



АНО «Агентство по энергосбережению УР»:
г.Ижевск, ул.Майская, д.29,
тел./факс: (3412) 90-89-84, 90-89-86,
90-89-94, 90-89-96,
e-mail: info@energoser18.ru

СХЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

**МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД
САРАПУЛ» УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**
на период 2015 – 2025 г.г.

Книга 3
Электронная модель систем водоснабжения и
водоотведения

Том 1

Д.10.10.14-ЭМ.03.001

Ижевск 2014 год

Глава Администрации
МО «Город Сарапул»
Сизов А.Н. _____

Директор
АНО «Агентство по энергосбережению УР»
Берлинский П.В. _____

«___» _____ 20___ г.

«___» _____ 20___ г.

Директор МУП г. Сарапула
«Сарапульский водоканал»
Кузнецов В.И. _____

«___» _____ 20___ г.

СХЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

**МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД
САРАПУЛ» УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**
на период 2015 – 2025 г.г.

Книга 3
Электронная модель систем водоснабжения и
водоотведения
Том 1

Д.10.10.14-ЭМ.03.002

Исполнители:
Руководитель группы
энергетических обследований тепло-
и водоснабжения
Асколепов А.Н.
Руководитель группы
энергетических обследований
бюджетных организаций, зданий
и сооружений
Труфанова Л.М.
Инженер-теплотехник
Решетников М.И.
Инженер-экономист
Мальцева Л.А.

Ижевск 2014 год

РЕФЕРАТ

Отчет: Том 1 – 328 стр., Том 2 – 108 стр.

ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ, СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ,
РАСЧЕТНЫЕ МОДУЛИ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ, ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЕ
ГРАФИКИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ ВОДОПРОВОДНЫХ И
КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ, НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ, ПОТРЕБИТЕЛЕЙ,
КАЛИБРОВКА ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ

Объект исследования: система водоснабжения и водоотведения МО «Город Сарапул» УР
в границах, определенных генеральным планом развития на период до 2025 г.

Цель работы: на основе представленной исходной информации построение электронной
модели системы водоснабжения и водоотведения с привязкой к топографической основе.

Метод исследования: анализ представленных исходных данных и документов по
развитию и ретроспективе города. Компьютерное моделирование на базе программы Zulu.

Новизна работы: электронная модель схемы водоснабжения и водоотведения МО «Город
Сарапул» УР разрабатывается впервые.

Результат работы: Электронная модель системы водоснабжения и водоотведения МО
«Город Сарапул» УР.

Практическое применение: позволяет создать расчетную электронную модель сети,
выполнить паспортизацию сети и на основе созданной модели решать информационные
задачи, задачи топологического анализа, выполнять различные теплогидравлические
расчеты, что позволяет прогнозировать режимы работы водопроводной и
канализационной сети в перспективе с учетом подключения новых потребителей; хранить
ретроспективные данные; прогнозировать объем и необходимость мероприятий по
реконструкции, техническому перевооружению и новому строительству источников и
сетей.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ.....	3
ОГЛАВЛЕНИЕ	4
1. Электронная модель системы водоснабжения и водоотведения МО «Город Сарапул» УР 10	
1.1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления воды для целей водоснабжения	10
1.2. Графическое представление объектов системы водоснабжения и водоотведения с привязкой к топографической основе поселения, городского округа и с полным топологическим описанием связанности объектов	11
1.3. Паспортизация объектов систем водоснабжения и водоотведения	11
1.4. Гидравлический расчет водопроводных и канализационных сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников на единую сеть	12
1.5. Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в сетях	12
1.6. Групповые изменения характеристик объектов (участков водопроводных и (или) канализационных сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов развития схем водоснабжения и (или) водоотведения	12
1.7. Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития водопроводных и (или) канализационных сетей.....	13
2. Описание электронной модели системы водоснабжения	14
Назначение документа	14
Общие сведения о программе.....	14
Описание основных характеристик и особенностей.....	14
Взаимодействие с другими программами	15
Сведения о технических средствах и операционных системах	16
Возможности системы	16
Элементы модели водопроводной сети	19
Введение	19
Источник	19
Контррезервуар	21
Водонапорная башня	22
Насосная станция	22
Насосная станция	22
Потребитель	26
Узел (водопроводный колодец, разветвление)	27
Водопроводный колодец с пожарным гидрантом (или с водопроводной колонкой)	29
Участок	30
Начало и конец участка	31
Направление	31
Вспомогательный участок	31
Задвижка	32
Воздушный колпак	33
Регулятор (давления, расхода)	33
Локальное сопротивление	35
Обратный клапан	36
Разрушаемая мембрана	37

Воздушный клапан	37
Моделирование водопроводной сети	37
Введение	37
Изображение водопроводной сети на карте.....	38
Схематическое изображение водопроводной сети.....	39
Упрощенное и детальное изображение сети.....	39
Последовательность действий.....	40
Создание слоя водопроводной сети	40
Загрузка слоя в карту.....	44
Структура слоя.....	45
Общие сведения о структуре слоя	46
Символы	48
Базы данных	53
Типы объектов	54
Режимы объектов.....	55
Импорт типов и режимов	57
Печать объектов, входящих в структуру слоя.....	59
Ввод объектов сети	61
Включение режима редактирования слоя	61
Последовательность действий при вводе.....	62
Ввод узловых объектов сети.....	63
Ввод водопроводной сети с помощью участка.....	65
Редактирование сети.....	68
Редактирование одиночных объектов	68
Перемещение объекта	68
Поворот символьного объекта.....	70
Дублирование одиночного объекта	70
Смена типа или режима объекта	71
Смена направления участка водопроводной сети	72
Удаление объекта.....	72
Разбиение участка на два узловым объектом (внедрение объекта в существующую сеть).....	73
Объединение последовательно соединенных участков (удаление объекта с нанесенной сети).....	73
Редактирование элементов объекта	74
Перемещение узла	74
Перемещение отрезка.....	75
Добавление точки перелома	75
Удаление точки перелома	76
Перепривязка участка.....	77
Исходные данные для выполнения инженерных расчетов	78
Введение	78
Основные исходные данные для выполнения поверочного расчета.....	79
Источник водоснабжения	79
Водонапорная башня	80
Контррезервуар	80
Потребитель	80
Узел (водопроводные колодцы, разветвления).....	82
Водопроводный колодец с гидрантом (пожарные гидранты, водопроводные колонки)	82

Регулятор давления (расхода)	82
Запорная арматура.....	83
Участок водопроводной сети.....	83
Насосная станция	84
Локальное сопротивление.....	89
Исходные данные для выполнения конструкторского расчета	89
По потребителям.....	90
По водопроводным колодцам с гидрантом (пожарные гидранты, водопроводные колонки)	90
По участкам.....	90
Исходные данные для расчета гидравлического удара водопроводной сети.....	91
Подготовка исходных данных для расчета стационарного режима работы водопроводной сети.....	92
Внесение недостающих параметров	92
Ввод данных для новых элементов сети	93
Настройки расчетов и вкладка Сервис	93
Настройка использования исходных данных	94
Настройка параметров перекачиваемой жидкости	96
Настройка справочников.....	96
Настройка раскраски.....	97
Настройка HASP	98
Вкладка Сервис.....	99
Поверочный расчет водопроводной сети	100
Цель расчета	100
Знакомство с панелью расчетов	101
Запуск поверочного расчета	102
Расчет с учетом графика водопотребления	105
Нефиксированный и фиксированный отбор воды на потребителе при нехватке напора на источнике.....	108
Нефиксированный отбор.....	110
Фиксированный отбор.....	111
Результаты поверочного расчета.....	112
По источникам водоснабжения	113
По водонапорным башням.....	114
По контррезервуарам.....	114
По потребителям.....	114
По узлам (водопроводные колодцы, разветвления)	114
По водопроводным колодцам с гидрантом (пожарные гидранты, водопроводные колонки)	115
По регуляторам.....	115
По участкам водопроводной сети	115
По запорной арматуре.....	116
По насосным станциям.....	116
По локальным сопротивлениям	116
Направление движения воды в трубопроводах.....	117
Автоматическая смена направления участков.....	117
Ручная смена направления участков.....	118
Моделирование аварий на трубопроводе.....	118
Конструкторский расчет	121
Цель расчета	121

Знакомство с панелью расчетов	122
Запуск конструкторского расчета	122
Первый случай - расчет сети от одного источника водоснабжения	124
Второй случай - расчет сети от нескольких источников водоснабжения	126
Результаты конструкторского расчета	129
По источникам водоснабжения	129
По потребителям	129
По узлам (водопроводные колодцы, разветвления)	129
По водопроводным колодцам с гидрантом (пожарные гидранты, водопроводные колонки)	129
По участкам водопроводной сети	129
Пример конструкторского расчета	130
Расчет гидравлического удара водопроводной сети	133
Цель расчета	133
Знакомство с панелью расчетов	133
Задание инструкций	134
Открытие панели гидравлических расчетов ZuluHydro	134
Выбор источника возмущения	135
Выбор маршрута для наблюдения бегущих волн	136
Выбор точек наблюдения за изменением давления в сечении трубопровода	136
Сохранение конфигурации расчета	136
Запуск расчета переходных процессов	137
Вызов окна визуализации расчетов	137
Установка параметров расчета и их сохранение	138
Подготовка начальных условий	138
Расчет переходных процессов	139
Просмотр результатов расчета	139
Печать результатов	140
Возможные сообщения при проведении расчета	141
Предупреждение о достижении условно допустимого давления	141
Предупреждение о возникновении кавитации на входе насоса	141
Предупреждение о возможной потере точности: насос ID	142
Примеры расчета гидравлического удара	142
Простейшие примеры расчета переходных процессов	142
Примеры расчета переходных процессов (более сложные)	162
Пример расчета переходных процессов (основной)	171
Коммутационные задачи	174
Цель расчета	174
Запуск анализа переключений	176
Слой сети	180
Анализ переключений	181
Слой подложка	182
Раскраска	185
Навигация	188
Печать отчета	189
Экспорт в MS Excel	189
Экспорт в HTML	190
Панель инструментов пьезометрического графика	193
Выделение пьезографика	198
Изменение внешнего вида пьезографика	198

Изменение масштаба пьезографика.....	199
Настройка кривых пьезографика.....	199
Изменений свойства пьезографика.....	200
Раздел График.....	201
Раздел Кривые.....	205
Раздел таблица.....	215
Возможные ошибки расчетов.....	222
Отображение семантической информации на карте.....	232
Общие сведения.....	232
Тематическая раскраска.....	233
Общие сведения.....	233
Запуск раскраски.....	234
Настройки раскраски.....	235
Создание нового тематического файла.....	237
Редактирование тематического файла.....	240
Подключение тематической окраски.....	241
Обновление тематической окраски.....	241
Пример создания тематического фильтра.....	242
Таблицы баз данных элементов водопроводной сети.....	244
Источник водоснабжения.....	245
Водонапорная башня.....	247
Контррезервуар.....	248
Узел водопроводной сети (водопроводные колодцы, разветвления).....	249
Водопроводный колодец с гидрантом (пожарные гидранты, водопроводные колонки)	250
Потребитель.....	250
Насосная станция.....	253
Запорная арматура.....	259
Участок водопроводной сети.....	260
Регулятор давления (расхода).....	264
Обратный клапан.....	265
Разрушаемая мембрана.....	266
Локальное сопротивление.....	267
Формулы.....	268
Основные уравнения.....	270
Решение системы уравнений.....	271
Поверочный расчет водопроводной сети.....	273
Вычисление исходных данных.....	274
Определение гидравлических потерь на участках водопроводной сети.....	274
Шероховатость и зарастание трубопровода.....	277
Основные формулы для определения местных потерь напора.....	279
Конструкторский расчет водопроводной сети.....	280
Гидравлический удар водопроводной сети.....	282
Общие сведения.....	282
Общие понятия.....	282
Основные обозначения.....	282
Дифференциальные уравнения распространения волн.....	282
Метод характеристик.....	283
Начальные условия.....	283
Граничные условия.....	284

Обоснование методики	290
• «Анализ влияния характера возмущения»	290
• «Анализ влияния защитных устройств»	290
• «Качественный анализ влияния на переходные процессы изменения параметров» 290	
Обновление ПО и настройка защиты HASP	325
Обновление справочной системы	326
После установки обновления	326
Настройка защиты HASP	327

1. Электронная модель системы водоснабжения и водоотведения МО «Город Сарапул» УР

1.1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления воды для целей водоснабжения

Электронная модель схемы водоснабжения и водоотведения МО «Город Сарапул» УР разработана в соответствии с требованиями Федерального закона № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» от 07.12.2011г. и правилами разработки и утверждения схем водоснабжения и водоотведения, утвержденные постановлением правительства Российской Федерации от 5 сентября 2013г. №782.

Анализ существующего положения в сфере водоснабжения и водоотведения поселения, промышленного узла требуется проводить на основе созданной или создаваемой в процессе разработки схемы водоснабжения и водоотведения автоматизированной информационно-аналитической системы «Электронная модель системы водоснабжения и водоотведения города, населенного пункта» (далее электронная модель).

Необходимость создания электронной модели диктуется следующими требованиями, предъявляемыми к разработке схем водоснабжения и водоотведения городов:

- мониторинг принятых решений по развитию головных объектов систем водоснабжения и водоотведения;
- необходимость повышения эффективности информационного обеспечения процессов выработки и принятия управленческих решений в области текущего функционирования и перспективного развития системы водоснабжения и водоотведения города, а также взаимосвязанных с ним отраслей городского хозяйства, на основании результатов статистической, аналитической и иной обработки объективных данных о процессах производства, распределения и потребления воды;
- необходимость разработки мер для повышения надежности системы водоснабжения и водоотведения поселения, промышленного узла и минимизации возможности возникновения аварийных ситуаций в системе водоснабжения и водоотведения на основе их моделирования с разработкой противоаварийных мер в области технического оснащения специальным оборудованием и тренировкой персонала;

- проведение единой политики в организации текущей деятельности предприятий в ходе реализации перспективного развития всех систем водоснабжения и водоотведения поселения, промышленного узла;
- создание информационной платформы для координации действий и согласование интересов основных участников системы водоснабжения и водоотведения (водоснабжающих и эксплуатирующих организаций, администрации и надзорных органов, существующих и будущих потребителей, инвесторов и т.д.);
- экономии бюджетных средств поселения, выделяемых на обеспечение производства, распределения и потребления питьевой воды и сточных вод.

1.2. Графическое представление объектов системы водоснабжения и водоотведения с привязкой к топографической основе поселения, городского округа и с полным топологическим описанием связанности объектов

Расчетная электронная модель создана средствами программного комплекса ГИС Zulu 7.0 с модулем гидравлических расчетов ZuluHydro b ZuluDrain, разработанного ООО «Политерм» (г.Санкт-Петербург).

Геоинформационная система Zulu 7.0 написана на языке программирования Visual C++.

