-243 – ТК-245, у ж. д. С-16 (Тепловод №С-1 юз)                                                                                                                  | 104 п.м (Д159); 424 п.м (Д108)                                              | 2027-2028 | 10 625,88 | 12963,58 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 62 | Реконструкция объекта «Тепловые сети п. Сидоровка» на участках тепловода №С-1 юз (ТК-282 – ТК-282/1; ТК- 283 – ТК-283/1 – ж/д С-7; ТК-283 – ТК-285 – ж/д С-6; ТК-284/1 – ТК-284/2 – ж/д С-8; ТК-284/2 – ж. д. Магистральная 18) | 304 п.м (Д219); 424 п.м (Д159); 52 п.м (Д133); 476 п.м (Д108); 61 п.м (Д57) | 2027-2028 | 29 241,08 | 35674,12 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 63 | Реконструкция объекта «Тепловод №211» на участке ТУ-30 – ТУ-30а                                                                                                                                                                 | 267 п.м (Д325)                                                              | 2027      | 23 428,61 | 28582,91 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 64 | Реконструкция объекта «Тепловод №211» на участке ТУ-49 – КТС-160                                                                                                                                                                | 218 п.м (Д426)                                                              | 2027-2028 | 9 892,96  | 12069,41 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |

|    |                                                                                                                                                     |                                                                  |           |            |           |                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|------------------------------------|
| 65 | Реконструкция объекта «Тепловод №211» на участке ТУ-73 – КТС-150                                                                                    | 110 п.м (Д530)                                                   | 2027-2028 | 8 393,32   | 10239,85  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 66 | Реконструкция объекта «Тепловод №321» на участке КТС-150 – КТС-151                                                                                  | 243,6 п.м (Д530)                                                 | 2027-2028 | 15 589,11  | 19018,72  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 67 | Реконструкция объекта «Тепловые сети от ТК-294 до ТК-113» на участках ТК-290 – ТК-292, ТК-293 – ТК-295, ТК-297 – ТК-114 (тепловод №511)             | 1586 п.м (Д630)                                                  | 2027-2028 | 324 357,73 | 395716,43 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 68 | Реконструкция объекта «Тепловод №22» на участке ТУ-66 - ТК-2                                                                                        | 86 п.м (Д273)                                                    | 2026      | 3 990,88   | 4868,87   | Амортизация                        |
| 69 | Реконструкция объекта «Тепловода №5» участок от НО-486 – ТК-1(новая) – ТК-2Б                                                                        | 162 п.м (Д219)                                                   | 2027-2028 | 6 505,70   | 7936,95   | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 70 | Реконструкция объекта «Тепловод №22А» на участках ТУ-66 – ТК-38, ТК-31 – ж. д. 45/15/2                                                              | 480 п.м (Д273); 110 п.м (Д159)                                   | 2027-2028 | 23 328,91  | 28461,27  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 71 | Реконструкция объекта «Магистральные теплосети от Набережной Тукая к С/П "Жемчужина"» на участках ТК-149/1 – ТУ-149/7 (тепловод №27 юз)             | 1384 п.м (Д325); 1150 п.м (Д219)                                 | 2028      | 139 401,82 | 170070,22 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 72 | Реконструкция объекта «Тепловод №7» на участках от ТУ-33 в сторону 12 комплекса                                                                     | 298 п.м (Д325); 286 п.м (Д273); 129,2 п.м (Д219); 460 п.м (Д159) | 2027-2028 | 41 985,31  | 51222,07  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 73 | Реконструкция объекта «Теплотрасса, расположенная по адресу: г. Набережные Челны, ул. Раскольников, дом 79А» на участках ТК-18 – ж. д. 12/21Б       | 755 п.м (Д108)                                                   | 2027-2028 | 28 482,74  | 34748,94  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 74 | Реконструкция объекта «Магистральные сети от БСИ до ТК Д-800» на участках ТУ-7 – т. А (в районе ТК-8), т. Б (в районе ТК-9) – ТК-10 (тепловод №520) | 518 п.м (Д820)                                                   | 2026-2027 | 40 340,48  | 49215,39  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                             |           |           |          |                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------|------------------------------------|
| 75 | Реконструкция объекта «Магистральные сети от котельной №1» на участках ТУ-26 – НПО «Полимер», ТУ-35 – ТУ-43/1, ТУ-34 – ТУ-57 (тепловод №П юз) (ТУ-31 - ТУ-34 с 2d325мм на 2d219мм; ТУ-34 - ТУ-32 с 2d426мм, 2d325мм, 2d219мм на 2d133мм)                                                                                                   | 951 п.м (Д219); 296 п.м (Д133); 204 п.м (Д108)              | 2030      | 34 285,60 | 41828,43 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 76 | Реконструкция объекта «Магистральные сети от котельной №1» на участках ТУ-35 – ТУ-43/1 (тепловод №П юз) (уменьш. ТУ-35 - ТУ-43 с 2d325мм, 2d219мм на 2d159мм; ТУ-43 - ТУ-43/1 с 2d219мм на 2d133мм)                                                                                                                                        | 1926 п.м (Д159); 200 п.м (Д133)                             | 2031      | 32 309,94 | 39418,13 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 77 | Реконструкция объекта «Магистральные сети от котельной №1» на участках ТУ-34 – ТУ-57 (тепловод №П юз) (уменьш. ТУ-34 - ТУ-35 с 2d426мм на 2d219мм; ТУ-35 - ТУ-57 с 2d426мм, 2d159мм, 2d219мм на 2d133мм)                                                                                                                                   | 242 п.м (Д219); 992 п.м (Д133)                              | 2032      | 14 841,84 | 18107,04 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 78 | Реконструкция объекта «Тепловые сети п. Сидоровка» на участках т.А – ТК-22 – ТК-23 – ТК-24 – ТУ-25 – ТУ-26 – ТУ-27 – ТУ-28 – ТУ-29 – ТУ-30/1 (тепловод № С-2 юз) (уменьш. Точка А - ТК-24 с 2d273мм, 2d159мм на 2d108мм; ТУ-27 - ТУ-28 с 2d108мм на 2d89мм; ТУ-28 - ТУ-29 с 2d159мм, 2d108мм на 2d76мм; ТУ-29 - ТУ-30 с 2d159мм на 2d57мм) | 733 п.м (Д108); 32 п.м (Д89); 208 п.м (Д76); 395 п.м (Д57)  | 2030-2031 | 21 762,38 | 26550,10 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 79 | Реконструкция объекта «Тепловод №320» на участках точка А - КТС-218                                                                                                                                                                                                                                                                        | 104 п.м. (Д920)                                             | 2027-2028 | 10 007,87 | 12209,60 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 80 | Реконструкция объекта «Тепловод №320» на участках ТК-НО-455 - точка А                                                                                                                                                                                                                                                                      | 396 п.м. (Д920)                                             | 2027-2028 | 48 114,76 | 58700,01 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 81 | Реконструкция объекта «Тепловод №312» на участках ТУ-КТС-124 – ТК см. (дренажный узел)                                                                                                                                                                                                                                                     | 285 п.м. (Д630)                                             | 2027-2028 | 19494,789 | 23783,64 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 82 | Реконструкция объекта «Тепловод №30» на участках от ТУ-43 в сторону 56 комплекса                                                                                                                                                                                                                                                           | 652 п.м (Д219); 188 п.м (Д89); 68,6 п.м (Д76); 52 п.м (Д57) | 2029      | 28 861,66 | 35211,23 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |

|    |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                           |           |            |           |                                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|------------------------------------|
| 83 | Реконструкция объекта «Тепловод №20а» на участках от ТК-47А в сторону 41 комплекса, ТК-99 – ТК-95                                                                                                                | 412 п.м (Д219); 204 п.м (Д159); 164 п.м (Д133); 92 п.м (Д108); 172 п.м (Д89)                              | 2029      | 23 756,07  | 28982,41  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 84 | Реконструкция объекта «Тепловод №5» на участках от ТУ-46, ТУ-47 в сторону 62 комплекса, ТК-17а – мед. училище                                                                                                    | 98 п.м (Д325); 302 п.м (Д273); 292 п.м (Д219); 88 п.м (Д159); 486 п.м (Д108); 66 п.м (Д89); 164 п.м (Д76) | 2029      | 45 819,24  | 55899,47  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 85 | Реконструкция объекта «Тепловод №21а» на участках ТК-84 – ТК-3 – ТК-10а – ТК-1 – ТК-2 – ТК-3а – ТК-23 – ж. д. 43/17, ТК-23 – ТК-19 – ж. д. 43/16, ТК-1 – ТК-12, ТК-139 – ж. д. 43/02, ТК-35 – ТК-1 – ж. д. 43/18 | 204 п.м (Д273); 256 п.м (Д219); 1326 п.м (Д159); 72 п.м (Д133); 162 п.м (Д57)                             | 2028      | 62 321,00  | 76031,62  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 86 | Реконструкция объекта «Тепловые сети от ТК-294 до ТК-113» на участке ТК-114 – ТК-113 (тепловод №511)                                                                                                             | 194 п.м (Д630)                                                                                            | 2027-2028 | 55 465,30  | 67667,66  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 87 | Реконструкция объекта «Тепловые сети от ТК-149а до ТК-113» на участке ТК-113 – ТК-149/1 (тепловод № 511)                                                                                                         | 870 п.м (Д530)                                                                                            | 2030      | 137 755,60 | 168061,83 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 88 | Реконструкция объекта «Тепловые сети на Набережной Тукая» на участках ТК-149/1 – ТК-149 – ТК-149/2 – ТК-182/3 – ТК-182/2 - ТК-182 (тепловод № 511)                                                               | 1923 п.м (Д530)                                                                                           | 2030-2032 | 156 938,63 | 191465,13 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 89 | Реконструкция объекта «Тепловод №6» путем устройства тепловой камеры на участке между ТК-142 – ТК-146                                                                                                            | 1 тепловая камера                                                                                         | 2027      | 2 920,23   | 3562,68   | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 90 | Реконструкция объекта «Тепловые сети 9 комплекса ГЭС» на участках точка Б - ТУ-201 - ТУ-201/1 - ТУ-202 - точка В (тепловод №9 юз)                                                                                | 650 п.м (Д159)                                                                                            | 2030      | 54 806,46  | 66863,88  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 91 | Реконструкция объекта «Тепловод №30» на участках ТУ-23 - ТК-6а- ТК-13, ТК-94 - 56/23                                                                                                                             | 600 п.м (Д325); 640 п.м (Д273); 50 п.м (Д133)                                                             | 2027      | 34 619,59  | 42235,90  | Амортизация, Прибыль на инвестиции |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                            |           |            |          |                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|----------|------------------------------------|
| 92 | Реконструкция объекта «Тепловод №30» на участках ТУ-236 - 56/21, 56/21 - ТК-5 - 56/29, ТК-5 - ТК-21А - ТК-21 - 56/11, ТК-21А - 56/13                                                                                                                                                                                                                                  | 24 п.м (Д325); 374 п.м (Д219); 241 п.м (Д159); 90 п.м (Д133); 140 п.м (Д89);               | 2028      | 32 105,91  | 39169,21 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 93 | Реконструкция объекта "Магистральные теплосети 14 микрорайона" на участках ТК-156 - ТК-156/1; ТК-156/1 до ТК-174; ТК-174 - ТК-174/1; ТК-174/1 - ж. д. 14/16; ТК-174 - ж. д. 14/19; ТК-174/1 - ТК-175; ТК-175 - ж. д. 14/15; ТК-175 - ТК-175/1; ТК-175/1 - ж. д. 14/19; ТК-175/1 - ТК-176; ТК-176 - ж. д. 14/20 (тепловод №14 юз)                                      | 164 п.м (Д219); 552 п.м (Д159); 108 п.м (Д133); 56 п.м (Д108); 152 п.м (Д89); 56 п.м (Д76) | 2027-2028 | 44 303,76  | 54050,59 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 94 | Реконструкция объекта "Магистральные теплосети 14 микрорайона" на участках ТК-160 - ж. д. 14/01; ж. д. 14/01 (подвал); ж. д. 14/01 - ТК-166; ТК-166 - ж. д. 14/03; ж. д. 14/03 (подвал); ж. д. 14/05 (подвал); ж. д. 14/05 - ТК-169; ТК-169 - ТК-170; ТК-170 - ТК-171; ТК-171 - ж. д. 14/09; ТК-169 - ТК-172; ТК-172 - ТК-173; ТК-173 - ж. д. 14/12 (тепловод №14 юз) | 530 п.м (Д219); 750 п.м (Д159); 40 п.м (Д89)                                               | 2027-2028 | 42 665,91  | 52052,41 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 95 | Реконструкция объекта «Тепловод №20» на участках ТК-1 – ТК-9, ТК-1 – ж.д. 40/11                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 300 п.м (Д273); 9 п.м. (Д133)                                                              | 2029      | 15 112,64  | 18437,41 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 96 | Реконструкция объекта «Тепловод №24» на участках ТК-195 – ж. д. 48/16, ж. д. 48/16 - ТК-201                                                                                                                                                                                                                                                                           | 372 п.м (Д159); 322 п.м. (Д57)                                                             | 2028-2029 | 18 861,15  | 23010,60 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 97 | Реконструкция объекта «Тепловод №28» на участках ТК-1 – ТК-76, ТК-100 – 54/15/1, ТК-110 – ТК-125, ТК-110 – 54/09, 54/15/3 – ТК-118 – 54/11, ТК-19 – 54/23                                                                                                                                                                                                             | 234 п.м (Д273); 252 п.м. (Д219); 330 п.м. (Д108); 238 п.м. (Д76)                           | 2028-2029 | 65 052,75  | 79364,36 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |
| 98 | Дублированное подключение микрорайонов г. Набережные Челны (52/23)                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 420,4 п.м. (Д219)                                                                          | 2027-2028 | 14776,6064 | 18027,46 | Амортизация, Прибыль на инвестиции |

Согласно предоставленным сведениям за отопительный и неотопительный период 2025 г. на тепловых сетях в зоне действия НЧТЭЦ произошло 299 отказов.

При этом необходимо отметить, что имеются факты повреждаемости сетей в отопительный период с 2021 – 2025 г.г., что может свидетельствовать о недостаточности надёжности сетей и эффективности проведения регламентных работ по испытаниям тепловых сетей в межотопительный период.

