

**Схема теплоснабжения
Пиндушского городского поселения
на период до 2041 г.**

**Обосновывающие материалы
к схеме теплоснабжения:**

**Глава 3
Электронная модель
системы теплоснабжения**

**Приложение 6
Результаты калибровки гидравлического режима
отопительного периода**

Оглавление

Отладка и калибровка электронной модели	3
1. Результаты расчета гидравлического режима работы системы теплоснабжения от котельной ул. Нефтебазы.....	5
2. Результаты расчета гидравлического режима работы системы теплоснабжения от котельной «Наркодиспансер» (ул. Больничная)	9
3. Результаты расчета гидравлического режима работы системы теплоснабжения от котельной «Пумбуши»	12
4. Результаты расчета гидравлического режима работы системы теплоснабжения от котельной Пиндуши ДСП п. Пиндуши.....	16

Отладка и калибровка электронной модели

В рамках данного этапа были выполнены:

- отладка работы расчетных математических модулей путем выявления ошибок в исходных данных;
- калибровка модели с целью достижения соответствия расчетных параметров модели фактическим параметрам в определенных реперных узлах системы теплоснабжения (расходы, давления воды в подающих и обратных трубопроводах системы теплоснабжения для определенных расчетных режимов). Реперные узлы (источник тепловой энергии, тепловая камера, ИТП) выбирались исходя из наличия данных, предоставленных Заказчиком.

На этапе отладки электронной модели был проведен анализ полноты внесенных исходных данных. Инструментарием для анализа и выявления ошибок во введенных исходных данных являются сгенерированные отчеты об объектах из созданной базы данных:

- расчетные параметры по источникам тепловой энергии;
- расчетные параметры по участкам;
- расчетные параметры по тепловым камерам и павильонам;
- расчетные параметры по потребителям.

Калибровка модели - процесс идентификации и тонкой настройки наборов исходных данных таким образом, чтобы обеспечить максимальное приближение результатов гидравлического расчета к фактическим параметрам в определенных реперных узлах системы теплоснабжения. Для организации процесса калибровки электронной модели выбираются реперные узлы в каждой из систем теплоснабжения, такие как: выводной коллектор на источнике, тепловые камеры, насосные станции, ИТП, по которым имеются фактические данные по расходам теплоносителя и располагаемым напорам за период, когда расходы теплоносителя были максимально приближены к номинальным. Для калибровки созданной модели используют большой набор встроенных инструментов.

Одним из незаменимых инструментов при калибровке гидравлической модели тепловой сети является пьезометрический график, поскольку графическая интерпретация гидравлического режима позволяет одновременно качественно и количественно оценить поправки, которые необходимо внести в расчетную модель, чтобы она наиболее адекватно повторяла "гидравлическое поведение" реальной тепловой сети в эксплуатации.

Также для выполнения калибровки используют сгенерированные отчеты и справки об объектах из созданной базы данных, а также графическое представление параметров теплоносителя:

- результаты гидравлического расчета по участкам вдоль пути (данный отчет, представленный в табличном виде, позволяет выполнить анализ гидравлического расчета системы теплоснабжения

вдоль выделенного пути);

- расчетные параметры участков тепловых сетей (по источнику) (данный отчет, представленный в табличном виде позволяет выполнить анализ гидравлического расчета всей системы теплоснабжения от определенного источника);

- потребители с недостаточным располагаемым напором (данный отчет позволяет определить потребителей с недопустимым располагаемым напором);

- справка о потребителе (нагрузки, дроссельные устройства);

- гидравлическая справка о потребителе (данный отчет позволяет проанализировать гидравлические параметры по конкретному потребителю);

- "гидравлическая" раскраска сети (данный режим позволяет разными цветами выделить включенные, отключенные и тупиковые участки тепловых сетей);

- специальные раскраски тепловой сети по значениям различных характеристик гидравлического режима (данные режимы позволяют анализировать всю систему теплоснабжения по следующим параметрам: скорости, давлениям в подающей или обратной магистрали, удельным потерям напора на участках и т.п.);

- графические выделения (выделения цветом или иным способом узлов и/или участков тепловой сети по некоторому критерию, например: потребители с превышением давления в обратной магистрали, тепловые камеры с закрытыми задвижками, узлы с располагаемым напором ниже заданного, участки с превышением заданной скорости потока, и т.п.);

- расстановка на схеме тепловой сети значков-стрелок, указывающих направление движения теплоносителя по подающей или обратной магистрали (данный режим позволяет анализировать движение теплоносителя по подающей или обратной магистрали);

- подпись на схеме тепловой сети значений расходов по участкам и давлений в узлах сети.

Параллельно работе с вышеописанным инструментарием проводится корректировка изначально введенных данных по шероховатости трубопроводов, значениям местных сопротивлений, и т.п. с целью получения максимального соответствия параметров расчетной модели с фактическими параметрами систем теплоснабжения. Процесс калибровки - один из самых сложных процессов при разработке модели, в каждом отдельном случае производится с помощью различных функций системы, описание которых не является целью данного отчета.

Данная составляющая работы (отладка и калибровка) выполнялась после завершения описания тепловых сетей и теплосетевых объектов в электронной модели системы теплоснабжения.

1. Результаты расчета гидравлического режима работы системы теплоснабжения от котельной ул. Нефтебазы

Результаты расчета гидравлического режима работы системы теплоснабжения п. Пиндуши от котельной ул. Нефтебазы представлены в электронной модели.

Фактические данные учета не были предоставлены.

При проведении наладочного расчета был подобран минимально необходимый для обеспечения качественным теплоснабжением наиболее удаленных потребителей располагаемый напор $H=6,7$ м. После проведения дальнейшего поверочного расчета на основании сопротивления системы, полученного в наладочном расчете, с напором на выходе из источника $6,7$ м ($P_1/P_2=3,17/2,5$ кгс/см²) можно сделать следующие выводы:

Давление в обратном трубопроводе не превышает допустимое для нагревательных приборов систем отопления давление $P=6,0$ кгс/см².

Давление в обратном трубопроводе системы превышает $P=0,5$ кгс/см².

Располагаемые напоры на потребителях достаточны для преодоления гидравлического сопротивления разводящих сетей и местных систем.