Программный комплекс содержит всю функциональность, необходимую для графического представления сетей плане местности, включая базу данных паспортизации сетей и инструментариев для ввода и корректировки данных. В состав программного комплекса включены все необходимые виды тематических раскрасок, графических выделений, справочных и отчетных документов, формируемых на основании информации, содержащейся в базе данных паспортизации.

1.3. Паспортизация объектов систем водоснабжения и водоотведения

В программном комплексе к объектам системы водоснабжения относятся следующие элементы, которые образуют между собой связанную структуру: источник, участок сети, колодец, запорная арматура, потребитель. Каждый элемент имеет свой паспорт объекта, состоящий из описательных характеристик. Среди этих характеристик есть как необходимые для проведения гидравлического расчета и решения расчетно-аналитических задач, так и справочные.

Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное

Разбивка объектов по территориальному делению в составе ГИС «Zulu» электронной модели схемы водоснабжения и водоотведения города Сарапула сделана поквартально. В границах районов деление не произведено, поскольку в исходных данных отсутствовала информация по четкому разграничению административных районов с указанием улиц и домов.

1.4. Гидравлический расчет водопроводных и канализационных сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников на единую сеть

Модель водопроводных и канализационных сетей города Сарапула в своем расчете имитирует гидравлический режим сетей в таком виде, как это фактически реализовано.

1.5. Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в сетях

Моделирование переключений позволяет отслеживать программой состояние запорно-регулирующей арматуры и насосных агрегатов в базе данных водопроводной и (или) канализационной сети. Любое переключение на схеме водопроводной и (или) канализационной сети влечет за собой выполнение гидравлического расчета и, таким образом, в любой момент пользователь видит гидравлический режим, который соответствует текущему состоянию всей совокупности запорно-регулирующей арматуры и насосных агрегатов на схеме сети.

1.6. Групповые изменения характеристик объектов (участков водопроводных и (или) канализационных сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов развития схем водоснабжения и (или) водоотведения

Групповые изменения характеристик объектов применимы для различных целей и задач гидравлического моделирования. Этот инструмент позволяет применить общее правило изменения характеристик нагрузки одновременно для некоторой совокупности потребителей, определяемой заданным критерием отбора, в частности:

- по всей базе данных описания водопроводной и (или) канализационной сети;
- по одной из связанных компонентов;
- по некоторой графической области, заданной произвольным многоугольником;
- по типу объектов водоснабжения и (или) водоотведения (жилье, административные здания, промышленность и т.д.);
- по признаку ведомственной подчиненности;
- по признаку административного деления;
- по признаку территориального деления.

1.7. Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития водопроводных и (или) канализационных сетей

В электронной модели города Сарапула имеется несколько слоев, в частности, существующий и перспективные, построение пьезометрических графиков в которых позволяет судить о гидравлических режимах при любых изменениях. Данный инструмент является удобным средством анализа.

2. Описание электронной модели системы водоснабжения

Назначение документа

Настоящее руководство предназначено для инженерно-технического персонала, выполняющего гидравлические расчеты систем водоснабжения на программно-расчетном комплексе (ПРК) ZuluHydro. При написании данного справочного руководства предполагалось, что пользователь знает о форматах хранения графической информации в ЭВМ, а также владеет понятием реляционная база данных. В руководстве подробно описываются основные функции ZuluHydro, а также основные расчетные зависимости.

В связи с тем, что ПРК ZuluHydro постоянно совершенствуется, данное описание может быть неполным или в отдельных пунктах расходиться с тем, что пользователь видит на экране. В этом случае рекомендуем Вам просматривать справку по выбранной команде непосредственно в системе, для этого надо нажать кнопку **Справка** выбранного диалога или в меню ? выбрать пункт **Справка**.

Общие сведения о программе

Наименование и обозначение программы – программно-расчетный комплекс для систем водоснабжения ZuluHydro.

Средством разработки Zulu является Microsoft Visual C++™.

Программно-расчетный комплекс ZuluHydro предназначен для выполнения расчетов систем водоснабжения и решения на их базе различного рода задач. Расчету подлежат типовые и кольцевые сети водоснабжения, в том числе с повысительными насосными станциями и дросселирующими устройствами, работающие от одного или нескольких источников.

Расчеты работают в тесной интеграции с геоинформационной системой и выполнены в виде модуля расширения ГИС. Сеть весьма просто и быстро заносится в ГИС с помощью мышки или по координатам. При этом сразу формируется расчетная модель. Остается лишь задать расчетные параметры объектов и нажать кнопку выполнения расчета.

Описание основных характеристик и особенностей

Система обладает широкими возможностями

- Проводить технологические расчеты инженерных коммуникаций;
- создавать и использовать библиотеку графических образов элементов систем водоснабжения и режимов их функционирования;
- создавать расчетные схемы инженерных коммуникаций с автоматическим формированием топологии сети и соответствующих баз данных;
- создавать входные и выходные формы представления информации;
- изменять топологию сетей и режимы работы ее элементов; решать различные топологические задачи.

Ограничение области применения

- Только для расчета наружных водопроводных сетей;
- ограничивается стандартным набором элементов системы водоснабжения.

Взаимодействие с другими программами

Объектная модель Zulu открыта для расширения приложениями пользователя через механизм COM. Zulu предоставляет возможность использовать и расширять свою функциональность двумя способами - это написание модулей расширения системы (plug-ins) или использование ActiveX компонентов в своих готовых приложениях.

Создание модулей расширения системы(plug-ins)

ГИС Zulu позволяет расширять свою функциональность путем подключения к системе дополнительных модулей - plug-ins. Модули расширения создаются в виде ActiveX DLL с использованием любой среды разработки, позволяющей их создавать (Visual C++™, Visual Basic™, Delphi™, C++ Builder™ и т.д.).

Модуль пользователя через механизм COM получает:

- доступ к объектам и событиям системы;
- возможность отрисовки своей информации в окнах системы;
- возможность внедрять в систему свои меню, кнопки, разделы в строке состояния и т.д.

ZuluNetTools

ZuluNetTools - библиотека ActiveX компонентов. Предоставляет возможность разработчикам программного обеспечения включать в свои приложения гидравлические расчеты тепловых, водопроводных, паровых и газовых сетей, реализованные в расчетных модулях **ZuluThermo**, **ZuluHydro**, **ZuluSteam** и **ZuluGaz**, в средах разработки приложений, поддерживающих модель COM (Microsoft Visual C++, Microsoft Visual Basic, Borland Delphi, Borland C++Builder и т.д.)

Основные возможности

- программное задание топологической модели инженерной сети;
- программное задание исходных данных для расчетов;
- подключение инженерных сетей в формате ГИС **Zulu**;
- запуск расчетов тепловых сетей **ZuluThermo**;
- запуск расчетов водопроводных сетей **ZuluHydro**;
- запуск расчетов паровых сетей **ZuluSteam**;
- запуск расчетов газовых сетей **ZuluGaz**;
- программное чтение результатов расчетов и кодов ошибок;
- вывод протокола расчетов и списка ошибок;
- построение пьезографиков.

Более подробная информация доступна на сайте разработчиков ZuluNetTools.

Экспорт и импорт

ZuluHydro на основе ГИС позволяет экспортировать информацию в следующие обменные форматы:

- DXF;
- MIF/MID;
- BMP;
- Shape SHP;
- MS Excel (xls);
- Html.

А также импортировать информацию из форматов:

- DXF;
- MIF/MID;
- Shape SHP;
- Metafile WMF.

Сведения о технических средствах и операционных системах

Геоинформационная система Zulu и программа ZuluThermo работают в операционных системах Windows XP, Windows Server 2003, Windows Vista, Windows Server 2008, Windows 7.

Минимальные требования для ГИС Zulu

- Процессор класса Pentium 350МГц;
- Видеоадаптер Super VGA (800 x 600);
- Объем памяти ОЗУ 256Мб;
- 150Мб свободного места на жестком диске;
- Microsoft Windows™XP.

Рекомендуемые требования для ГИС Zulu:

- Процессор класса Pentium 2.0ГГц и выше;
- Видеоадаптер Super VGA (1280 x 1024), TrueColor (16,7 млн. цветов);
- Объем памяти ОЗУ 2Гб;
- 150Мб свободного места на жестком диске;
- Microsoft Windows™XP, Windows Vista или Windows 7.

Возможности системы

Программный комплекс ZuluHydro позволяет рассчитывать водопроводную сеть большого объема и любой сложности. Основой программного комплекса ZuluHydro является географическая информационная система Zulu. ГИС позволяет создать карту города (населенного пункта) и нанести на неё любые инженерные коммуникации.

Состав расчетов

- Поверочный расчет;
- Конструкторский расчет;

- «Гидроудар» - расчет переходных процессов;
- Коммутационные задачи;
- Построение пьезометрического графика.

Поверочный расчет водопроводной сети

Целью поверочного расчета является определение потокораспределения в водопроводной сети, подачи и напора источников при известных диаметрах труб и отборах воды в узловых точках.

В результате поверочного расчета определяются:

- расходы и потери напора во всех участках сети;
- подачи источников;
- пьезометрические напоры во всех узлах системы.

К поверочным расчетам следует отнести расчет системы на случай тушения пожара в час наибольшего водопотребления и расчеты сети и водопроводов при допустимом снижении подачи воды в связи с авариями на отдельных участках. Эти расчеты необходимы для оценки работоспособности системы в условиях, отличных от нормальных, для выявления возможности использования в этих случаях запроектированного насосного оборудования, а также для разработки мероприятий, исключающих падение свободных напоров и снижение подачи ниже предельных значений.

Конструкторский расчет водопроводной сети

Целью конструкторского расчета тупиковой и кольцевой водопроводной сети является определение диаметров трубопроводов обеспечивающих пропуск расчетных расходов воды с заданным напором.

Под расчетным режимом работы сети понимают такие возможные сочетания отбора воды и подачи ее насосными станциями, при которых имеют место наибольшие нагрузки для отдельных сооружений системы, в частности водопроводной сети. К нагрузкам относят расходы воды и напоры (давления).

Водопроводную сеть, как и другие инженерные коммуникации, необходимо рассчитывать во взаимосвязи всех сооружений системы подачи и распределения воды.

Расчет водопроводной сети производится с любым набором объектов, характеризующих систему водоснабжения, в том числе и с несколькими источниками.

Гидроудар

Расчет нестационарных процессов в сложных трубопроводных гидросистемах. Цель расчета – выявления участков и узлов сети, подвергающихся за время переходного процесса воздействию недопустимо высокого или низкого давления. В качестве событий, порождающих переходные процессы, предполагается включение или выключение насосов либо открытие или закрытие задвижек, а также разрыв трубы (подробнее о данном расчете можно узнать в разделе Гидроудар).

Пьезометрический график

Целью построения пьезометрического графика является наглядная иллюстрация результатов гидравлического расчета (поверочного, конструкторского).

При этом на экран выводятся:

- линия давления в трубопроводе;
- линия поверхности земли;
- высота здания.

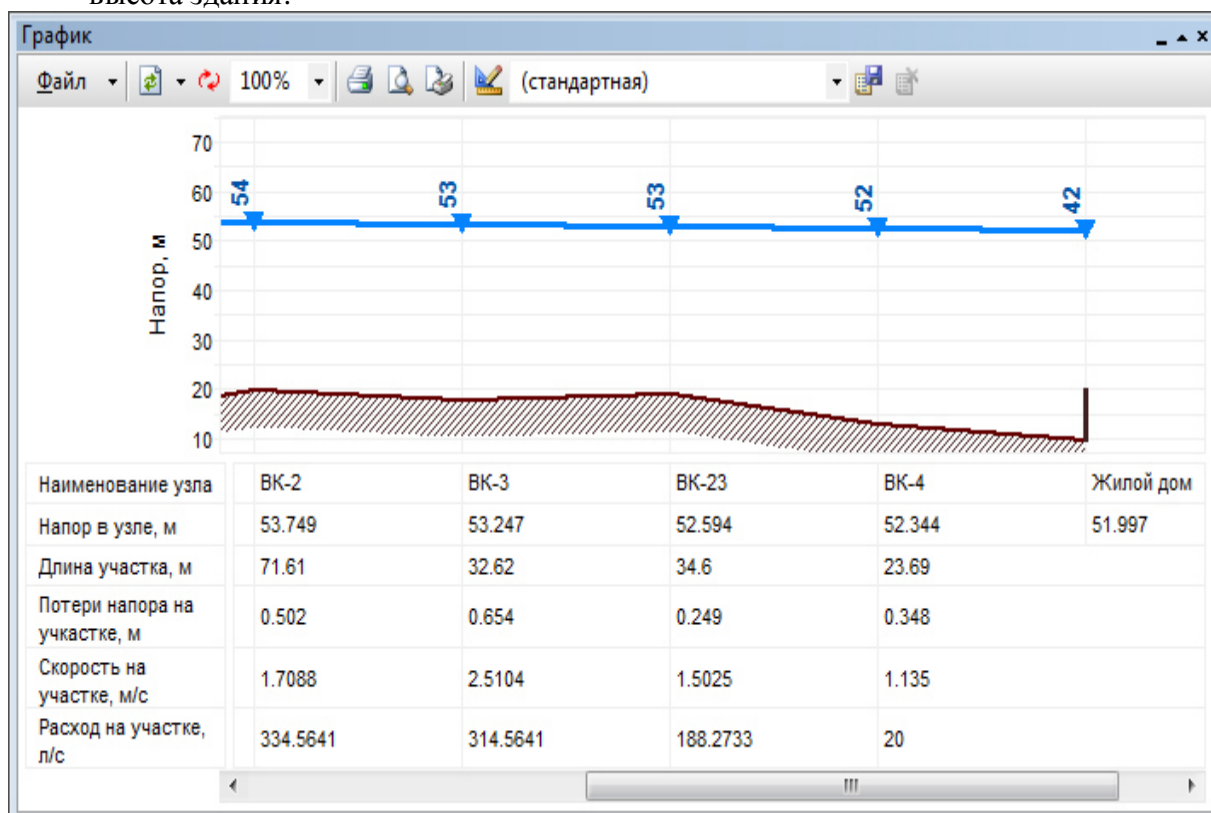


Рисунок 1. Пример пьезометрического графика

Цвет и стиль линий задается пользователем.

В таблице под графиком выводятся для каждого узла сети наименование, геодезическая отметка, высота потребителя, напоры в трубопроводах, потери напора по участкам сети, скорости движения воды на участках сети и т.д. Количество выводимой под графиком информации настраивается пользователем.

Коммутационные задачи

Анализ отключений, переключений, поиск ближайшей запорной арматуры, отключающей участок от источников, или полностью изолирующей участок и т.д.

Элементы модели водопроводной сети

Введение

Данный раздел посвящен описанию объектов, необходимых для построения математической модели водопроводной сети.