## **5. Предложения, обеспечивающие надёжность систем теплоснабжения**

### **5.1. Применение на источниках тепловой энергии рациональных тепловых схем с дублированными связями и новых технологий, обеспечивающих нормативную готовность энергетического оборудования**

Применение рациональных тепловых схем, с дублированными связями, обеспечивающих готовность энергетического оборудования источников теплоты, выполняется на этапе их проектирования. При этом топливо-, электро- и водоснабжение источников теплоты, обеспечивающих теплоснабжение потребителей первой категории, предусматривается по двум независимым вводам от разных источников, а также использование запасов резервного топлива. Источники теплоты, обеспечивающие теплоснабжение потребителей второй и третьей категории, обеспечиваются электро- и водоснабжением по двум независимым вводам от разных источников и запасами резервного топлива. Кроме того, для теплоснабжения потребителей первой категории устанавливаются местные резервные (аварийные) источники теплоты (стационарные или передвижные). При этом допускается резервирование, обеспечивающее в аварийных ситуациях 100%-ную подачу теплоты от других тепловых сетей. При резервировании теплоснабжения промышленных предприятий, как правило, используются местные резервные (аварийные) источники теплоты.

### **5.2. Установка резервного оборудования**

Установка резервного оборудования значительно увеличивает надежность системы теплоснабжения. В разработанной схеме теплоснабжения г. Набережные Челны предусмотрен комплекс мероприятий по замене физически и морально устаревшего оборудования источников теплоснабжения. Подробное описание данных мероприятий приведено в Главе 7. Установка резервного оборудования не требуется.

### **5.3. Организация совместной работы нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть**

Организация совместной работы нескольких источников теплоты на единую тепловую сеть позволяет, в случае аварии на одном из источников, частично обеспечивать единые тепловые нагрузки за счет других источников теплоты. Прокладка резервных трубопроводных связей обеспечивает непрерывное теплоснабжение потребителей со значительным снижением недоотпуска теплоты во время аварий. Количество и диаметры перемычек определяются, исходя из нормальных и аварийных режимов работы сети, с учетом снижения расхода теплоносителя. Места размещения резервных

трубопроводных соединений между смежными теплопроводами и их количество определяется расчетным путем с использованием в качестве критерия такого показателя надежности как вероятность безотказной работы. При обеспечении безотказности тепловых сетей определяются:

- предельно допустимые длины нерезервированных участков теплопроводов (тупиковых, радиальных, транзитных) до каждого потребителя или теплового пункта;
- места размещения резервных трубопроводных связей между радиальными теплопроводами;
- достаточность диаметров, выбираемых при проектировании новых или реконструируемых существующих теплопроводов, для обеспечения резервной подачи теплоты потребителям при отказах.

Наличие автоматизированных тепловых пунктов, подключенных к тепловой сети по независимой схеме или с помощью смесительных насосов, позволяет почти в течение всего отопительного сезона компенсировать снижение расхода в тепловой сети повышением температуры сетевой воды, обеспечивая необходимую подачу тепла. В системах теплоснабжения от источников теплоты устраиваются узлы распределения с двухсторонним присоединением к тепловой сети, обеспечивающим в случае аварии подачу тепла через перемычки между магистралями, а в идеальном случае - путем подключения к двум магистралям. Наличие в тепловой сети узлов распределения позволяет получить управляемую систему теплоснабжения, т.е. обеспечить возможность точного распределения циркулирующей воды в нормальном и аварийном режимах, а при совместной работе теплоисточников возможность изменения режима работы сети в широких пределах.

Подключение центральных тепловых пунктов к распределительным тепловым сетям может выполняться аналогичным образом, то есть с двухсторонним подключением ЦТП и устройством соответствующих перемычек.

#### **5.4. Резервирование тепловых сетей смежных районов поселения, городского округа, города федерального значения**

В соответствии со СНиП 41-02-2003 в системах теплоснабжения используются следующие способы резервирования:

- на источниках теплоты применяются рациональные тепловые схем, обеспечивающие заданный уровень готовности энергетического оборудования;

- на источниках теплоты устанавливается необходимое резервное оборудование;
- организуется совместная работа нескольких источников теплоты в единой системе транспортирования теплоты;
- прокладываются резервные трубопроводные связи, как в тепловых сетях одного района теплоснабжения, так и смежных теплосетевых районов города;
- устанавливаются резервные насосы и насосные станции;
- устанавливаются баки-аккумуляторы.

Применение рациональных тепловых схем, обеспечивающих заданный уровень готовности энергетического оборудования источников теплоты, выполняется на этапе их проектирования. При этом топливо-, электро- и водоснабжение источников теплоты, обеспечивающих теплоснабжение потребителей первой категории, предусматривается по двум независимым вводам от разных источников, а также использование запасов резервного топлива. Источники теплоты, обеспечивающие теплоснабжение потребителей второй и третьей категории, обеспечиваются электро- и водоснабжением по двум независимым вводам от разных источников и запасами резервного топлива. Кроме того, для теплоснабжения потребителей первой категории устанавливаются местные резервные (аварийные) источники теплоты (стационарные или передвижные). При этом допускается резервирование, обеспечивающее в аварийных ситуациях 100%-ную подачу теплоты от других тепловых сетей. При резервировании теплоснабжения промышленных предприятий, как правило, используются местные резервные (аварийные) источники теплоты.

При реализации плана ликвидации мелких котельных, замене их крупными источниками теплоты мелкие котельные, находящиеся в технически исправном состоянии, как правило, оставляются в резерве.

Повышение надежности систем теплоснабжения может быть достигнуто путем использования передвижных котельных, которые при аварии на тепловой сети должны применяться в качестве резервных (аварийных) источников теплоты, обеспечивая подачу тепла как целым кварталам (через центральные тепловые пункты), так и отдельным зданиям, в первую очередь потребителям первой категории. Для целей аварийного теплоснабжения каждая теплоснабжающая организация должна иметь как минимум одну передвижную котельную. Подключение передвижной котельной к центральному тепловому пункту или тепловому пункту здания (потребителя первой категории) осуществляется через специальные вводы с фланцами,

выведенными за пределы здания и отключаемыми от основной системы теплоснабжения задвижками, установленными внутри здания.

Кроме этого, указанные объекты оборудуются вводами для подключения передвижных котельных к источнику электроэнергии мощностью 10-50 кВт (в зависимости от типа котельной).

При авариях в системе электроснабжения надежность теплоснабжения потребителей значительно повышается при использовании в качестве резервных и аварийных источников передвижных электрических станций. Электрическая мощность станций соответствует мощности электрооборудования, включенного для обеспечения рабочего режима котельной и тепловой сети.

Основным преимуществом передвижных котельных при ликвидации аварий является быстрота ввода установок в работу, что в зимний период является решающим фактором. Время присоединения передвижной котельной к системе отопления и топливно-энергетическим коммуникациям бригадой из 4 человек (два слесаря, электрик, сварщик) составляет примерно 4-8 ч.

Необходимую теплопроизводительность мобильной котельной, применяемой для поддержания в помещениях минимально допустимой температуры воздуха, можно определить из выражений, Гкал/ч:

$$Q = q_x \cdot Q_p$$

или

$$Q = G_p \cdot c \cdot \rho \cdot (t_1^p - t_2^p) \cdot q_x \cdot 10^{-6}$$

где  $G_p$  - расчетный расход теплоносителя в системе отопления, м<sup>3</sup>;  $c$  - теплоемкость воды, ккал/(ч.°C);  $\rho$  - плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;  $q_x$  - относительный расход тепла, необходимый для поддержания минимально допустимой температуры воздуха в помещениях;  $t_1^p$ ,  $t_2^p$  - расчетные температуры воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления ( $t_1^p=95^\circ\text{C}$ ;  $t_2^p=70^\circ\text{C}$ );  $Q_p$  - расчетный (максимальный) расход тепла в системе отопления, Гкал/ч.

Гидродинамические давления, создаваемое насосами мобильных котельных, не должны превышать допустимых значений давлений в системе отопления (не более 0,6 МПа по условиям сохранности отопительных приборов).

Мобильную котельную целесообразно подключать непосредственно к системе отопления здания (к патрубкам подающего и обратного трубопроводов после элеватора или подогревателя).

Для обеспечения требуемых температурных условий в зданиях при недостаточной подаче тепла от внешней сети либо при перерывах в подаче, вызванных аварийными ситуациями или плановой остановкой сети на профилактический ремонт, в тепловых пунктах могут устанавливаться пиковые теплоисточники. Используются следующие способы их подключения:

- подключение в тепловых пунктах зданий пиковых газовых котлов, подогревающих воду, подаваемую в систему отопления,
- установка в тепловых пунктах зданий пиковых электрических емкостных (теплоаккумулирующих) водоподогревателей, потребляющих электроэнергию в ночные часы (при сниженном тарифе на электроэнергию). Тепловая энергия, накапливаемая в аккумуляторе, выдается в систему отопления в нужное время, обеспечивая дополнительный нагрев теплоносителя. Такое включение способствует выравниванию суточного режима электропотребления;
- установка непосредственно в отапливаемых помещениях электрических теплоинерционных доводчиков, потребляющих электроэнергию в ночные часы (при сниженном тарифе на электроэнергию);
- установка в тепловых пунктах тепловых насосов, повышающих температуру подаваемого теплоносителя за счет охлаждения теплоносителя, возвращаемого из абонентской установки.

Однако, возникают сложности с размещением газовых котлов в существующих зданиях. Наиболее приемлемый вариант технического решения - крышные котельные, меняющие архитектурный облик здания. Массовое внедрение данной схемы ограничивается лимитом пропускной возможности газовых сетей.

Использование проточных водоподогревательных установок сдерживается отсутствием резервных мощностей электроэнергии. Применение емкостных электрообогревателей влечет за собой увеличение потребления электроэнергии на 5÷10% за счёт увеличения теплопотерь. Также резервы аккумулирования тепла ограничены размерами самого аккумулятора. Применение схем с тепловыми насосами (по сравнению с прямым электроподогревом) снижает потребление электроэнергии, но в этом случае наступает ограничение по теплосъему (температуре обратной воды тепловой сети) и по режимам работы тепловых насосов.

Нарушения в снабжении энергоносителями или нарушение работоспособности технологического оборудования приводят, как правило, только к частичным отказам источников теплоты, которые проявляются в виде

снижения температуры или расхода теплоносителя. В случае снижения температуры теплоносителя гидравлические режимы тепловых сетей не изменяются (при условии отсутствия управляющих воздействий со стороны обслуживающего персонала и отсутствии внешних возмущающих воздействий на систему со стороны населения). При этом пропорционально недоотпуску тепла снижается температура в отапливаемых помещениях всех потребителей. Уменьшение же расхода теплоносителя приводит к разрегулировке тепловой сети.

Для предотвращения разрегулировки тепловой сети в аварийных ситуациях устанавливается лимитированная подача теплоносителя всем взаимно резервируемым потребителям. Лимиты подачи теплоносителя определяются по результатам сопоставления трех параметров: времени остывания представительного помещения здания до допустимой температуры, величины допустимого снижения температуры и длительности ремонта головного элемента тепловой сети - теплопровода, поскольку он имеет наибольшую длительность восстановления. При отказе элемента магистральной сети на всех ЦТП, гидравлически связанных с аварийным участком, автоматические регуляторы расхода, установленные на входных тепломагистралях, перестраивают подачу теплоносителя в сеть на лимитированную. Кроме того, для предотвращения гидравлической разрегулировки распределительных тепловых сетей и систем отопления на ЦТП включаются подмешивающие насосы, которые при снижении температуры теплоносителя доводят его расход в этих сетях до расчетного значения. В этот период отключение нагрузки горячего водоснабжения в ЦТП может поддерживать температуру теплоносителя на расчетном или близком к нему уровне. Для потребителей первой категории предусматривается индивидуальная регулировка в их местных тепловых пунктах. Организация совместной работы нескольких источников теплоты на единую тепловую сеть позволяет в случае аварии на одном из источников частично обеспечивать единые тепловые нагрузки за счет других источников теплоты. Расчет тепловых и гидравлических аварийных режимов тепловой сети выполняется разработчиком Схемы теплоснабжения, а их реализация - теплоснабжающими организациями.

Прокладка резервных трубопроводных связей как в тепловых сетях одного района теплоснабжения, так и смежных теплосетевых районов города обеспечивает непрерывное теплоснабжение потребителей со значительным снижением недоотпуска теплоты во время аварий. Количество и диаметры перемычек определяются, исходя из нормальных и аварийных режимов работы сети, с учетом снижения расхода теплоносителя. Места размещения резервных трубопроводных соединений между смежными теплопроводами и

их количество определяется расчетным путем с использованием в качестве критерия такого показателя надежности как вероятность безотказной работы.

При обеспечении безотказности тепловых сетей определяются:

- предельно допустимые длины нерезервированных участков теплопроводов (тупиковых, радиальных, транзитных) до каждого потребителя или теплового пункта;
- места размещения резервных трубопроводных связей между радиальными теплопроводами;
- достаточность диаметров, выбираемых при проектировании новых или реконструируемых существующих теплопроводов, для обеспечения резервной подачи теплоты потребителям при отказах.

Наличие автоматизированных тепловых пунктов, подключенных к тепловой сети по независимой схеме или с помощью смесительных насосов, позволяет почти в течение всего отопительного сезона компенсировать снижение расхода в тепловой сети повышением температуры сетевой воды, обеспечивая необходимую подачу тепла.

В системах теплоснабжения от крупных источников теплоты (мощностью 300 Гкал/ч и более) устраиваются узлы распределения с двухсторонним присоединением к тепловой сети, обеспечивающим в случае аварии подачу тепла через перемычки между магистралями, а в идеальном случае - путем подключения к двум магистралям. Наличие в тепловой сети узлов распределения позволяет получить управляемую систему теплоснабжения, т.е. обеспечить возможность точного распределения циркулирующей воды в нормальном и аварийном режимах, а при совместной работе теплоисточников – возможность изменения режима работы сети в широких пределах. Подключение центральных тепловых пунктов к распределительным тепловым сетям может выполняться аналогичным образом, то есть с двухсторонним подключением ЦТП и устройством соответствующих перемычек.

Структурное резервирование разветвленных тупиковых тепловых сетей осуществляется делением последовательно соединенных участков теплопроводов секционирующими задвижками. К полному отказу тупиковой тепловой сети приводят лишь отказы головного участка и головной задвижки теплосети. Отказы других элементов основного ствола и головных элементов основных ответвлений теплосети приводят к существенным нарушениям ее работы, но при этом остальная часть потребителей получает тепло в необходимых количествах. Отказы на участках небольших ответвлений приводят только к незначительным нарушениям теплоснабжения, и

отражается на обеспечении теплом небольшого количества потребителей. Возможность подачи тепла неотключенным потребителям в аварийных ситуациях обеспечивается использованием секционирующих задвижек. Задвижки устанавливаются по ходу теплоносителя в начале участка после ответвления к потребителю. Такое расположение позволяет подавать теплоноситель потребителю по этому ответвлению при отказе последующего участка теплопровода.

