



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	Утверждаемая часть. Актуализация схемы теплоснабжения г. Набережные Челны на 2020 год на период до 2035 года .	
2	1802Р-ОМ.01.001-А2021	Глава 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения	
3	1802Р-ОМ.01.002-А2021	Глава 1 Приложение 1. Характеристика тепловых сетей	
4	1802Р-ОМ.02.001-А2021	Глава 2. Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения.	
5	1802Р-ОМ.03.001-А2021	Глава 3. Электронная модель системы теплоснабжения поселения, городского округа, города федерального значения	
6	1802Р-ОМ.03.002-А2021	Глава 3 Приложение 3.1. Инструкция пользователя	
7	1802Р-ОМ.03.003-А2021	Глава 3 Приложение 3.2. Руководство оператора	
8	1802Р-ОМ.03.004-А2021	Глава 3 Приложение 3.3. Альбом тепловых камер и павильонов	
9	1802Р-ОМ.04.001-А2021	Глава 4. Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей	
10	1802Р-ОМ.05.001-А2021	Глава 5. Мастер-план развития систем теплоснабжения	
11	1802Р-ОМ.06.001-А2021	Глава 6. 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	Глава 7. Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии	
13	1802Р-ОМ.08.001-А2021	Глава 8. Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей	
14	1802Р-ОМ.09.001-А2021	Глава 9. Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения	
15	1802Р-ОМ.10.001-А2021	Глава 10. Перспективные топливные балансы	
16	1802Р-ОМ.11.001-А2021	Глава 11. Оценка надежности теплоснабжения	
17	1802Р-ОМ.12.001-А2021	Глава 12. Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение	
18	1802Р-ОМ.13.001-А2021	Глава 13. Индикаторы развития систем теплоснабжения поселения, городского округа, города федерального значения	
19	1802Р-ОМ.14.001-А2021	Глава 14. Ценовые (тарифные) последствия	

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

Оглавление

Состав проекта	2
Перечень таблиц.....	5
Перечень рисунков.....	6
1 Общие положения	7
2 Классификация потребителей	8
2.1 Надежность	8
2.2 Принятые допущения.....	9
3 Текущие показатели надежности теплоснабжения.....	10
4 Анализ результатов расчета показателей надежности теплоснабжения в существующем состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны	13
4.1 Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей Северо-восточной части города (Новый город) в существующем состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны.....	13
4.2 Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей Юго-западной части города (п. ГЭС) в существующем состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны	17
4.3 Анализ результатов расчета показателей надежности потребителей Юго-западной части города (п. ЗЯБ) в существующем состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны	21
5 Обеспечение надежного теплоснабжения потребителей увеличением объема резервирования.....	25
5.1 Обеспечение надежного теплоснабжения потребителей Юго-западной части города (п. ГЭС) увеличением объема резервирования	25
5.2 Обеспечение надежного теплоснабжения потребителей Юго-западной части города (п.ЗЯБ) увеличением объема резервирования.....	28
6 Анализ результатов расчета показателей надежности теплоснабжения в перспективном состоянии схемы теплоснабжения г. Набережные Челны.....	31
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	32

Перечень таблиц

Табл. 2.1. Сроки восстановления теплоснабжения при отказах ТС.....	9
Табл. 3.1. Число нарушений в подаче тепловой энергии за 2014 – 2019 гг. по НЧТС	10
Табл. 3.2. Справка от АО «Татэнерго» по резерву пропускной способности магистральных сетей НЧТС	11
Табл. 3.3. Сведения по результатам оценки недоотпуска тепловой энергии за 2014 – 2019 гг. по АО «Татэнерго»	12
Табл. 5.1 Технические характеристики перемычки.....	26
Табл. 5.2 Магистральные сети ЮЗЧ (п. ГЭС) города, требующие перекладки трубопроводов на больший диаметр по условиям обеспечения надежности	26
Табл. 5.3 Магистральные сети ЮЗЧ (п. ЗЯБ) города, требующие перекладки трубопроводов на больший диаметр по условиям обеспечения надежности	28
Табл. 5.4 Перечень потребителей, у которых вероятность безотказного теплоснабжения потребителей ниже нормативного значению	30