Система водоснабжения представляет собой инженерную сеть, которая состоит из источников (водозабор, скважины, резервуара чистой воды, контррезервуара, водонапорной башни и т.д.); потребителей (помимо обычных потребителей сюда можно отнести контррезервуары и водонапорные башни, работающие на заполнение); участков водопроводной сети; запорно-регулирующей арматуры установленной на сети; защитных устройств (обратные клапаны, разрушаемые мембраны и т.п.); насосных станций и т.д.

Математическая модель сети для проведения гидравлических расчетов представляет собой граф, где дугами являются участки водопровода, а узлами точечные объекты инженерной сети: источники, потребители, насосные станции, запорно-регулирующая арматура и защитные устройства.

После создания слоя водопроводной сети автоматически появляется структура этого слоя, то есть набор объектов сети с подключенными к ним базами данных (как создать слой водопроводной сети можно узнать в разделе Моделирование водопроводной сети/Создание новой сети). Причем все символы можно отредактировать и даже создать новые. Например, если вы хотите чтобы символ, обозначающий простой узел по разному выглядел в случае если это смена диаметра (сужение, расширение) или смена вида прокладки (под землей, в подвале). Но следует понимать, что расчетный модуль ZuluHydro может использовать при расчете только ту информацию, которая предусмотрена разработчиками. Поэтому каждому объекту в структуре слоя должен соответствовать определенный ID - идентификатор типа (порядковый номер каждого объекта в структуре слоя, с помощью которого программа распознает объекты), а также определенный графический тип (объект может иметь символьный, линейный или площадной графический тип).

Далее описаны элементы математической модели водопроводной сети: основные функции, изображение на схеме, внешнее и внутреннее представление, особенности изображения (если они есть).

Источник

Источник – это символьный объект водопроводной сети, моделирующий режим работы водозабора, скважины, резервуара чистой воды, контррезервуара, водонапорной башни.

Поступление воды в сеть может обеспечиваться как одним, так и несколькими источниками. При наличии нескольких источников один из них может задавить другой. Возникновение такой ситуации зависит от конфигурации сети, от сопротивлений трубопроводов и т.д. В каждом конкретном случае это может показать только расчет.

Условное обозначение источника в зависимости от режима работы:



включен



отключен

При вводе исходных данных вносится исходная информация об имеющихся на источнике насосах (если они присутствуют). А именно: марка насоса и количество параллельно работающих насосов (если у них одна и та же марка). В том случае если насосы установлены последовательно или параллельно, но с разными марками, то необходимо всех их отображать на карте (см. рис ниже). И каждому насосу отдельно задавать исходные данные для расчетов.

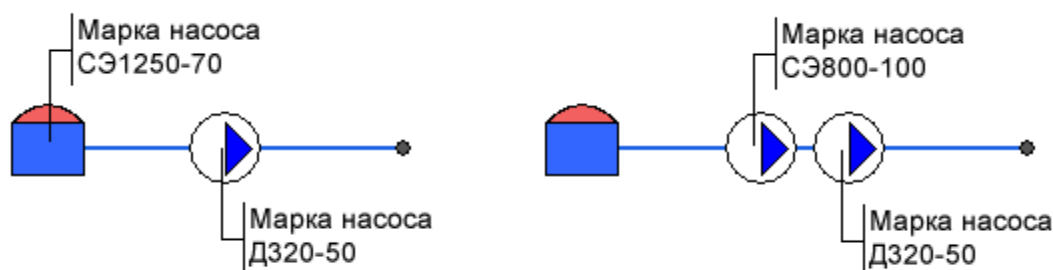


Рисунок 2. Изображение источников с разными марками насосов, установленных последовательно

Выше изображены модели источников с разными марками насосов, установленных последовательно. Так как марки насосов отличаются, то каждый прорисован отдельно.

- На левом рисунке - дополнительно к источнику нарисован насос. Марка одного из двух установленных на источнике насосов задана непосредственно на источнике, а второго на дорисованном насосе.
- На правом рисунке - дополнительно к источнику нарисовано два насоса. На каждом из них задана своя марка. Соответственно, на самом источнике насос отсутствует.

Ниже изображен рисунок модели источника с разными насосами (марками), установленными параллельно. Так как марки насосов отличаются, то каждый прорисован отдельно. На рисунке - дополнительно к источнику нарисовано два параллельно установленных насоса. На каждом из них задана своя марка, а на самом источнике насос отсутствует.

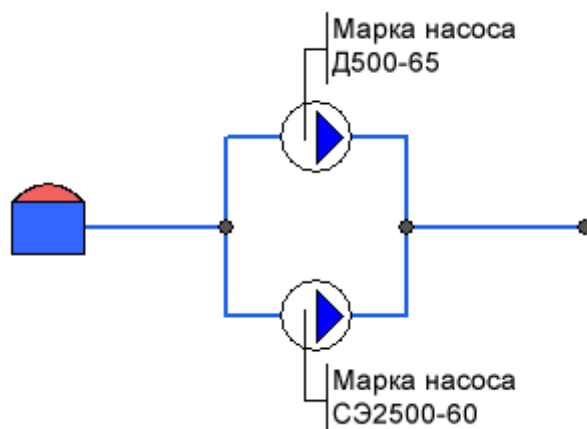


Рисунок 3. Модель источника с разными насосами, установленными параллельно

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как источник.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ID 1.**

Контррезервуар

Контррезервуар – это символьный элемент водопроводной сети, который в отличие от водонапорной башни, не имеет опорной конструкции, но устанавливается на возвышенных отметках местности.

Условное обозначение контррезервуара:



В современных системах водоснабжения наибольшее распространение получили резервуары из железобетона. Регулирующая роль контррезервуара заключается в том, что в часы уменьшения водопотребления избыток воды, подаваемой насосной станцией, накапливается в контррезервуаре и расходуется из нее в часы увеличенного водопотребления. Другими словами, башню можно считать как потребителем при малом водоразборе, так и источником в часы максимального водопотребления.

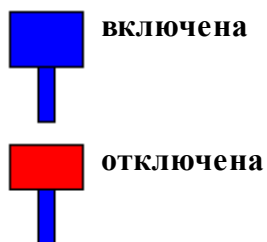
Графический тип объекта контррезервуар - символьный, относится к объекту инженерных сетей, классифицируется как узел.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ИД 2.**

Водонапорная башня

Водонапорная башня – это символьный элемент водопроводной сети, сооружение в системе водоснабжения для регулирования напора и расхода воды в водопроводной сети, создания её запаса и выравнивания графика работы насосных станций.

Условное обозначение водонапорной башни:



Водонапорная башня состоит из бака (резервуара) для воды, обычно цилиндрической формы, на опорной конструкции и вертикальной соединительной трубы. Регулирующая роль водонапорной башни заключается в том, что в часы уменьшения водопотребления избыток воды, подаваемой насосной станцией, накапливается в водонапорной башне и расходуется из нее в часы увеличенного водопотребления. Другими словами, башню можно считать как потребителем при малом водоразборе, так и источником в часы максимального водопотребления.

Графический тип объекта водонапорная башня - символьный, относится к объекту инженерных сетей, классифицируется как узел.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ИД 3.**

Насосная станция

Насосная станция – символьный объект водопроводной сети, характеризующийся заданным напором или напорно-расходной характеристикой установленного насоса.

Условное обозначение насосной станции:



Для задания направления действия насоса направление участков, входящих в него должно совпадать с направлением работы насоса. Ниже видно, что на рисунке а - неправильное изображение, так как один участок входит и один выходит, но они оба направлены против

работы насоса, на рисунке б - неправильное изображение так как один участок изображен верно (от источника к насосу), а второй неверно (от насоса к потребителю), т.к. он направлен против работы насоса, на рисунке с - правильно показано направление участков и работы насоса.

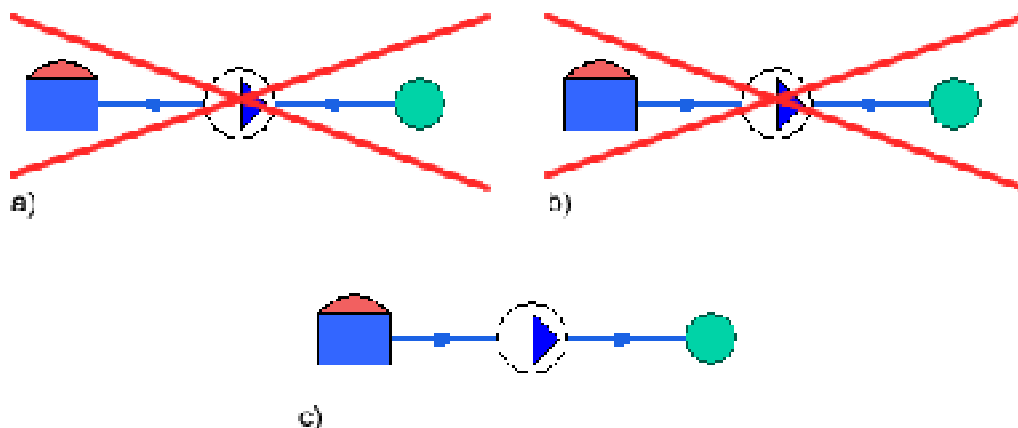


Рисунок 4. Неправильное и правильное изображение насоса

В насосную станцию обязательно должен входить и выходить только один участок, как показано ниже, слева: неправильное изображение насоса, справа – правильное.

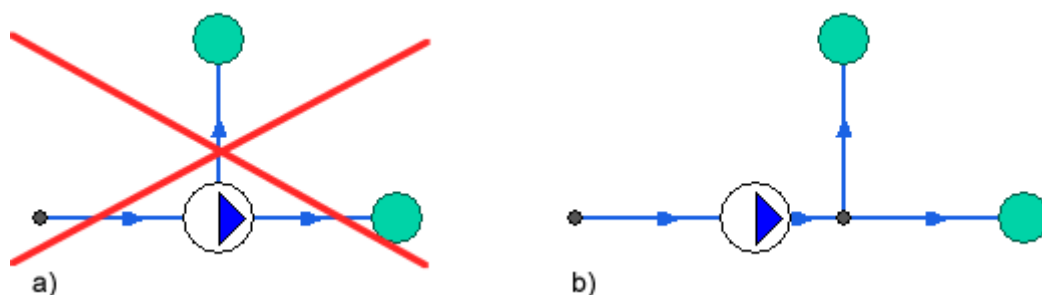


Рисунок 5. Слева: неправильное изображение насоса, справа – правильное.

При **последовательной** установке все насосы необходимо изобразить на схеме, как показано ниже и в дальнейшем каждому насосу отдельно необходимо будет задать исходные данные для расчетов.

Если же насосы установлены на станции **параллельно**, но имеют разные характеристики, то каждый необходимо отображать (см. рис ниже). Каждому из этих насосов необходимо задать исходные данные для расчетов, соответствующие ему.

Если же насосы установлены параллельно и имеют одинаковые характеристики, то на схеме их можно обозначить одним объектом, задав количество работающих насосов.

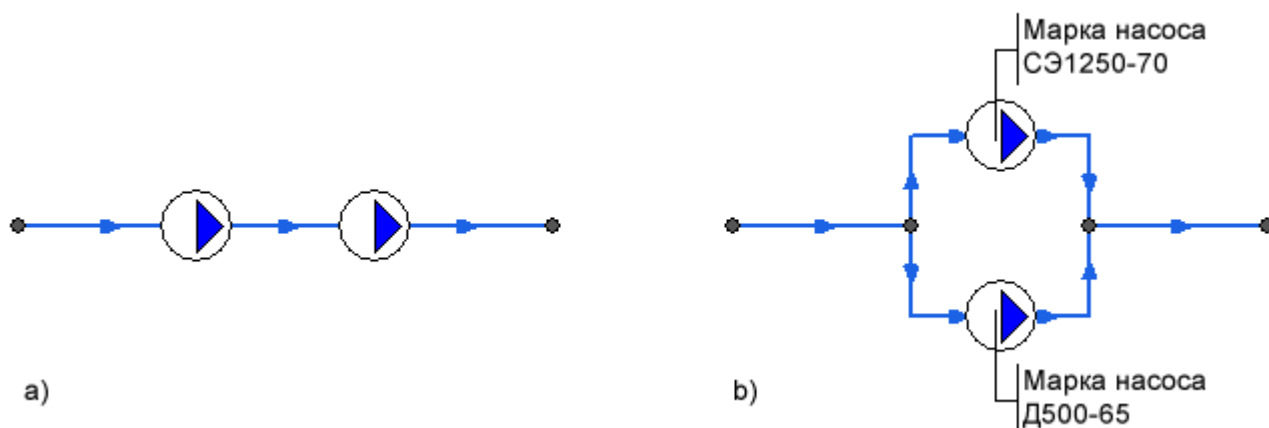


Рисунок 6. Слева: последовательно работающие насосы, справа: параллельно работающие разные марки насосов

На пьезометрическом графике, изображенном на рисунке ниже, видно, как влияет насосная станция на сеть.

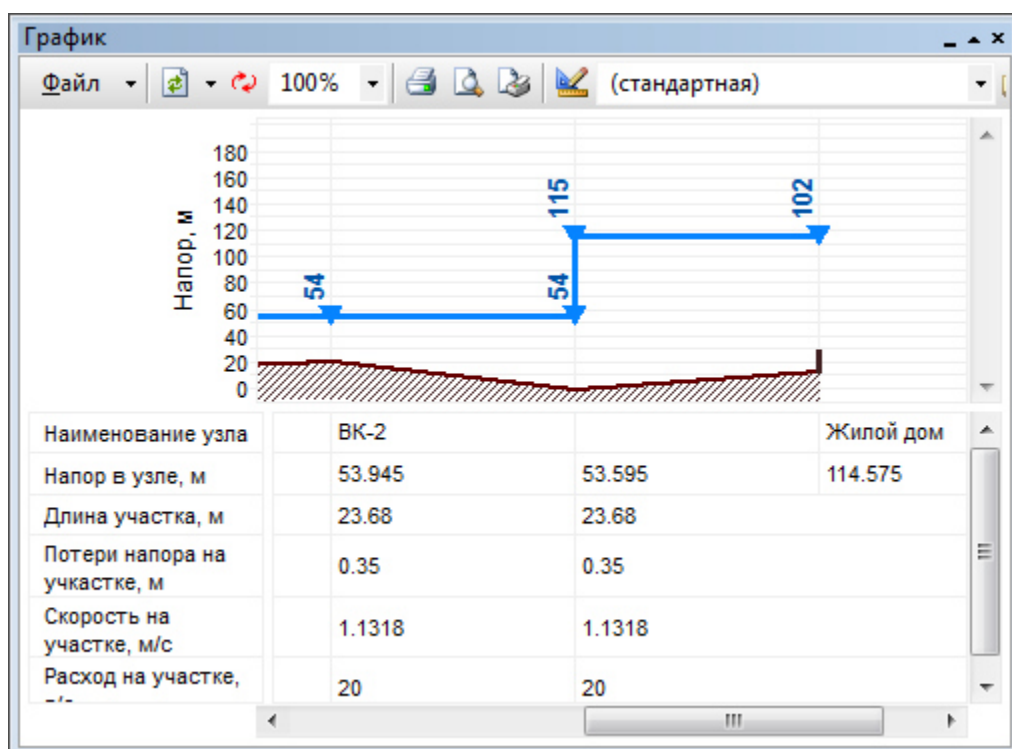


Рисунок 7. Моделирование работы насоса напором

Моделировать работу насоса в ZuluHydro можно тремя способами.