### **5.5. Устройство резервных насосных станций**

Ключевые требования к устройству и содержанию резервных насосных станций и агрегатов включают следующие пункты:

- в составе насосной станции должно быть предусмотрено как минимум два насоса — рабочий и резервный
- резервный насос должен обеспечивать полную проектную производительность на случай отключения или аварии основного рабочего агрегата
- в станциях должно предусматриваться автоматическое включение резервного насоса при отказе основного (рабочего) агрегата
- резервный насос всегда должен находиться в постоянной готовности к немедленному пуску
- для отключения резервного насоса от всасывающих и напорных коллекторов разрешено использовать только задвижки; применение заглушек для этой цели строго запрещено

### **5.6. Установка баков-аккумуляторов**

Повышению надежности функционирования систем теплоснабжения в определенной мере способствует применение теплогидроаккумулирующих установок, наличие которых позволяет оптимизировать тепловые и гидравлические режимы тепловых сетей, а также использовать аккумулялирующие свойства отапливаемых зданий. Теплоинерционные свойства зданий учитываются МДС 41-6.2000 «Организационно-методические рекомендации по подготовке к проведению отопительного периода и повышению надежности систем коммунального теплоснабжения в городах и населенных пунктах РФ» при определении расчетных расходов на горячее водоснабжение при проектировании систем теплоснабжения из условий темпов остывания зданий при авариях.

Размещение баков-аккумуляторов горячей воды возможно как на источнике теплоты, так и в районах теплопотребления. При этом на источнике теплоты предусматриваются баки-аккумуляторы вместимостью не менее 25 %

общей расчетной вместимости системы. Внутренняя поверхность баков защищается от коррозии, а вода в них – от аэрации, при этом предусматривается непрерывное обновление воды в баках.

Для открытых систем теплоснабжения, а также при отдельных тепловых сетях на горячее водоснабжение предусматриваются баки-аккумуляторы химически обработанной и деаэрированной подпиточной воды расчетной вместимостью, равной десятикратной величине среднечасового расхода воды на горячее водоснабжение.

В закрытых системах теплоснабжения на источниках теплоты мощностью 100 МВт и более предусматривается установка баков запаса химически обработанной и деаэрированной подпиточной воды вместимостью 3 % объема воды в системе теплоснабжения, при этом обеспечивается обновление воды в баках.

Число баков независимо от системы теплоснабжения принимается не менее двух по 50 % рабочего объема.

В системах центрального теплоснабжения (СЦТ) с теплопроводами любой протяженности от источника теплоты до районов теплopotребления допускается использование теплопроводов в качестве аккумулирующих емкостей.

Таким образом, структура систем теплоснабжения должна соответствовать их масштабности и сложности. Если надежность небольших систем обеспечивается при радиальных схемах тепловых сетей, не имеющих резервирования и узлов управления, то тепловые сети крупных систем теплоснабжения должны быть резервированными, а в местах сопряжения резервируемой и нерезервируемой частей тепловых сетей должны иметь автоматизированные узлы управления. Это позволяет преодолеть противоречие между «ненадежной» структурой тепловых сетей и требованиями к их надежности и обеспечить управляемость системы в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах, а также подачу потребителям необходимых количеств тепловой энергии во время аварийных ситуаций.

**6. Результаты оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам системы теплоснабжения г. Набережные Челны**

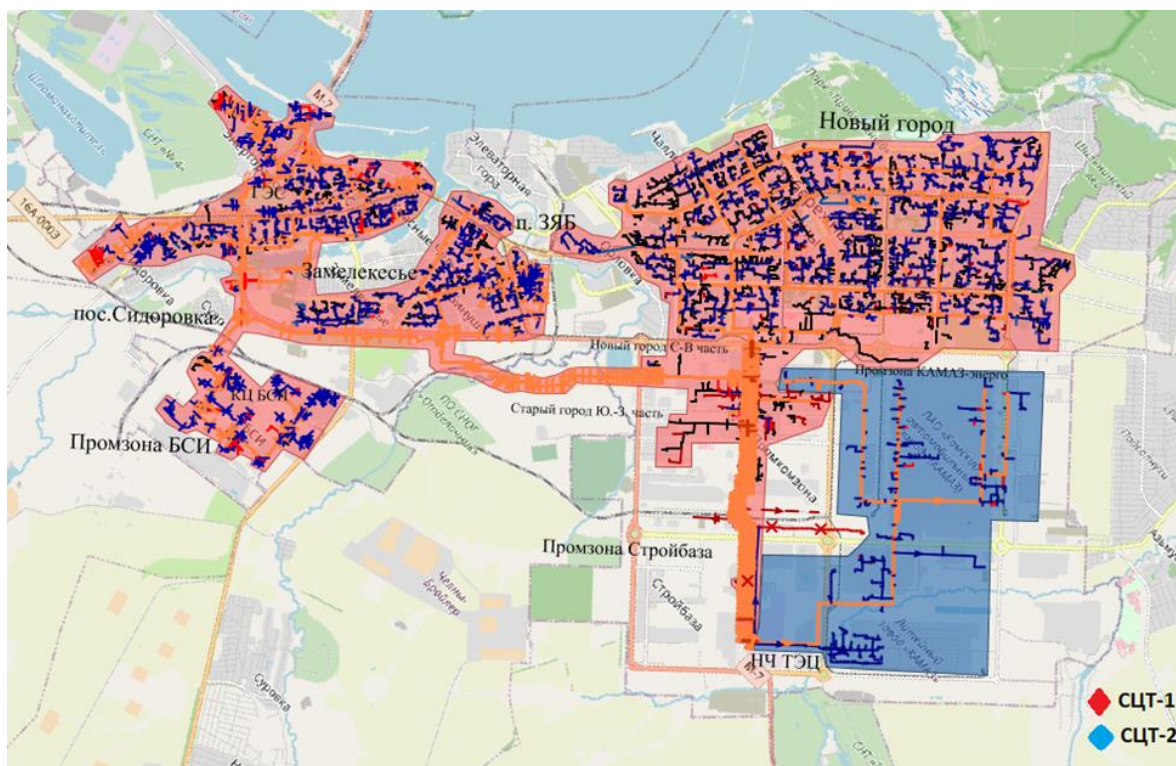


Рис. 6.1. Зона действия централизованных систем сетей теплоснабжения г. Набережные Челны

Результаты расчета по состоянию 2025 года существующей схемы теплоснабжения филиала АО «Татэнерго» - НЧТС:

Продолжительность отопительного периода в часах – 5040.

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период – -0,84°C.

1. Стационарная вероятность рабочего состояния сети составила 0,867096 (нормативное значение – 0,86, согласно п. 6.26 СП 124.13330.2012).

2. Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей – 0,85184– 0,995666 (нормативное значение – 0,97, согласно п. 6.29 СП 124.13330.2012).

3. Вероятность безотказного теплоснабжения потребителей – 0,240818 – 1 (нормативное значение – 0,99, согласно п. 6.26 СП 124.13330.2012).

Результаты расчета по состоянию 2025 года существующей схемы теплоснабжения ООО «КАМАЗ-Энерго»:

Продолжительность отопительного периода в часах – 5040.

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период – -

0,84°C.

1. Стационарная вероятность рабочего состояния сети составила 0,893701 (нормативное значение – 0,86, согласно п. 6.26 СП 124.13330.2012).

2. Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей – 0,974183 – 0,999031 (нормативное значение – 0,97, согласно п. 6.29 СП 124.13330.2012).

3. Вероятность безотказного теплоснабжения потребителей – 0,070856 – 0,923633 (нормативное значение – 0,99, согласно п. 6.26 СП 124.13330.2012).

На рисунке 6.2. представлены зоны ненормативной надежности системы теплоснабжения НЧТЭЦ АО «Татэнерго».

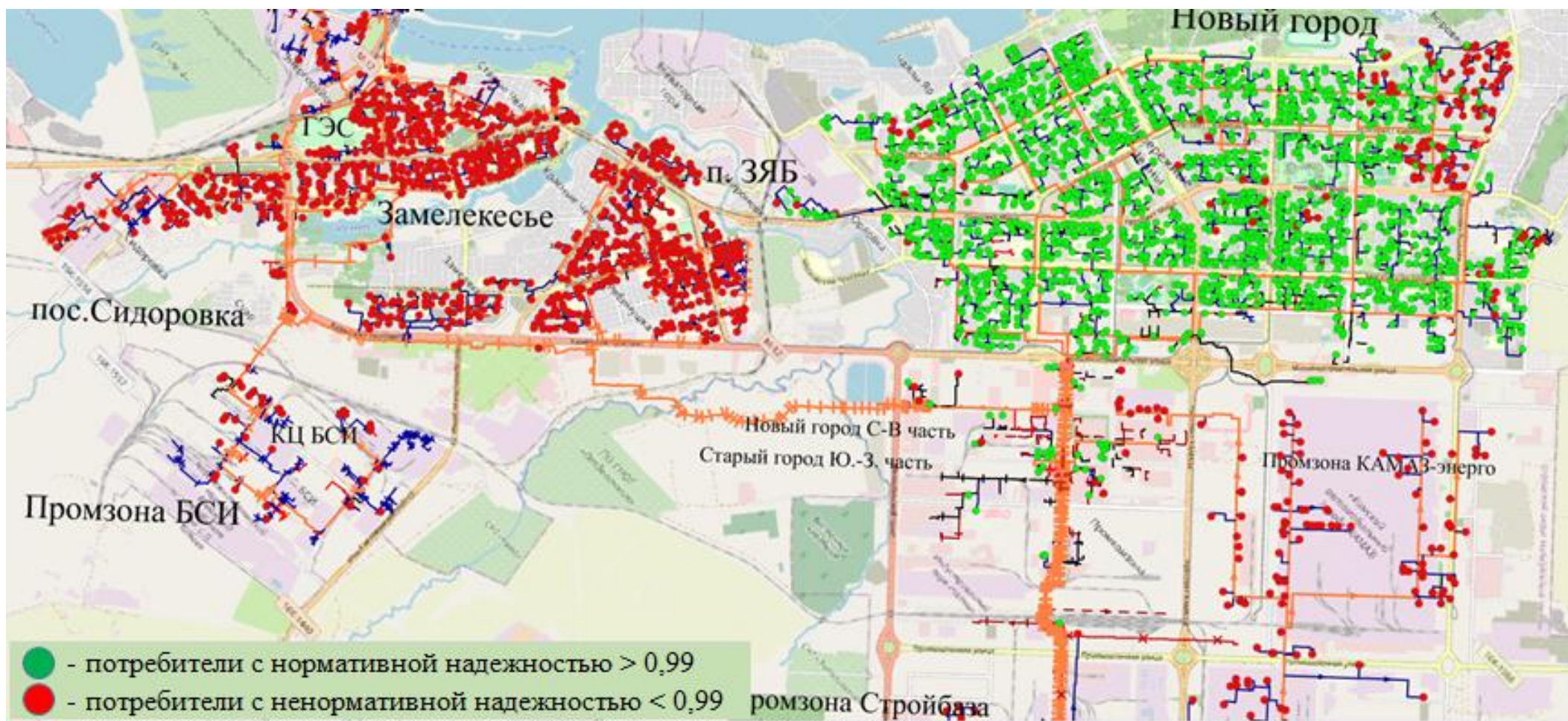


Рис. 6.2. Зоны ненормативной надежности по показателю ВБР потребителей теплоты на 2025 год

Ввиду ненормативных показателей надежности системы теплоснабжения, на некоторых участках НЧТЭЦ АО «Татэнерго» и ООО «КАМАЗ-Энерго» необходимо произвести реконструкцию.

Полные результаты расчета показателей надежности потребителей слоя электронной модели 2043г с учетом планируемой и рекомендуемой перекладки приведены в Приложении 1 к Главе 11 Обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения. Результаты расчета надежности работы теплопроводов тепловой сети (с указанием года предполагаемой замены участков) представлены в Приложении 2 к Главе 11 Обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения.

Обеспеченные финансированием участки тепловых сетей, нуждающиеся в замене до 2043 года, приведены в Приложении 3 к Главе 11. Участки тепловых сетей, не обеспеченные финансированием, приведены в Приложении 4 к Главе 11.

Ниже рассмотрим оценку надежности теплоснабжения потребителей в перспективном слое электронной модели до 2043 года.

На Рис. 6.3-6.5 представлен сравнительный анализ нормативных и фактических показателей надежности системы теплоснабжения НЧТЭЦ АО «Татэнерго» с учетом планируемой и рекомендуемой реконструкции участков тепловой сети до 2043 года.

На Рис. 6.6-6.8 представлен сравнительный анализ нормативных и фактических показателей надежности системы теплоснабжения ООО «КАМАЗ-Энерго» с учетом планируемой и рекомендуемой реконструкции участков тепловой сети до 2043 года.

