



Актуализация схемы теплоснабжения  
г. Набережные Челны на 2021 год на период до 2035 года

Обосновывающие материалы

**Глава 11.** Оценка надежности теплоснабжения

**1802Р-ОМ.11.001-А2021**

**Том 16.**

Разработчик: ООО «ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГОТЕХАУДИТ»

Генеральный директор: Поленов А.Л.

г. Набережные Челны  
2020

## Состав проекта

| № тома | Обозначение           | Наименование  | Примечание |
|--------|-----------------------|---|------------|
| 1      | 1802-УЧ.001-А2021     | <b>Утверждаемая часть.</b> Актуализация схемы теплоснабжения г. Набережные Челны на 2021 год на период до 2035 года .   |            |
| 2      | 1802Р-ОМ.01.001-А2021 | <b>Глава 1.</b> Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения   |            |
| 3      | 1802Р-ОМ.01.002-А2021 | <b>Глава 1</b> Приложение 1.Характеристика тепловых сетей   |            |
| 4      | 1802Р-ОМ.02.001-А2021 | <b>Глава 2.</b> Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения.   |            |
| 5      | 1802Р-ОМ.03.001-А2021 | <b>Глава 3.</b> Электронная модель системы теплоснабжения поселения, городского округа, города федерального значения  |            |
| 6      | 1802Р-ОМ.03.002-А2021 | <b>Глава 3</b> Приложение 3.1. Инструкция пользователя  |            |
| 7      | 1802Р-ОМ.03.003-А2021 | <b>Глава 3</b> Приложение 3.2. Руководство оператора  |            |
| 8      | 1802Р-ОМ.03.004-А2021 | <b>Глава 3</b> Приложение 3.3. Альбом тепловых камер и павильонов   |            |
| 9      | 1802Р-ОМ.04.001-А2021 | <b>Глава 4.</b> Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей   |            |
| 10     | 1802Р-ОМ.05.001-А2021 | <b>Глава 5.</b> Мастер-план развития систем теплоснабжения  |            |
| 11     | 1802Р-ОМ.06.001-А2021 | <b>Глава 6.</b> Существующие и перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах |            |
| 12     | 1802Р-ОМ.07.001-А2021 | <b>Глава 7.</b> Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии   |            |
| 13     | 1802Р-ОМ.08.001-А2021 | <b>Глава 8.</b> Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей   |            |
| 14     | 1802Р-ОМ.09.001-А2021 | <b>Глава 9.</b> Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения   |            |
| 15     | 1802Р-ОМ.10.001-А2021 | <b>Глава 10.</b> Перспективные топливные балансы  |            |
| 16     | 1802Р-ОМ.11.001-А2021 | <b>Глава 11.</b> Оценка надежности теплоснабжения   |            |
| 17     | 1802Р-ОМ.12.001-А2021 | <b>Глава 12.</b> Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение   |            |
| 18     | 1802Р-ОМ.13.001-А2021 | <b>Глава 13.</b> Индикаторы развития систем теплоснабжения поселения, городского округа, города федерального значения   |            |
| 19     | 1802Р-ОМ.14.001-А2021 | <b>Глава 14.</b> Ценовые (тарифные) последствия   |            |

| № тома | Обозначение           | Наименование  | Примечание |
|--------|-----------------------|---|------------|
| 20     | 1802Р-ОМ.15.001-А2021 | <b>Глава 15.</b> Реестр единых теплоснабжающих организаций  |            |
| 21     | 1802Р-ОМ.16.001-А2021 | <b>Глава 16.</b> Реестр проектов схемы теплоснабжения   |            |
| 22     | 1802Р-ОМ.17.001-А2021 | <b>Глава 17.</b> Замечания и предложения к проекту схемы теплоснабжения   |            |
| 23     | 1802Р-ОМ.18.001-А2021 | <b>Глава 18.</b> Сводный том изменений, выполненных в доработанной и (или) актуализированной схеме теплоснабжения |            |

# Оглавление

|  |    |
|--|----|
| Состав проекта.....  | 2  |
| Перечень таблиц .....  | 6  |
| Перечень рисунков .....  | 7  |
| 1            Обоснование метода и результатов обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) .....          | 8  |
| 2            Классификация потребителей.....   | 9  |
| 2.1        Обоснование результатов оценки коэффициентов готовности тепловых сетей к несению тепловой нагрузки.....   | 9  |
| 2.2        Обоснование результатов оценки вероятности отказа и безотказной работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединённым к магистральным и распределительным теплопроводам ..... | 10 |
| 3            Обоснование результатов оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций), простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии .....                                | 11 |
| 4            Анализ результатов расчета показателей надежности теплоснабжения в существующем состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны .....  | 17 |
| 4.1        Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей Северо-восточной части города (Новый город) в существующем состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны .....                | 17 |
| 4.2        Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей Юго-западной части города (п. ГЭС) в существующем состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны .....                         | 22 |
| 4.3        Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей Юго-западной части города (п. ЗЯБ) в существующем состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны .....                         | 26 |
| 5            Обеспечение надежного теплоснабжения потребителей увеличением объема резервирования .....   | 30 |
| 5.1        Обеспечение надежного теплоснабжения потребителей Юго-западной части города (п. ГЭС) увеличением объема резервирования.....   | 30 |
| 5.2        Обеспечение надежного теплоснабжения потребителей Юго-западной части города (п.ЗЯБ) увеличением объема резервирования .....   | 33 |
| 6            Анализ результатов расчета показателей надежности теплоснабжения в перспективном состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны .....   | 36 |
| 7            Описание изменений в показателях надежности теплоснабжения за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения, с учетом введенных в эксплуатацию                                       |    |



## Перечень таблиц

|  |    |
|--|----|
| Табл. 2.1. Сроки восстановления теплоснабжения при отказах ТС  | 10 |
| Табл. 3.1. Число нарушений в подаче тепловой энергии за 2014 – 2019 гг. по НЧТС  | 11 |
| Табл. 3.2. Справка от АО «Татэнерго» по резерву пропускной способности магистральных сетей НЧТС  | 13 |
| Табл. 3.1 Показатели интенсивности отказов тепловых сетей НЧТС за 2014-2019 годы актуализации схемы теплоснабжения.....  | 15 |
| Табл. 3.2. Показатели восстановления в системе теплоснабжения НЧТС за 2019 год актуализации схемы теплоснабжения.....  | 13 |
| Таблица 3.5. Средний суммарный недоотпуск тепловой энергии на отопление потребителей в системе теплоснабжения за 2019 год актуализации схемы теплоснабжения..... | 13 |
| Табл. 3.6 Показатели интенсивности отказов тепловых сетей ООО «ТСЗВ» за 2019 год актуализации схемы теплоснабжения.....  | 15 |
| Табл. 3.7 Фактические показатели восстановления в системе теплоснабжения ООО «ТСЗВ» за 2018 год актуализации схемы теплоснабжения.....                           | 15 |
| Табл. 3.8. Сведения по результатам оценки недоотпуска тепловой энергии за 2014 – 2019 гг. по АО «Татэнерго»  | 15 |
| Табл. 5.1 Технические характеристики перемычки   | 31 |
| Табл. 5.2 Магистральные сети ЮЗЧ (п. ГЭС) города, требующие перекладки трубопроводов на больший диаметр по условиям обеспечения надежности                       | 31 |
| Табл. 5.3 Магистральные сети ЮЗЧ (п. ЗЯБ) города, требующие перекладки трубопроводов на больший диаметр по условиям обеспечения надежности                       | 33 |
| Табл. 5.4 Перечень потребителей, у которых вероятность безотказного теплоснабжения потребителей ниже нормативного значению                                       | 35 |

## Перечень рисунков

|  |    |
|--|----|
| Рис. 3.1 Число нарушений в подаче тепловой энергии за 2014 – 2019 годы по НЧТС .....                     | 11 |
| Рис. 4.1 Схема тепловых сетей города Набережные Челны.....   | 18 |
| Рис. 4.2 Схема тепловой сети Северо-восточной части города (Новый город) .....                           | 19 |
| Рис. 4.3 Показатели надежности Северо-восточной части города (Новый город) .....                         | 21 |
| Рис. 4.4 Схема тепловой сети Юго-западной части города (п. ГЭС) .....                                    | 23 |
| Рис. 4.5 Показатели надежности Юго-западной части города (п. ГЭС) .....                                  | 25 |
| Рис. 4.6 Схема тепловой сети Юго-западной части города (п.ЗЯБ).....                                      | 27 |
| Рис. 4.7 Показатели надежности Юго-западной части города (п.ЗЯБ).....                                    | 29 |
| Рис. 5.1 Предлагаемое место прокладки перемычки от ж.д. 10/54 до ТК-191 .....                            | 30 |
| Рис. 5.2 Предполагаемое место прокладки перемычки от С-2-ю-з до ТК-284/3.....                            | 31 |
| Рис. 5.3. Резервированная схема с дублированным подключением для Юго-западной части города (п.ГЭС) ..... | 32 |
| Рис. 5.4. Резервированная схема с дублированным подключением для Юго-западной части города (п.ЗЯБ).....  | 34 |

# **1 Обоснование метода и результатов обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций)**

Надежность теплоснабжения определяется структурой, параметрами, степенью резервирования и качеством элементов всех ее подсистем – источников тепловой энергии, ТС, узлов потребления, систем автоматического регулирования, а также уровнем эксплуатации и строительно-монтажных работ.