Первый способ упрощенный. В этом случае надо задать необходимый напор развиваемый насосом, и программа определит расход, получающийся в результате расчета.

Второй способ так же является упрощенным. Но в данном варианте надо задать давление, которое держит после себя насос и он будет вести себя как комбинация насоса и регулятора давления.

Третий способ позволяет использовать справочник по насосным характеристикам. В справочнике для насоса можно самим задать его QH характеристику любым количеством точек или воспользоваться уже заданными.

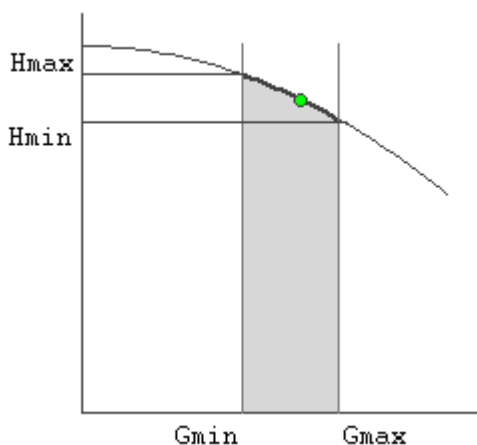


Рисунок 8. Моделирование работы насоса QH характеристикой

Задав хотя бы две точки, определяется парабола с максимумом на оси давлений, по которой расчет и будет определять напор насоса в зависимости от расхода. Следует отметить, что характеристика, задаваемая таким образом, может отличаться от реальной характеристики насоса, но в пределах рабочей области обе характеристики практически совпадают.

Для описания нескольких параллельно работающих насосов достаточно задать их количество и результирующая характеристика будет определена при расчете автоматически.

Так выглядит окно *Справочника насосов*:

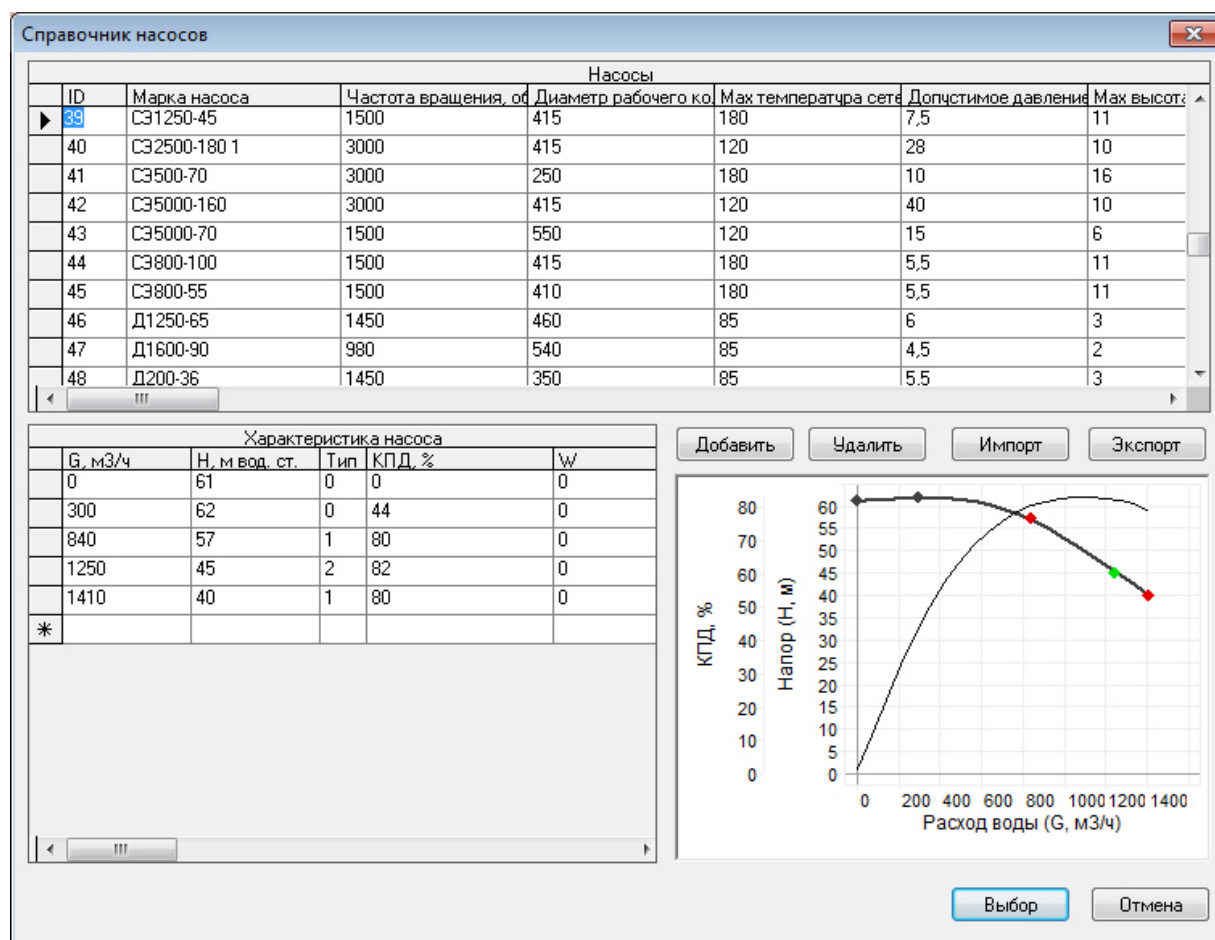


Рисунок 9. Моделирование работы насоса напором

Подробнее о справочнике по насосам можно узнать в разделе «Справочник по насосам».

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ID 4**.

Потребитель

Потребитель – это конечный объект участка, в который входит один и выходит один трубопровод водопроводной сети. Потребитель - это объект, который характеризуется минимальным напором и расчетным расходом сетевой воды.

Условное обозначение потребителя в зависимости от режима работы:



включен



отключен

На рисунке ниже показано неверное и правильное присоединение потребителя к сети.

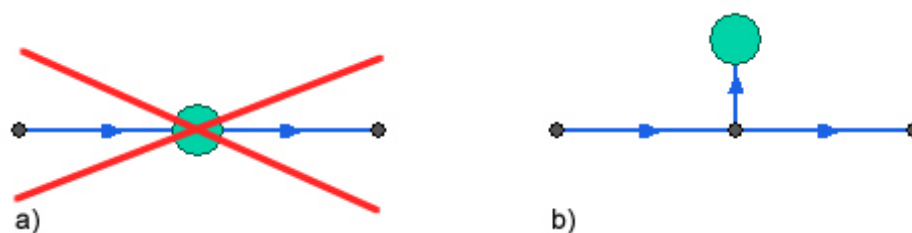


Рисунок 10. Правильное и неправильное изображение потребителя

Если в здании несколько узлов ввода, то таким объектом как «потребитель» можно описать каждый ввод. В тоже время одним потребителем можно описать целый квартал или завод, задав для такого потребителя обобщенный расчетный расход сетевой воды и минимальный напор.

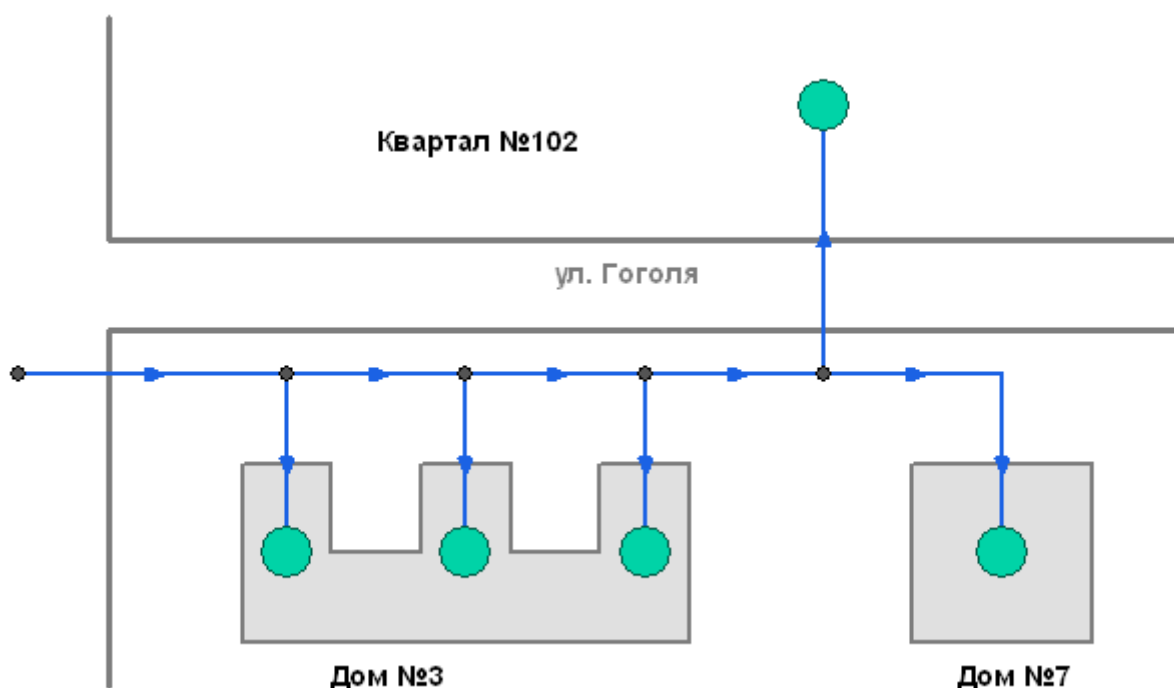


Рисунок 11. Правильное и неправильное изображение потребителя

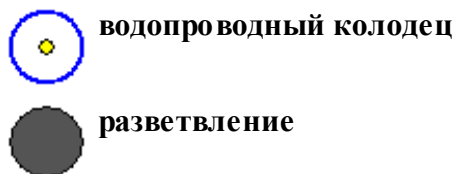
Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как потребитель.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ID 5**.

Узел (водопроводный колодец, разветвление)

Узел - это символичный объект водопроводной сети.

Условное обозначение узловых объектов в зависимости от режима работы:



Водопроводный колодец является в модели простым узлом, чьи свойства специально не оговорены. Также простыми узлами являются водопроводные колодцы с гидрантом, отвления, смены диаметров и т.д. Простой узел служит для соединения участков.

На карте колодцы могут изображаться как с запорной арматурой так и без нее.

Если колодцы изображены без запорной арматуры, то для расчета все равно будет необходимо в базу по участкам внести количество арматуры, так как необходимо будут посчитать ее сопротивление.

Если в водопроводном колодце необходимо прорисовывать всю арматуру, то надо понимать что этом случае в сеть включаются новые объекты, по которым необходимо будет вносить исходные данные. На рисунке ниже показано как можно прорисовывать арматуру, расположенную в колодцах на карте населенного пункта.

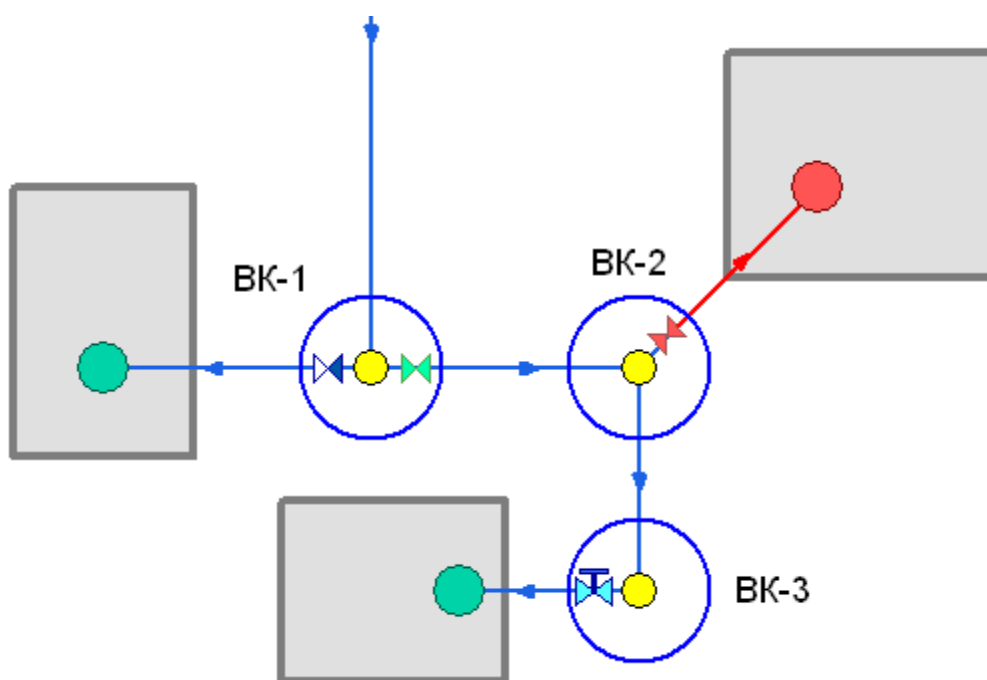


Рисунок 12. Изображение колодцев с запорной арматурой

На рисунке ниже крупно показан ВК-1 (водопроводный колодец №1). По этому рисунку видно, что после того как в колодце были прорисованы задвижка и обратный клапан, появились новые участки, соединяющие эти устройства с самим колодцем.

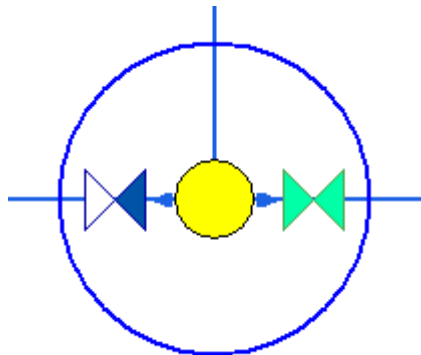


Рисунок 13. Изображение колодца

Для нас задвижка и обратный клапан визуально выглядят внутри колодца, но программа эту очередность понимает так:

1. Участок, по нему вода поступает в колодец, в нем вода расходится на два потока:
 - участок (вправо по направлению потока), по нему вода поступает до обратного клапана;
обратный клапан;
участок, по которому вода поступает дальше в дом.
 - участок (влево по направлению потока), по нему вода поступает до задвижки;
задвижка;
участок, по которому вода поступает дальше в сеть.