Перечень рисунков

Рис. 3.1 Число нарушений в подаче тепловой энергии за 2014 – 2019 годы по НЧТС	10
Рис. 4.1 Схема тепловой сети Северо-восточной части города (Новый город).....	14
Рис. 4.2 Показатели надежности Северо-восточной части города (Новый город).....	16
Рис. 4.3. Схема тепловой сети Юго-западной части города (п. ГЭС).....	18
Рис. 4.4. Показатели надежности Юго-западной части города (п. ГЭС).....	20
Рис. 4.5. Схема тепловой сети Юго-западной части города (п.ЗЯБ)	22
Рис. 4.6. Показатели надежности Юго-западной части города (п.ЗЯБ)	24
Рис. 5.3. Резервированная схема с дублированным подключением для Юго-западной части города (п.ГЭС)	27
Рис. 5.4. Резервированная схема с дублированным подключением для Юго-западной части города (п.ЗЯБ).....	29

1 Общие положения

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 температура 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 Надежность

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 $[K_g]$. 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 = $0,9 \times 0,97 \times 0,99 = 0,86$.

Минимально допустимый показатель коэффициента готовности [Кг] принимается равным $K_g=0,97$.

При подземной прокладке тепловых сетей в непроходных каналах и бесканальной прокладке величина подачи теплоты (%) для обеспечения внутренней температуры воздуха в отапливаемых помещениях не ниже $12\text{ }^\circ\text{C}$ 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 $t_o, ^\circ\text{C}$				
		-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 Принятые допущения

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 λ 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».

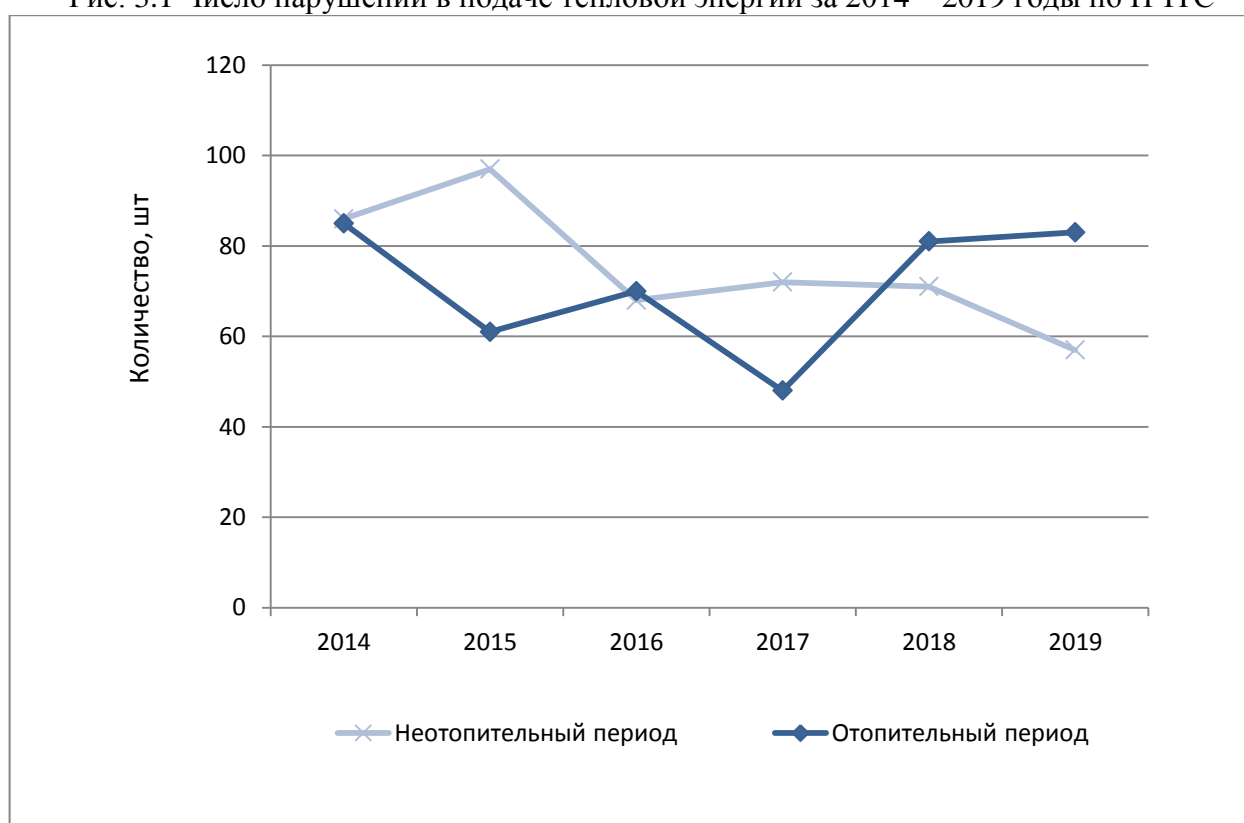
3 Текущие показатели надежности теплоснабжения