Наиболее ненадежным звеном теплоснабжения являются ТС, особенно при их подземной прокладке. Это, в первую очередь, обусловлено низким качеством применяемых ранее конструкций теплопроводов, тепловой изоляции, запорной арматуры, недостаточным уровнем автоматического регулирования процессов передачи, распределения и потребления тепловой энергии, а также все увеличивающимся моральным и физическим старением ТС из-за хронического недофинансирования работ по их модернизации и реконструкции. Кроме того, структура ТС в крупных системах не соответствует их масштабам.

«Методика и алгоритм расчета надежности тепловых сетей при разработке схем теплоснабжения городов» разработана ОАО «Газпром промгаз», которая используется в программном комплексе Zulu.

Объект исследования – ТС и подключенные к ним узлы потребления тепла.

Цели расчета – количественная оценка надежности теплоснабжения потребителей в ТС систем централизованного теплоснабжения и обоснование необходимых мероприятий по достижению требуемой надежности для каждого потребителя.

Важным свойством ТС является малая вероятность полного отказа системы. Для ТС с большим количеством элементов характерны частичные отказы, приводящие к отключению или снижению уровня теплоснабжения одного или части потребителей.

Для того чтобы обеспечить выполнение основной функции ТС – надежную подачу тепловой энергии потребителям, рассредоточенным по узлам сети, в соответствии с их индивидуальными требованиями, надежность ТС необходимо оценивать узловыми показателями.

Другая важная особенность ТС – наличие временного резерва, который создается аккумулирующей способностью отапливаемых зданий, а также возможностью некоторого снижения температуры воздуха в зданиях против расчетного значения во время восстановления теплоснабжения после отказа (при ограничении частоты отказов и их глубины в соответствии с физиологическими требованиями к температурному режиму в зданиях).

Временной резерв может быть увеличен резервированием ТС, позволяющим поддерживать в послеаварийных режимах некоторый (пониженный) уровень теплоснабжения потребителей.



Резервирование ТС, наряду с повышением качества и надежности конструкций, теплопроводов и оборудования, является основным средством обеспечения требуемого уровня надежности теплоснабжения.

Надежность расчетного уровня теплоснабжения потребителей оценивается коэффициентом готовности  $K_j$ , представляющим собой вероятность того, что в произвольный момент времени будет обеспечен расчетный уровень теплоснабжения  $j$ -го потребителя (среднее значение доли отопительного сезона, в течение которой теплоснабжение  $j$ -го потребителя не нарушается).

Надежность пониженного уровня теплоснабжения потребителей оценивается вероятностью безотказной работы  $P_j$ , представляющей собой вероятность того, что в течение отопительного периода температуре воздуха в зданиях  $j$ -го потребителя не опустится ниже граничного значения.

В ТС без резервирования величина  $K_j$  имеет наибольшее значение по сравнению с резервированной сетью, а  $P_j$  наименьшее. Введение в сеть минимальной структурной избыточности и дальнейшее увеличение объема резервирования ведут к повышению надежности обеспечения пониженного уровня теплоснабжения (значение  $P_j$  растет), что обусловлено увеличением временного резерва потребителей при отказах элементов резервированной части сети.

## **2 Классификация потребителей**

Потребители теплоты по надежности теплоснабжения делятся на категории:

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

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.

### **2.1 Обоснование результатов оценки коэффициентов готовности тепловых сетей к несению тепловой нагрузки**

Способность действующих и проектируемых ТС обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения (отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, а также технологических потребностей предприятий в паре и горячей воде) следует определять по трем показателям (критериям): вероятности безотказной работы [ $P$ ],

коэффициенту готовности [Кг]. Расчет показателей системы с учетом надежности должен производиться для каждого потребителя

Минимально допустимые показатели вероятности безотказной работы следует принимать для:

- источника теплоты 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.

Минимально допустимые показатель коэффициента готовности [Кг] принимается равным Кг=0,97.

При подземной прокладке тепловых сетей в непроходных каналах и бесканальной прокладке величина подачи теплоты (%) для обеспечения внутренней температуры воздуха в отапливаемых помещениях не ниже 12 °С в течение ремонтно-восстановительного периода после отказа должна приниматься по Табл. 2.1.

Табл. 2.1. Сроки восстановления теплоснабжения при отказах ТС

| Диаметр труб тепловых сетей, мм | Время восстановления теплоснабжения, ч | Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления $t_o$ , °С |     |     |     |     |
|---------------------------------|--|---|-----|-----|-----|-----|
|                                 |  | -10   | -20 | -30 | -40 | -50 |
|                                 |  | Допускаемое снижение подачи теплоты %, до                                       |     |     |     |     |
| 300                             | 15                                     | 32  | 50  | 60  | 59  | 64  |
| 400                             | 18                                     | 41  | 56  | 65  | 63  | 68  |
| 500                             | 22                                     | 49  | 63  | 70  | 69  | 73  |
| 600                             | 26                                     | 52  | 68  | 75  | 73  | 77  |
| 700                             | 29                                     | 59  | 70  | 76  | 75  | 78  |
| 800-1000                        | 40                                     | 66  | 75  | 80  | 79  | 82  |
| 1200-1400                       | До 54                                  | 71  | 79  | 83  | 82  | 85  |

## 2.2 Обоснование результатов оценки вероятности отказа и безотказной работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединённым к магистральным и распределительным теплопроводам

Вероятность одновременного возникновения двух отказов не учитывается, так как она пренебрежимо мала (на три-четыре порядка меньше вероятности возникновения одного отказа).

Принимается, что при восстановлении отказавшего элемента ТС отказы других элементов ТС не происходят.

Если статистические данные по отказам не используются, расчет интенсивности отказов теплопроводов  $\lambda$  с учетом времени их эксплуатации производится по зависимостям распределения Вейбулла при начальной интенсивности отказов 1 км однолинейного теплопровода  $\lambda_{нач}$  равной  $5,7 \cdot 10^{-6}$  1/(км•ч) или 0,05 1/(км•год). Начальная интенсивность отказов соответствует периоду нормальной эксплуатации нового теплопровода после периода

приработки. Средняя интенсивность отказов единицы ЗРА (например, задвижки) принимается равной  $2,28 \cdot 10^{-7}$  1/ч или 0,002 1/год.

Для схем теплоснабжения городов и городских округов с общим количеством жителей более 100 тыс. человек расчет ПН выполняется для узлов с обобщенными потребителями. Коэффициент тепловой аккумуляции зданий в этом случае принимается пользователем либо для представительных в данном узле категорий зданий, либо для здания с наихудшей теплоустойчивостью.

Расчеты надежности тепловых сетей проводились в программном комплексе Zulu в модуле «Надежность».