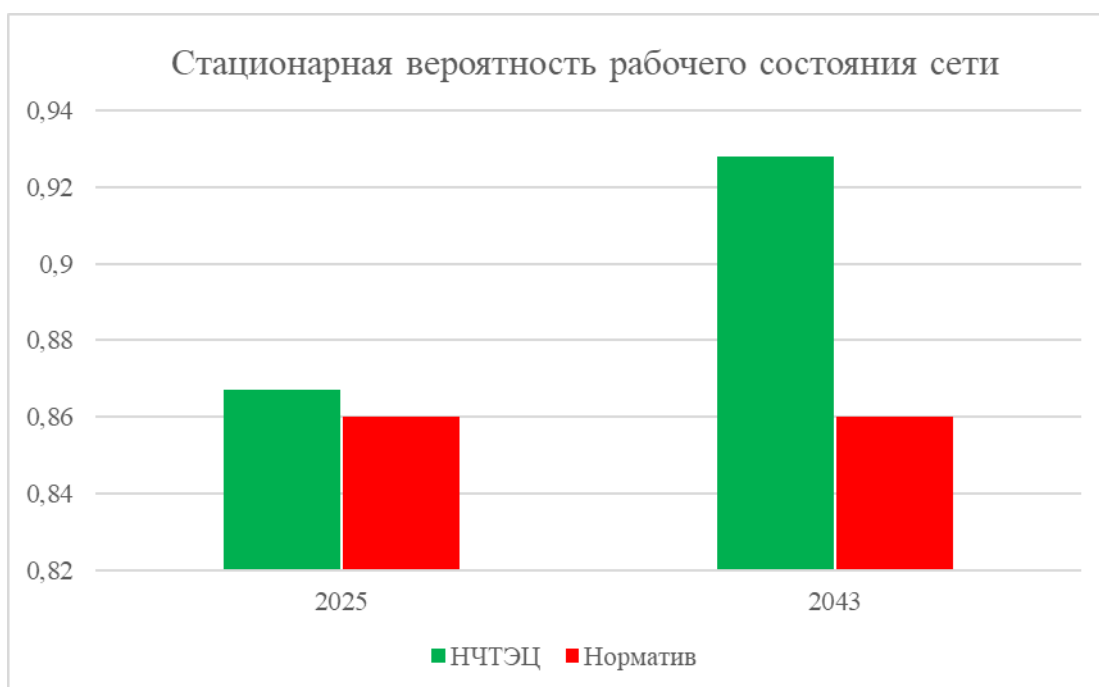


Рис. 6.3. Сравнительный анализ нормативного и фактического показателя стационарной вероятности рабочего состояния сети тепловодов НЧТЭЦ АО «Татэнерго» до 2043 года

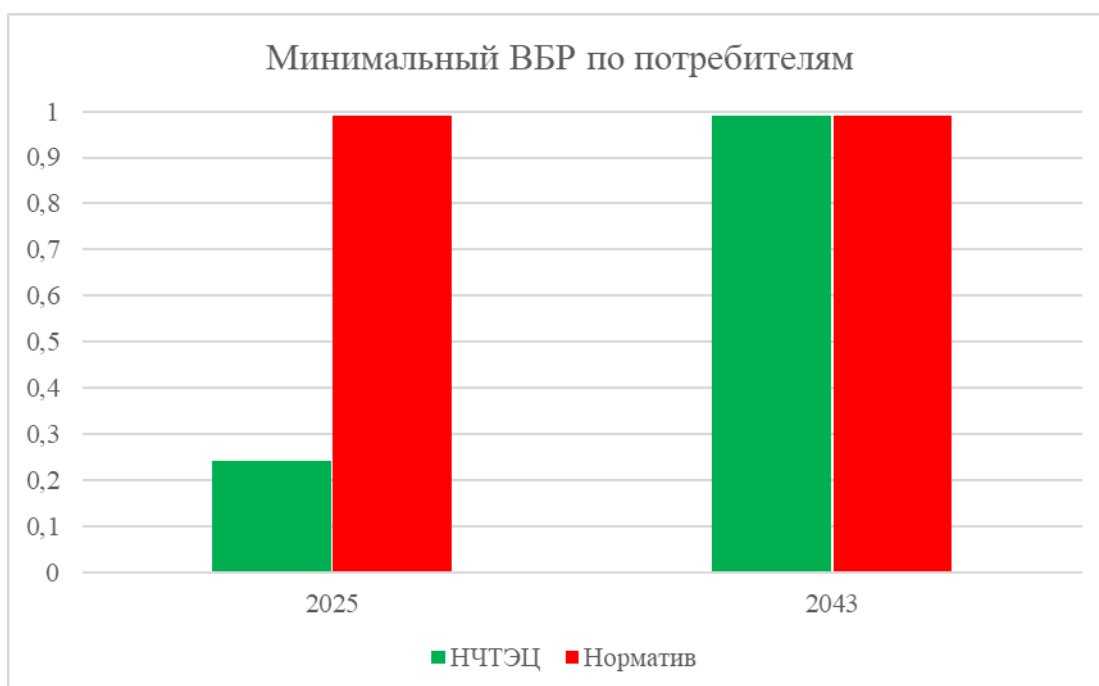


Рис. 6.4. Сравнительный анализ нормативного и фактического минимального показателя ВБР потребителей тепловодов НЧТЭЦ АО «Татэнерго» до 2043 года

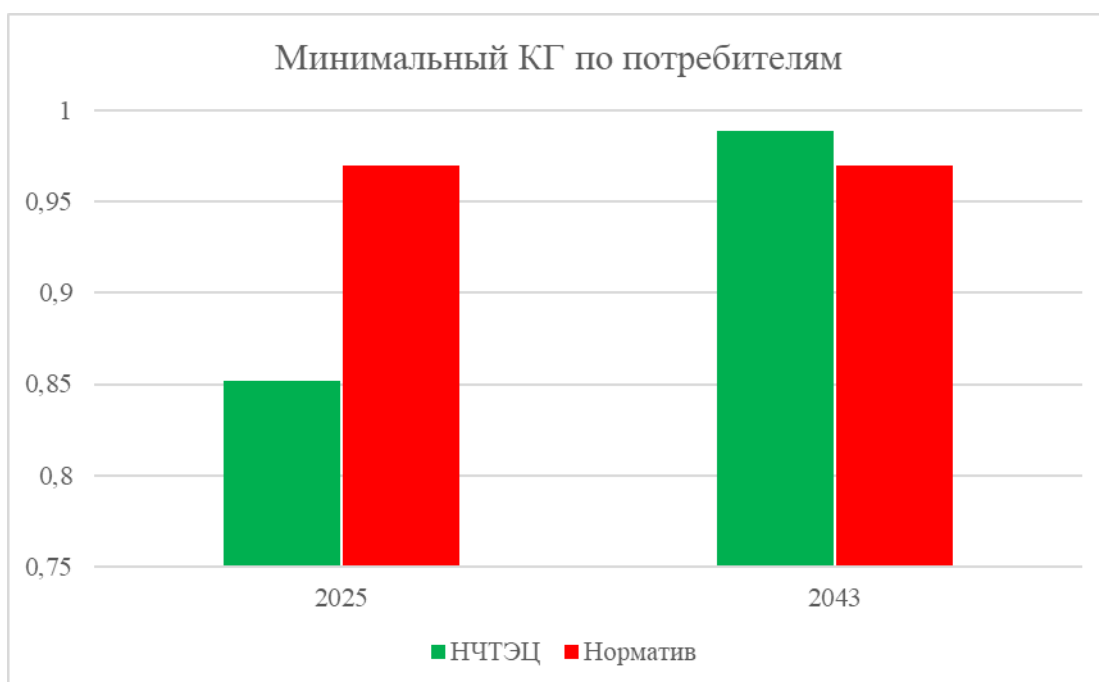


Рис. 6.5. Сравнительный анализ нормативного и фактического минимального показателя готовности системы теплоснабжения к исправной работе тепловодов НЧТЭЦ АО «Татэнерго» до 2043 года

Таким образом, согласно рис. 6.3 стационарная вероятность рабочего состояния сети становится выше нормативного значения (СТЦ в целом=0,86).

Согласно рис. 6.4 минимальная величина вероятности безотказной работы потребителей теплоты становится выше нормативного значения (ВБР=0,99). ВБР промышленных объектов, парковок и гаражей, находящихся в удаленных районах п. ЗЯБ и п. Сидоровка находится в интервале от 0,904309 до 1.

Согласно рис. 6.5 минимальная величина показателя коэффициента готовности системы теплоснабжения к исправной работе с учетом поэтапной перекладки трубопроводов становится выше нормативного значения (КГ=0,97).

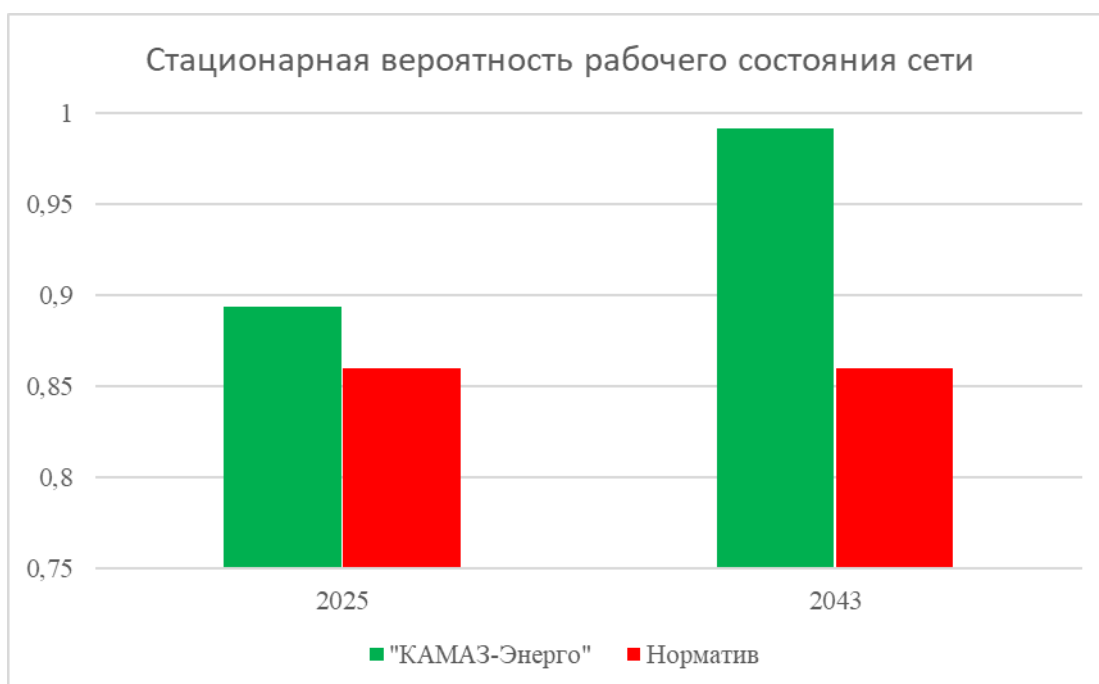


Рис. 6.6. Сравнительный анализ нормативного и фактического показателя стационарной вероятности рабочего состояния сети тепловодов ООО «КамАЗ-Энерго» до 2043 года

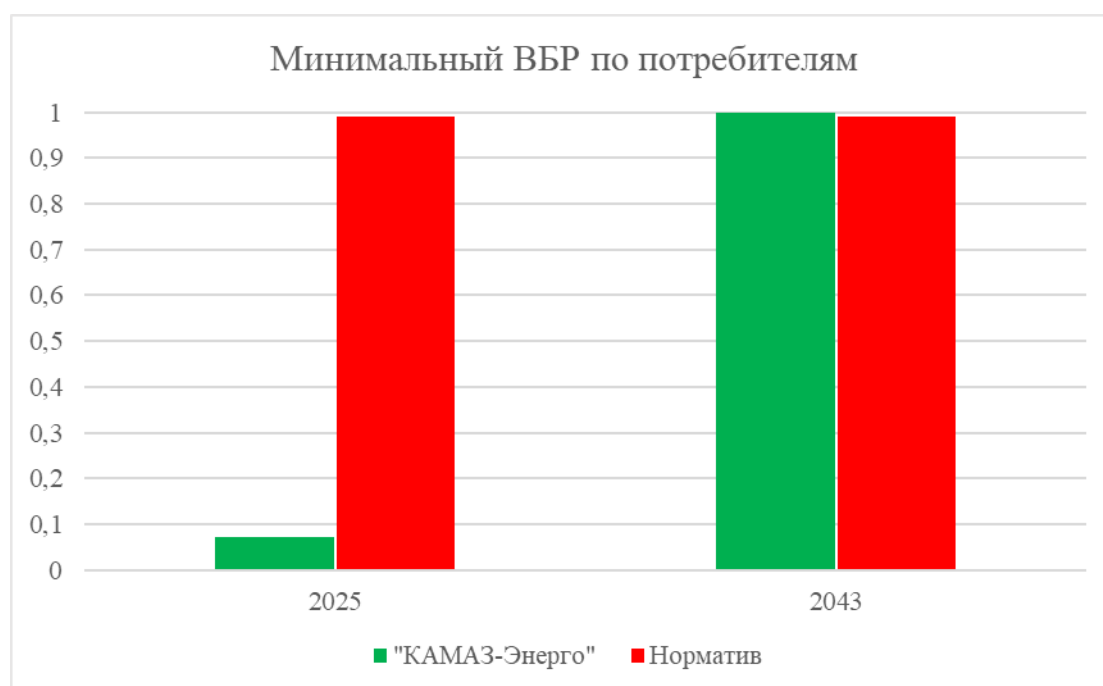


Рис. 6.7. Сравнительный анализ нормативного и фактического минимального показателя ВБР потребителей тепловодов ООО «КАМАЗ-Энерго» до 2043 года

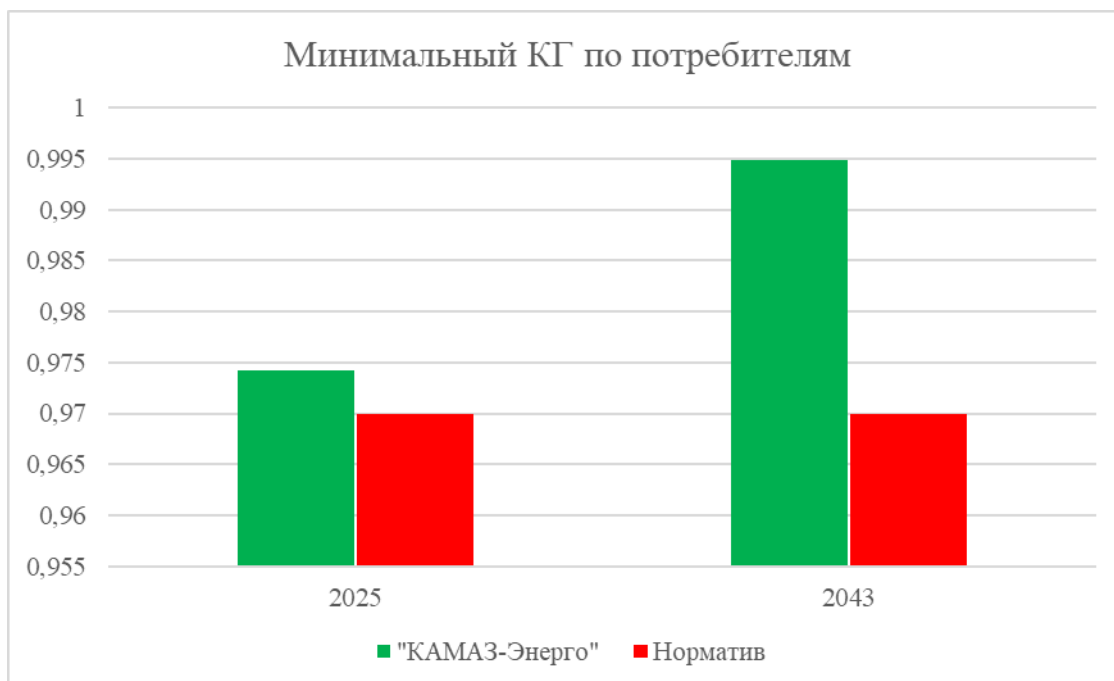


Рис. 6.8. Сравнительный анализ нормативного и фактического минимального показателя готовности системы теплоснабжения к исправной работе тепловодов ООО «КАМАЗ-Энерго» до 2043 года

Таким образом, согласно рис. 6.6 стационарная вероятность рабочего состояния сети становится выше нормативного значения (СТЦ в целом=0,86).

Согласно рис. 6.7 минимальная величина вероятности безотказной работы потребителей теплоты становится выше нормативного значения (ВБР=0,99).

Согласно рис. 6.8 минимальная величина показателя коэффициента готовности системы теплоснабжения к исправной работе с учетом поэтапной перекладки трубопроводов становится выше нормативного значения (КГ=0,97).