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

Табл. 3.1. Число нарушений в подаче тепловой энергии 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 Число нарушений в подаче тепловой энергии 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	№ теплосода	Наружный диаметр трубопроводов мм	Протяженность м	Резерв пропускной способности			
					максимальная скорость теплоносителя м/сек	максимальный расход теплоносителя т/час	фактический расход теплоносителя т/час	Резерв %
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.

Табл. 3.3. Сведения по результатам оценки недоотпуска тепловой энергии за 2014 – 2019 гг. 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 теплоснабжения	тыс. Гкал	-	-	-	-	-	-
Количество прекращения теплоснабжения в отопительный период	1/м ² /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 – 0.989288-1.00000

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



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. 4.2 представлена расчетная схема зоны теплоснабжения Нового города.

Рис. 4.2 Показатели надежности Северо-восточной части города (Новый город).



- зоны, в которых не обеспечивается надежное теплоснабжение
- зоны, в которых обеспечивается надежное теплоснабжение

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. 4.3, 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

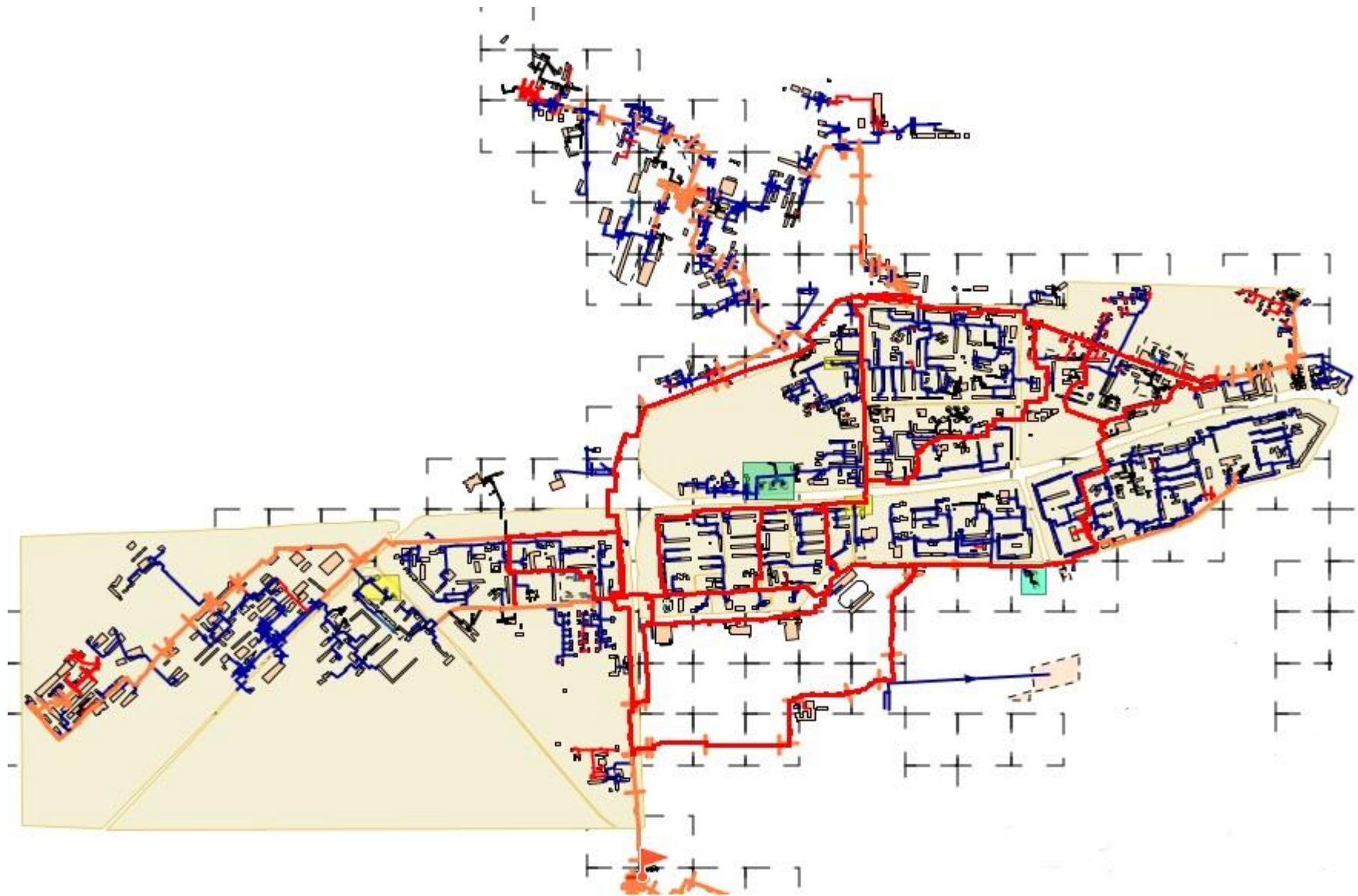
Расчетный год – 2019

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



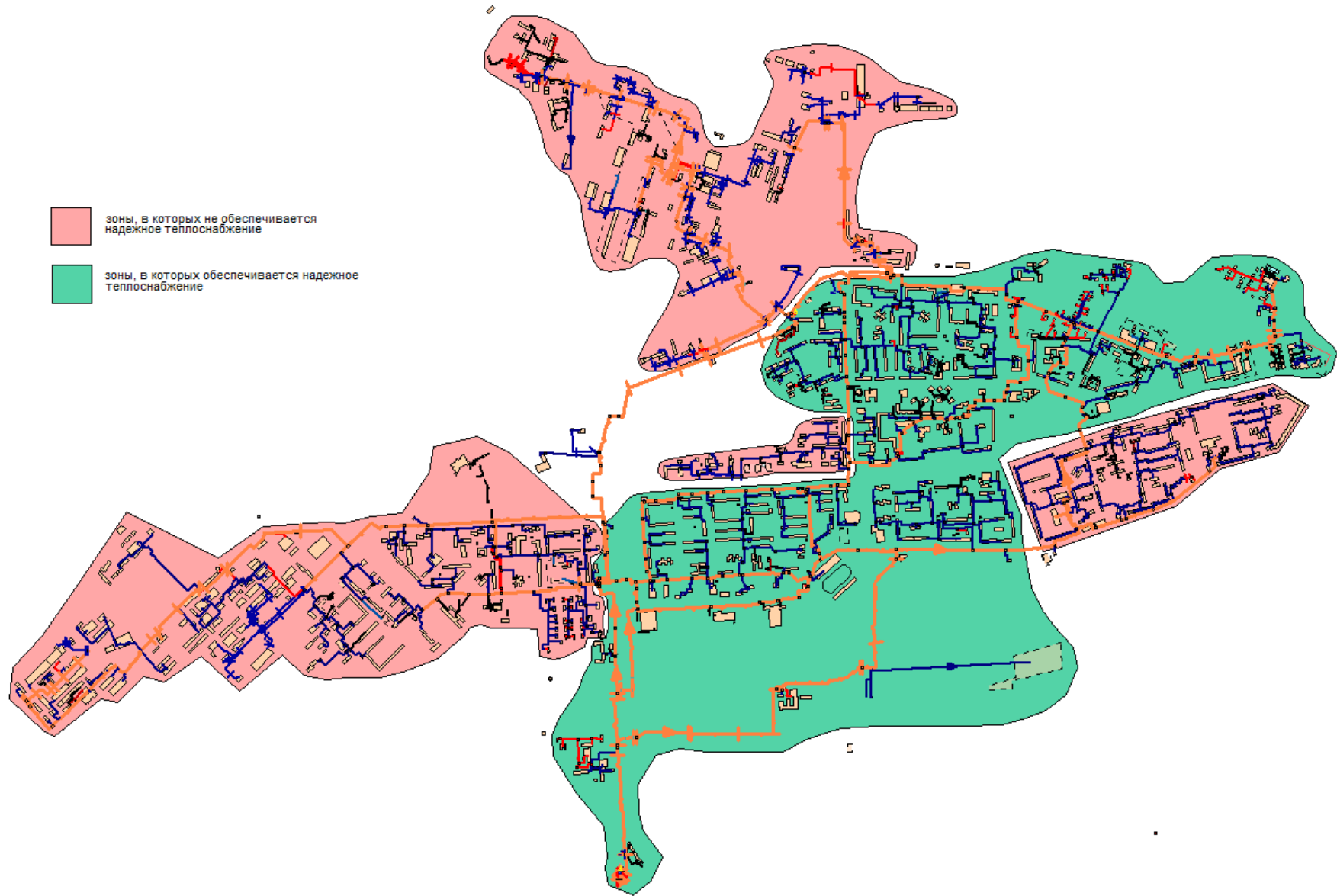
4. Сопоставление полученных величин показателей надежности с нормативными значениями.