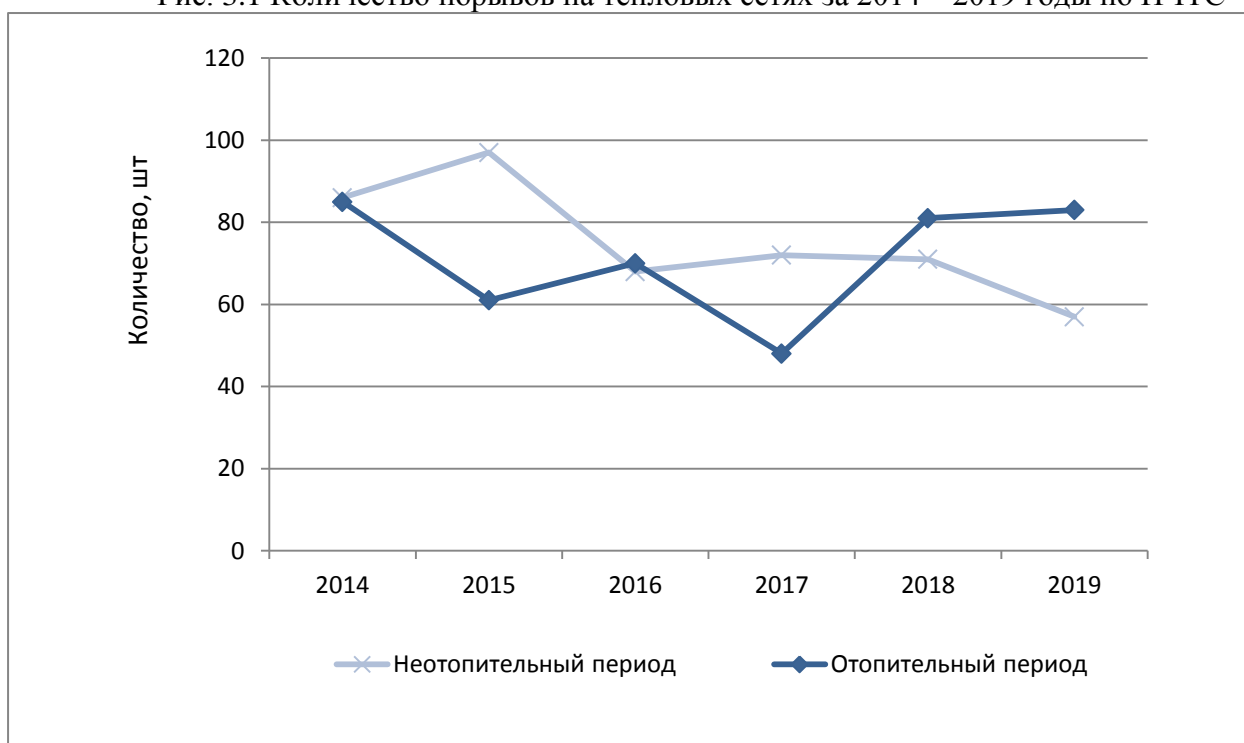
### 3 Обоснование результатов оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций), простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии

Сведения о количестве порывах на тепловых сетях НЧТС приведены в Табл. 3.1.

Табл. 3.1. Сведения о количестве порывах на тепловых сетях за 2014 – 2019 гг. по НЧТС

| Период                  | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|
| в отопительный период   | 85   | 61   | 70   | 48   | 81   | 83   |
| в неотопительный период | 86   | 97   | 68   | 72   | 71   | 57   |
| Опрессовка              | 219  | 160  | 146  | 211  | 191  | 161  |
| Сумма                   | 390  | 318  | 284  | 331  | 343  | 301  |

Рис. 3.1 Количество порывов на тепловых сетях за 2014 – 2019 годы по НЧТС



Магистральные выводы с источника НЧТЭЦ №100, 200, 300 имеют высокую оценку надежности, исходя из того, что взаимозаменяемы и работают в безотказном режиме на протяжении с 2014-2019 гг.

Ниже в таблице представлена справка от АО «Татэнерго» по резерву пропускной способности магистральных сетей НЧТС.

Табл. 3.2. Справка от АО «Татэнерго» по резерву пропускной способности магистральных сетей НЧТС

| № п/п | Источник тепловой энергии | № теплов ода | Наружный диаметр трубопроводов мм | Протяж енность м | Резерв пропускной способности             |   |  |           |
|-------|---------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------|---|---|--|-----------|
|       |                           |              |                                   |                  | максимальная скорость теплоносителя м/сек | максимальный расход теплоносителя т/час | фактический расход теплоносителя т/час | Резе рв % |
| 1     | НчТЭЦ                     | 100          | 1020                              | 7514             | 1,87                                      | 5300                                    | 5038                                   | 4,9       |
| 2     | НчТЭЦ                     | 200          | 1200                              | 7461             | 2,27                                      | 9200                                    | 8198                                   | 10,9      |
| 3     | НчТЭЦ                     | 300          | 1020                              | 6926             | 1,38                                      | 3900                                    | 3728                                   | 4,4       |
| 4     | НчТЭЦ                     | 500          | 920                               | 2598             | 2,15                                      | 4940                                    | 400                                    | 91,9      |
| 5     | НчТЭЦ                     | 410          | 1020                              | 7157             | 1,91                                      | 5400                                    | 5169                                   | 4,3       |
| 6     | НчТЭЦ                     | 520          | 820                               | 4236             | 1,92                                      | 3500                                    | 3300                                   | 5,7       |
| 7     | Кот.цехБСИ                | 500          | 920                               | 2598             | 2,15                                      | 4940                                    | 4680                                   | 5,3       |

**Примечание:** Данный режим предоставлен на 2019-2020 отопительный сезон, при условии подключения потребителей промзоны БСИ к НчТЭЦ. Действующий температурный график работы тепловых сетей 114/64 °С.  
При дефиците пропускной способности резерв будет обеспечен за счет перевода части присоединенной нагрузки на Котельный цех БСИ (совместный режим работы тепловых сетей от двух источников)

Сведения по результатам оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии представлены в таблице ниже. Нормативные показатели повреждаемости системы теплоснабжения для НЧТС и ООО «ТСЗВ» не устанавливались.

Табл. 3.3 Показатели интенсивности отказов тепловых сетей НЧТС за 2014-2019 годы актуализации схемы теплоснабжения

| Наименование показателя                                     | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Интенсивность отказов тепловых сетей, 1/км/год в т.ч.:      | 0,279 | 0,258 | 0,217 | 0,182 | 0,231 | 0.197  |
| отопительный период, 1/км/оп                                | 0,139 | 0,100 | 0,110 | 0,071 | 0,123 | 0.117  |
| межотопительный период, 1/км/межоп                          | 0,140 | 0,158 | 0,107 | 0,111 | 0,108 | 0.0805 |
| В период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год       | 0,358 | 0,261 | 0,230 | 0,327 | 0,290 | 0.227  |
| Общая интенсивность отказов тепловых сетей за год, 1/км/год | 0,637 | 0,519 | 0,447 | 0,509 | 0,521 | 0.425  |

Табл. 3.4. Показатели восстановления в системе теплоснабжения НЧТС за 2019 год актуализации схемы теплоснабжения

| Наименование показателя   | 2014             | 2015             | 2016             | 2017             | 2018             | 2019             |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 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 | 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 | Не более 6 часов |
| Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, ч    | Не более 6 часов | Не более 6 часов | Не более 6 часов | Не более 6 часов | Не более 6 часов | Не более 6 часов |

Таблица 3.5. Средний расчётный суммарный недоотпуск тепловой энергии на отопление потребителей в системе теплоснабжения за 2019 год актуализации схемы теплоснабжения

| Наименование показателя  | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019    |
|--|------|------|------|------|---------|
| Средний недоотпуск тепловой энергии на отопление в системе теплоснабжения, тыс. Гкал/от.период | -    | -    | -    | -    | 19,6034 |

\*- Средний расчетный суммарный недотопуск тепловой энергии – получен по результатам расчета показателей надежности в программном комплексе «ZuluThermo – 8.0», фактический недоотпуск тепла по данным АО «Татэнерго» отсутствует.

Табл. 3.6 Показатели интенсивности отказов тепловых сетей ООО «ТСЗВ» за 2019 год актуализации схемы теплоснабжения

| Наименование показателя  | 2018  | 2019 |
|--|-------|------|
| Интенсивности отказов магистральных тепловых сетях, 1/км/год в т.ч.:                       | 0,448 | 0    |
| отопительный период, 1/км/оп   | 0     | 0    |
| межотопительный период, 1/км/межоп   | 0     | 0    |
| в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год                                      | 0,448 | 0    |
| Интенсивности отказов распределительных тепловых сетях систем отопления, 1/км/год, в т.ч.: | 0,211 | 0    |
| отопительный период, 1/км/оп   | 0     | 0    |
| межотопительный период, 1/км/межоп   | 0     | 0    |
| в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год                                      | 0,211 | 0    |
| Общая интенсивность отказов тепловых сетей за год, 1/км/год                                | 0,377 | 0    |

Табл. 3.7 Фактические показатели восстановления в системе теплоснабжения ООО «ТСЗВ» за 2018 год актуализации схемы теплоснабжения

| Наименование показателя   | 2018  | 2019  |
|---|---|---|
| Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час | Повреждений магистральных тепловых сетей в отопительный период не зафиксировано     | Повреждений магистральных тепловых сетей в отопительный период не зафиксировано     |
| Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:      | Повреждений распределительных тепловых сетей в отопительный период не зафиксировано | Повреждений распределительных тепловых сетей в отопительный период не зафиксировано |
| Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, ч    | Повреждений в отопительный период не зафиксировано                                  | Повреждений в отопительный период не зафиксировано                                  |

Табл. 3.8. Сведения по результатам оценки недоотпуска тепловой энергии за 2014 – 2019гг. по АО «Татэнерго»

| Наименование показателя  | Ед. изм.  | 2014 год | 2015 год | 2016 год | 2017 год | 2018 год | 2019 год |
|--|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Общая частота прекращений теплоснабжения от котельных                      | 1/год     | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| Средняя продолжительность прекращения теплоснабжения от котельных          | час       | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| Средний недоотпуск тепловой энергии в тепловые сети на единицу прекращения | тыс. Гкал | -        | -        | -        | -        | -        | -        |

| Наименование показателя                                     | Ед. изм.              | 2014<br>год | 2015<br>год | 2016<br>год | 2017<br>год | 2018<br>год | 2019<br>год |
|---|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| теплоснабжения  |                       |             |             |             |             |             |             |
| Количество прекращения теплоснабжения в отопительный период | 1/м <sup>2</sup> /год | -           | -           | -           | -           | -           | -           |



## **4 Анализ результатов расчета показателей надежности теплоснабжения в существующем состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны**

### **4.1 Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей Северо-восточной части города (Новый город) в существующем состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны**

Схема тепловой сети Нового города, включает 8947 участков и 1785 потребителей. Общая протяженность тепловых сетей – 254,46 км, кольцевая часть сети образована 771 участками с диаметрами от 89 до 1000 мм, общей протяженностью 47,1 км.