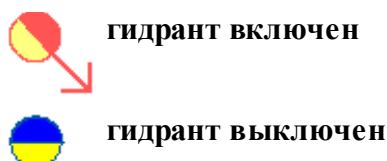
Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ID 6.**

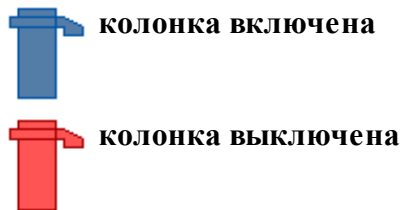
Водопроводный колодец с пожарным гидрантом (или с водопроводной колонкой)

Водопроводный колодец с пожарным гидрантом - это символьный объект водопроводной сети.

Условное обозначение водонапорного колодца с пожарным гидрантом в зависимости от режима работы:



Условное обозначение водонапорного колодца с водопроводной колонкой в зависимости от режима работы:



Отличие водопроводного колодца с гидрантом (или с водопроводной колонкой) от простого водопроводного колодца заключается в том, что при наличии гидранта (или колонки) в узле можно задать слив воды из сети. Для этого в исходные данные вносится расчетный расход и минимальный напор воды на объекте.

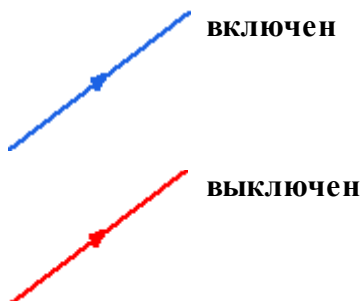
Графический тип объекта - символичный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ID 7**.

Участок

Участок - это линейный объект сети.

Условное обозначение участка в зависимости от режима работы:



В ZuluHydro за участок принимается трубопровод имеющий постоянные гидравлические свойства. Участок сети в расчетах не всегда должен совпадать с участком с точки зрения паспортизации и инвентаризации. Там где меняются гидравлические свойства, участок обязательно должен быть закончен одним из типовых объектов.



Примечание

Участок как тип инженерной сети может выступать в качестве отсекающего устройства. Т.е. в этом случае его можно использовать для отключения объектов, например, потребителей.

Графический тип объекта - линейный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как участок, отсекающий.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ID 8**.

Начало и конец участка

Участок обязательно должен начинаться и заканчиваться одним из типовых узлов (объектом сети).

Условия завершения участка:

- разветвление – меняется расход;
- изменение диаметра – меняется сопротивление;
- установка на участке какого-либо оборудования.

Кроме того, пользователь может разбить трубопровод на разные участки в любом месте по своему желанию даже там, где гидравлические свойства трубопровода не меняются. Например, трубопровод может быть разделен на участки смотровой камерой на магистрали или узлом, разграничивающим балансовую принадлежность.

Направление

На изображенных участках появляется стрелка, указывающая направление, заданное при его вводе (рисовании) от начального узла к конечному. Направление движения воды в трубопроводе можно узнать, только после выполнения гидравлического расчета.



Включить отображение направлений можно в диалоговом окне *Настройка слоя*. Для этого следует:

1. Выбрать команду главного меню **Карта|Настройка слоя**.
2. В открывшемся окне *Загруженные слои* выбрать слой водопроводной сети.
3. Включить опцию **Показ направлений**.

При установленном флажке *Автоматически изменять направление участков*, после выполнения поверочного расчета стрелки будут указывать направление движения жидкости по трубопроводу. Подробнее о том, как включить эту опцию можно узнать в разделе [«Автоматическая смена направления участков»](#).

Вспомогательный участок

Вспомогательный участок – это линейный объект математической модели. Вспомогательный участок (Указатель узла измерения регулятора) при использовании его с регулятором давления «до себя» и «после себя» указывают место контролируемого параметра.

	Примечание
	Никаких исходных данных по вспомогательному участку заносить не требуется.
	Подсказка
	Подробнее о режимах работы вспомогательного участка смотрите в соответствующем разделе «Регулятор (давления, расхода)» .

Графический тип объекта - линейный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как участок, отсекающий.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ID 15**.

Задвижка

Задвижка – это символьный объект водопроводной сети, являющийся отсекающим устройством. Задвижка кроме двух режимов работы (открыта, закрыта), может находиться в промежуточном состоянии, которое определяется степенью её закрытия. Промежуточное состояние задвижки должно определяться при её режиме работы Открыта.

Условное обозначение запорно-регулирующего устройства в зависимости от режима работы:



открыта



закрыта

В задвижку может входить только один участок и только один участок выходить. На рисунке ниже показано неправильное изображение задвижки.

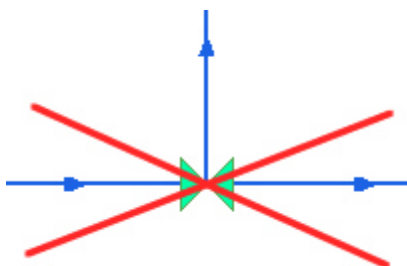


Рисунок 14. Неправильное изображение задвижки

Изображение задвижек, расположенных внутри колодца показано на [Рисунок 13. «Изображение колодца»](#).

Задвижку можно моделировать двумя способами:

- как исключительно запирающее устройство;
- как запорно-регулирующее устройство, работающее с учетом изменяющегося сопротивления затвора (клапана) в зависимости от степени открытия. Для этого следует использовать справочник по запорной арматуре, подробнее об этом можно узнать в разделе [«Справочник по запорной арматуре»](#).

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как отсекающее устройство.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ID 9.**

Воздушный колпак

Воздушный колпак - это символьный объект водопроводной сети, предназначенный для защиты водопровода и оборудования от гидравлического удара.

Условное обозначение воздушного колпака в зависимости от режима работы:



включен



отключен

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ID 10.**

Регулятор (давления, расхода)

Регулятор – это символьный объект водопроводной сети, делится на:

- [«Регулятор \(давления, расхода\)»;](#)
- [«Регулятор \(давления, расхода\)».](#)

Регулятор давления – это объект водопроводной сети, поддерживающий заданное давление в трубопроводе «до себя» или «после себя».

Условное обозначение регулятора давления:



регулятор давления

По умолчанию регулятор регулирует значение в том месте, где установлен. С помощью вспомогательного участка регулятор давления, установленный на трубопроводе, может контролировать давление «до себя» или «после себя», как показано на рисунке ниже. Для того чтобы указать как работает регулятор необходимо установить узел контроля (простой узел) и соединить их вспомогательным участком (см. [«Вспомогательный участок»](#)).

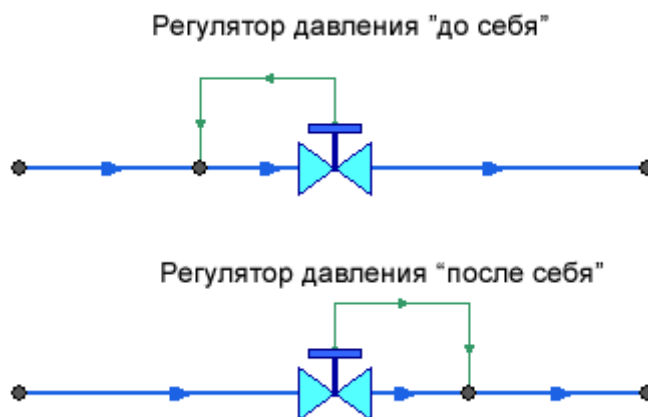


Рисунок 15. Изображения регуляторов давления “до себя” и “после себя”.

На рисунке ниже показан участок трубопровода, на котором установлен регулятор давления «до себя», регулирующий давление на всасывающем патрубке насосной станции.

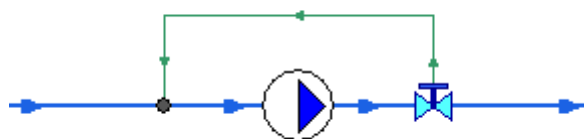


Рисунок 16. Регулятор давления «до себя»

Регулятор давления имеет переменное сопротивление, которое позволяет поддерживать заданное давление в трубопроводе в определенном диапазоне изменения расхода. Величина сопротивления регулятора может изменяться в пределах от максимума при закрытом клапане регулятора до минимального сопротивления полностью открытого клапана регулятора. Если условия работы сети заставляют регулятор полностью открыться, то он начинает работать как нерегулируемый дросселирующий узел.

Устанавливается регулятор давления на водопроводе при сложных рельефах местности в случае технологической необходимости, а также на насосных станциях.

Ниже на рисунке показана сеть (источник, участок, регулятор, участок, потребитель) и соответствующий ей пьезометрический график. На этом графике видно, что регулируемое давление равно 30 метрам. Другими словами, регулятор должен понизить давление в сети с 50 (до регулятора) до 30 метров (после регулятора).

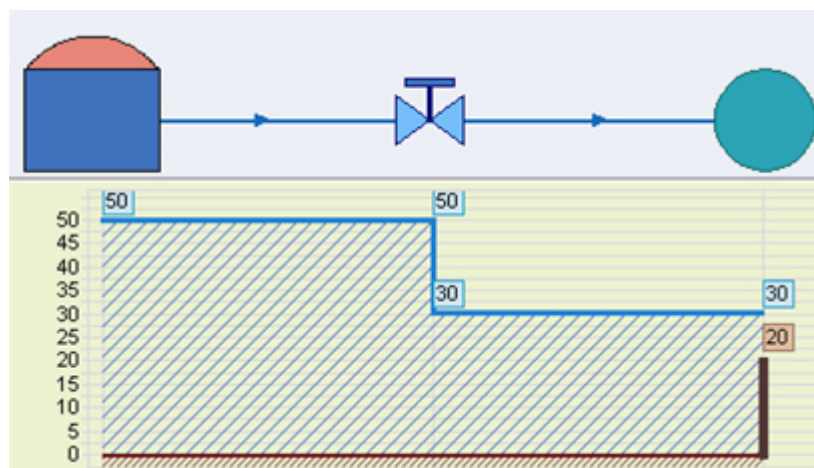


Рисунок 17. Сеть с регулятором давления

Является одним из режимов работы объекта Регулятор.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел.

Уникальный номер (ID) типа в структуре слоя водопроводной сети – **ID 11**.

Номер режима Регулятора давления - 1.

Регулятор расхода – это узел с переменным сопротивлением, которое позволяет поддерживать постоянным заданное значение проходящего через регулятор расхода.

Условное обозначение регулятора расхода:



регулятор расхода

Является одним из режимов работы объекта Регулятор.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел.

Уникальный номер (ID) типа в структуре слоя водопроводной сети – **ID 11**.

Номер режима Регулятора расхода - 2.

Локальное сопротивление

Локальное сопротивление – это символьный объект водопроводной сети, позволяющий задать дополнительное сопротивление в любой точке сети.

Условное обозначение локального сопротивления:

 **локальное сопротивление**

Локальное сопротивление например может использоваться в том месте, где происходит резкое сужение либо расширение трубопровода или установлен диффузор (постепенное расширение), конфузор (постепенное сужение), грязевик, прибор учета и т.д.

Ниже на рисунке показан график падения давления в сети при отсутствии локального сопротивления - а и график падения давления при включенном в сеть локальном сопротивлении - б.

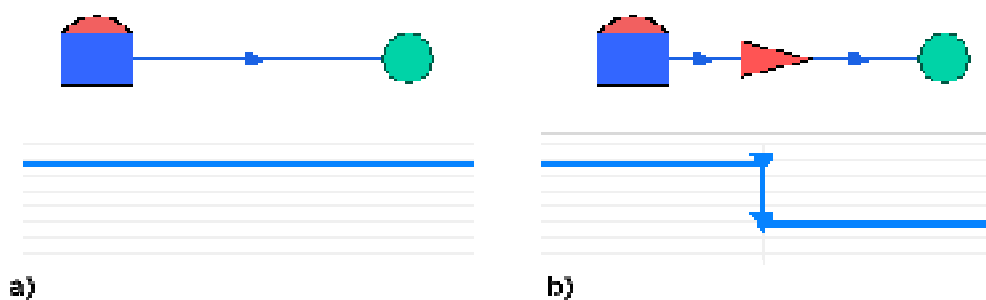


Рисунок 18. График падения давления

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ID 12.**

Обратный клапан

Обратный клапан – это символьный объект водопроводной сети, пропускающий воду по трубопроводу только в одном направлении и автоматически закрывающийся при перемене направления потока.

Условное обозначение обратного клапана:

 **обратный клапан**

Обратный клапан устанавливается чаще всего после насосов, водонапорных башен, предотвращая их от нежелательного воздействия системы водоснабжения.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ID 13.**

Разрушаемая мембрана

Разрушаемая мембрана – это символьный объект водопроводной сети. Мембрана - это защитное устройство, разрушающееся при повышении давления выше определенного предела, для уменьшения последствий гидравлического удара в сети.

Условное обозначение разрушаемой мембраны:



Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ID 14**.

Воздушный клапан

Воздушный клапан – это символьный объект водопроводной сети.

Условное обозначение воздушного клапана:



Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел.

Уникальный номер (ID) в структуре слоя водопроводной сети – **ID 15**.

Моделирование водопроводной сети

Введение

В данном разделе рассказывается о том, как изображается и редактируется математическая модель водопроводной сети, а также меняется её структура (добавляются новые режимы работы, меняется их внешний вид и размеры).

В основе математической модели для расчетов сетей лежит граф. Как известно, граф состоит из узлов, соединенных дугами. В любой сети можно выделить свой набор узловых элементов. Так в водоснабжении - это источники, водопроводные колодцы, потребители, насосные станции, запорная арматура. Дугами графа являются участки сети - трубопроводы. Участок обязательно должен начинаться в каком-то узле и заканчиваться узлом.

Начиная рисовать участок сети, нужно будет обязательно либо привязать начало участка к одному из существующих узлов, либо выбрать узел, из набора узлов, в котором этот уча-

сток будет начинаться. Точно так же, заканчивая ввод участка, нужно либо привязать его конец к одному из существующих узлов, либо установить новый узел, в котором участок будет закончен. При перемещении какого-либо узла (изменении его координаты), вместе с ним переместятся начала и концы участков, связанных с этим узлом. То есть изменение положения узлов в пространстве не приведет к изменению топологии графа, сеть не «развалится».

С точки зрения математической модели совершенно неважно, будут ли координаты узлов и точек перелома участков введены по координатам с геодезической точностью, обрисованы по какой-то подложке или просто изображены схематично. Подробнее об изображении сети смотрите раздел [«Изображение водопроводной сети на карте»](#). Важно, что нужные пары узлов соединены дугами, и в результате «рисования» сети мы автоматически получаем и кодировку математического графа сети. Если рисунок выполнен правильно, то и граф сети ошибок содержать не будет.