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. 4.4 представлена расчетная схема зоны теплоснабжения п. ГЭС.

Рис. 4.4. 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. 4.5, 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 – $-1,80^{\circ}\text{C}$

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



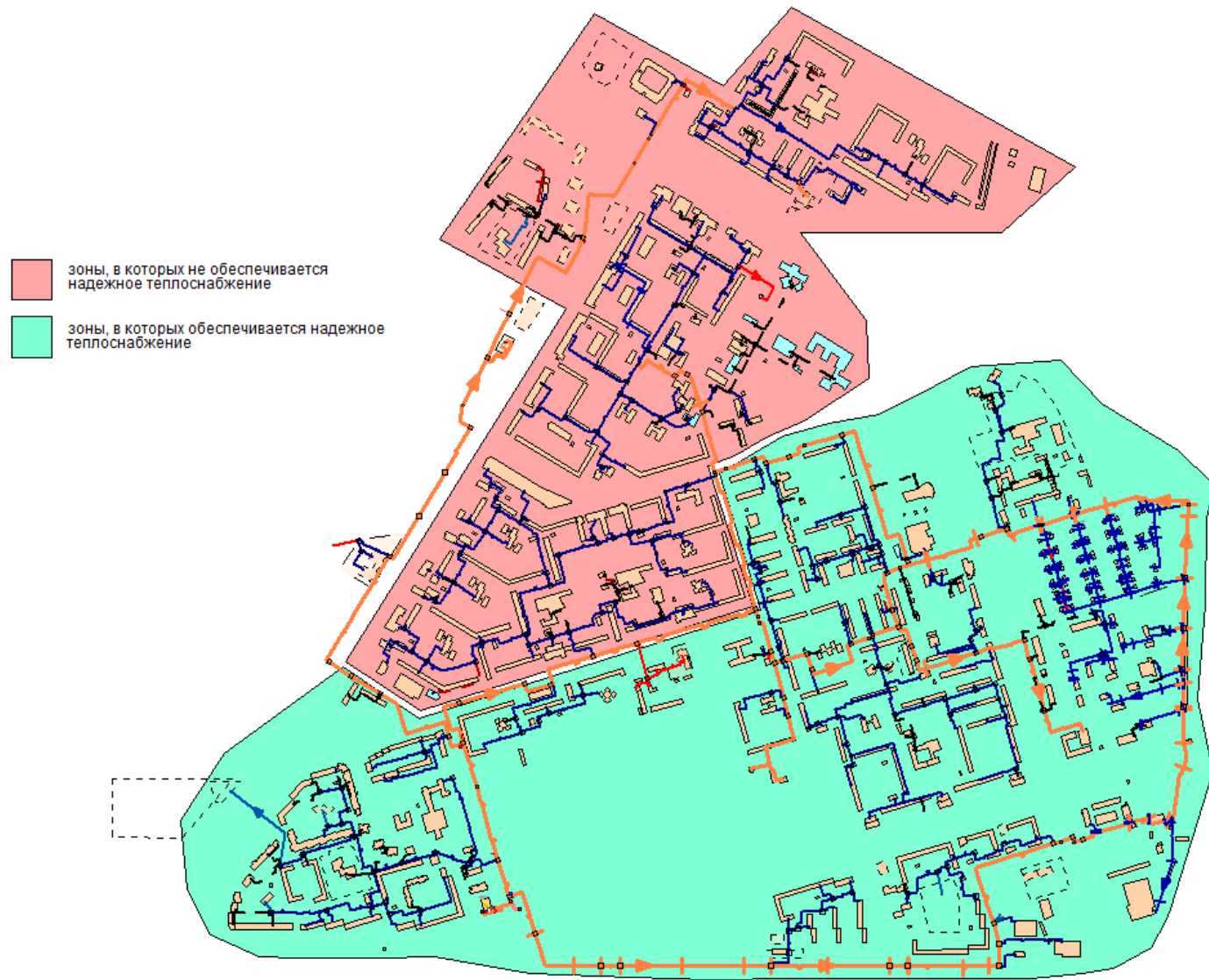
4. Сопоставление полученных величин показателей надежности с нормативными значениями.