#### **Результаты расчета:**

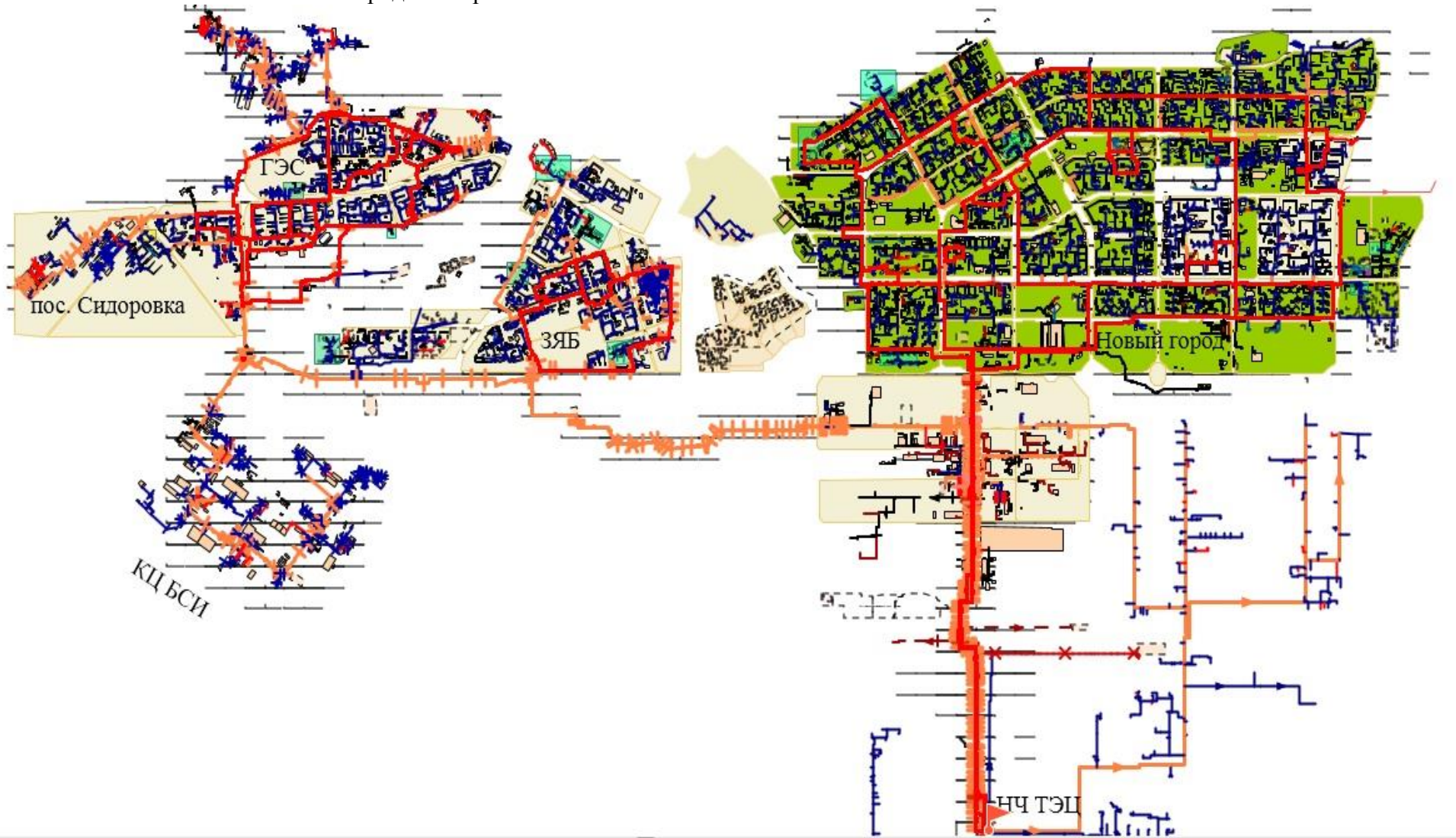
Расчетный год – 2019

Продолжительность отопительного периода в часах - 5568

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период – -1,80°С

1. Стационарная вероятность рабочего состояния сети составила 0,995018
2. Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей – 0,995227-0,995304
3. Вероятность безотказного теплоснабжения потребителей – 0,989-1,0

Рис. 4.1 Схема тепловых сетей города Набережные Челны



Ярко-красным цветом выделены кольца тепловых сетей в зонах: Новый город, посёлок ЗЯБ, посёлок ГЭС.

Рис. 4.2 Схема тепловой сети Северо-восточной части города (Новый город)



Ярко-красным цветом выделены кольца тепловых сетей в Новом городе

4. Сопоставление полученных величин показателей надежности с нормативными значениями.
  - 4.1. Величины коэффициента готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей существенно выше нормативного значения  $K_r=0,97$ . Это говорит о том, что масштабы системы и радиусы теплоснабжения не завышены.
  - 4.2. Величины вероятности безотказного теплоснабжения потребителей в комплексах 36, а именно: м-н «Челны-хлеб» 36-3/2 ниже нормативного значения на 0,000712. Следовательно, необходимо проведение мероприятий по повышению надежности теплоснабжения.

На Рис. 4.3 представлена расчетная схема зоны теплоснабжения Нового города.

Рис. 4.3 Показатели надежности Северо-восточной части города (Новый город)



## **4.2 Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей Юго-западной части города (п. ГЭС) в существующем состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны**

Схема тепловой сети п. ГЭС, приведенная на Рис. 4.4, включает 2862 участка и 673 потребителей. Общая протяженность тепловых сетей – 94,84 км, кольцевая часть сети образована 287 участками с диаметрами от 150 до 1000 мм, общей протяженностью 22,8 км.