В целях обеспечения нормативной надёжности системы теплоснабжения г. Набережные Челны АО «Татэнерго» предусматривает комплекс мероприятий по усилению ремонтно-восстановительных бригад, что позволяет не допустить повышения фактического времени восстановления повреждений в системе теплоснабжения потребителей выше нормативного значения.

В целях обеспечения надежного функционирования источника тепловой энергии Набережночелниской ТЭЦ, предусмотрено дублирование основных и вспомогательных инженерных систем и оборудования:

- электроснабжение – собственные нужды резервируются от шин различного класса напряжения, в случае обесточивания всего узла предусмотрено питание от ЗГРЭС и ПС-500 им. Щёлоково;

- топливоснабжение – предусмотрено резервное топливное хозяйство (мазут) на НЧТЭЦ и КЦ БСИ;
- водоснабжение – предусмотрено водоснабжение от ЗАО «Челныводоканал» по 4-м водоводам Ду-600мм;
- теплоснабжение – мощности водогрейных котлов достаточно для обеспечения аварийной нагрузки потребителей в размере 93% при требовании согласно СП 124.13330.2012 в размере 87,2%.

Так же разработан комплекс мероприятий, направленных на обеспечение бесперебойной работы станции, отражённый в соответствующих инструкциях и графиках обследования и диагностирования оборудования и инженерных систем. Данный перечень мероприятий соответствует требованиям НТД по обеспечению надёжной и безопасной эксплуатации, действующих на территории Российской Федерации.

## **7. План ликвидации аварийных ситуаций на тепловых сетях филиала АО «Татэнерго» - НЧТС**

В соответствии с требованиями п. 18. 1, раздела V Приказа Минэнерго России от 12.03.2013 № 103 «Об утверждении Правил оценки готовности к отопительному периоду» разработано положение о взаимодействии предприятий занятых в теплоснабжении потребителей. Положение определяет порядок взаимодействия участников системы теплоснабжения и порядок переключений.

Также в целях обеспечения надежного функционирования источника тепловой энергии Набережночелниской ТЭЦ, предусмотрено дублирование основных и вспомогательных инженерных систем и оборудования, которые имеют возможность быстрого оперативного переключения за счёт поперечных связей, предусмотренных компоновкой основного и вспомогательного оборудования:

- электроснабжение – собственные нужды резервируются от шин различного класса напряжения, в случае обесточивания всего узла предусмотрено питание от ЗГРЭС и ПС-500 им. Щёлоково;
- топливоснабжение – предусмотрено резервное топливное хозяйство (мазут) на НЧТЭЦ и КЦ БСИ;
- водоснабжение – предусмотрено водоснабжение от ЗАО «Челныводоканал» по 4-м водоводам Ду-600мм;
- теплоснабжение – мощности водогрейных котлов достаточно для обеспечения аварийной нагрузки потребителей в размере 93% при требовании согласно СП 124.13330.2012 в размере 87,2%.

Разработан комплекс мероприятий, направленных на обеспечение бесперебойной работы станции, отражённый в соответствующих инструкциях и графиках обследования и диагностирования оборудования и инженерных систем. Данный перечень мероприятий соответствует требованиям НТД по обеспечению надёжной и безопасной эксплуатации, действующих на территории Российской Федерации.

В случае выхода из строя источника котельного цеха БСИ, потребители обеспечиваются тепловой энергией от источника НЧТЭЦ, следовательно далее будет рассмотрены аварийные ситуации связанные с тепловодами, связанными с НЧТЭЦ.

**Перечень возможных технологических нарушений на тепловых сетях  
филиала АО «Татэнерго» - НЧТС:**

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Технологическое нарушение</b>                                                                                                                                                                     |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.               | Прекращение подачи теплоносителя от филиала АО «НЧТЭЦ»                                                                                                                                               |
| 2.               | Прекращение подачи теплоносителя от Котельного цеха БСИ                                                                                                                                              |
| 3.               | Повреждение (порыв) на магистральном подающем трубопроводе тепловой сети тепловода №110 (Ду-1000) в районе Камеры переключений между тепловой камерой К-2 и автодорогой №1.                          |
| 4.               | Повреждение (порыв) на магистральном обратном трубопроводе тепловой сети тепловода №110 (Ду-1000) в районе Камеры переключений между тепловой камерой К-2 и автодорогой №1.                          |
| 5.               | Повреждение (порыв) на магистральном обратном трубопроводе тепловой сети тепловода №210 (Ду-800мм) возле ТУ-27(в проходном коллекторе в районе остановки «Цирк» по пр. Сююмбике).                    |
| 6.               | Повреждение (порыв) на магистральном обратном трубопроводе тепловой сети тепловода №211 (Ду-600мм) в проходном коллекторе по пр. Дружба Народов между ТУ-27 и ТУ-49.                                 |
| 7.               | Повреждение (порыв) на магистральном обратном трубопроводе тепловой сети тепловода №211 (Ду-600мм) в проходном коллекторе в районе КТС-75, между ТУ-38а и ТУ-40.                                     |
| 8.               | Повреждение (порыв) на магистральном подающем трубопроводе тепловой сети тепловода №111 (Ду-800, 900) в ТУ- 8 и ТУ-89.                                                                               |
| 9.               | Повреждение (порыв) на магистральном обратном трубопроводе тепловой сети (Ду-900) тепловода №111 по Московскому пр-ту в проходном коллекторе в районе КТС-18, между ТУ-89 и ТУ-8.                    |
| 10.              | Повреждение (порыв) на магистральном подающем трубопроводе тепловой сети тепловода №211(Ду-700мм) в проходном коллекторе между ТУ-35 в сторону ТУ-36А по проспекту Сююмбике в районе 16-й комплекса. |
| 11.              | Повреждение (порыв) на магистральном обратном трубопроводе тепловой сети тепловода №211 (ду-600) между ТУ-11 и ТУ-12 в проходном коллекторе по пр. Сююмбике у НО-64 (ж/д 23/05).                     |
| 12.              | Повреждение (порыв) на магистральном подающем трубопроводе тепловой сети тепловода №210(Ду-900мм) в районе КТС-96 (Налоговая инспекция, 11 комплекс).                                                |
| 13.              | Повреждение (порыв) на магистральном подающем трубопроводе тепловой сети тепловода №312 (Ду-400мм) между ТУ-71 и ТУ-69, в районе КТС-141 (по улице Усманова, ж/д 46/13).                             |
| 14.              | Повреждение (порыв) на магистральном обратном трубопроводе тепловой сети тепловода №410(Ду-1000) между Павильоном и УТ-3 НО-7.                                                                       |
| 15.              | Повреждение (порыв) на магистральном подающем трубопроводе тепловой сети тепловода №320 (Ду-900) между ТУ-86 и ТУ-97.                                                                                |
| 16.              | Повреждение (порыв) на магистральном обратном трубопроводе тепловода №320 (Ду-900) между ТУ-86 и ТУ-97.                                                                                              |

|     |                                                                                                                                                                           |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17. | Повреждение (порыв) на магистральном подающем трубопроводе тепловой сети тепловода №310(Ду-700) в районе, НО-415 между ТУ-46 и ТУ-59А.                                    |
| 18. | Повреждение (порыв) на магистральном подающем трубопроводе тепловой сети тепловода №210(Ду-1000) между Камерой переключений и ТУ-23А.                                     |
| 19. | Повреждение (порыв) на магистральном обратном трубопроводе тепловой сети тепловода №210 (Ду-1000) между Камерой переключений и ТУ-23А.                                    |
| 20. | Повреждение (порыв) на магистральном подающем трубопроводе тепловой сети тепловода №310 (Ду-700) между Камерой переключений и ТУ-87.                                      |
| 21. | Повреждение (порыв) на магистральном обратном трубопроводе тепловой сети тепловода №310 (Ду-700) между Камерой переключений и ТУ-87.                                      |
| 22. | Повреждение (порыв) на магистральном подающем трубопроводе тепловой сети тепловода №100 (Ду-1000) между НЧТЭЦ и ст.499.                                                   |
| 23. | Повреждение (порыв) на магистральном обратном трубопроводе тепловой сети тепловода №100 (ду-1000) между НЧТЭЦ и ст.499.                                                   |
| 24. | Повреждение (порыв) на магистральном обратном трубопроводе тепловой сети тепловода №510 между ПНС-Сидоровка (ду-700) и тепловой камерой №303 напротив жилого дома С-12-3. |
| 25. | Повреждение (порыв) на магистральном подающем трубопроводе тепловой сети тепловода 17-юз (ду-400) между тепловой камерой №100 и №143 по улице Комарова.                   |
| 26. | Повреждение (порыв) на магистральном подающем трубопроводе тепловой сети тепловода №17А-юз (ду-400) между тепловой камерой №290 и №291/1 у а/д по проспекту М.Джалиля.    |
| 27. | Пожар на объектах филиала АО «Татэнерго» - НЧТС.                                                                                                                          |
| 28. | Затопление подвального помещения (здания)                                                                                                                                 |
| 29. | Технологическое нарушение ПНС-9, требующее останова оборудования.                                                                                                         |
| 30. | Технологическое нарушение на ПНС-Сидоровка, требующее останова оборудования.                                                                                              |
| 31. | Технологическое нарушение на ПНС-7, требующее останова оборудования.                                                                                                      |
| 32. | Технологическое нарушение на ПНС-5, требующее останова оборудования.                                                                                                      |
| 33. | Технологическое нарушение на ПНС-6, требующее останова оборудования.                                                                                                      |
| 34. | Технологическое нарушение на ПНС-6, ПНС-6, требующее останова оборудования.                                                                                               |
| 35. | Технологическое нарушение на ПНС-9, ПНС-Сидоровка, требующее останова оборудования.                                                                                       |

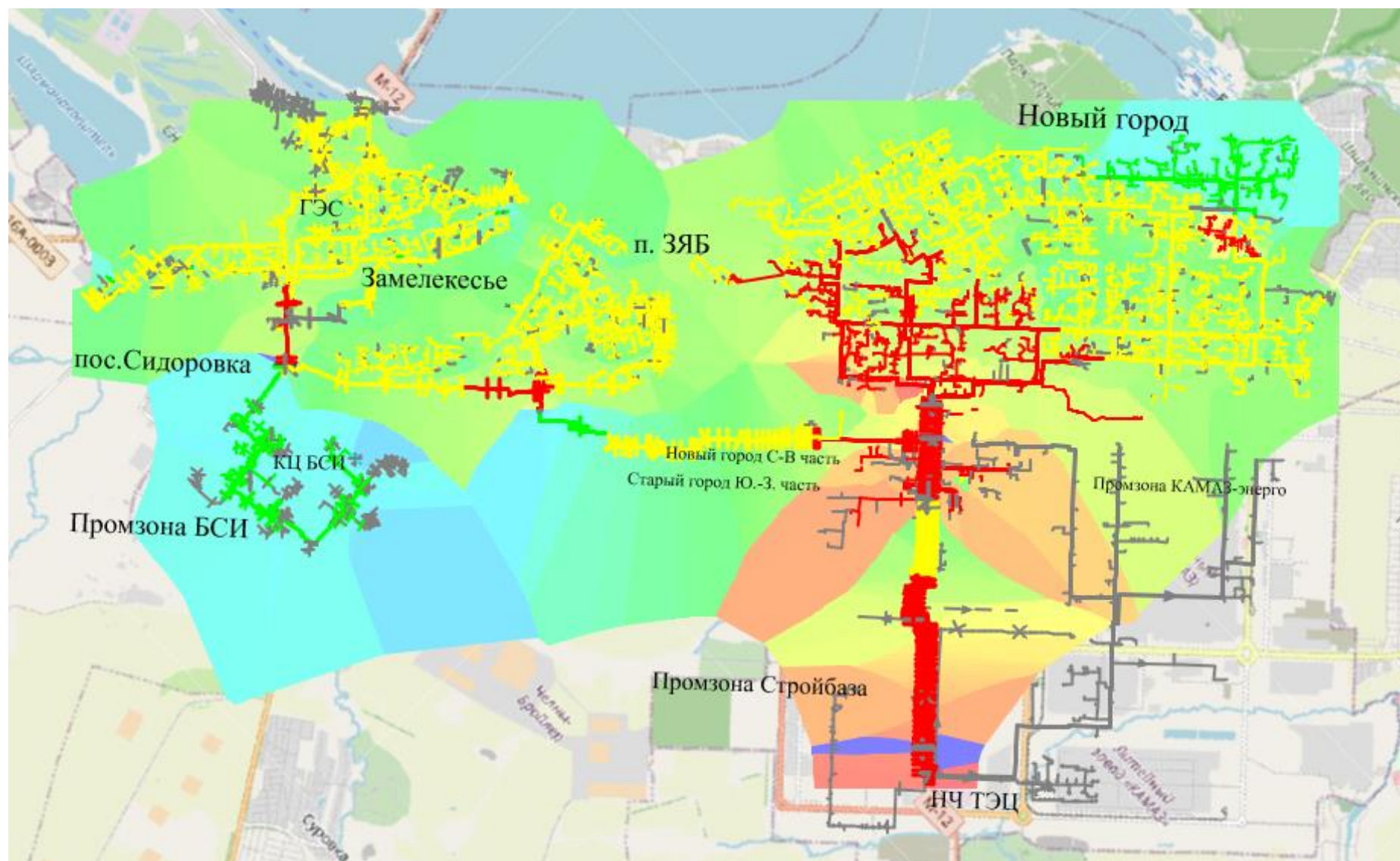


Рис. 7.1 Зоны располагаемых напоров на вводах потребителей в штатном режиме работы системы теплоснабжения

|       |        |  |
|-------|--------|--|
|       | 5.00   |  |
| 5.00  | 15.00  |  |
| 15.00 | 30.00  |  |
| 30.00 | 60.00  |  |
| 60.00 | 200.00 |  |

Рис. 7.2 Градация зон с располагаемыми напорами на вводах потребителей, м.

Рассмотрим некоторые аварийные ситуации подробнее.

### **7.1 Повреждение (порыв) на магистральном подающем трубопроводе тепловой сети тепловода №110 (Ду-1000) в районе Камеры переключений между тепловой камерой К-2 и автодорогой №1.**

При указанном повреждении:

- Под отключением: жилых домов нет.
- Растекание горячей сетевой воды с температурой 100°C и выше на территорию, прилегающую к авто - дороге № I и трамвайным путям в районе СТО «Диагностика».
- Опасность несчастного случая и ДТП.

Порядок действий должностных лиц:

1. Оповещает об технологическом нарушении руководство филиала АО «Татэнерго» - НЧТС, НСС АО «Татэнерго» - НЧТЭЦ, ОПК и ТБ, группу экономической защиты и режима, дежурного Исполнительного комитета, Ростехнадзор, МЧС, УФСБ, диспетчерские службы потребителей. Вызывает на место повреждения ДПС ГИБДД для перекрытия движения на опасном участке а/дороги № I. Оповещает об опасности движения трамваев диспетчера Трамвайного управления.

