



# Схема теплоснабжения муниципального образования

г. Набережные Челны по 2036 год

Обосновывающие материалы

Глава 11. Оценка надежности теплоснабжения

## Содержание

1. Методика расчета показателей надежности тепловых сетей .....	4
1.1. Общие положения .....	4
1.2. Термины и определения .....	5
2. Методика расчета надежности теплоснабжения .....	8
2.1. Основные расчетные зависимости.....	8
2.2. Допущения, принятые в расчете .....	12
3. 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 .....	14
4. Расчет показателей надежности в системе теплоснабжения Набережночелнинской ТЭЦ ..	16
4.1. Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей северо-восточной части города (Новый город).....	16
4.2. Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей юго-западной части города (п. ГЭС и п. Сидоровка) .....	18
4.3. Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей юго-западной части города (п. ЗЯБ) .....	20
4.4. Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей БСИ .....	22

**Перечень рисунков**

Рис. 4.1. Схема тепловой сети северо-восточной части города (Новый город) ..... 17  
Рис. 4.2. Схема тепловой сети Юго-западной части города ..... 19  
Рис. 4.3. Схема тепловой сети Юго-западной части города п. ЗЯБ ..... 21  
Рис. 4.4. Схема тепловой сети БСИ ..... 23

**Перечень таблиц**

Табл. 2.1. Значения коэффициентов  $a, b, c$  ..... 9  
Табл. 2.2 . Расстояния между секционирующими задвижками в метрах и место их  
расположения ..... 9  
Табл. 3.1 . Показатели повреждаемости систем теплоснабжения НЧТС в зоне деятельности  
единой теплоснабжающей организации АО "Татэнерго" ..... 14  
Табл. 3.2 . Показатели восстановления в системе теплоснабжения НЧТС в зоне  
деятельности единой теплоснабжающей организации АО "Татэнерго" ..... 15  
Табл. 3.3 . Средний недоотпуск тепловой энергии на отопление потребителей в системе  
теплоснабжения НЧТС в зоне деятельности единой теплоснабжающей организации АО  
"Татэнерго" ..... 15

## 1. Методика расчета показателей надежности тепловых сетей

### 1.1. 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 °С;
- промышленных зданий до +8 °С.

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 [ $J$ ].

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 = 0,9×0,97×0,99 = 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;
- необходимостью 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.

## 1.2. 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, приводящие 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 устанавливаются 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».

### 2.1. Основные расчетные зависимости

- Интенсивность отказов теплопровода  $\lambda$  с учетом времени его эксплуатации рассчитывается по 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, при ведены в Табл. 2.1.

В зависимости от диаметра теплопровода, значения расстояний между секционирующими задвижками  $L_{сз}$  должно соответствовать требованиям СНиП 41–02–2003 «Тепловые сети», приведены в Табл. 2.2.

Табл. 2.1. Значения коэффициентов  $a, b, c$

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

Табл. 2.2 . 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:

$$\mu = \frac{1}{z_B}, 1/ч;$$

- 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:

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

где  $t_{j,f}^B$  – расчетная температура воздуха в здании  $j$ -го потребителя, °С;

$t^{HP}$  – расчетная для отопления температура наружного воздуха, °С;

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

элемента при  $t^{HP}$ ;

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

$q_j^p$  – расчетная часовая нагрузка  $j$ -го потребителя при отказе  $f$ -го элемента при  $t^{HP}$ , 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 минимальнодопустимого значения, ч;

если температура наружного воздуха ( $\tau_{j,f}^H$ ) оказывается равной или выше +8 °С (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  $t^{HP} < \tau_{j,f}^H < +8$  °С 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  $\tau^{HP} < \tau_{j,f}^H < +8^\circ\text{C}$  определяется в соответствии с требованиями СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».

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

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

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

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

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

$\tau_{ср.от}^H$  – среднее значение температуры наружного воздуха в отопительном периоде,  $^\circ\text{C}$ .

## 2.2. 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 ( $t^p$ ), 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.

### 3. 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

Статистика интенсивности отказов тепловых сетей в зоне действия Набережночелнинской ТЭЦ теплоснабжения за последние 5 лет приведена в Табл. 3.

Статистика недоотпуска тепловой энергии вследствие отказов тепловых сетей в зоне действия Набережночелнинской ТЭЦ за последние 5 лет приведена в Табл. 4.

Статистика недоотпуска тепловой энергии вследствие отказов тепловых сетей в зоне действия Набережночелнинской ТЭЦ за последние 5 лет приведена в Табл. 5.