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 3.31. представлена расчетная схема зоны теплоснабжения п. ЗЯБ.

Рис. 4.6. 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 соответствие с предложениями для других целей (в частности, для обеспечения подключения новых потребителей).

Рис. 5.1 Предлагаемое место прокладки перемычки

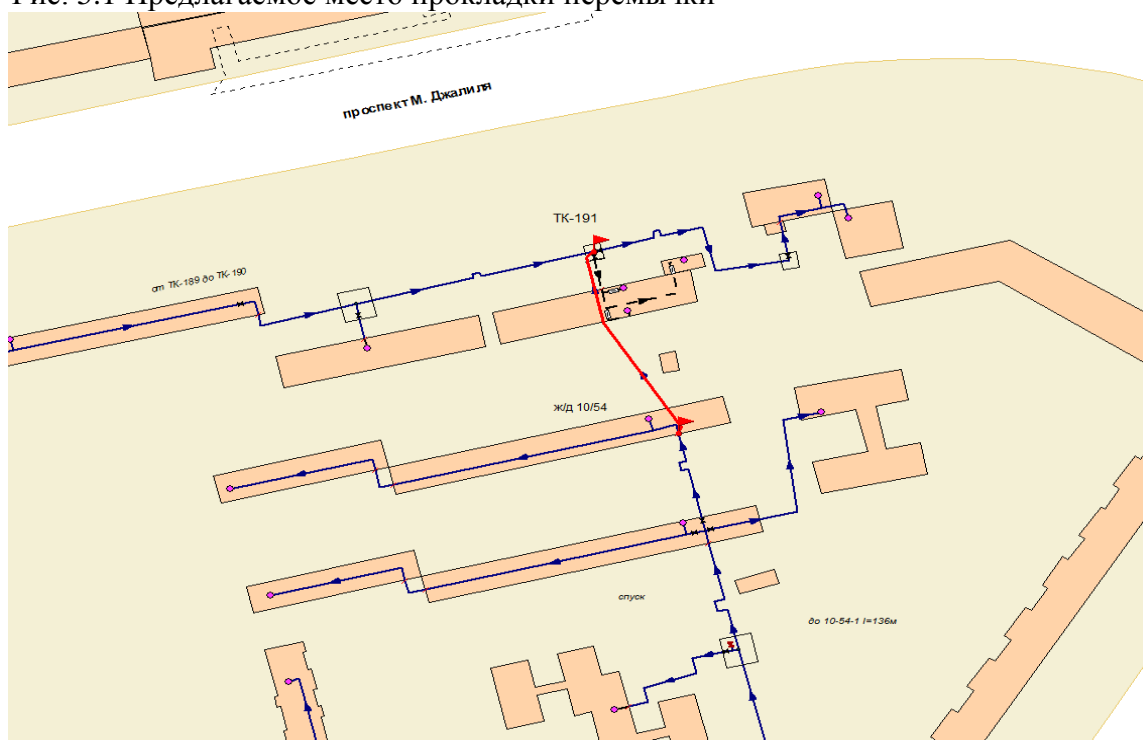