Давление в любой точке подающего трубопровода превышает давление вскипания при расчетной температуре теплоносителя.

Напор в обратном трубопроводе достаточен для залива местных систем.

При существующем положении для всех потребителей при непосредственном подключении системы отопления требуется установка дроссельных шайб на системе отопления для обеспечения расчетных расходов в соответствии с требуемым гидравлическим режимом.

Определяющий потребитель Горького, 11, располагаемый напор на тепловом узле составляет 1 м.

При расчетном температурном графике $95/70$ со срезками $60\div 70^\circ\text{C}$ при температуре наружного воздуха ниже $T_{нв}=-5^\circ\text{C}$ у потребителей наблюдается недогрев на всем диапазоне срезки: $T_{вн}=17,49\div 7,42^\circ\text{C}$ при расчетной температуре внутреннего воздуха $T_{вн}=18^\circ\text{C}$.

Для качественного теплоснабжения потребителей следует рассмотреть переход на график $95/70$ без срезки.

Обследование, паспортизация и наладка потребителей в соответствии с гидравлическим режимом позволит обеспечить расчетный расход в системе, что приведет к качественному теплоснабжению потребителей и экономии электроэнергии.

Для уменьшения гидравлических потерь следует рассмотреть вариант перекладок трубопроводов, указанных в таблице 1.1, с увеличением диаметра. Удельные потери для магистральных сетей рекомендуется принимать $R_{уд} \leq 8$ мм/м, для распределительных сетей – $R_{уд} \leq 30$ мм/м.

Таблица 1.1

Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр подающего трубопровода, м	Внутренний диаметр обратного трубопровода, м	Расход воды в подающем трубопроводе, т/ч	Расход воды в обратном трубопроводе, т/ч	Потери напора в подающем трубопроводе, м	Потери напора в обратном трубопроводе, м	Удельные линейные потери напора в под.тр-де, мм/м	Удельные линейные потери напора в обр.тр-де, мм/м	Тип сети
Нефтебаза	Бойлерная т	22	0.082	0.082	13.04	-12.99	0.27	0.27	9.35	9.26	магистральная
Бойлерная т	УТ-1	10	0.082	0.082	13.04	-12.99	0.12	0.12	9.35	9.26	магистральная

Расчетная подпитка на утечки составляет 0,053 т/ч.

Пьезометрические графики до характерных потребителей системы теплоснабжения п.

Пиндуши от котельной ул. Нефтебаза представлены на Рис. 1.1-1.2.



Рис. 1.1 Пьезометрический график системы теплоснабжения от котельной ул. нефтебазы до потребителя ул. Горького, 11

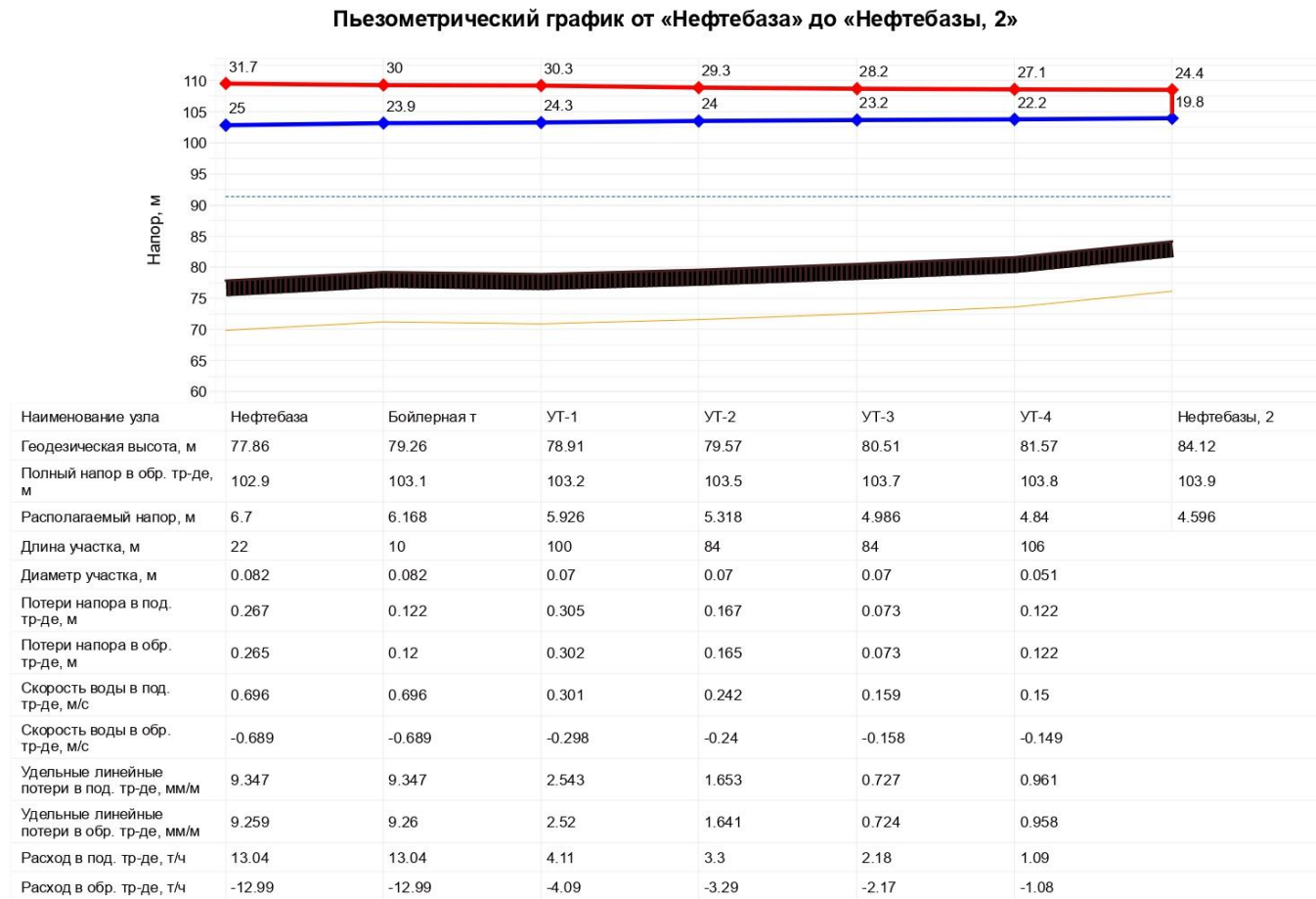


Рис. 1.2 Пьезометрический график системы теплоснабжения от котельной ул. Нефтебазы до потребителя ул. Нефтебазы, 2.