2. Вызывает на работу начальника ДС, руководителей служб филиала АО «Татэнерго» - НЧТС: РСЦ, СМТС, СНИИ.

3. Силами оперативного персонала ДС производит необходимые переключения для локализации технологического нарушения и организации аварийно-восстановительных работ:

- Предупреждает НСС НЧТЭЦ о начале переключений на ПС-110;
- Закрывает задвижки на ПС-110: КП-задвижку № 1с (Ду-800).
- ТУ-1 - задвижку № 1с (Ду-800).
- ТК-1 - задвижку №1 на ПС в сторону потребителей;

Уз. - 1,05 - задвижку №1 на ОС в сторону потребителей;

Открывает для опорожнения отключенного участка ПС-110 дренажи:

КП-задвижку №1 1д(Ду-100)

- К-2 - задвижку №1д;
- ТУ-1 - задвижку №1д.

4. Поднимает давление на НЧТЭЦ до максимально возможных значений. При не достаточном давлении в подающем трубопроводе делает необходимые переключения:

- ПНС-1 - запускает насос на ОС-200;
- ПНС -5 - запускает насос на ПС-100;
- ПНС-6 - запускает насосы на ПС-200, ПС-300.

Последствие аварии для потребителей:

- под влияние аварии попадают 1864 потребителей, суммарной присоединенной нагрузкой на систему отопления 1007,749 Гкал/час;
- отсутствуют потребители с прекращением теплоснабжения;
- отсутствуют потребители с риском увеличения давления в обратном трубопроводе до сверхдопустимых значений.

### **Результаты расчёта гидравлического режима работы систем теплоснабжения при аварийной ситуации**

Источник ID=29966 ТЭЦ:

|                                                      |                  |
|------------------------------------------------------|------------------|
| Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час | 1007.749, Гкал/ч |
| Расход тепла на систему отопления                    | 694.878, Гкал/ч  |
| Расход тепла на систему вентиляции                   | 74.032, Гкал/ч   |
| Расход тепла на закрытые системы ГВС                 | 145.514, Гкал/ч  |
| Расход тепла на циркуляцию                           | 0.040, Гкал/ч    |
| Тепловые потери в подающем трубопроводе              | 41.79264, Гкал/ч |
| Тепловые потери в обратном трубопроводе              | 23.13395, Гкал/ч |
| Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе       | 16.45163, Гкал/ч |
| Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе       | 9.03749, Гкал/ч  |
| Потери тепла от утечек в системах теплопотребления   | 2.86957, Гкал/ч  |
| Суммарный расход в подающем трубопроводе             | 18861.657, т/ч   |
| Суммарный расход в обратном трубопроводе             | 18502.055, т/ч   |
| Суммарный расход на подпитку                         | 359.602, т/ч     |
| Суммарный расход на систему отопления                | 14966.262, т/ч   |
| Суммарный расход на систему вентиляции               | 1551.874, т/ч    |
| Расход воды на параллельные ступени ТО               | 2174.347, т/ч    |
| Расход воды на утечки из подающего трубопровода      | 155.05013, т/ч   |
| Расход воды на утечки из обратного трубопровода      | 155.04718, т/ч   |
| Расход воды на утечки из систем теплопотребления     | 49.50441, т/ч    |
| Давление в подающем трубопроводе                     | 119.996, м       |
| Давление в обратном трубопроводе                     | 20.000, м        |
| Располагаемый напор                                  | 99.996, м        |
| Температура в подающем трубопроводе                  | 114.000, °С      |
| Температура в обратном трубопроводе                  | 61.652, °С       |

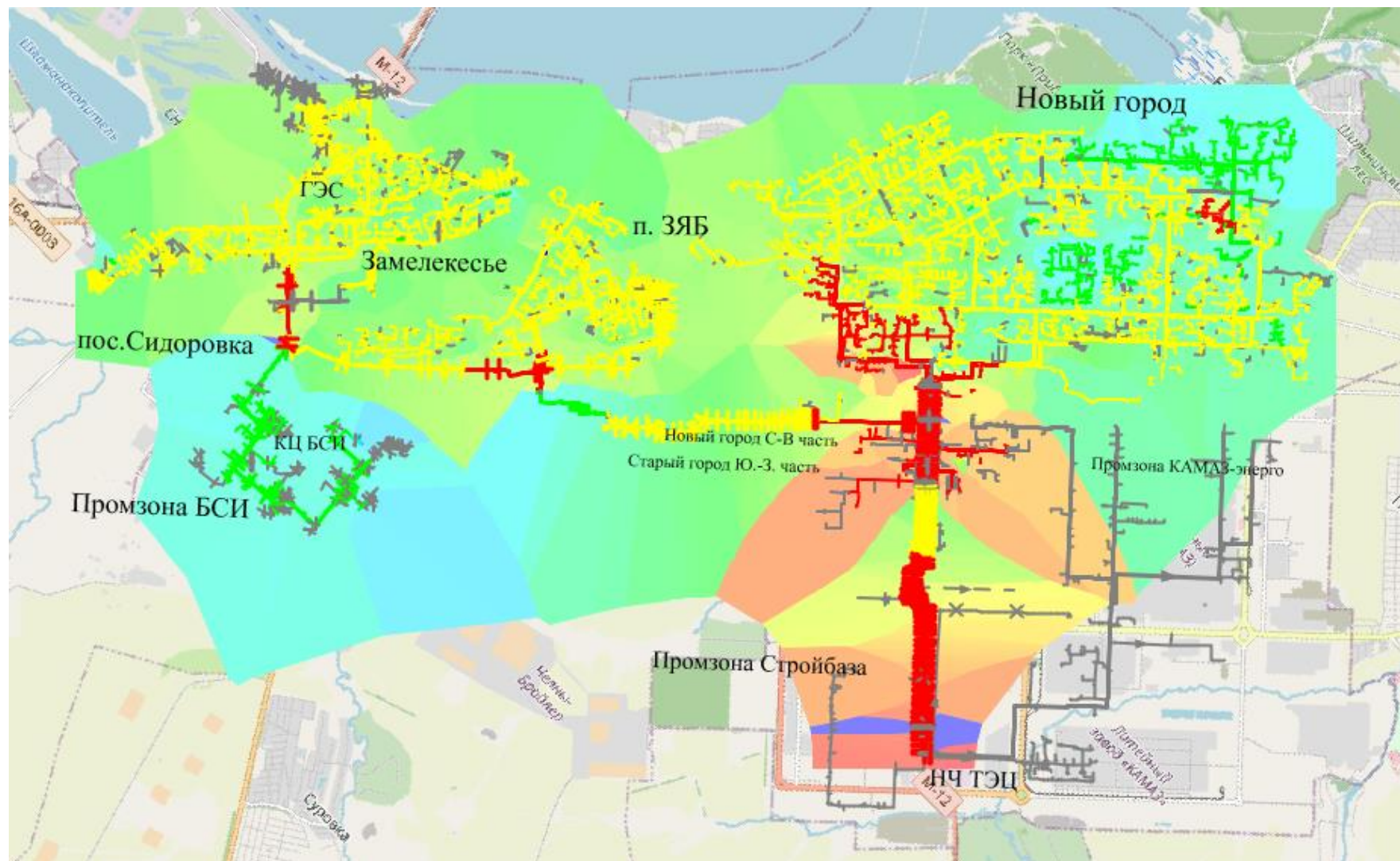


Рис. 7.3 Зоны располагаемых напоров на вводах потребителей в рассматриваемом аварийном режиме №1

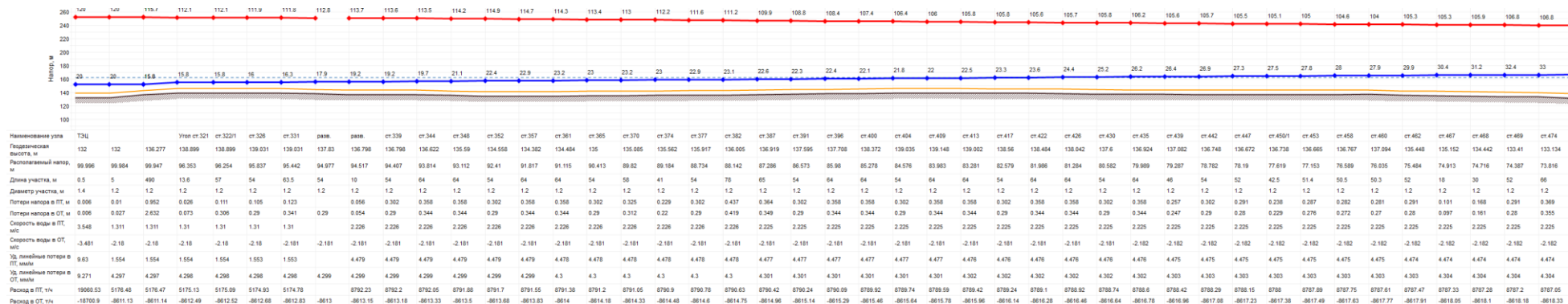
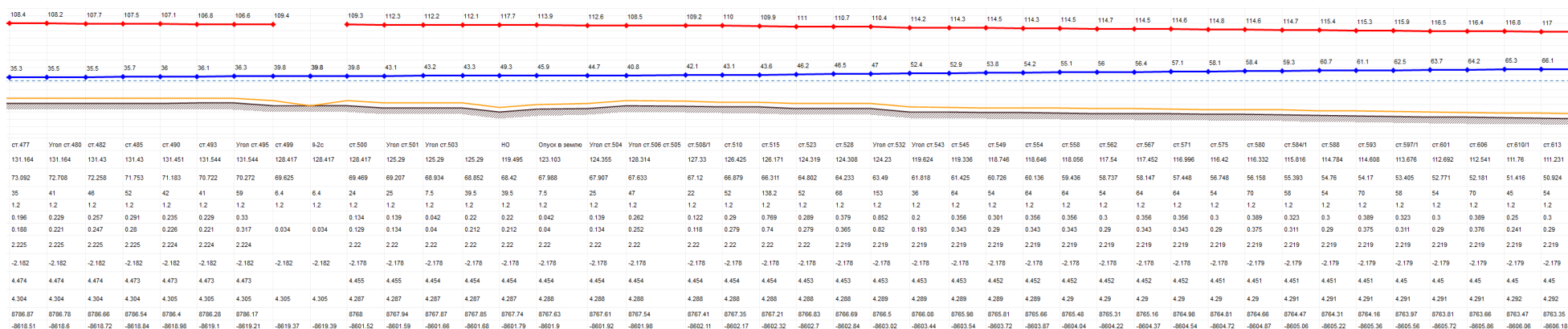


Рис. 7.4 Пьезометр до самого удаленного потребителя «ж.д. 50-20» под влиянием аварии, в рассматриваемом аварийном режиме №1



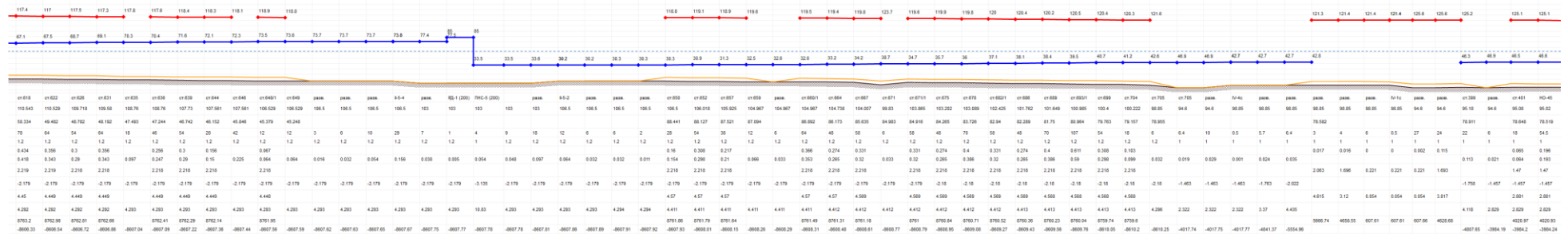


Рис. 7.4 (продолжение) Пьезометр до самого удаленного потребителя «ж.д. 50-20», под влиянием аварии в рассматриваемом аварийном режиме №1

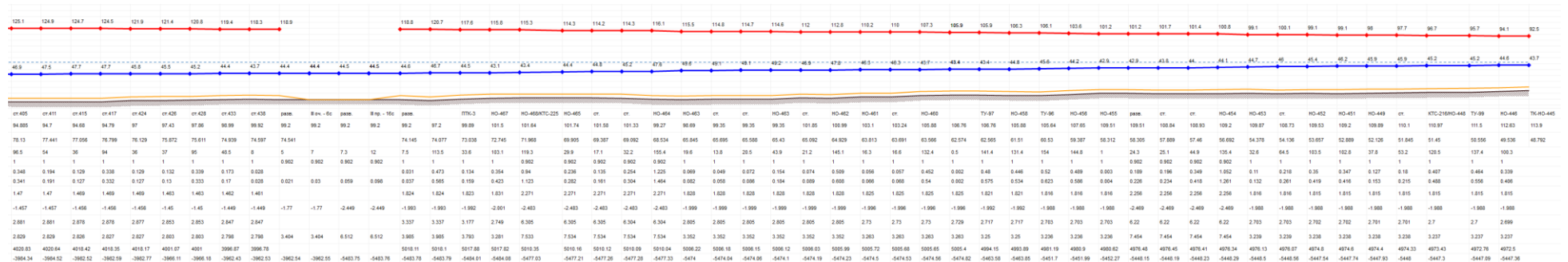


Рис. 7.4 (продолжение) Пьезометр до самого удаленного потребителя «ж.д. 50-20» под влиянием аварии, в рассматриваемом аварийном режиме №1



## **7.2 Повреждение (порыв) на магистральном обратном трубопроводе тепловой сети (Ду-900) тепловода №111 по Московскому пр-ту в проходном коллекторе теплосети в районе КТС-18, между ТУ-89 и ТУ-8.**

При указанном повреждении:

- Под отключением отопление и горячее водоснабжение: объектов 1, 2, 3, 28, 29, 30 комплексов полностью, 53/26, 27, 28, 42; ж/дома - 83 шт.; д/сады - 6 шт.; школы - 5 шт.; горздрав - 3 объекта.
- Снижение тепловой нагрузки НЧТЭЦ на 218,0 Гкал/час.