### **Результаты расчета**

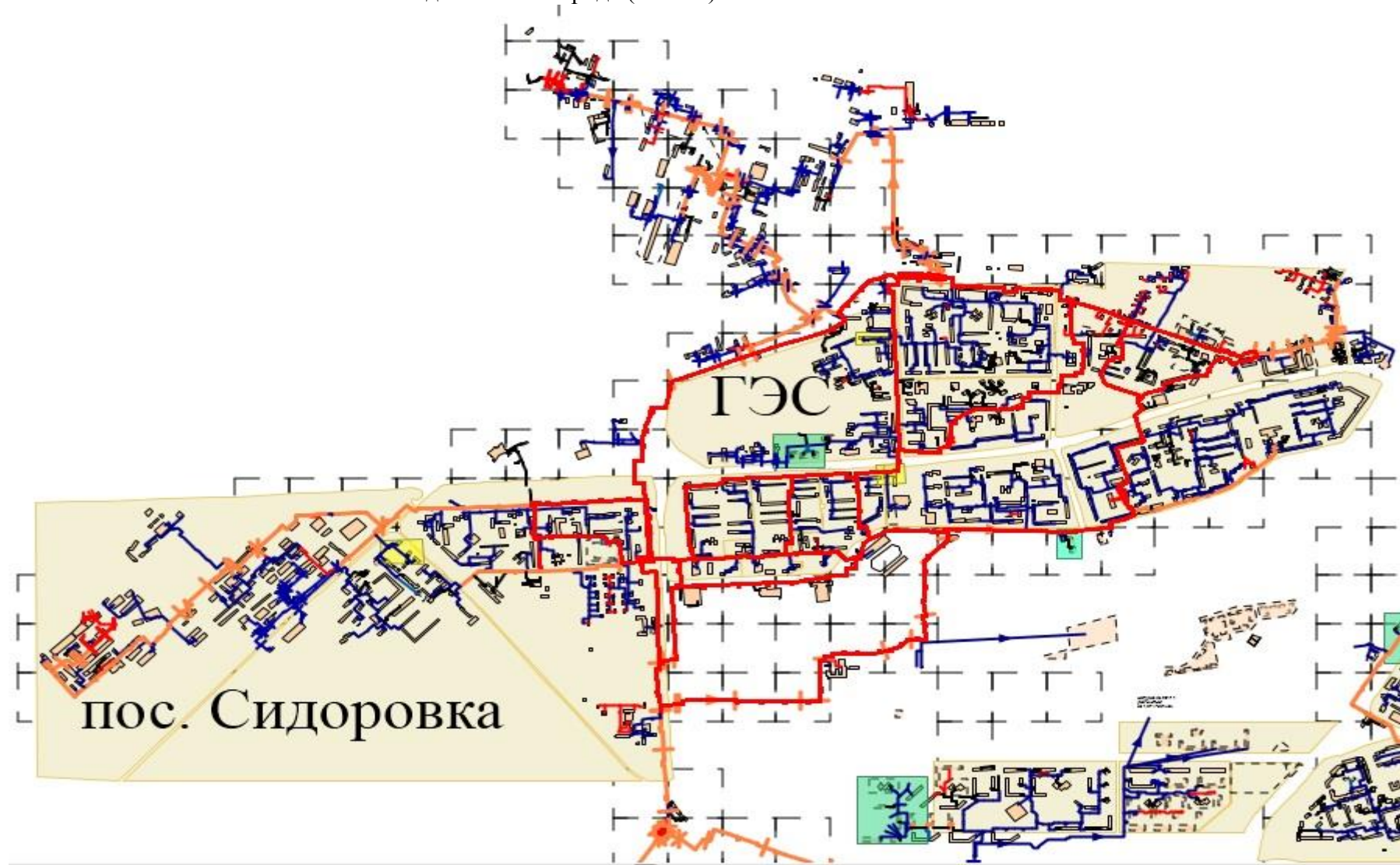
Расчетный год – 2019

Продолжительность отопительного периода в часах - 5568

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период –  $-1,8^{\circ}\text{C}$

1. Стационарная вероятность рабочего состояния сети составила 0,977213
2. Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей – 0,978912-0,980225
3. Вероятность безотказного теплоснабжения потребителей – 0,820174-1,0

Рис. 4.4 Схема тепловой сети Юго-западной части города (п. ГЭС)



Ярко-красным цветом выделены кольца тепловых сетей в пос. ГЭС

4. Сопоставление полученных величин показателей надежности с нормативными значениями.

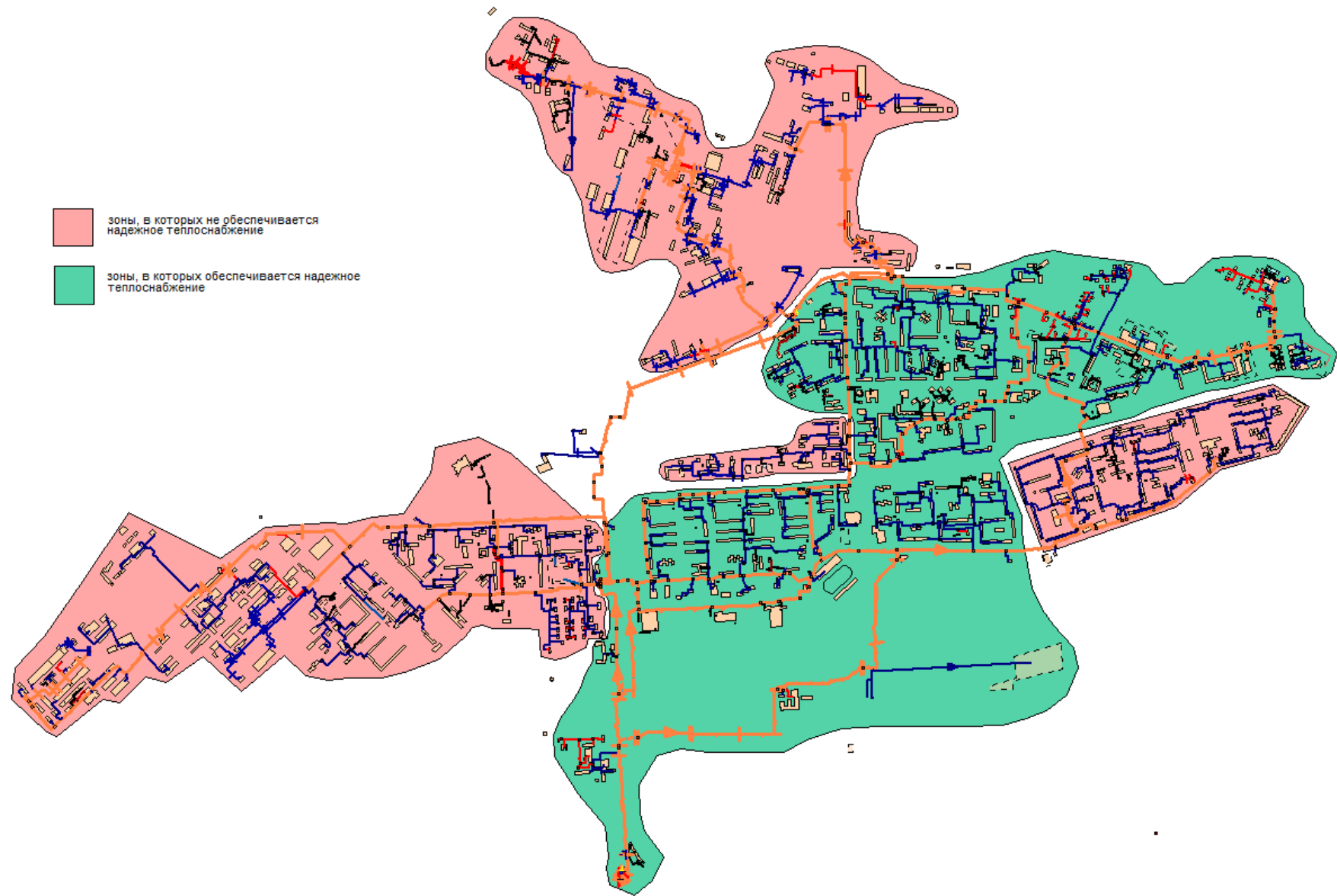
4.1. Величины коэффициента готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей существенно выше нормативного значения  $K_r=0,97$ . Это говорит о том, что масштабы системы и радиусы теплоснабжения не завышены.

4.2. Величины вероятности безотказного теплоснабжения потребителей в пос. Сидоровка, комплексах 10, 2 и Промплощадки ниже нормативного значения. Следовательно, необходимо проведение мероприятий по повышению надежности теплоснабжения.

На Рис. 4.5 Показатели надежности Юго-западной части города (п. ГЭС) представлена расчетная схема зоны теплоснабжения п. ГЭС.



Рис. 4.5 Показатели надежности Юго-западной части города (п. ГЭС)



### **4.3 Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей Юго-западной части города (п. ЗЯБ) в существующем состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны**

Схема тепловой сети п. ЗЯБ, приведенная на Рис. 4.6, включает 1644 участка и 440 потребителей. Общая протяженность тепловых сетей – 47,62 км, кольцевая часть сети образована 112 участками с диаметрами от 200 до 800 мм, общей протяженностью 9,7 км.