Для нанесения водопроводной сети необходимо использовать слой системы Zulu определенной структуры, к объектам которого подключены таблицы с необходимыми для расчетов полями (см. раздел [«Создание слоя водопроводной сети»](#)). Наносить схему водопроводной сети можно либо на заранее подготовленную подоснову, либо на чистую карту (подробно о подготовке топоосновы можно узнать в справке по ГИС Zulu). Для проверки правильности нанесения схемы водопроводной сети можно произвести проверку ее связности и определить все ли узлы и участки связаны между собой. Проверку можно производить как для полностью нанесенной сети, так и для готовых ее частей (см. раздел [«Контроль ошибок при вводе»](#)).

Изображение водопроводной сети на карте

Водопроводную сеть можно изображать на карте, с привязкой к местности (по координатам, с привязкой к окружающим объектам), что позволит в дальнейшем не только проводить гидравлические расчеты, но и решать другие инженерные задачи, зная точное местонахождение водопроводных сетей. Пример изображения водопроводной сети на карте с привязкой к местности показан на рисунке ниже.

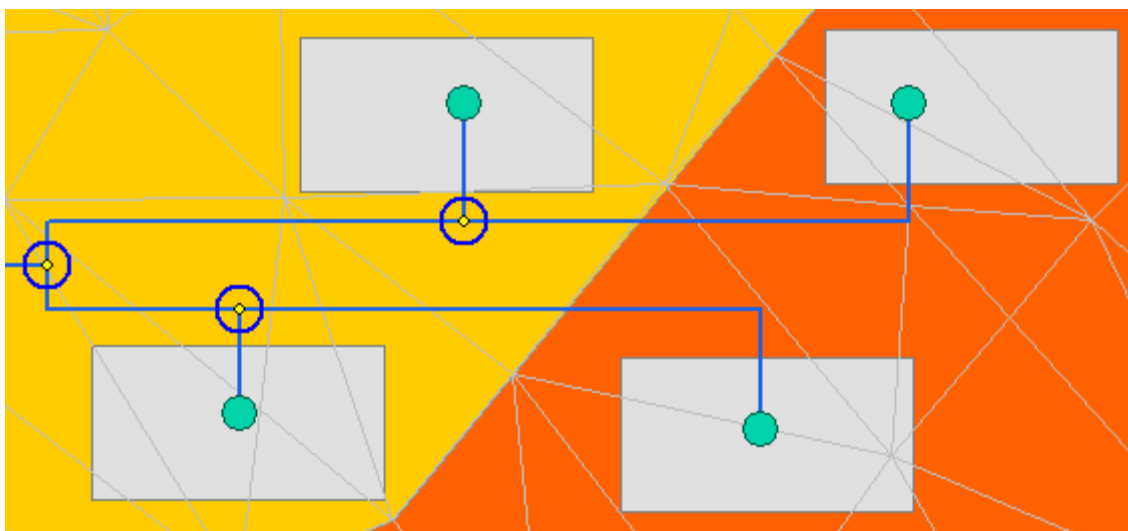


Рисунок 19. Изображение водопроводной сети на карте с привязкой к местности

Схематическое изображение водопроводной сети

Водопроводная сеть может быть изображена схематично, при этом неважно, будут ли координаты узлов (объектов водопроводной сети) и углы поворотов (точки перелома участков) введены по координатам с геодезической точностью или обрисованы по подложке. Важно, чтобы нужные объекты водопроводной сети (узлы) были соединены участками (дугами). Схематичное изображение модели водопроводной сети позволяет быстро провести гидравлические расчеты, но не даёт возможности определить местонахождение своих сетей. Пример схематичного изображения водопроводной сети показан на рисунке ниже.

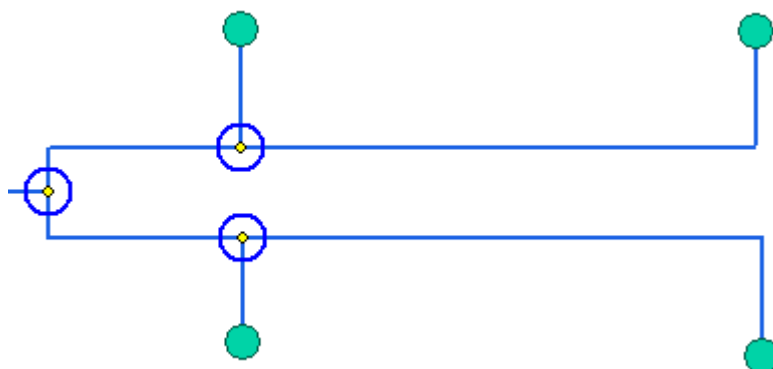


Рисунок 20. Схематичное изображение сети

Упрощенное и детальное изображение сети

Степень детализации в обоих случаях: при изображении водопроводной сети на карте с привязкой к местности и при схематичном изображении может быть различна. Например, на рисунках ниже изображены две эквивалентные схемы водопроводной сети. Однако на [Рисунок 22, «Детальное изображение сети»](#) отображено детальное изображение с прорисовкой запорных устройств в водопроводных колодцах.



Рисунок 21. Упрощенное изображение сети



Рисунок 22. Детальное изображение сети

Все местные сопротивления должны быть занесены в базу данных, для адекватного моделирования гидравлических потерь.

В связи с этим точность и детальность отображения сети на карте на результаты расчетов не влияют.

Последовательность действий

Для моделирования водопроводной сети требуется проделать определенную последовательность действий:

1. Создать слой водопроводной сети.
Для нанесения водопроводной сети на карту необходимо предварительно создать слой водопроводной сети. Подробнее об этом можно узнать в разделе [«Создание слоя водопроводной сети»](#).
2. Настроить структуру слоя: внешний вид, размеры символов.
Пользователь может изменить графическое отображение любого из объектов (размер, внешний вид), а также добавить к сформированной структуре новые объекты, например «Внезапное сужение (расширение)», «Граница балансовой принадлежности» и т.д. Подробнее о настройке структуры слоя можно узнать в разделе [Структура слоя](#).
3. Нанести водопроводную сеть на карту.
После создания слоя водопроводной сети, модель можно изображать на карте. О том, как изображать и редактировать объекты водопроводной сети, смотрите соответствующие разделы [Ввод объектов сети](#) и [Редактирование сети](#).
4. Проверить связность.
Для проверки правильности создания математической модели водопроводной сети необходимо произвести проверку связности всех объектов сети между собой. Проверку можно производить как для полностью нанесенной сети, так и для ее частей. Подробнее о проверке связности можно узнать в разделе [«Контроль ошибок при вводе»](#).

Создание слоя водопроводной сети



Примечание

Видеоурок по созданию слоя водопроводной сети можно посмотреть пройдя по ссылке: <http://politerm.com.ru/video-tutorials/LayerCreateHydro.htm>

Для того чтобы создать слой водопроводной сети надо:

1. Выбрать команду главного меню **Задачи|ZuluHydro** или нажать на панели инструментов кнопку . На экране появится панель гидравлических расчетов:

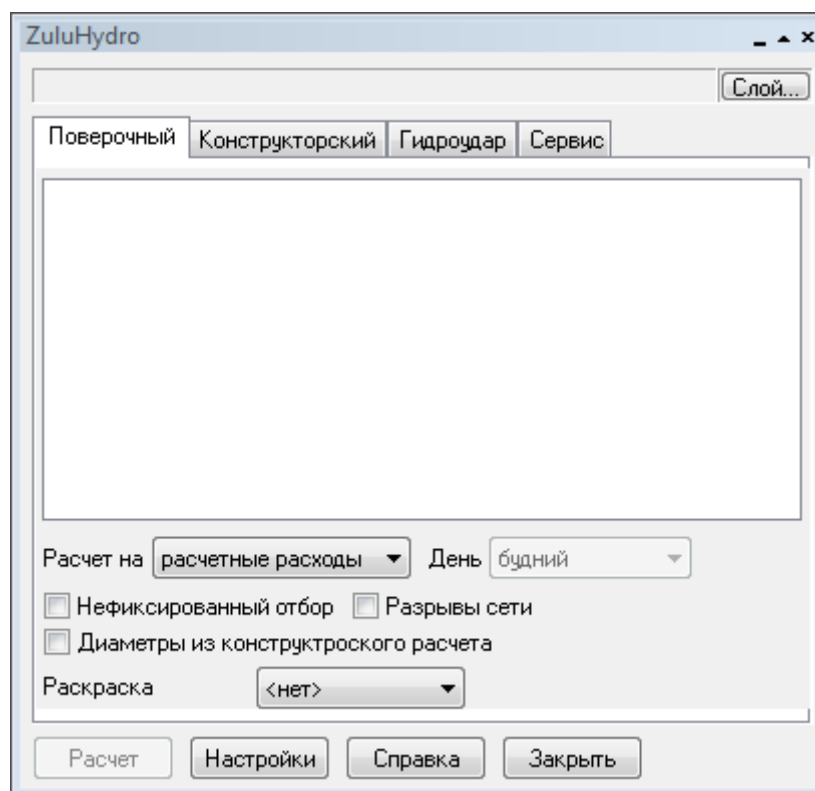


Рисунок 23. Окно гидравлических расчетов ZuluHydro

2. Выбрать вкладку *Сервис* и в появившемся окне нажать кнопку **Создать новую сеть**. На экране появится диалог создания новой водопроводной сети.

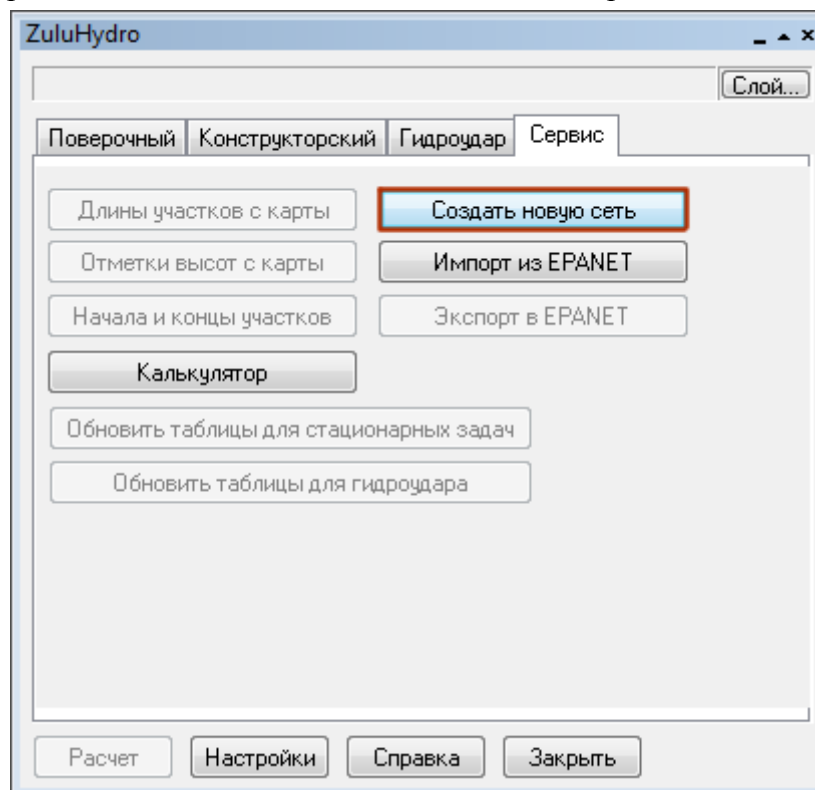



Рисунок 24. Вкладка Сервис окна гидравлических расчетов

3. В открывшемся окне в строке *Имя файла* нажать кнопку . Откроется диалог сохранения.

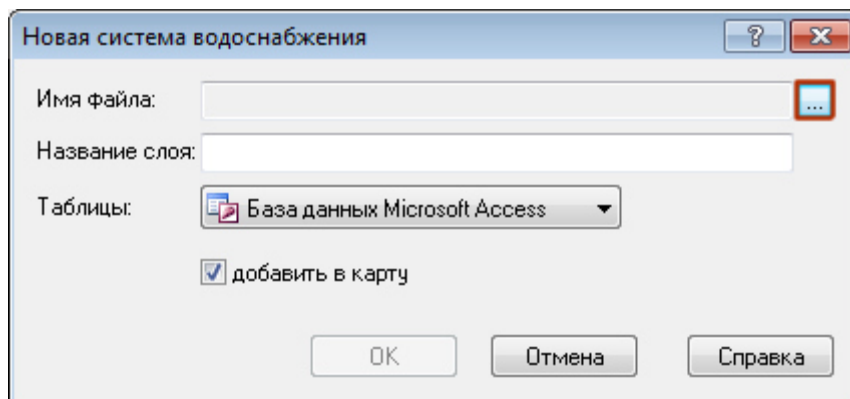


Рисунок 25. Диалог создания слоя водопроводной сети

4. В окне сохранения файла выбрать диск и каталог, где будут храниться файлы моделируемой водопроводной сети. **Слой сети следует создавать в отдельной папке.**

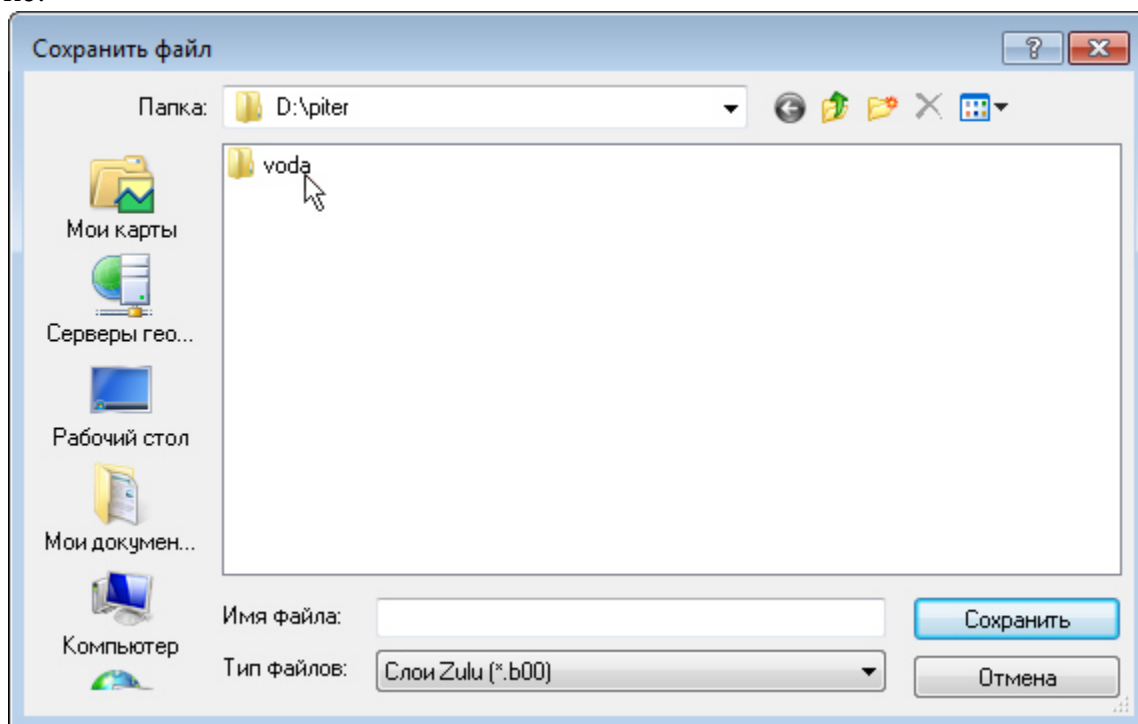


Рисунок 26. Диалог сохранения слоя



Примечание

Имя слоя НЕОБХОДИМО ЗАДАВАТЬ ЛАТИНСКИМИ буквами, слой ОБЯЗАТЕЛЬНО должен создаваться в отдельной папке. Также важно, чтобы в

пути до файлов слоя НЕ БЫЛО РУССКИХ БУКВ, допускается использование только латинских. Данное ограничение связано с тем, что при работе с локальными таблицами система Zulu использует программные средства, для которых не желательно наличие в имени папки русских символов

5. В строке *Имя файла* ввести имя файла латинскими символами (например Network_water) и нажать кнопку **Сохранить** (см. [Рисунок 27, «Окно создания файла водопроводной сети»](#)). Если будет выбрано имя файла уже существующего слоя, то в результате создания нового слоя существующий слой будет **уничтожен**, и вместо него создастся новый.