Порядок действий должностных лиц:

1. Оповещает об технологическом нарушении руководство филиала АО «Татэнерго» - НЧТС, НСС филиала АО «Татэнерго»- НЧТЭЦ, ОПК и ТБ, группу экономической защиты и режима, дежурного Исполнительного комитета, Ростехнадзор, МЧС, УФСБ, диспетчерские службы потребителей 1, 2, 3, 28, 29, 30 комплексов полностью, 53/26, 27, 28, 42

2. Силами оперативного персонала ДС производит необходимые переключения для локализации технологического нарушения и организации аварийно-восстановительных работ: Закрывает задвижки на обратном трубопроводе теплосети:

- ТУ-4 - задвижку № 1с (Ду-600) в сторону ТУ-7;
- ТУ-4 - задвижку № 3с (Ду-300) в сторону 1-3 к-сов;
- ТУ-4 - задвижку № 5с (Ду-150) в сторону 54 к-са;
- ТУ-7 - задвижку № 1с (Ду-300) в сторону 30 к-са;
- ТУ-7 - задвижку № 3с (Ду-300) в сторону Рынка;
- ТУ-8 - задвижку № 1с (Ду-500) в сторону ТУ-19;
- ТУ-8 - задвижку № 3с (Ду-800) в сторону ТУ-84;
- ТУ-9 - задвижку № 5с (Ду-500) в сторону ТУ-10;
- ТУ-9 - задвижку 1с (Ду-300) в сторону 29 комплекса;
- ТУ-9 - задвижку 3с (Ду-300) в сторону органного зала «России».

Открывает для опорожнения отключенного участка ОС-111 дренажи:

- ТУ-8 - задвижку № 2д (Ду-300);
- ТУ-9-задвижку № 4п, 7д (ду-125).
- ТУ-4-задвижку № 4д (ду-100).
- ТУ-7 - задвижку № 2д (Ду-80).

3. После отключения поврежденного участка теплосети дает

указание НСС НЧТЭЦ снизить тепловую нагрузку на 92,51 Гкал/час (либо дает указание потребителям собрать схему отопления с подачи теплосети на слив, ГВС отключить полностью).

4. Оповещает и вызывает на работу руководителей СМТС, РСЦ, для организации аварийно - восстановительных работ.

Ведет оперативные переговоры и запись оперативных действий и указаний в хронологическом порядке.

Последствие аварии для потребителей:

- под влияние аварии попадают 2692 потребителей, суммарной присоединенной нагрузкой на систему отопления 958,824 Гкал/час;

- под влиянием аварии у 237 потребителей отключается теплоснабжение с суммарной присоединенной нагрузкой на систему отопления 59,135 Гкал/час;

- отсутствуют потребители с риском увеличения давления в обратном трубопроводе до сверхдопустимых значений.

#### **Результаты расчёта гидравлического режима работы систем теплоснабжения при аварийной ситуации**

Источник ID=29966 ТЭЦ:

|                                                      |                  |
|------------------------------------------------------|------------------|
| Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час | 958.824, Гкал/ч  |
| Расход тепла на систему отопления                    | 656.473, Гкал/ч  |
| Расход тепла на систему вентиляции                   | 67.647, Гкал/ч   |
| Расход тепла на закрытые системы ГВС                 | 143.748, Гкал/ч  |
| Расход тепла на циркуляцию                           | 0.040, Гкал/ч    |
| Тепловые потери в подающем трубопроводе              | 40.65887, Гкал/ч |
| Тепловые потери в обратном трубопроводе              | 22.64728, Гкал/ч |
| Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе       | 16.10109, Гкал/ч |
| Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе       | 8.80801, Гкал/ч  |
| Потери тепла от утечек в системах теплопотребления   | 2.70013, Гкал/ч  |
| Суммарный расход в подающем трубопроводе             | 17909.845, т/ч   |
| Суммарный расход в обратном трубопроводе             | 17561.138, т/ч   |
| Суммарный расход на подпитку                         | 348.707, т/ч     |
| Суммарный расход на систему отопления                | 14171.285, т/ч   |
| Суммарный расход на систему вентиляции               | 1418.681, т/ч    |
| Расход воды на параллельные ступени ТО               | 2154.311, т/ч    |
| Расход воды на утечки из подающего трубопровода      | 151.16578, т/ч   |
| Расход воды на утечки из обратного трубопровода      | 150.94980, т/ч   |
| Расход воды на утечки из систем теплопотребления     | 46.59179, т/ч    |
| Давление в подающем трубопроводе                     | 119.996, м       |
| Давление в обратном трубопроводе                     | 20.000, м        |

|                                     |             |
|-------------------------------------|-------------|
| Располагаемый напор                 | 99.996, м   |
| Температура в подающем трубопроводе | 114.000, °C |
| Температура в обратном трубопроводе | 61.565, °C  |

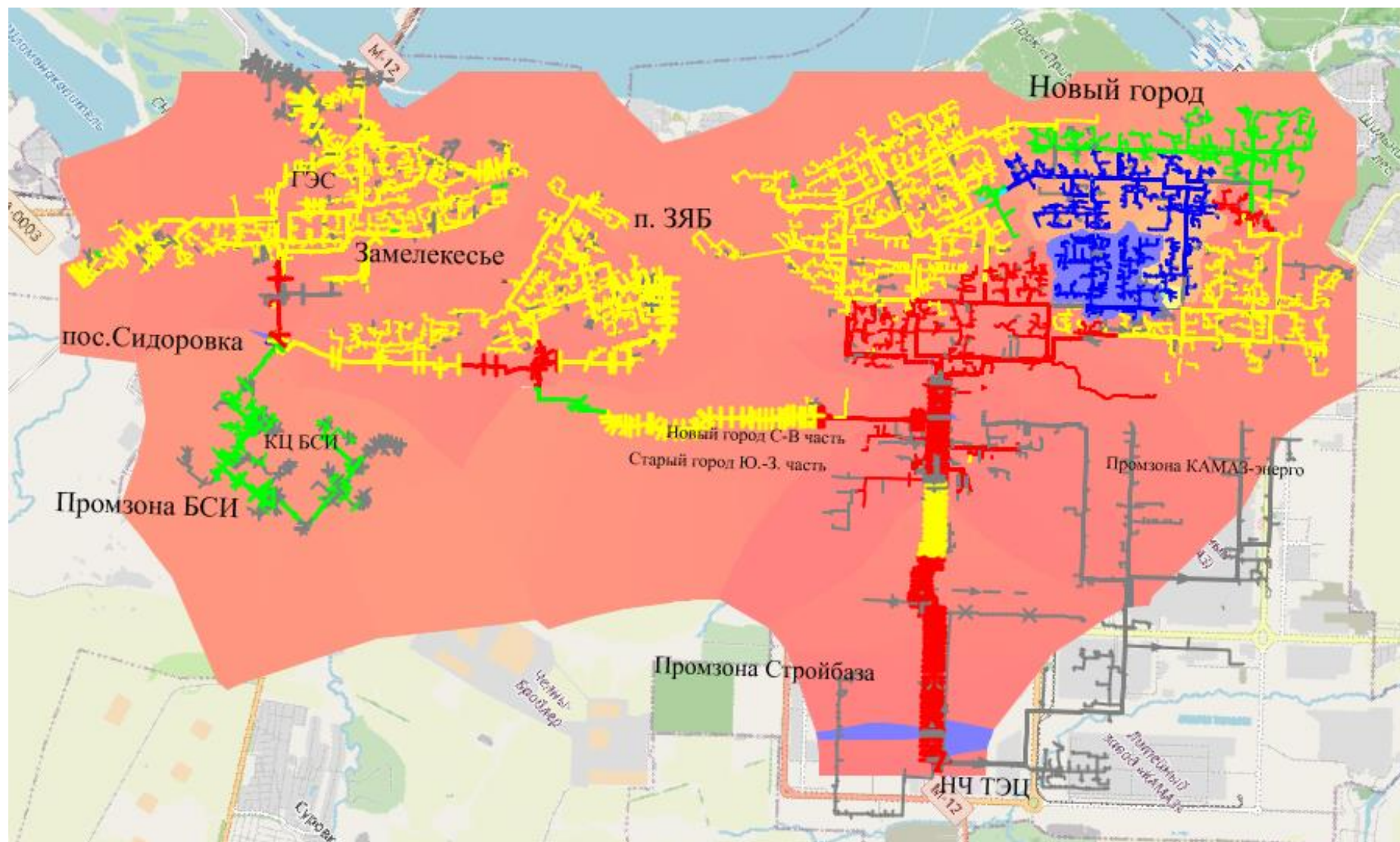


Рис. 7.5 Зоны располагаемых напоров на вводах потребителей в рассматриваемом аварийном режиме №2

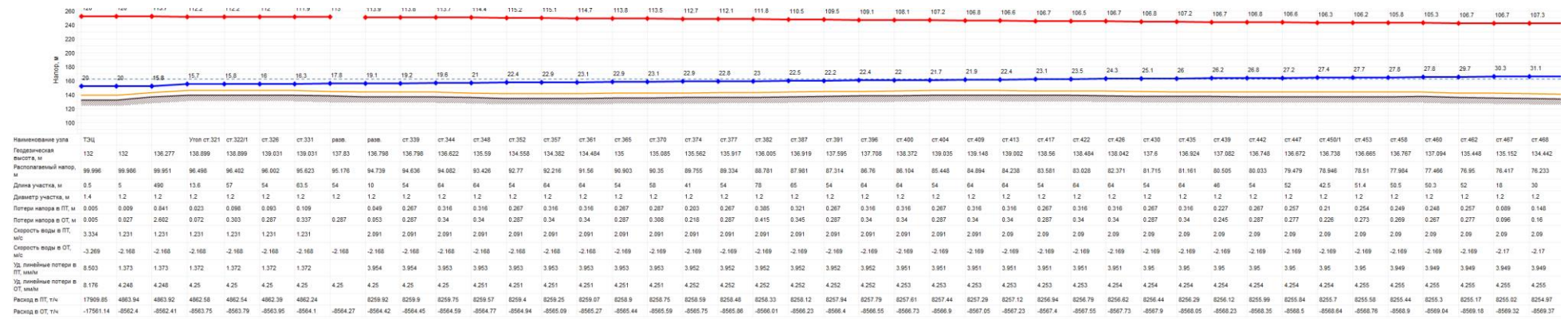
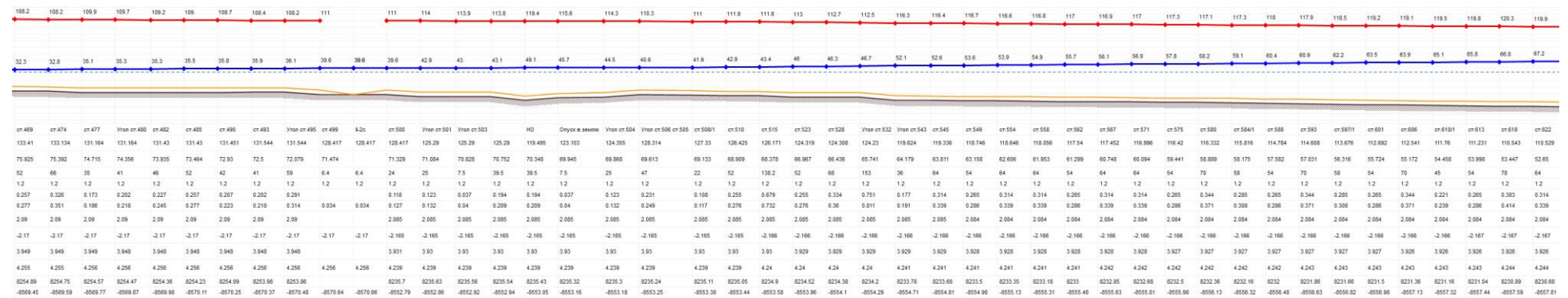


Рис. 7.6 Пьезометр до самого удаленного потребителя Детский сад №130 "Калейдоскоп" под влиянием аварии, в рассматриваемом аварийном режиме №2



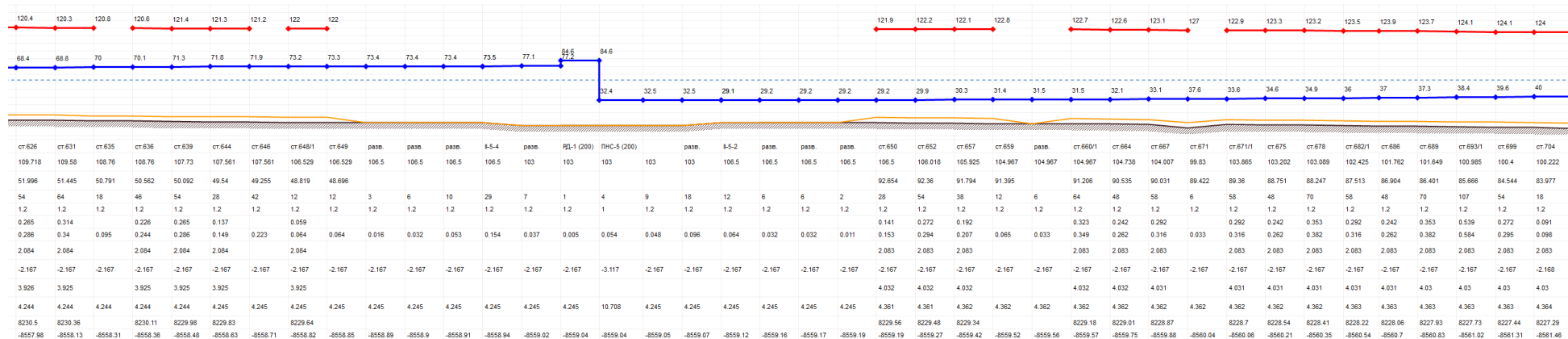


Рис. 7.6 (продолжение) Пьезометр до самого удаленного потребителя Детский сад №130 "Калейдоскоп" под влиянием аварии, в рассматриваемом аварийном режиме №2