2. Результаты расчета гидравлического режима работы системы теплоснабжения от котельной «Наркодиспансер» (ул.Больничная)

Результаты расчета гидравлического режима работы системы теплоснабжения п. Пиндуши от котельной ул. Больничная представлены в электронной модели.

Фактические данные учета не были предоставлены.

При проведении наладочного расчета был подобран минимально необходимый для обеспечения качественным теплоснабжением наиболее удаленных потребителей располагаемый напор $H=3,6$ м. После проведения дальнейшего поверочного расчета на основании сопротивления системы, полученного в наладочном расчете, с напором на выходе из источника $3,6$ м ($P_1/P_2=2,36/2,0$ кгс/см²) можно сделать следующие выводы:

Давление в обратном трубопроводе не превышает допустимое для нагревательных приборов систем отопления давление $P=6,0$ кгс/см².

Давление в обратном трубопроводе системы превышает $P=0,5$ кгс/см².

Располагаемые напоры на потребителях достаточны для преодоления гидравлического сопротивления разводящих сетей и местных систем.

Давление в любой точке подающего трубопровода превышает давление вскипания при расчетной температуре теплоносителя.

Напор в обратном трубопроводе достаточен для залива местных систем.

При существующем положении для всех потребителей при непосредственном подключении системы отопления требуется установка дроссельных шайб на системе отопления для обеспечения расчетных расходов в соответствии с требуемым гидравлическим режимом.

Определяющий потребитель Больница располагаемый напор на тепловом узле составляет $1,1$ м.

При расчетном температурном графике $95/70$ со срезками $60\div 70^\circ\text{C}$ при температуре наружного воздуха ниже $T_{нв}=-5^\circ\text{C}$ у потребителей наблюдается недогрев на всем диапазоне срезки: $T_{вн}=17,49\div 7,41^\circ\text{C}$ при расчетной температуре внутреннего воздуха $T_{вн}=18^\circ\text{C}$.

Для качественного теплоснабжения потребителей следует рассмотреть переход на график $95/70$ без срезки.

Обследование, паспортизация и наладка потребителей в соответствии с гидравлическим режимом позволит обеспечить расчетный расход в системе, что приведет к качественному теплоснабжению потребителей и экономии электроэнергии.

Перекладки магистральных и распределительных сетей не требуются.

Расчетная подпитка на утечки составляет $0,033$ т/ч.

Пьезометрический график до характерного потребителя системы теплоснабжения п. Пиндуши от котельной ул. Больничная представлен на Рис. 2.1-2.2.



Рис. 2.1 Пьезометрический график системы теплоснабжения от котельной ул. Больничная до потребителя ул. Больничная, 3.

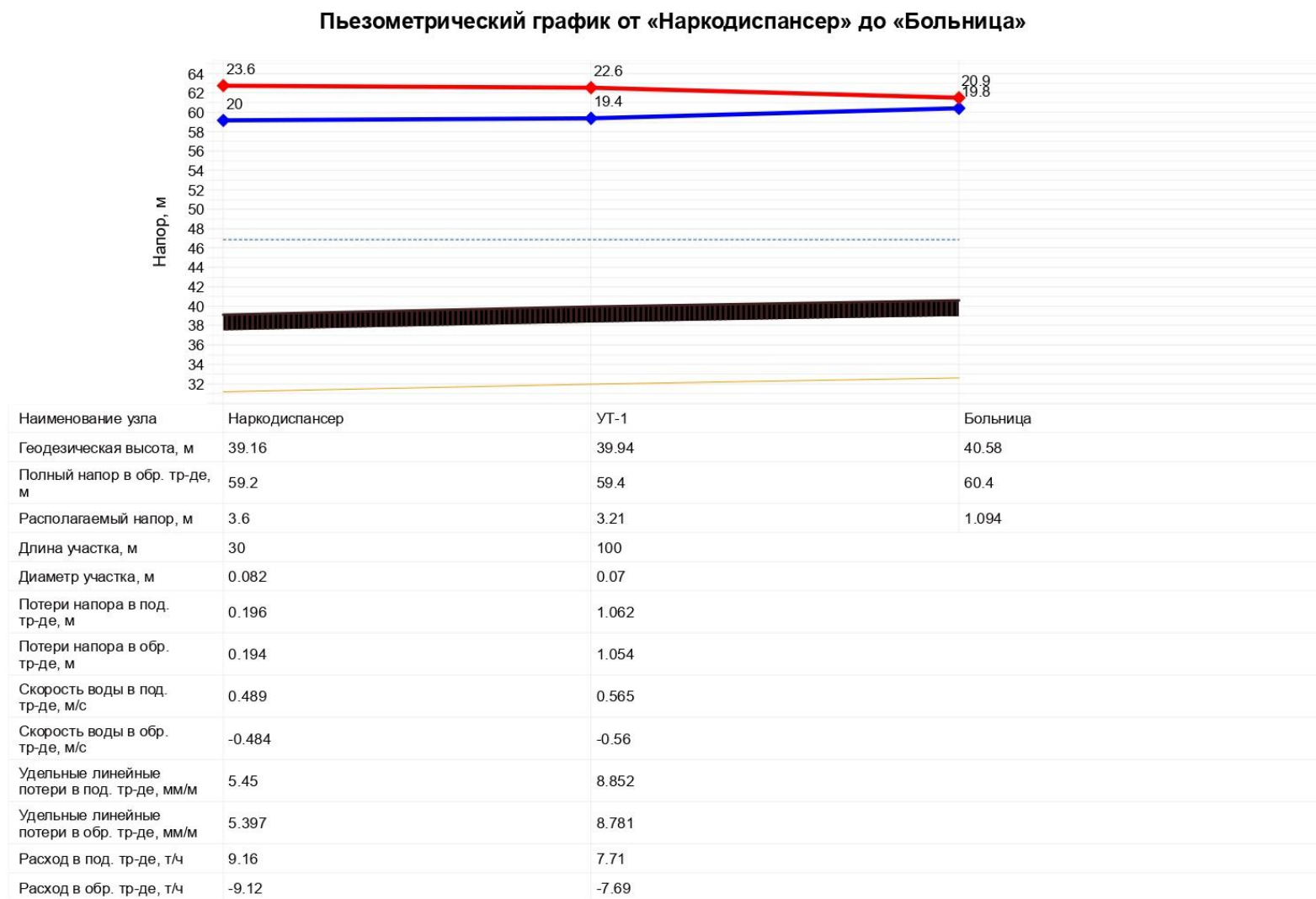


Рис. 2.2 Пьезометрический график системы теплоснабжения от котельной ул. Больничная до потребителя Больница.