Табл. 3.1 . Показатели повреждаемости систем теплоснабжения НЧТС в зоне деятельности единой теплоснабжающей организации АО "Татэнерго"

Наименование показателя	2016	2017	2018	2019	2020
Повреждения в магистральных тепловых сетях, ед., в том числе:	81	76	85	91	52
в отопительный период, ед	45	27	31	49	32
в период испытаний на плотность и прочность, ед	36	49	54	42	20
продолжительность отопительного сезона, дней	223	215	226	231	230
протяженность магистральных тепловых сетей, км	250,5	275,4	276,9	303,6	277,7
Повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, ед, в том числе:	203	255	258	210	218
в отопительный период, ед.	93	93	121	91	99
в период испытаний на плотность и прочность, ед.	110	162	137	119	119
продолжительность отопительного сезона, дней	223	215	226	231	230
протяженность распределительных тепловых сетей, км	387,9	371,6	380,8	404,2	440,4
Повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), ед	-	-	-	-	-
протяженность сетей ГВС, км	-	-	-	-	-
Всего повреждения в тепловых сетях, ед	284	331	343	301	270

Табл. 3.2 . Показатели восстановления в системе теплоснабжения НЧТС в зоне деятельности единой теплоснабжающей организации АО "Татэнерго"

Наименование показателя	2016	2017	2018	2019	2020
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6	6	6	6	6
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6	6	6	6	6
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	12	12	12	12	12

Табл. 3.3 . Средний недоотпуск тепловой энергии на отопление потребителей в системе теплоснабжения НЧТС в зоне деятельности единой теплоснабжающей организации АО "Татэнерго"

Наименование показателя	2016	2017	2018	2019	2020
Средний недоотпуск тепловой энергии на отопление в системе теплоснабжения	нет	нет	нет	нет	нет

**4. Расчет показателей надежности в системе теплоснабжения  
Набережночелнинской ТЭЦ**

**4.1. Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей  
северо-восточной части города (Новый город)**

Схема тепловой сети Нового города, включает 8947 участков и 1785 потребителей.

Результаты расчета:

Продолжительность отопительного периода в часах - 5520

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период –  $-1,80^{\circ}\text{C}$

1. Стационарная вероятность рабочего состояния сети составила 0.995018
2. Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей – 0.985227
3. Вероятность безотказного теплоснабжения потребителей – 0.949288

На Рис. 4.1. представлена схема тепловой сети северо-восточной части города (Новый город)



Рис. 4.1. Схема тепловой сети северо-восточной части города (Новый город)

Величины коэффициента готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей существенно выше нормативного значения. Это говорит о том, что масштабы системы и радиусы теплоснабжения не завышены.

#### **4.2. Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей юго-западной части города (п. ГЭС и п. Сидоровка)**

Схема тепловой сети п. ГЭС и п. Сидоровка включает 3692 участков и 1340 потребителей.

Результаты расчета:

Продолжительность отопительного периода в часах - 5520

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период –  $-1,80^{\circ}\text{C}$

4. Стационарная вероятность рабочего состояния сети составила 0.985014

5. Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей – 0.9837665

6. Вероятность безотказного теплоснабжения потребителей – 0.944365

На Рис. 4.2. представлена схема тепловой сети юго-западной части города.



Величины коэффициента готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей существенно выше нормативного значения. Это говорит о том, что масштабы системы и радиусы теплоснабжения не завышены. Величины вероятности безотказного теплоснабжения потребителей в пос. Сидоровка ниже нормативного значения. Следовательно, необходимо проведение мероприятий по повышению надежности теплоснабжения.

#### **4.3. Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей юго-западной части города (п. ЗЯБ)**

Схема тепловой сети п. ЗЯБ включает 4738 участков и 3505 потребителей.

Результаты расчета:

Продолжительность отопительного периода в часах - 5520

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период –  $-1,80^{\circ}\text{C}$

Стационарная вероятность рабочего состояния сети составила 0.970740

Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей – 0.973293

Вероятность безотказного теплоснабжения потребителей – 0.9431127

На Рис. 4.3. представлена схема тепловой сети юго-западной части города.



Величины коэффициента готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей существенно выше нормативного значения. Это говорит о том, что масштабы системы и радиусы теплоснабжения не завышены.

#### **4.4. Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей БСИ**

Схема тепловой сети БСИ включает 687 участков и 136 потребителей.