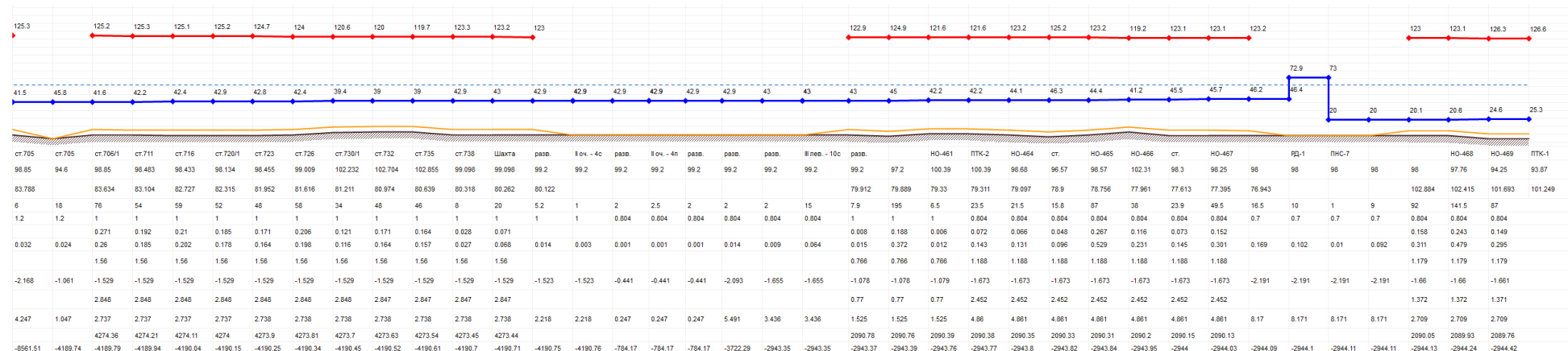
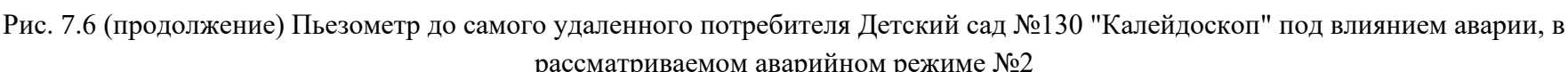
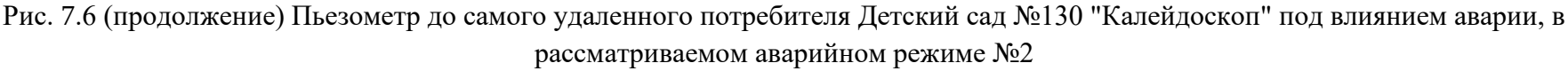


Рис. 7.6 (продолжение) Пьезометр до самого удаленного потребителя Детский сад №130 "Калейдоскоп" под влиянием аварии, в рассматриваемом аварийном режиме №2



### 7.3 Прекращение подачи теплоносителя от филиала АО «НЧТЭЦ».

При указанном повреждении:

- Потребители поселков Сидоровка, ГЭС, Замелекесье и промзоны БСИ обеспечиваются тепловой энергией в 100% объеме от резервного источника КЦ БСИ

- Под отключением: Потребители п. Зяб и «Новой город»

Результаты расчёта гидравлического режима работы систем теплоснабжения при аварийной ситуации

Последствие аварии для потребителей:

- под влияние аварии попадают 2946 потребителей, суммарной присоединенной нагрузкой на систему отопления 1007,9 Гкал/час;

- под влиянием аварии у 2258 потребителей отключается теплоснабжение с суммарной присоединенной нагрузкой на систему отопления 840,293 Гкал/час;

- отсутствуют потребители с риском увеличения давления в обратном трубопроводе до сверхдопустимых значений.

Источник ID=13249 Тепловая станция БСИ:

|                                                      |                 |
|------------------------------------------------------|-----------------|
| Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час | 177.666, Гкал/ч |
| Расход тепла на систему отопления                    | 112.921, Гкал/ч |
| Расход тепла на систему вентиляции                   | 12.171, Гкал/ч  |
| Расход тепла на закрытые системы ГВС                 | 33.906, Гкал/ч  |
| Расход тепла на циркуляцию                           | 0.042, Гкал/ч   |
| Тепловые потери в подающем трубопроводе              | 9.28160, Гкал/ч |
| Тепловые потери в обратном трубопроводе              | 5.21141, Гкал/ч |
| Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе       | 2.38275, Гкал/ч |
| Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе       | 1.30149, Гкал/ч |
| Потери тепла от утечек в системах теплопотребления   | 0.44965, Гкал/ч |
| Суммарный расход в подающем трубопроводе             | 3334.711, т/ч   |
| Суммарный расход в обратном трубопроводе             | 3281.197, т/ч   |
| Суммарный расход на подпитку                         | 53.513, т/ч     |
| Суммарный расход на систему отопления                | 2488.691, т/ч   |
| Суммарный расход на систему вентиляции               | 250.400, т/ч    |
| Расход воды на параллельные ступени ТО               | 565.203, т/ч    |
| Расход воды на утечки из подающего трубопровода      | 22.84672, т/ч   |
| Расход воды на утечки из обратного трубопровода      | 22.73774, т/ч   |
| Расход воды на утечки из систем теплопотребления     | 7.92888, т/ч    |
| Давление в подающем трубопроводе                     | 51.700, м       |
| Давление в обратном трубопроводе                     | 15.000, м       |
| Располагаемый напор                                  | 36.700, м       |

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| Температура в подающем трубопроводе | 114.000,°C |
| Температура в обратном трубопроводе | 61.631,°C  |

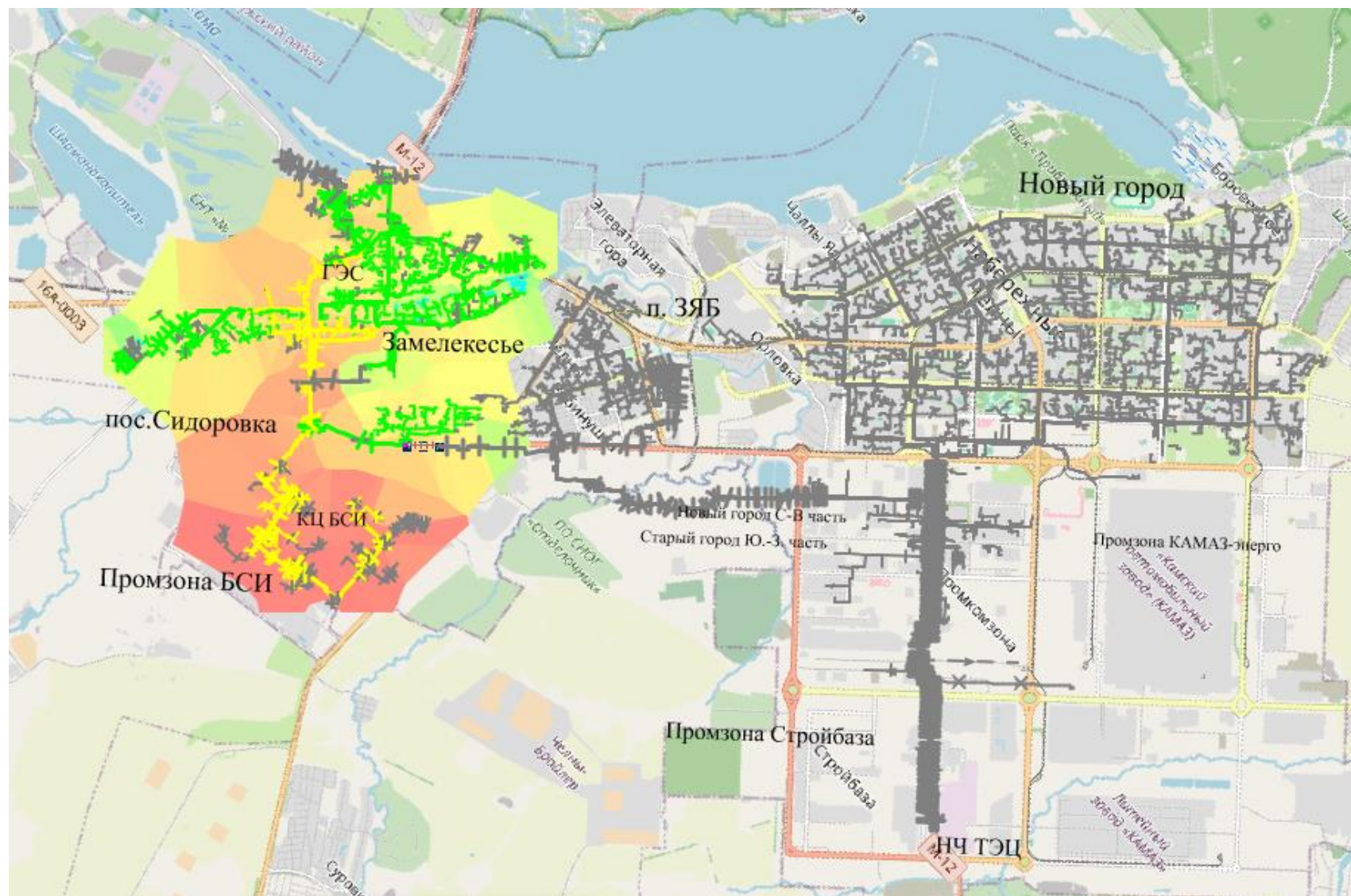


Рис. 7.7 Зоны располагаемых напоров на вводах потребителей в рассматриваемом аварийном режиме №3

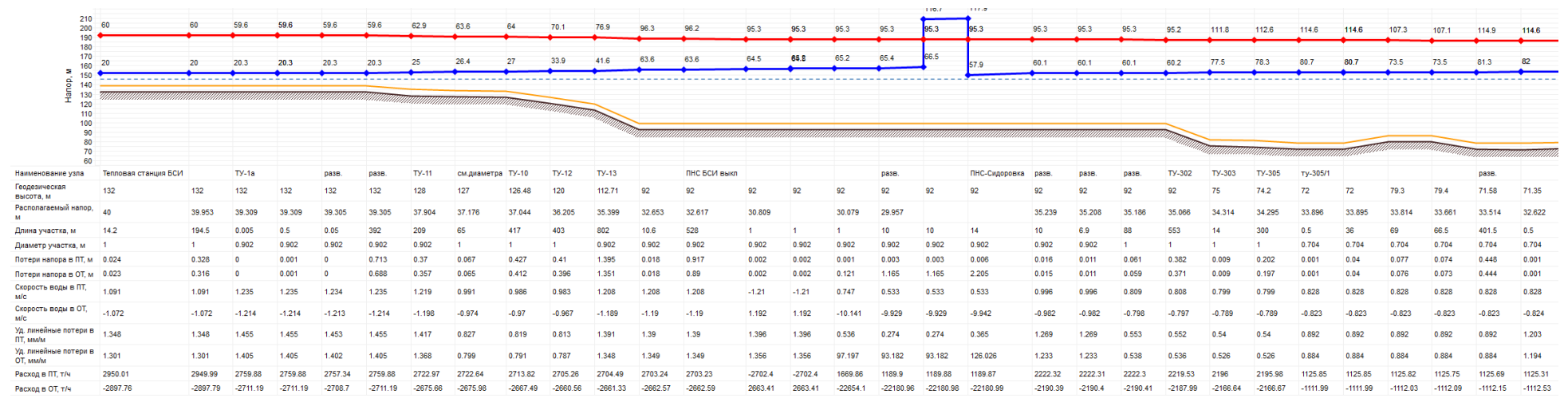


Рис. 7.8 Пьезометр до удаленного потребителя «Тукаевский РКЦ» под влиянием аварии, в рассматриваемом аварийном режиме №3

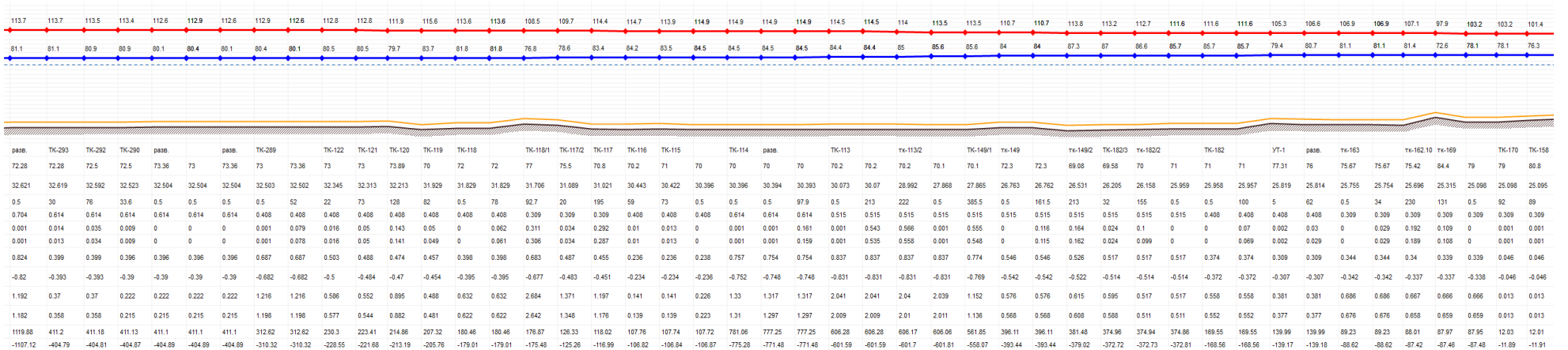


Рис. 7.8 (продолжение) Пьезометр до удаленного потребителя «Тукаевский РКЦ» под влиянием аварии, в рассматриваемом аварийном режиме №3

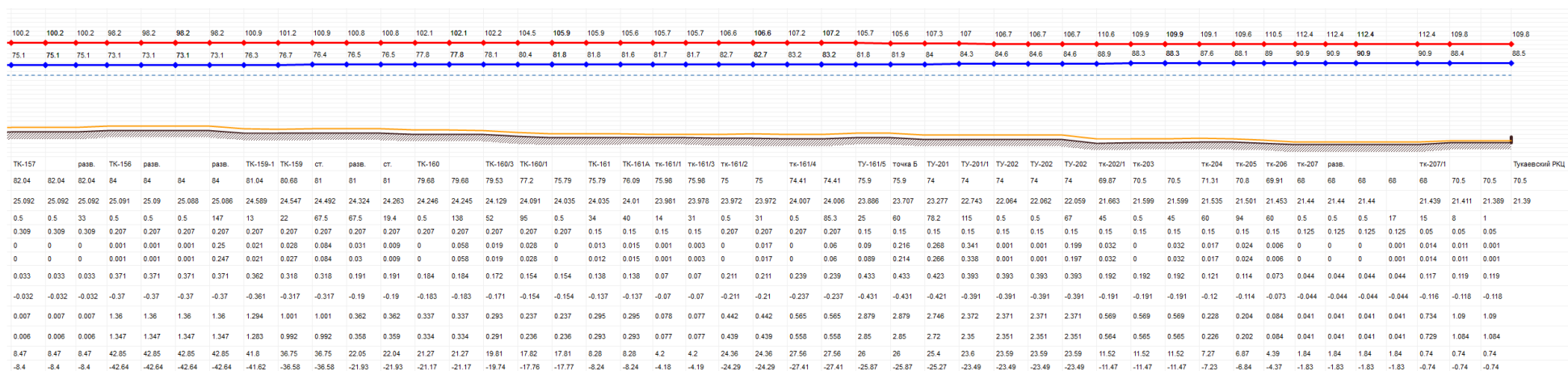


Рис. 7.8 (продолжение) Пьезометр до удаленного потребителя «Тукаевский РКЦ» под влиянием аварии, в рассматриваемом аварийном режиме №3