3. Результаты расчета гидравлического режима работы системы теплоснабжения от котельной «Лумбуши»

Результаты расчета гидравлического режима работы системы теплоснабжения п. Лумбуши от котельной Лумбуши представлены в электронной модели.

Фактические данные учета не были предоставлены.

При проведении наладочного расчета был подобран минимально необходимый для обеспечения качественным теплоснабжением наиболее удаленных потребителей располагаемый напор $H=1,4$ м. После проведения дальнейшего поверочного расчета на основании сопротивления системы, полученного в наладочном расчете, с напором на выходе из источника $1,4$ м ($P_1/P_2=2,64/2,5$ кгс/см²) можно сделать следующие выводы:

Давление в обратном трубопроводе не превышает допустимое для нагревательных приборов систем отопления давление $P=6,0$ кгс/см².

Давление в обратном трубопроводе системы превышает $P=0,5$ кгс/см².

Располагаемые напоры на потребителях достаточны для преодоления гидравлического сопротивления разводящих сетей и местных систем.

Давление в любой точке подающего трубопровода превышает давление вскипания при расчетной температуре теплоносителя.

Напор в обратном трубопроводе достаточен для залива местных систем.

При существующем положении для всех потребителей при непосредственном подключении системы отопления требуется установка дроссельных шайб на системе отопления для обеспечения расчетных расходов в соответствии с требуемым гидравлическим режимом.

Определяющий потребитель ул. Совхозная, 6 располагаемый напор на тепловом узле составляет 1 м.

При расчетном температурном графике $95/70$ со срезками $60\div 70^\circ\text{C}$ при температуре наружного воздуха ниже $T_{\text{нв}}=-5^\circ\text{C}$ у потребителей наблюдается недогрев на всем диапазоне срезки: $T_{\text{вн}}=17,48\div 7,41^\circ\text{C}$ при расчетной температуре внутреннего воздуха $T_{\text{вн}}=18^\circ\text{C}$.

Для качественного теплоснабжения потребителей следует рассмотреть переход на график $95/70$ без срезки.

Обследование, паспортизация и наладка потребителей в соответствии с гидравлическим режимом позволит обеспечить расчетный расход в системе, что приведет к качественному теплоснабжению потребителей и экономии электроэнергии.

Перекладки магистральных и распределительных сетей не требуются.

Расчетная подпитка на утечки составляет $0,098$ т/ч.

Пьезометрические графики до характерных потребителей системы теплоснабжения п. Лумбуши от котельной Лумбуши представлены на Рис. 3.1-3.3.