Результаты расчета:

Продолжительность отопительного периода в часах - 5520

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период –  $-1,80^{\circ}\text{C}$

Стационарная вероятность рабочего состояния сети составила 0.970785

Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей -0.976680

Вероятность безотказного теплоснабжения потребителей – 0.9423454

На Рис. 4.4. представлена схема тепловой сети БСИ.

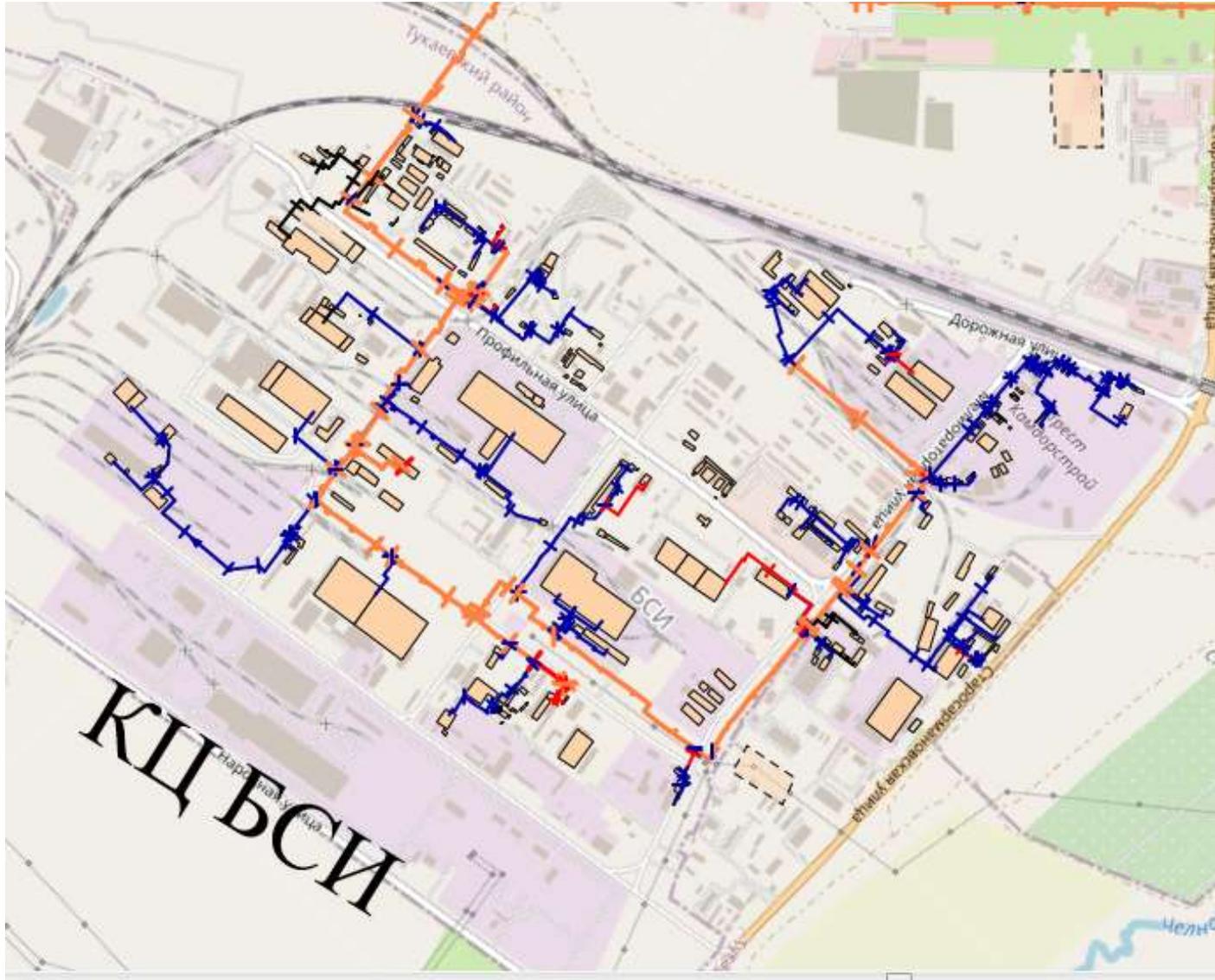


Рис. 4.4. Схема тепловой сети БСИ

Величины коэффициента готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей существенно выше нормативного значения. Это говорит о том, что масштабы системы и радиусы теплоснабжения не завышены.

В Приложении 1 представлены расчеты показателей надежности теплоснабжения потребителей.