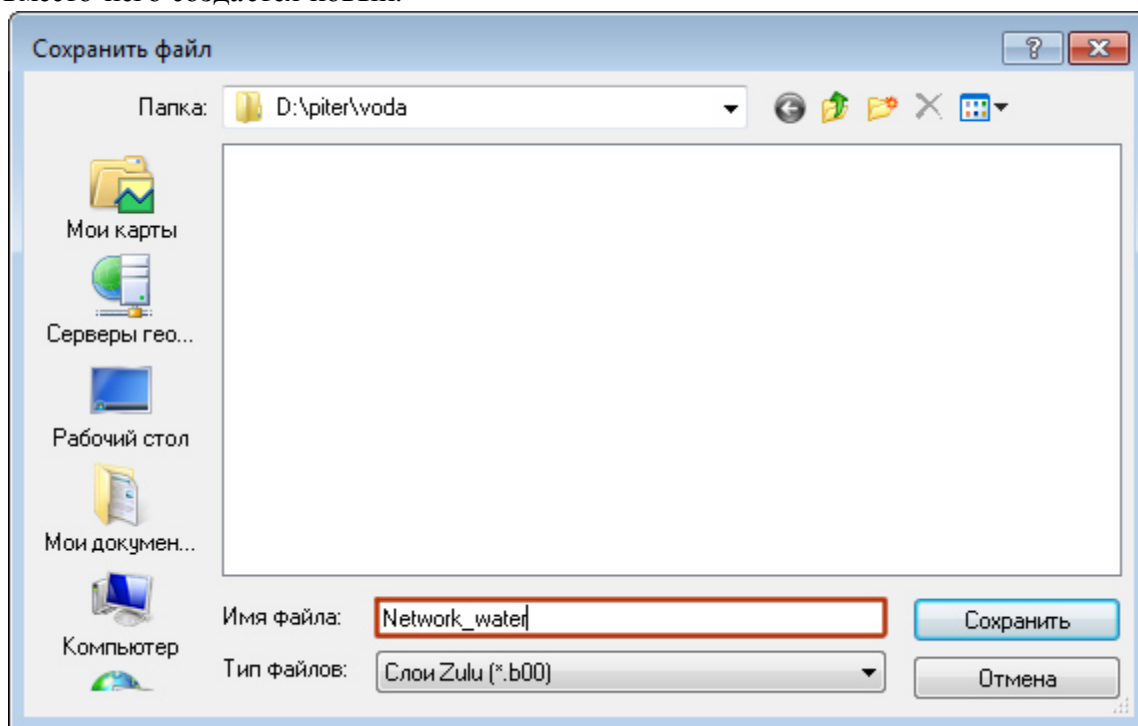


Рисунок 27. Окно создания файла водопроводной сети

6. В окне *Новая система водоснабжения*, в строке *Название слоя* ввести пользовательское имя слоя русскими символами, например **Водопроводная сеть**.

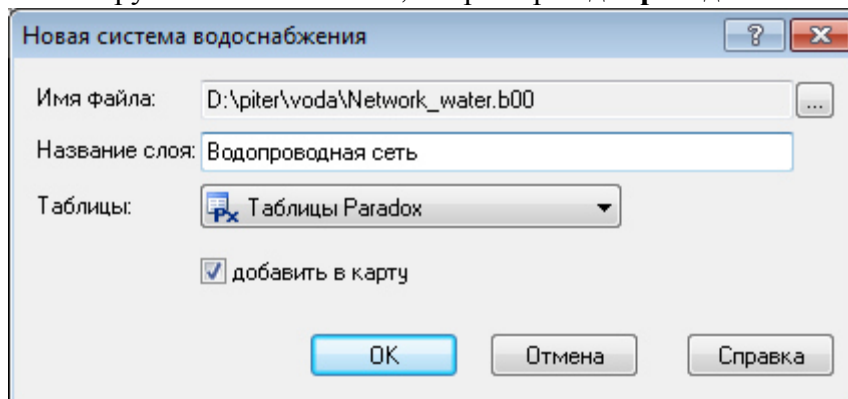


Рисунок 28. Окно создания слоя водопроводной сети

При установленном флажке *добавить в карту* созданный слой сразу загружается в текущую карту, если флажок не установлен - слой только создается на диске.



Примечание

Если не ставить флажок *добавить в карту*, тогда слой водопроводной сети будет создан только на диске и для дальнейшей работы его нужно загрузить в карту.

- После того как все окна диалога (см. [Рисунок 28, «Окно создания слоя водопроводной сети»](#)) заполнены, нажать кнопку **ОК**.

Загрузка слоя в карту

Если при создании слоя не была установлена галочка в окне *Добавить в карту*, то слой сети созданный в определенной директории, следует добавить в карту вручную, для этого необходимо:

- Выбрать команду главного меню **Карта\Добавить слой**, либо нажать на панели инструментов кнопку . На экране появится диалог выбора слоя:

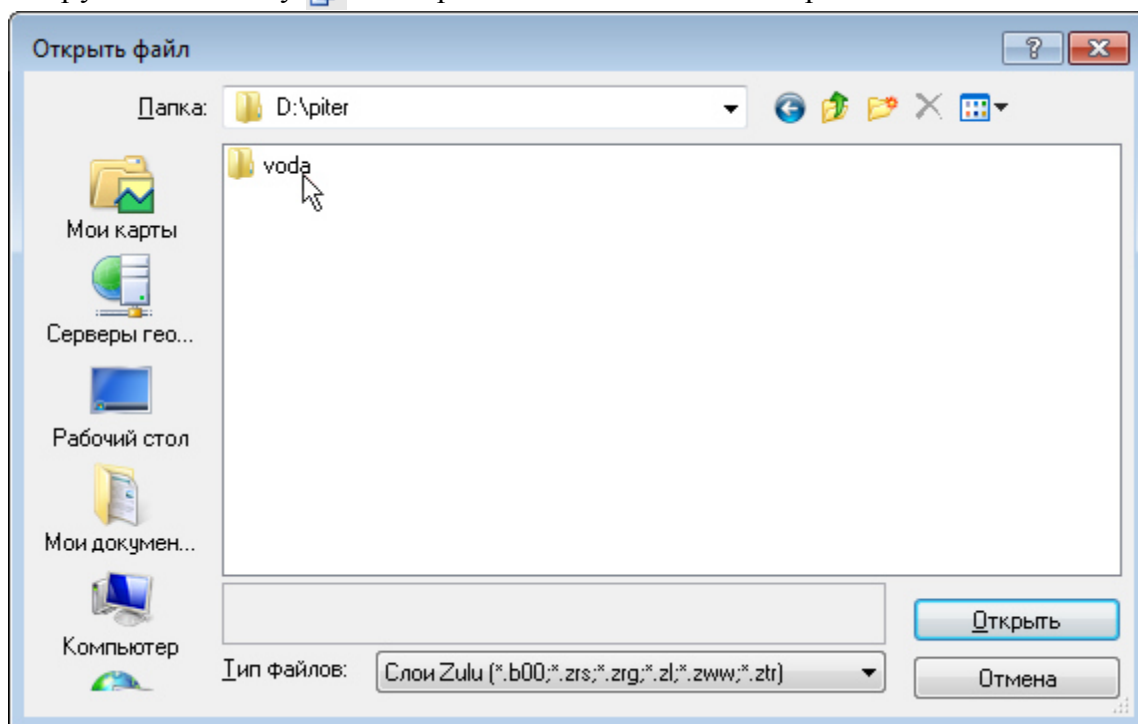


Рисунок 29. Диалог выбора слоя

- Зайти в нужную директорию и выделить слой водопроводной сети:

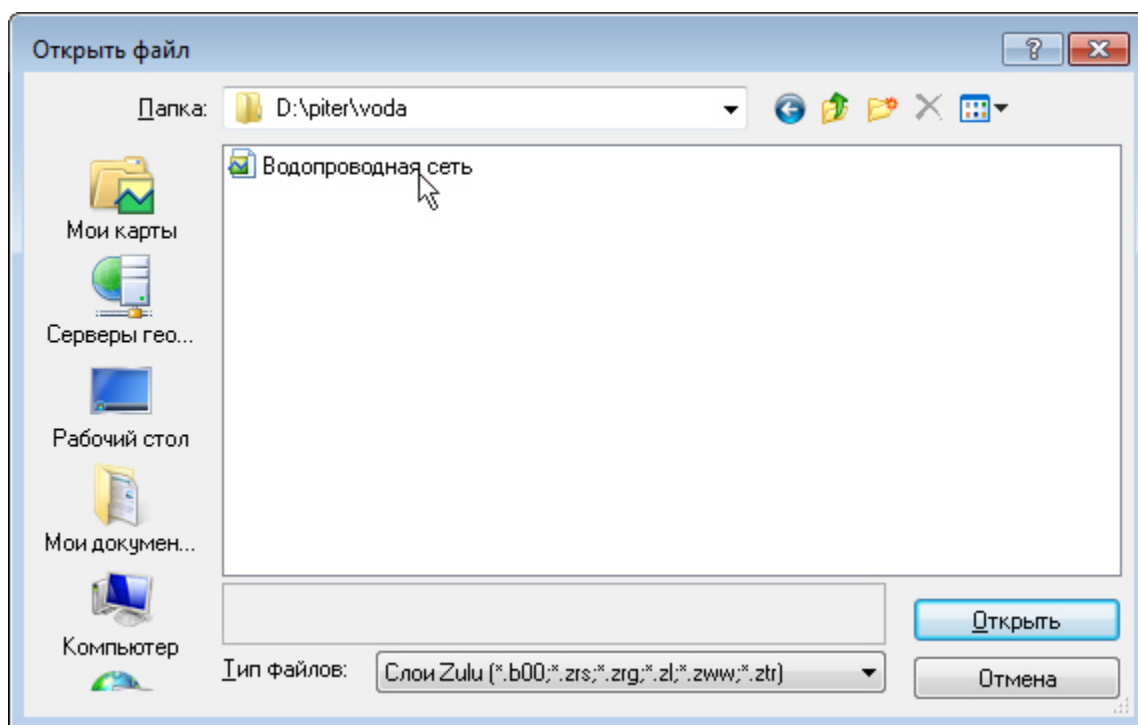


Рисунок 30. Диалог выбора слоя

3. Нажать кнопку **Открыть** или дважды щелкнуть по выбранному слою. Он будет добавлен в текущую карту.

Структура слоя

При создании слоя водопроводной сети, он создаётся с заранее определенной стандартной структурой: символами, базами данных, типовыми объектами водопроводной сети и режимами их работы. Редактирование структуры слоя позволяет настроить внешний вид объектов водопроводной сети или добавить новые режимы работы для уже существующих объектов. Любое редактирование структуры слоя происходит через редактор структуры слоя.

Редактор структуры слоя позволяет:

- создать, удалить или отредактировать символ (см. раздел [«Символы»](#));
- импортировать символ из другого слоя (см. раздел [«Импорт символов из библиотеки других слоев»](#));
- создать новые типовые объекты (см. раздел [«Создание нового типа объектов»](#));
- создавать новые режимы для объектов водопроводной сети (см. раздел [«Создание нового режима объекта»](#));
- менять размеры символов водопроводной сети (см. раздел [«Изменение размеров символов водопроводной сети»](#));
- менять внешний вид символов водопроводной сети (см. раздел [«Изменение внешнего вида символов водопроводной сети»](#));
- импортировать типы и режимы из других слоев (см. раздел [«Импорт типов и режимов»](#));

- распечатать список объектов, входящих в структуру слоя (см. раздел [«Печать объектов, входящих в структуру слоя»](#)).

Общие сведения о структуре слоя

Чтобы открыть редактор структуры слоя надо:

1. Отключить редактирование слоя (🔒), для того чтобы можно было зайти в структуру слоя.
2. Выбрать команду главного меню **Слой|Структура слоя** или нажать на панели инструментов кнопку 🗂️. На экране появится диалог выбора слоя:

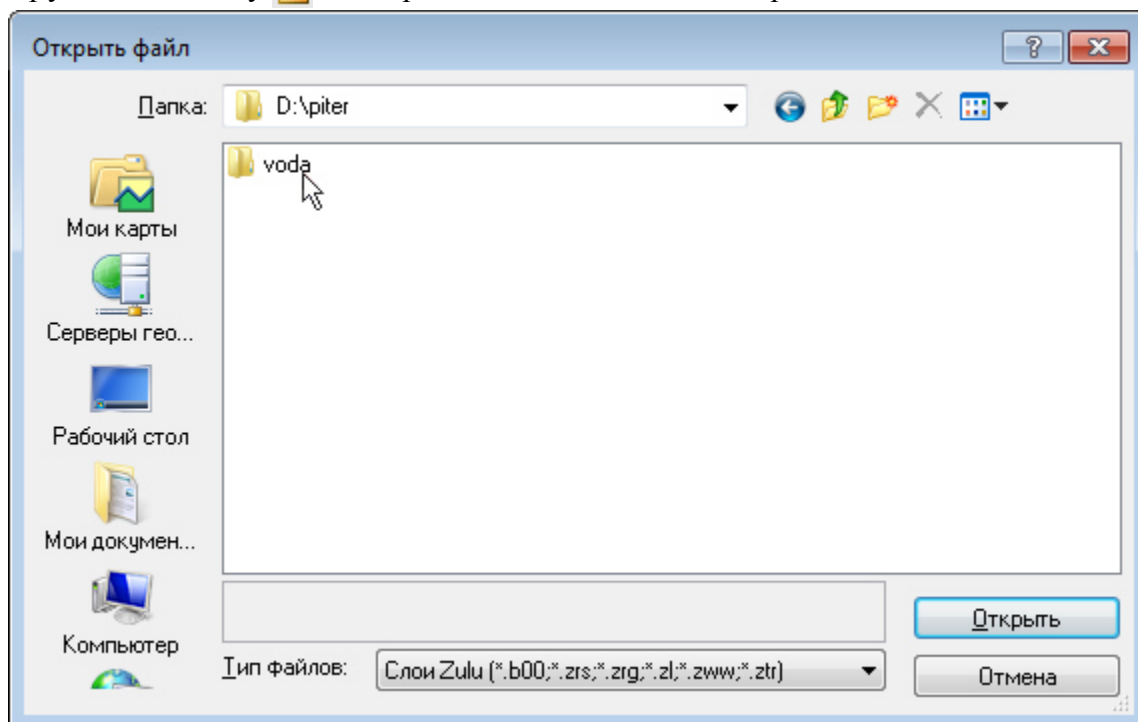


Рисунок 31. Диалог выбора слоя

3. Войти в нужную папку, выделить слой водопроводной сети и нажать кнопку **Открыть**.