Рис. 5.2 Предполагаемое место прокладки перемычки

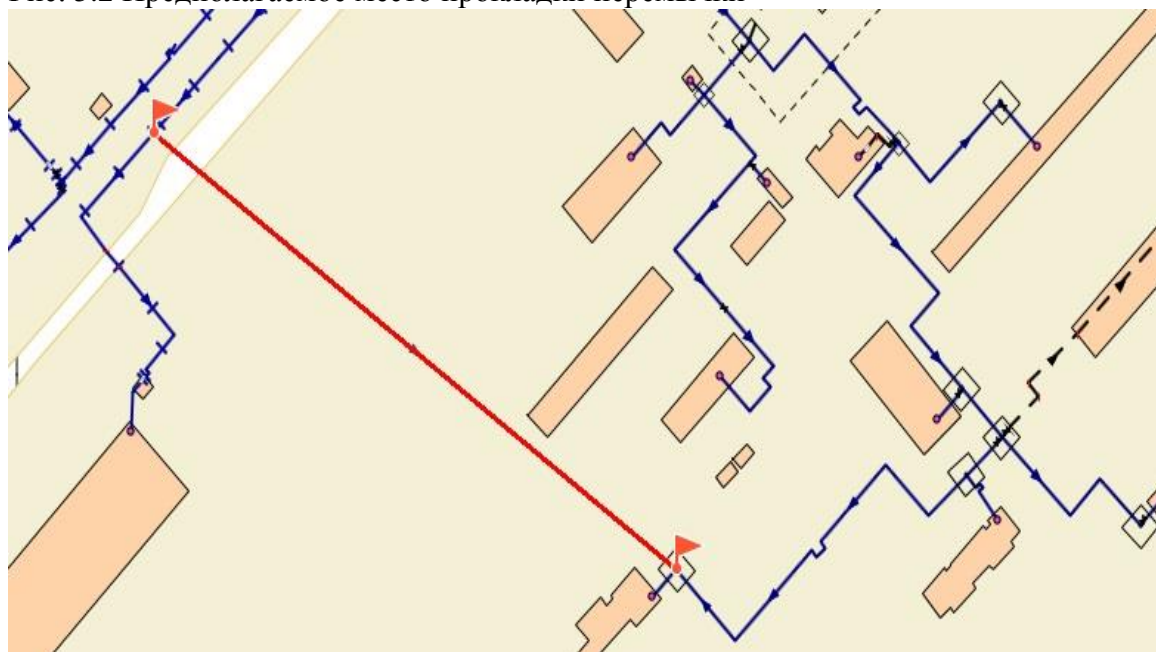


Табл. 5.1 Технические характеристики перемычки

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	0,1	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	тепловод №10 ю-з	ТК-194 ж/д 10/54	150	0,12	200	0,12
3			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.

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.