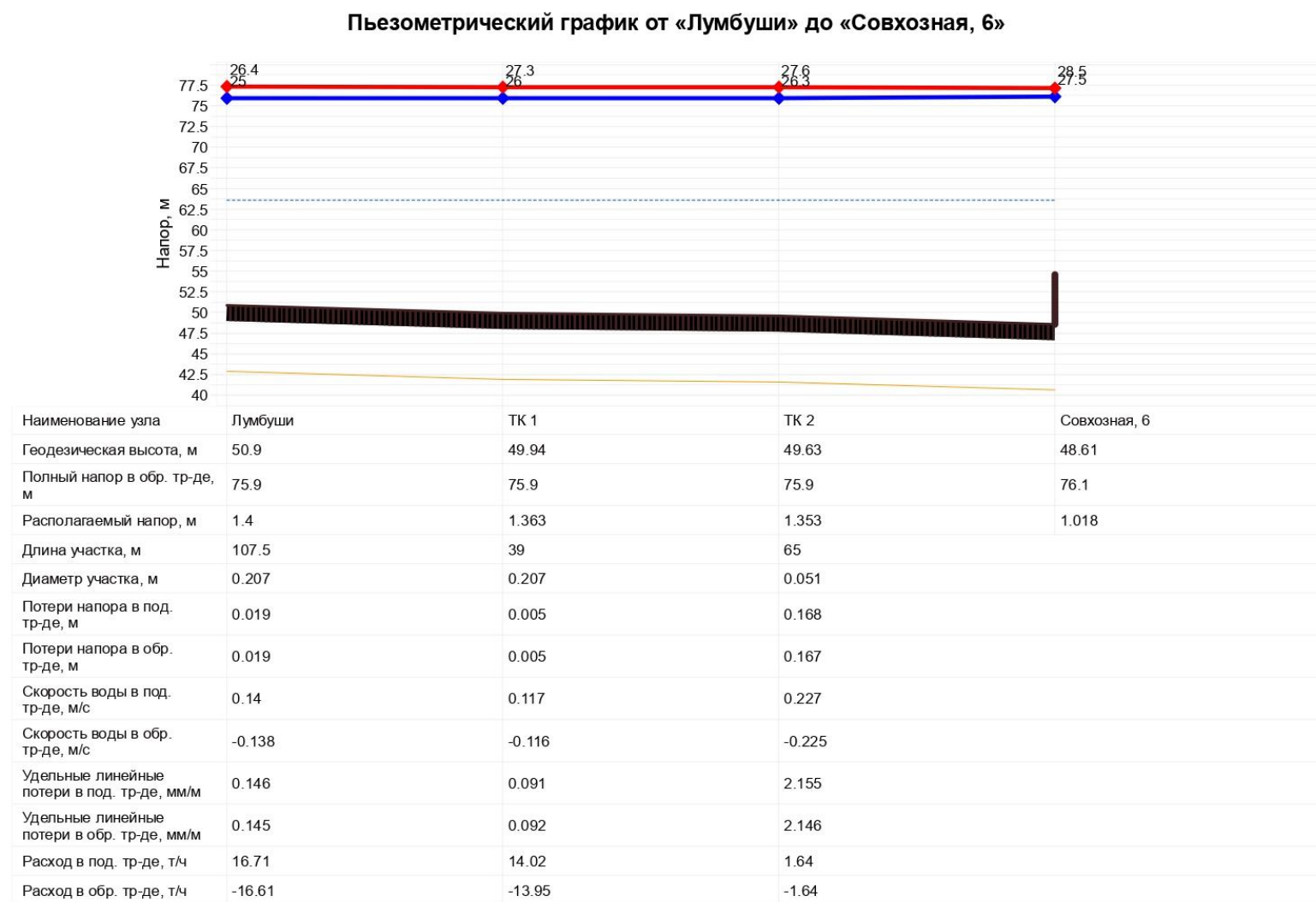


Рис. 3.1 Пьезометрический график системы теплоснабжения от котельной Лумбуши до потребителя ул. Совхозная, 6.

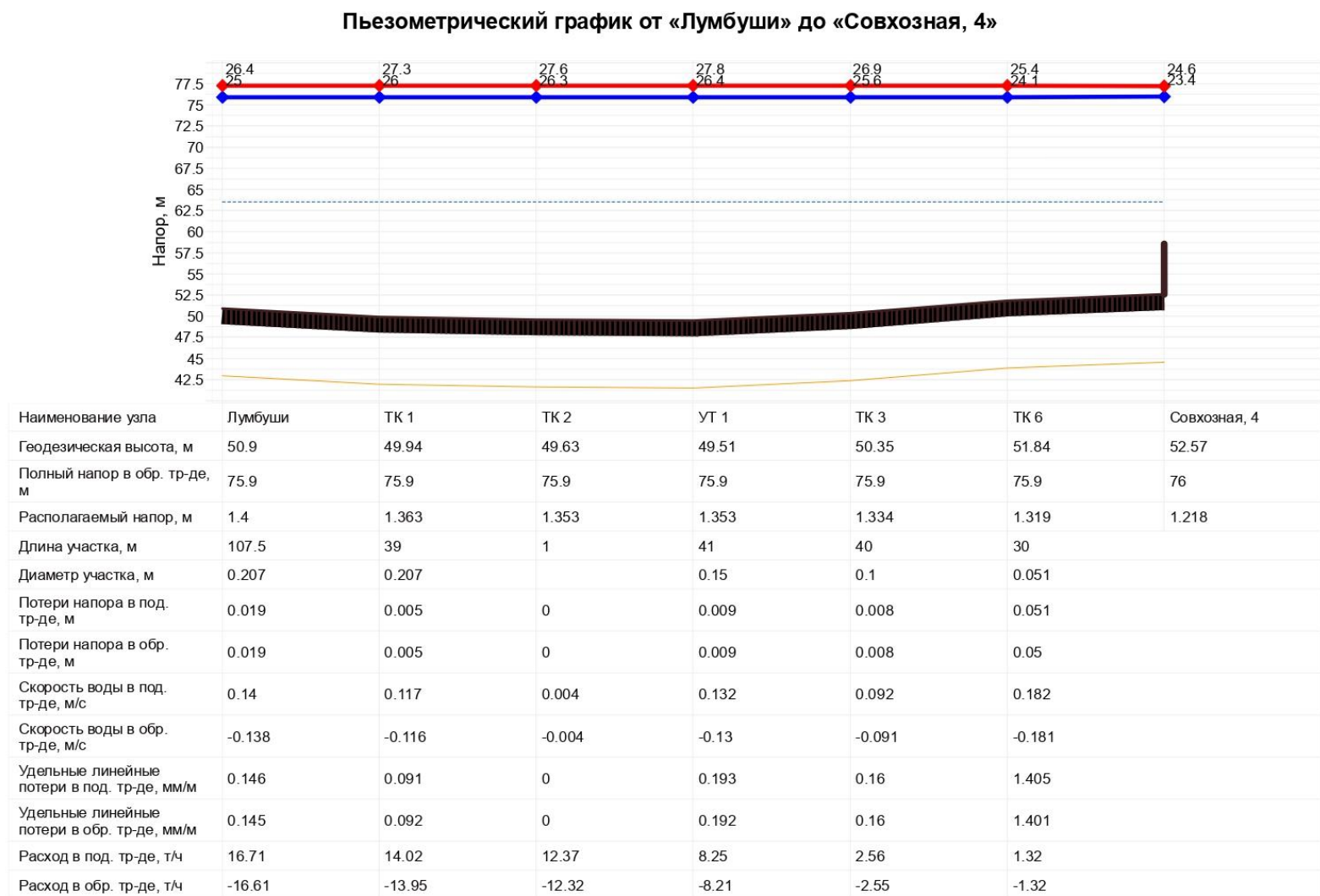


Рис. 3.2 Пьезометрический график системы теплоснабжения от котельной Лумбуши до потребителя ул. Совхозная, 4.