#### **Результаты расчета**

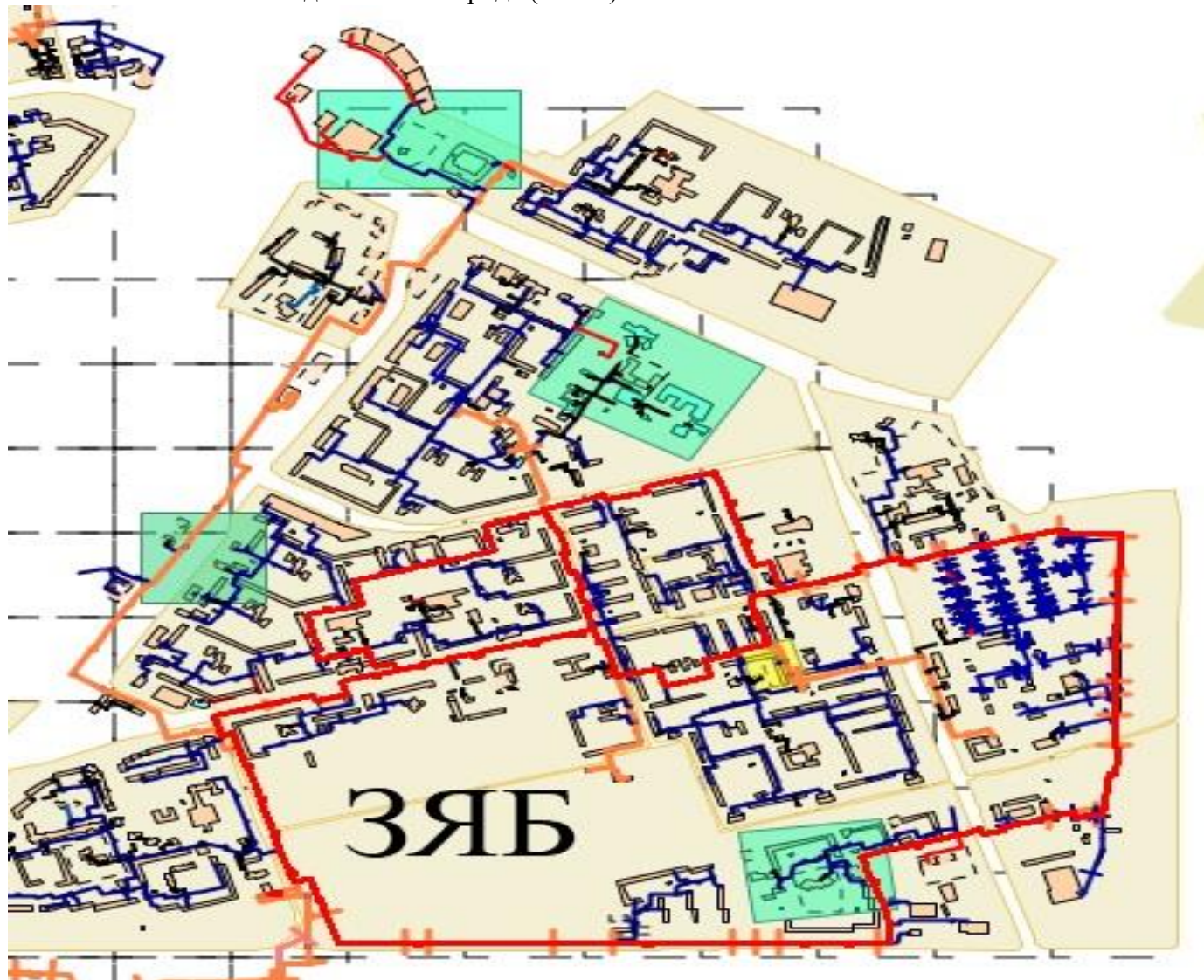
Расчетный год – 2019

Продолжительность отопительного периода в часах - 5568

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период – -1,80°С

1. Стационарная вероятность рабочего состояния сети составила 0,970740
2. Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей – 0,973293-0,976680
3. Вероятность безотказного теплоснабжения потребителей – 0,826339-1,0

Рис. 4.6 Схема тепловой сети Юго-западной части города (п.ЗЯБ)



Ярко-красным цветом выделены кольца тепловых сетей в пос. ЗЯБ

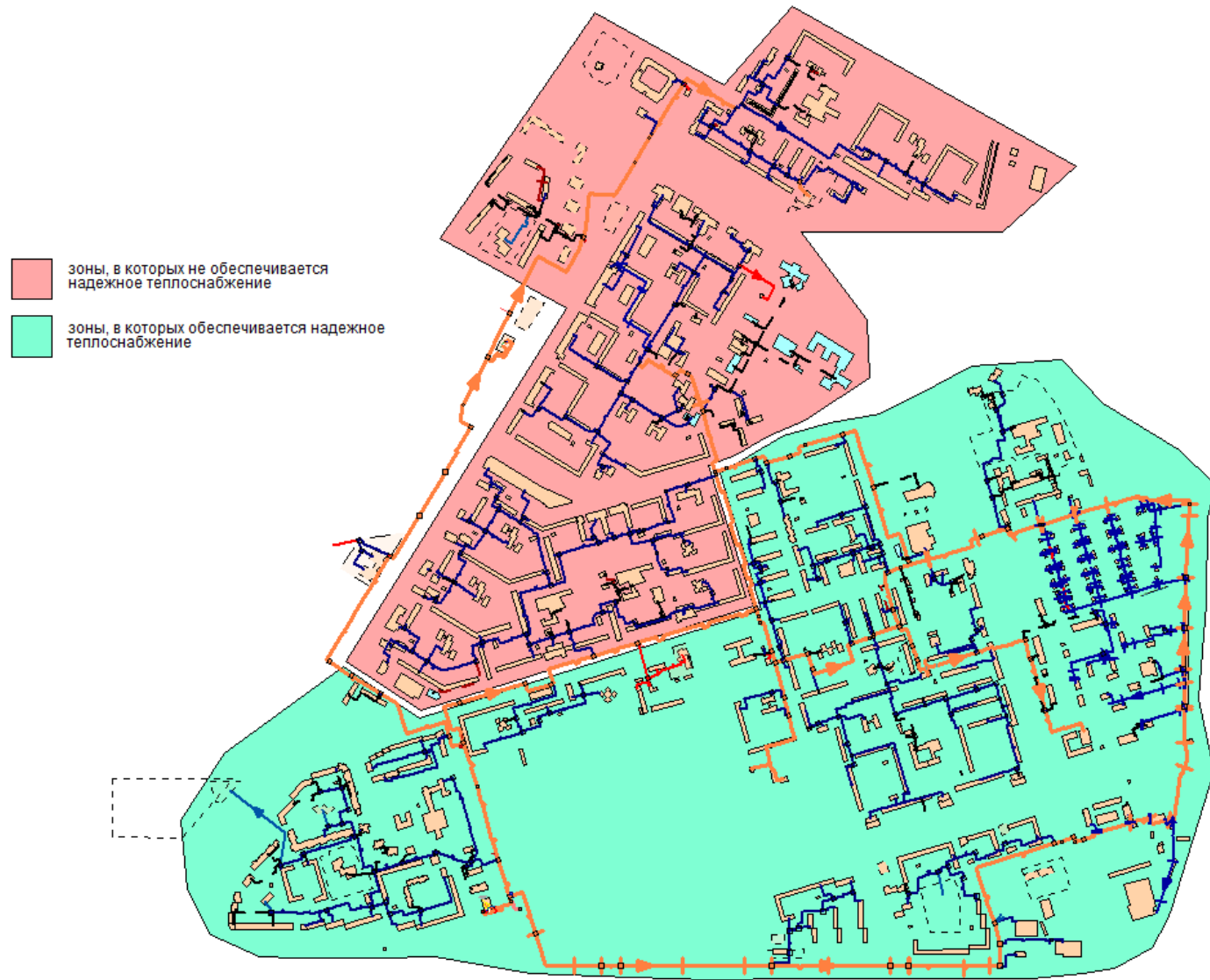
4. Сопоставление полученных величин показателей надежности с нормативными значениями.

4.1. Величины коэффициента готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей существенно выше нормативного значения  $K_r=0,97$ . Это говорит о том, что масштабы системы и радиусы теплоснабжения не завышены.

4.2. Величины вероятности безотказного теплоснабжения потребителей в комплексах 17а, 17 и 18 ниже нормативного значения. Следовательно, необходимо проведение мероприятий по повышению надежности теплоснабжения.

На рисунке 4.7. представлена расчетная схема зоны теплоснабжения п. ЗЯБ.

Рис. 4.7 Показатели надежности Юго-западной части города (п.ЗЯБ)



## 5 Обеспечение надежного теплоснабжения потребителей увеличением объема резервирования

### 5.1 Обеспечение надежного теплоснабжения потребителей Юго-западной части города (п. ГЭС) увеличением объема резервирования

Низкий показатель вероятности безотказного теплоснабжения потребителей является прямым следствием высокого износа внутриквартальных трубопроводов. В рамках реализации мероприятий схемы теплоснабжения предусматривается перекладка тепловых сетей в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса.

Предлагается увеличить объем резервирования:

- введением перемычки в 10 комплексе между ж.д 10/54 и ТК-191;
- увеличения диаметров участков в кольцевой сети
- введением перемычки в пос. Сидоровка между С-2-ю-з и ТК-284/3

Данные мероприятия обеспечат увеличение уровня теплоснабжения потребителей.

На основе расчета выявлены участки кольцевой сети с высокими значениями параметра потока отказов, наиболее пагубно влияющие на надежность теплоснабжения, и включены в приоритетный перечень состава проектов по реконструкции тепловых сетей.

При этом из перечня участков, рекомендуемых к реконструкции с целью обеспечения надёжности, были исключены участки, реконструкция которых требуется в соответствии с предложениями для других целей (в частности, для обеспечения подключения новых потребителей).