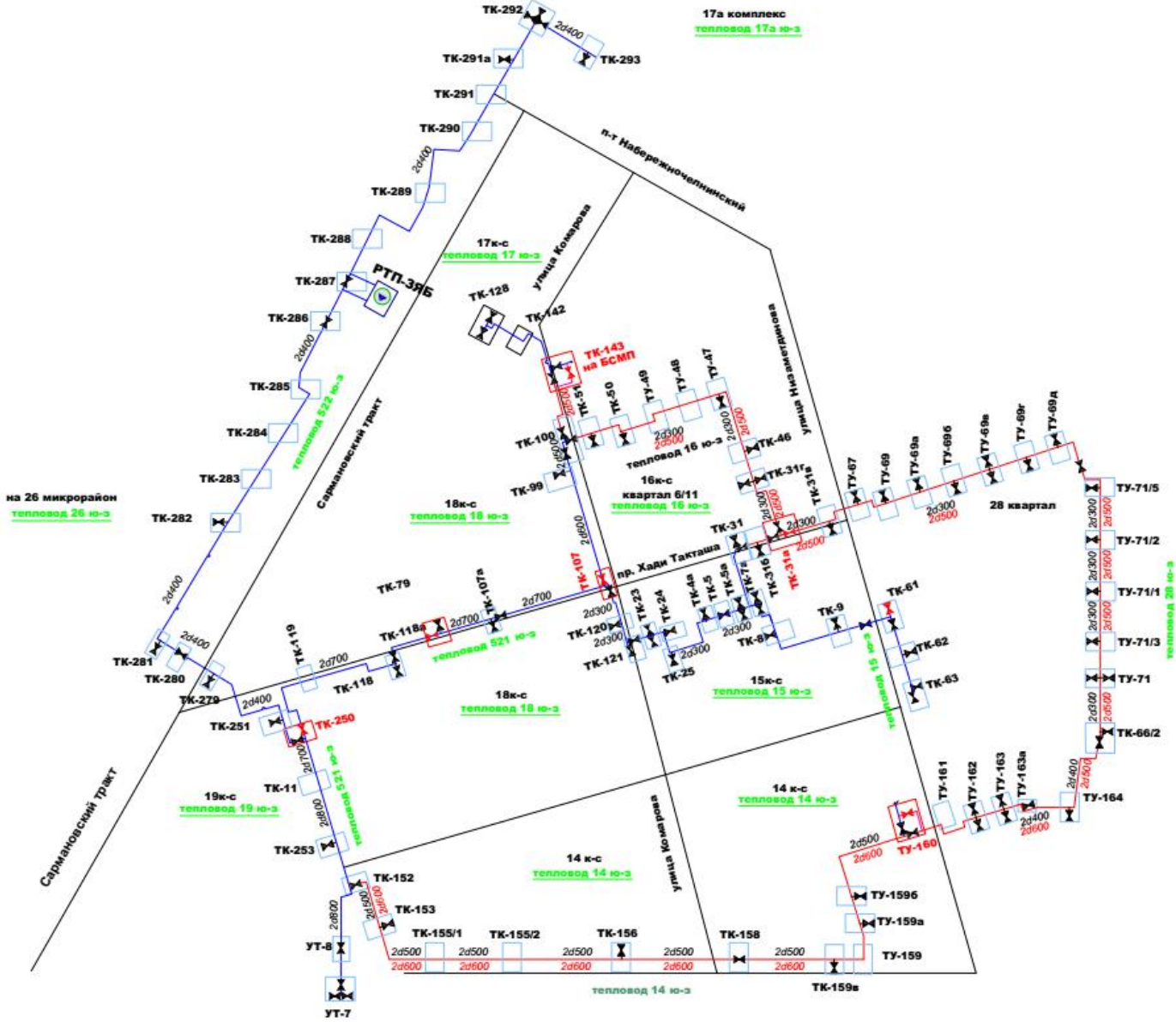
При этом из перечня участков, рекомендуемых к рекомендации с целью обеспечения надёжности, были исключены участки, реконструкция которых требуется в соответствие с предложениями для других целей (в частности, для обеспечения подключения новых потребителей).

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

№ п/п	№ тепловда	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.

Рис. 5.4. Резервированная схема с дублированным подключением для Юго-западной части города (п.ЗЯБ)



Вероятности безотказного теплоснабжения потребителей после изменения структуры тепловой сети для потребителей 17а комплекса ниже нормативного значения $P_{тс}=0,9$. Данные потребители представлены в **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

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 микрорайон	СОШ №44 1ввод	0,388	0,11	0,19409091	0,427	172,38	3827,4	40	12	0,892711	0,995233	7,1859
17а микрорайон	СОШ №44 2ввод	0,787	0	0	0	160,96	3732,7	40	12	0,850686	0,995233	9,8564

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 и предложен ряд мероприятий по повышению их.