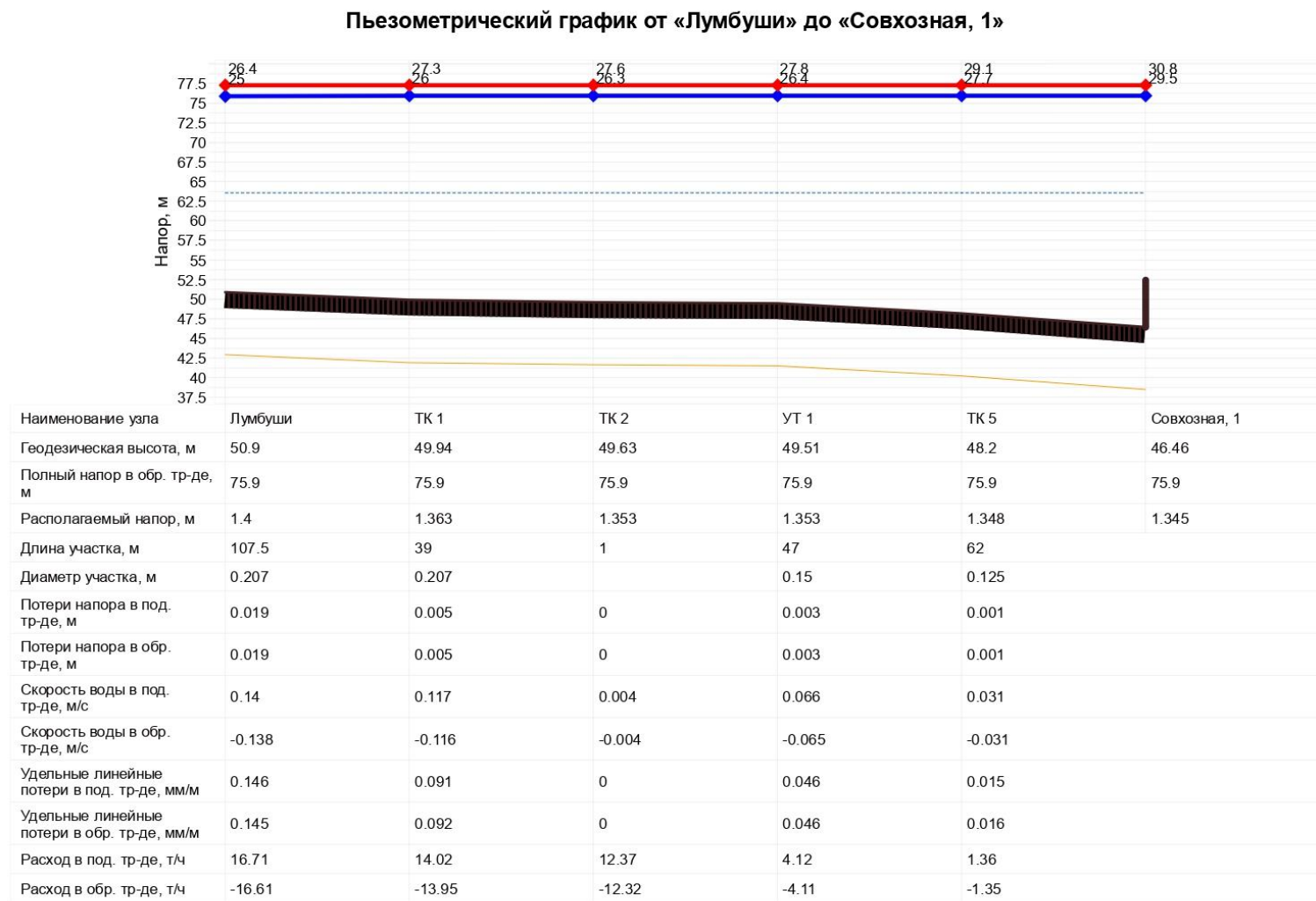


Рис. 3.3 Пьезометрический график системы теплоснабжения от котельной Лумбуши до потребителя ул. Совхозная, 1.

4. Результаты расчета гидравлического режима работы системы теплоснабжения от котельной Пиндуши ДСП п. Пиндуши

Результаты расчета гидравлического режима работы системы теплоснабжения п. Пиндуши от котельной Пиндуши ДСП представлены в электронной модели.

Фактические данные учета не были предоставлены.

При проведении наладочного расчета был подобран минимально необходимый для обеспечения качественным теплоснабжением наиболее удаленных потребителей располагаемый напор $H=29,4$ м. После проведения дальнейшего поверочного расчета на основании сопротивления системы, полученного в наладочном расчете, с напором на выходе из источника $29,4$ м ($P_1/P_2=6,94/4,0$ кгс/см²) можно сделать следующие выводы:

Давление в обратном трубопроводе не превышает допустимое для нагревательных приборов систем отопления давление $P=6,0$ кгс/см².

Давление в обратном трубопроводе системы превышает $P=0,5$ кгс/см².

Располагаемые напоры на потребителях достаточны для преодоления гидравлического сопротивления разводящих сетей и местных систем.

Давление в любой точке подающего трубопровода превышает давление вскипания при расчетной температуре теплоносителя.

Напор в обратном трубопроводе достаточен для залива местных систем.

При существующем положении для всех потребителей при непосредственном подключении системы отопления требуется установка дроссельных шайб на системе отопления для обеспечения расчетных расходов в соответствии с требуемым гидравлическим режимом.

Особое внимание следует уделить потребителям по ул. Труда, 13, 14, 15, это самые высокие потребители в системе с геодезией $Z=80-82$ м.

Особое внимание следует уделить потребителю по ул. Канифольная Дюсш №2, это самый низкий потребитель в системе с геодезией $Z=51$ м.

Определяющий потребитель Молодежная, 11, располагаемый напор на тепловом узле составляет $1,1$ м.

При расчетном температурном графике $95/70$ со срезками $60\div 70^\circ\text{C}$ при температуре наружного воздуха ниже $T_{нв}=-5^\circ\text{C}$ у потребителей наблюдается недогрев на всем диапазоне срезки: $T_{вн}=17,5\div 7,42^\circ\text{C}$ при расчетной температуре внутреннего воздуха $T_{вн}=18^\circ\text{C}$.

Для качественного теплоснабжения потребителей следует рассмотреть переход на график $95/70$ без срезки.

Обследование, паспортизация и наладка потребителей в соответствии с гидравлическим режимом позволит обеспечить расчетный расход в системе, что приведет к качественному теплоснабжению потребителей и экономии электроэнергии.

Для уменьшения гидравлических потерь следует рассмотреть вариант переключений трубопроводов, указанных в таблице 4.1, с увеличением диаметра. Удельные потери для

магистральных сетей рекомендуется принимать $R_{уд} \leq 8$ мм/м, для распределительных сетей – $R_{уд} \leq 30$ мм/м.

Таблица 4.1

Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр подающего трубопровода, м	Внутренний диаметр обратного трубопровода, м	Расход воды в подающем трубопроводе, т/ч	Расход воды в обратном трубопроводе, т/ч	Потери напора в подающем трубопроводе, м	Потери напора в обратном трубопроводе, м	Удельные линейные потери напора в под.тр-де, мм/м	Удельные линейные потери напора в обр.тр-де, мм/м	Тип сети
Вр. на Молод.,9	Молодёжная 11	123.00	0.034	0.034	3.19	-3.18	9.82	9.73	66.50	65.93	распределительная
УТ6	Челюс.,24 т	28.00	0.083	0.083	30.19	-30.12	1.85	1.83	54.97	54.45	распределительная

Расчетная подпитка на утечки составляет 0,867 т/ч.