Рис. 5.1 Предлагаемое место прокладки перемычки от ж.д. 10/54 до ТК-191

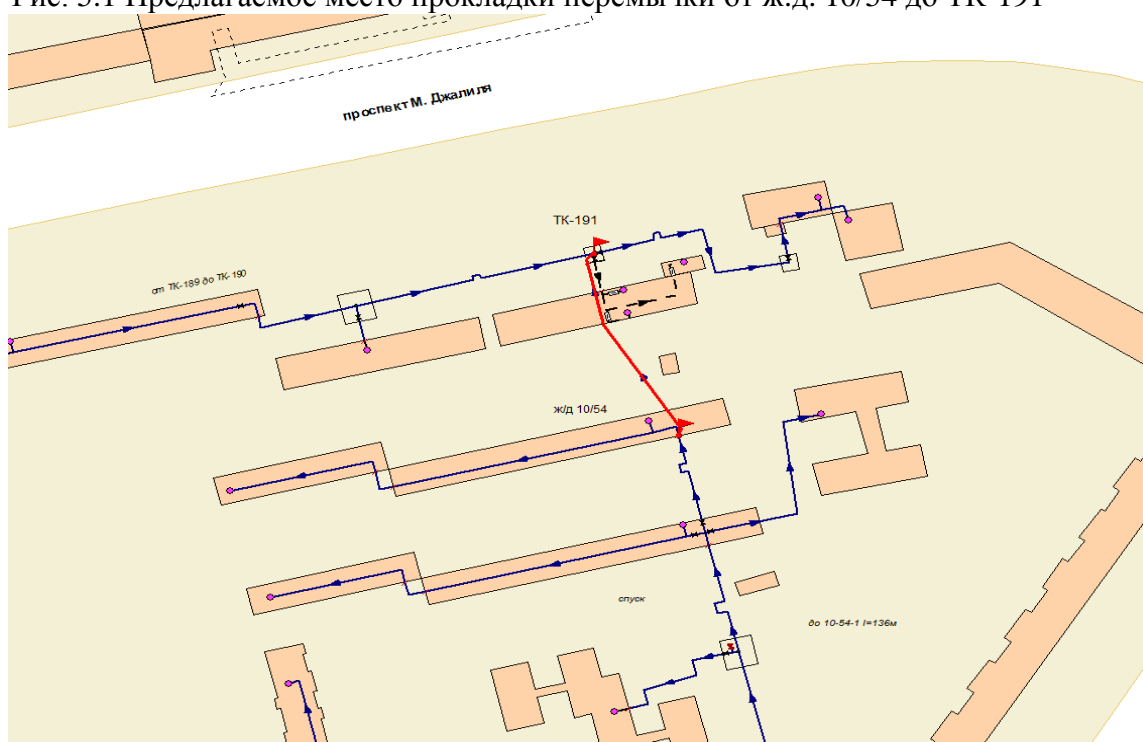


Рис. 5.2 Предполагаемое место прокладки перемычки от С-2-ю-з до ТК-284/3

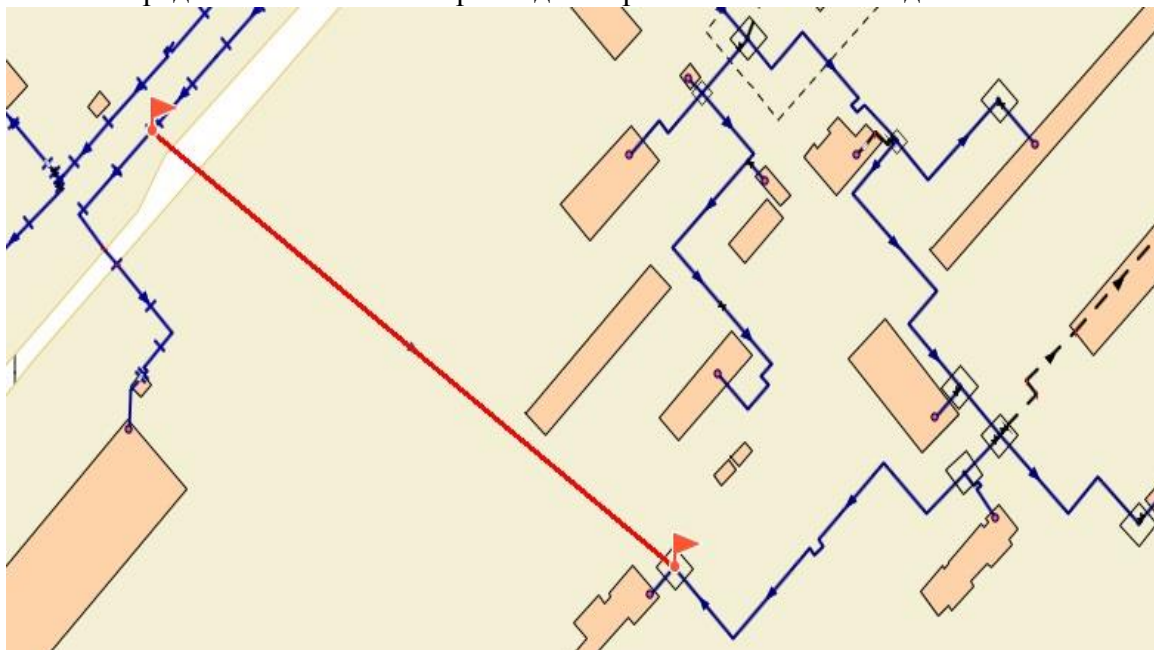


Табл. 5.1 Технические характеристики перемычки

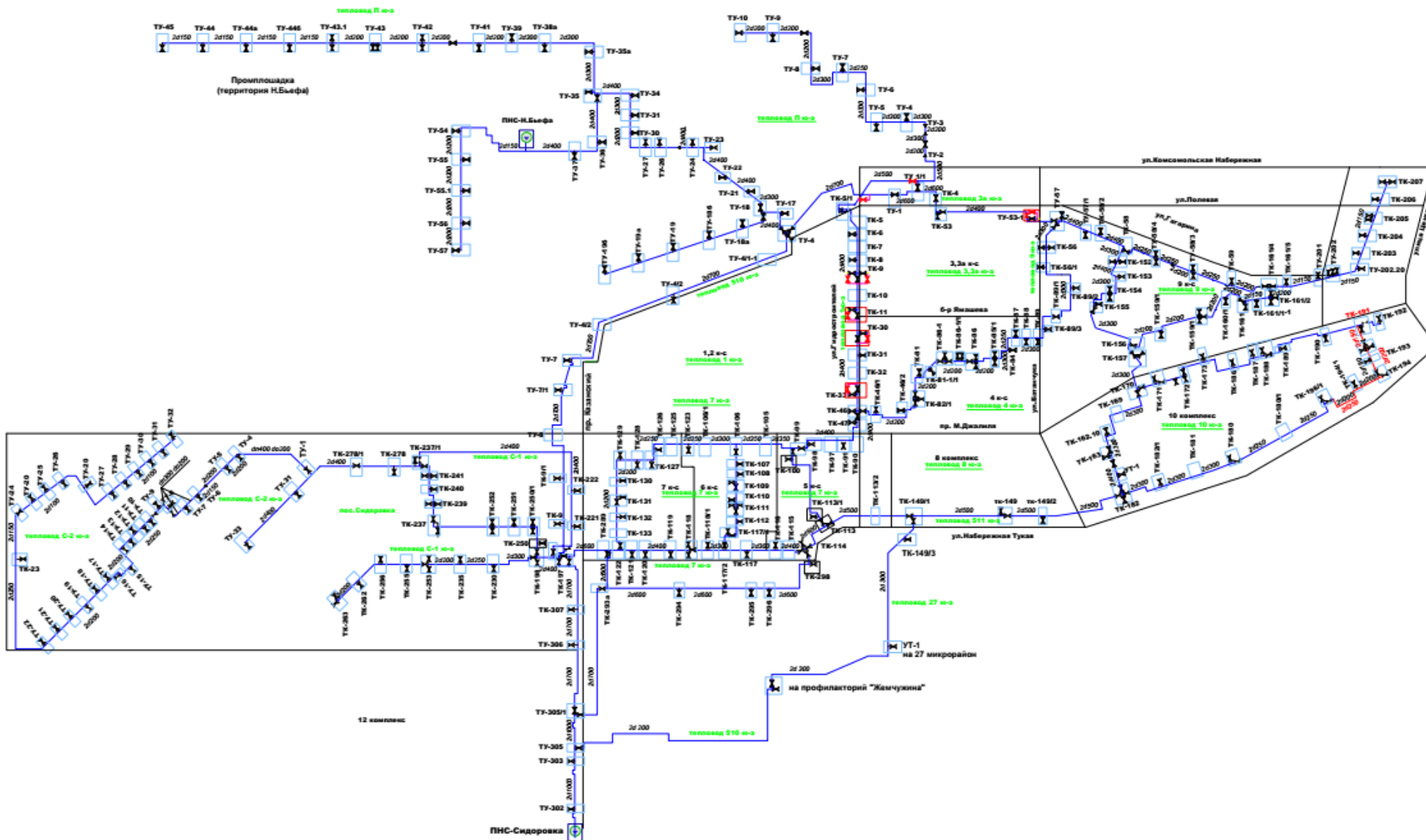
| Участок             | Длина 2-х труб, км | Диаметр, м. | Способ прокладки                |
|---------------------|--------------------|-------------|---------------------------------|
| ж/д 10/54 - ТК- 191 | 0,3                | 0,150       | Подземная в непроходных каналах |
| С-2-ю-з ТК-284/3    | 0,572              | 0,108       | Подземная в непроходных каналах |