Пьезометрические графики до характерных потребителей системы теплоснабжения п.

Пиндуши от котельной Пиндуши ДСП представлены на Рис. 4.1-4.3.

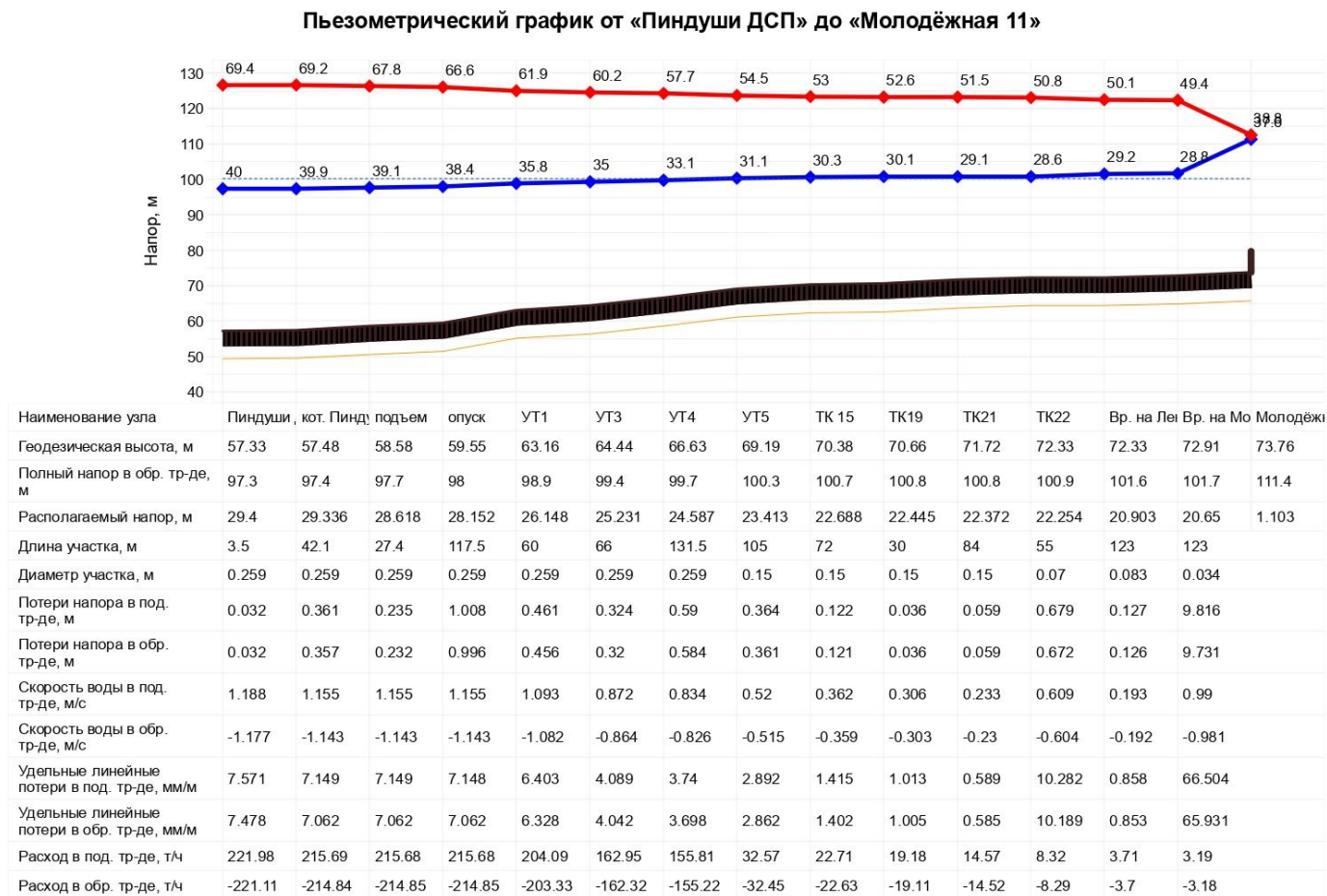


Рис. 4.1 Пьезометрический график системы теплоснабжения от котельной Пиндуши ДСП до потребителя ул. Молодёжная,11.

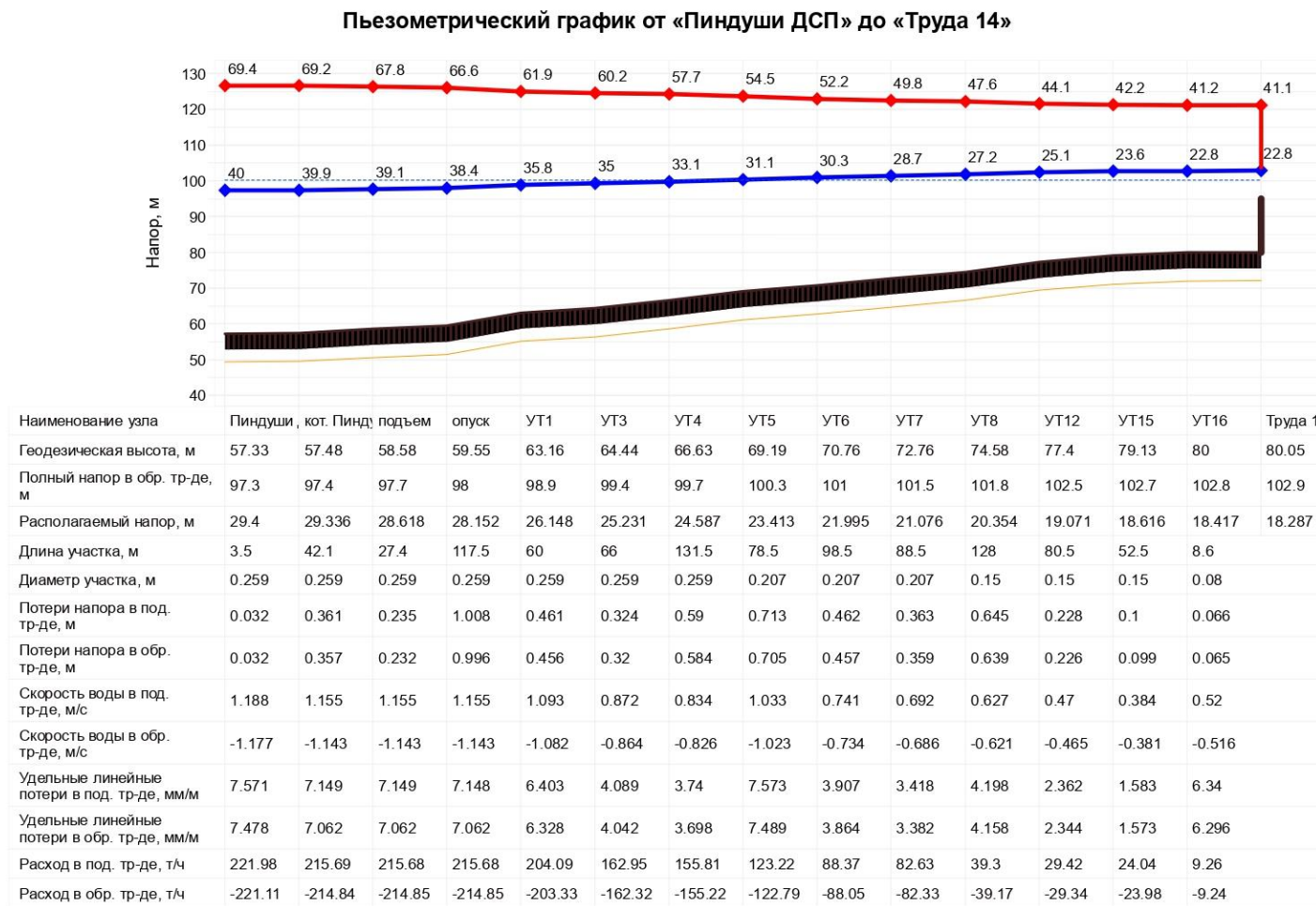


Рис. 4.2 Пьезометрический график системы теплоснабжения от котельной Пиндуши ДСП до потребителя ул. Труда, 14.

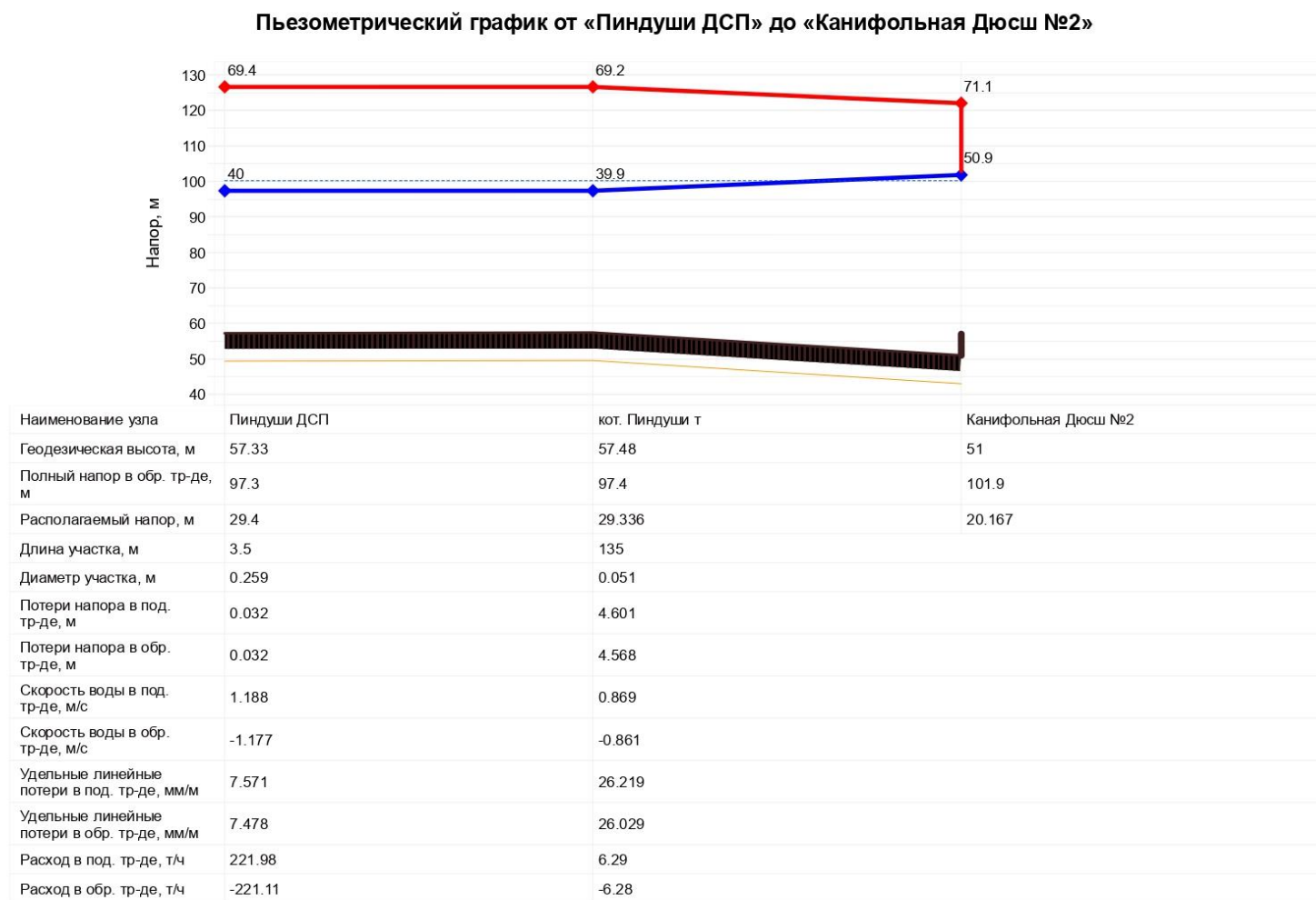


Рис. 4.3 Пьезометрический график системы теплоснабжения от котельной Пиндуши ДСП до потребителя ул. Канифольная ДЮСШ №2.