Табл. 5.2 Магистральные сети ЮЗЧ (п. ГЭС) города, требующие перекладки трубопроводов на больший диаметр по условиям обеспечения надежности

| № п/п | № тепловода      | Участок           | Фактический диаметр трубопровода |                    | Необходимый диаметр трубопровода |                    |
|-------|------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|
|       |                  |                   | Диаметр, мм                      | Длина 2-х труб, км | Диаметр, мм                      | Длина 2-х труб, км |
| 1     | тепловод №10 ю-з | ТК-196/1 - ТК-194 | 200                              | 0,732              | 250                              | 0,732              |
| 2     |                  |                   | 150                              | 0,12               | 200                              | 0,12               |
| 3     |                  | ТК-194 ж/д 10/54  | 125                              | 0,174              | 200                              | 0,174              |
| 4     |                  |                   | 80                               | 0,89               | 200                              | 0,89               |

На Рис. 5.3 представлена резервированная схема с дублированным подключением для Юго-западной части города (п. ГЭС) города с указанием участков требующие перекладки трубопроводов на больший диаметр по условиям обеспечения надежности.

Рис. 5.3. Резервированная схема с дублированным подключением для Юго-западной части города (п.ГЭС)





Увеличение объема резервирования, путем увеличения диаметров участков в кольцевой сети и введение перемычки, обеспечит повышение надежности теплоснабжения потребителей Юго-западной части города (п. ГЭС).

## 5.2 Обеспечение надежного теплоснабжения потребителей Юго-западной части города (п.ЗЯБ) увеличением объема резервирования

Низкий показатель вероятности безотказного теплоснабжения потребителей является прямым следствием высокого износа внутриквартальных трубопроводов. В рамках реализации мероприятий схемы теплоснабжения предусматривается перекладка тепловых сетей в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса.

Предлагается увеличить объем резервирования путем увеличения диаметров участков в кольцевой сети, что обеспечит увеличение обеспечения пониженного уровня теплоснабжения потребителей.

На основе расчета выявлены участки кольцевой сети с высокими значениями параметра потока отказов, наиболее пагубно влияющие на надежность теплоснабжения, и включены в приоритетный перечень состава проектов по реконструкции тепловых сетей.

При этом из перечня участков, рекомендуемых к рекомендации с целью обеспечения надёжности, были исключены участки, реконструкция которых требуется в соответствие с предложениями для других целей (в частности, для обеспечения подключения новых потребителей).

Табл. 5.3 Магистральные сети ЮЗЧ (п. ЗЯБ) города, требующие перекладки трубопроводов на больший диаметр по условиям обеспечения надежности

| № п/п | № тепловода    | Участок   |         | Фактический диаметр трубопровода |                    | Необходимый диаметр трубопровода |                    |
|-------|----------------|-----------|---------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|
|       |                |           |         | Диаметр, мм                      | Длина 2-х труб, км | Диаметр, мм                      | Длина 2-х труб, км |
| 1     | тепловод №14ЮЗ | тк-152 -  | тк-160  | 500                              | 4,519              | 600                              | 4,519              |
| 2     | тепловод №28ЮЗ | тк-160 -  | ту-164  | 400                              | 0,749              | 600                              | 0,749              |
| 3     | тепловод №28ЮЗ | тк-164 -  | тк-66/2 | 400                              | 0,873              | 500                              | 0,873              |
| 4     | тепловод №28ЮЗ | тк-66/2 - | тк-31   | 300                              | 2,3684             | 500                              | 2,3684             |
| 5     | тепловод №16ЮЗ | тк-31/1 - | тк-100  | 300                              | 1,8818             | 500                              | 1,8818             |
| 6     | тепловод №17ЮЗ | тк-100 -  | тк-142  | 400                              | 0,595              | 500                              | 0,595              |

На Рис. 5.4 представлена резервированная схема с дублированным подключением для Юго-западной части города (п.ЗЯБ) города с указанием участков требующие перекладки трубопроводов на больший диаметр по условиям обеспечения надежности.



Вероятности безотказного теплоснабжения потребителей после изменения структуры тепловой сети для потребителей 17а комплекса ниже нормативного значения  $P_{тс}=0,9$ . Данные потребители представлены таблице 5.4.

Табл. 5.4 Перечень потребителей, у которых вероятность безотказного теплоснабжения потребителей ниже нормативного значению

| Адрес узла ввода | Наименование узла | Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч | Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч | Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч | Расчетная максимальная нагрузка на ГВС, Гкал/ч | Время прохождения воды от источника, мин | Путь, пройденный от источника, м | Коэффициент тепловой аккумуляции, ч | Минимально допустимая температура, °С | Вероятность безотказной работы | Коэффициент готовности | Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от.период |
|------------------|-------------------|---|--|---|--|--|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--|
| 17а мкрн.        | СОШ №44 1ввод     | 0,388                                   | 0,11                                     | 0,194                                     | 0,427  | 172,38                                   | 3827,4                           | 40                                  | 12                                    | 0,893                          | 0,995                  | 7,186  |
| 17а мкрн.        | СОШ №44 2ввод     | 0,787                                   | 0  | 0   | 0  | 160,96                                   | 3732,7                           | 40                                  | 12                                    | 0,851                          | 0,995                  | 9,856  |

Для данных потребителей нет возможности увеличения объема резервирования. Эксплуатирующей организацией необходимо уделить внутриквартальным тепловым сетям (этих объектов) особое внимание, а именно своевременная замена участков в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса и снижение времени восстановления теплоснабжения после отказов до минимума.

Таким образом, увеличение объема резервирования путем увеличения диаметров участков в кольцевой сети обеспечит повышение надежности теплоснабжения потребителей Юго-западной части города (п. ЗЯБ).

## **6 Анализ результатов расчета показателей надежности теплоснабжения в перспективном состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны**

Результаты расчетов показателей надежности теплоснабжения на 2035 г. схемы теплоснабжения г. Набережные Челны значительно не отличаются от результатов в существующем состоянии.

По результатам расчета показателей надежности системы теплоснабжения, с точки зрения надежности, система теплоснабжения является надёжной, как в существующем состоянии, так и в перспективе.

Результаты расчета

### **1. Северо-восточной части города**

- 1.1. Стационарная вероятность рабочего состояния сети составила 0,994817
- 1.2. Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей – 0,995027-0,995109
- 1.3. Вероятность безотказного теплоснабжения потребителей – 0,989275-1
- 1.4. Сопоставление полученных величин показателей надежности с нормативными значениями.
  - Значения показателей коэффициента готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей выше нормативного значения  $K_{Г}=0,97$ .
  - Вероятности безотказного теплоснабжения потребителей тепловой сети также удовлетворяют нормативному значению  $P_{тс}=0,9$ .

### **2. Юго-западной части города (п. ГЭС)**

- 2.1. Стационарная вероятность рабочего состояния сети составила 0,977296
- 2.2. Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей – 0,979113-0,980427
- 2.3. Вероятность безотказного теплоснабжения потребителей – 0,82016-1
- 2.4. Сопоставление полученных величин показателей надежности с нормативными значениями.
  - Значения показателей коэффициента готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей осталось существенно выше нормативного значения  $K_{Г}=0,97$ .
  - Вероятности безотказного теплоснабжения потребителей в перспективном состоянии для потребителей пос. Сидоровка и Промплощадки также остается ниже нормативного значения  $P_{тс}=0,9$ .

### **3. Юго-западной части города (п.ЗЯБ)**

- 3.1. Стационарная вероятность рабочего состояния сети составила 0,970713
- 3.2. Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей – 0,973265-0,976252
- 3.3. Вероятность безотказного теплоснабжения потребителей – 0,850686-1
- 3.4. Сопоставление полученных величин показателей надежности с нормативными значениями.
  - Значения показателей коэффициента готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей осталось существенно выше нормативного значения  $K_r=0,97$ .
  - Вероятности безотказного теплоснабжения потребителей после изменения структуры тепловой сети для потребителей 17а комплекса осталась также ниже нормативного значения  $P_{тс}=0,9$ .

## **7 Описание изменений в показателях надежности теплоснабжения за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения, с учетом введенных в эксплуатацию новых и реконструированных тепловых сетей и сооружений на них**

Определены зоны с низкими показателями надежности систем теплоснабжения. В пункте 5 Обеспечение надежного теплоснабжения потребителей увеличением объема резервирования предлагается ряд мероприятий по повышению показателей надёжности систем теплоснабжения.