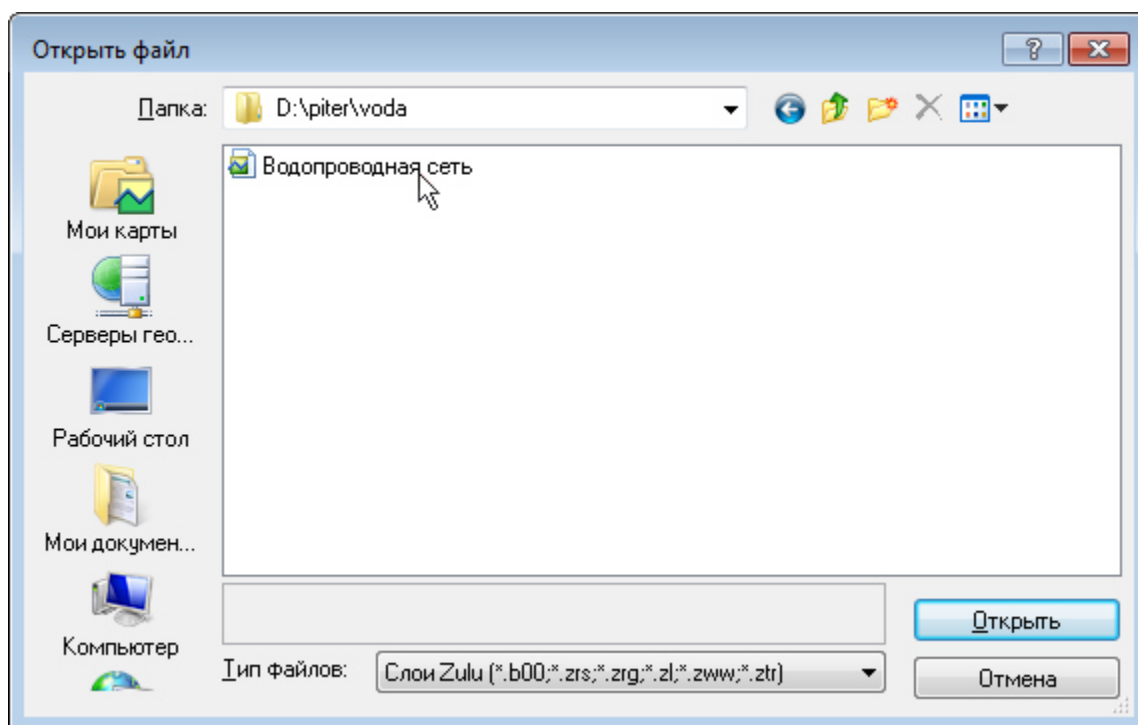


Рисунок 32. Выбор слоя

На экране появится окно структуры слоя, изображенное на рисунке ниже. Диалоговое окно разделено на две части, в зависимости от того, какой пункт выделен с левой стороны, справа будут происходить соответствующие изменения, т.е. будет отображаться информация, относящаяся к выбранному пункту.

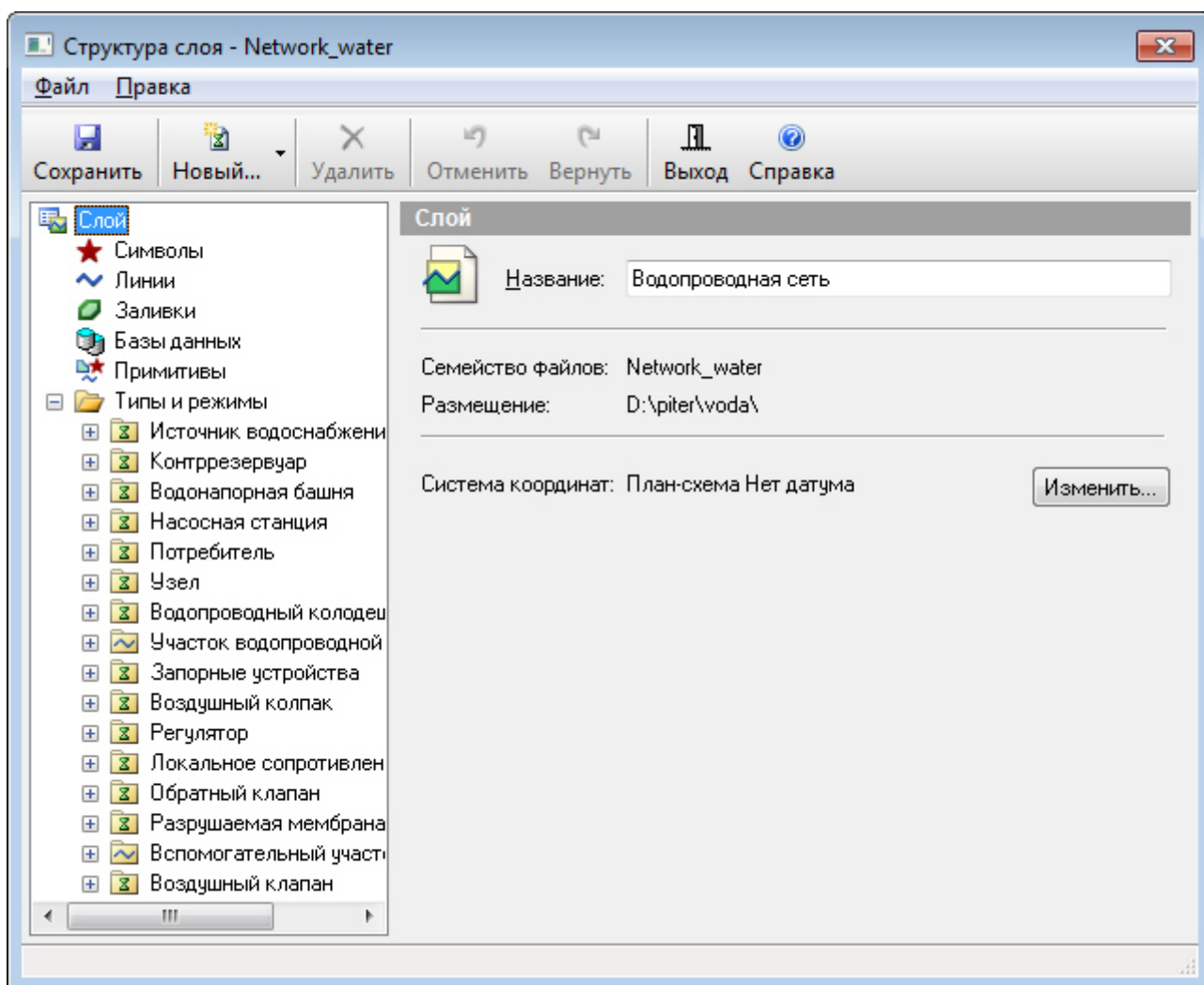


Рисунок 33. Окно структуры слоя

Сохранение изменений и выход

Для сохранения изменений структуры слоя следует нажать кнопку **Сохранить** или выбрать пункт меню **Файл|Сохранить**.

Чтобы выйти из редактора структуры слоя нужно нажать кнопку **Выход** или выбрать пункт меню **Файл|Заккрыть**. Если изменения не были сохранены, система предложит это сделать автоматически.

Символы

При выделении в окне *Структура слоя* пункта *Символы* выводится библиотека символов данного слоя, показанная на рисунке ниже. Для изображения символьного объекта в слое, этот символ должен быть обязательно добавлен в библиотеку символов данного слоя.

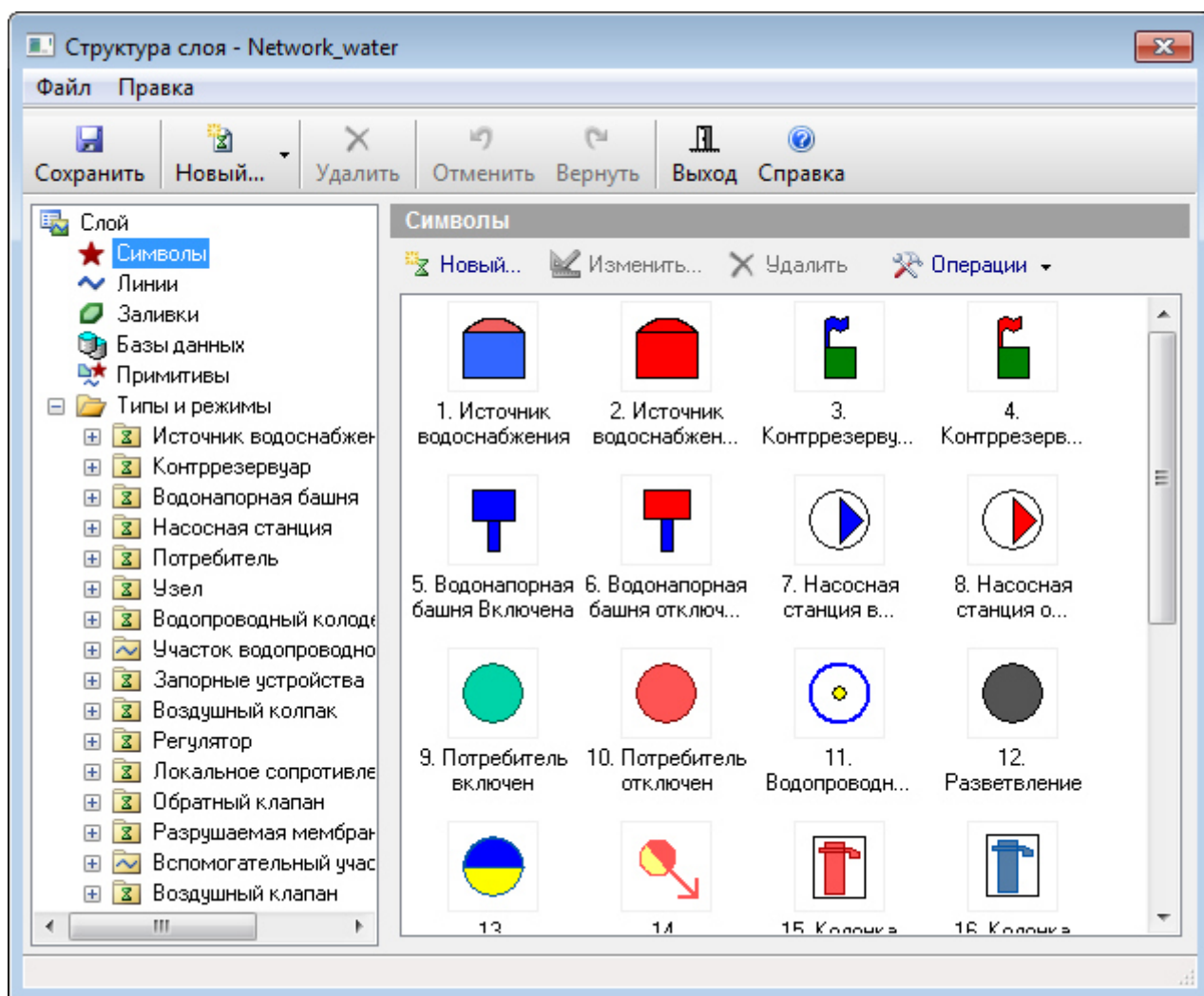


Рисунок 34. Окно библиотеки символов


Закладка *Символы* снабжена следующими командными кнопками:

- **Новый...** - открывает редактор символа для создания нового символа. После создания символ добавляется в список символов слоя.
- **Изменить...** - открывает редактор символа для символа, выбранного в списке. Также редактор символов можно вызвать двойным щелчком левой кнопки мыши по символу, который надо изменить.
- **Удалить** - удаляет из библиотеки символов символ, отмеченный в списке. Если удаляемый символ используется одним из режимов структуры слоя или одним из объектов, удаление этого символа будет запрещено.
- **Операции** ▾:
 - Импорт - открывает диалог импорта символов, позволяющий импортировать символы из библиотек других слоев. После завершения импорта импортированные символы пополнят список символов данного слоя. (подробней см. [«Импорт символов из библиотеки других слоев»](#)).

- Удалить свободные - удаляет из библиотеки символов все символы, не используемые ни одним из объектов. Это позволяет очистить библиотеку от лишних символов.

Создание нового символа в библиотеке символов

Для того чтобы создать новый символ надо:

1. Выбрать пункт *Символы*.
2. Нажать кнопку  **Новый...**, появится редактор символов.




Примечание

Подробнее о работе в редакторе можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu в разделе *Работа с векторными слоями\Редактор структуры слоя\Редактор символов*.

Редактирование символа в библиотеке символов

Для редактирования символа следует:

1. Щелчком левой кнопки мыши по символу выделить символ для редактирования.
2. Нажать кнопку  **Изменить...** или дважды щелкнуть по символу. При этом открывается редактор символов для редактирования.





Примечание

Подробнее о работе в редакторе можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu в разделе *Работа с векторными слоями\Редактор структуры слоя\Редактор символов*.



Удаление символа из библиотеки

Чтобы удалить символ из библиотеки нужно:

1. Щелчком мыши выбрать символ.
2. Нажать кнопку  **Удалить** или кнопку **Delete** на клавиатуре.
3. Нажать кнопку  **Сохранить**.

Импорт символов из библиотеки других слоев

Символы можно импортировать из одного слоя в другой, т. е., если символы уже были созданы для другого слоя, то их можно скопировать в библиотеку нашего слоя, для этого надо:

1. В диалоговом окне *Структура слоя* () в дереве выбрать пункт *Символы*.
2. Нажать кнопку  **Операции** и в открывшемся списке выбрать *Импорт....*:

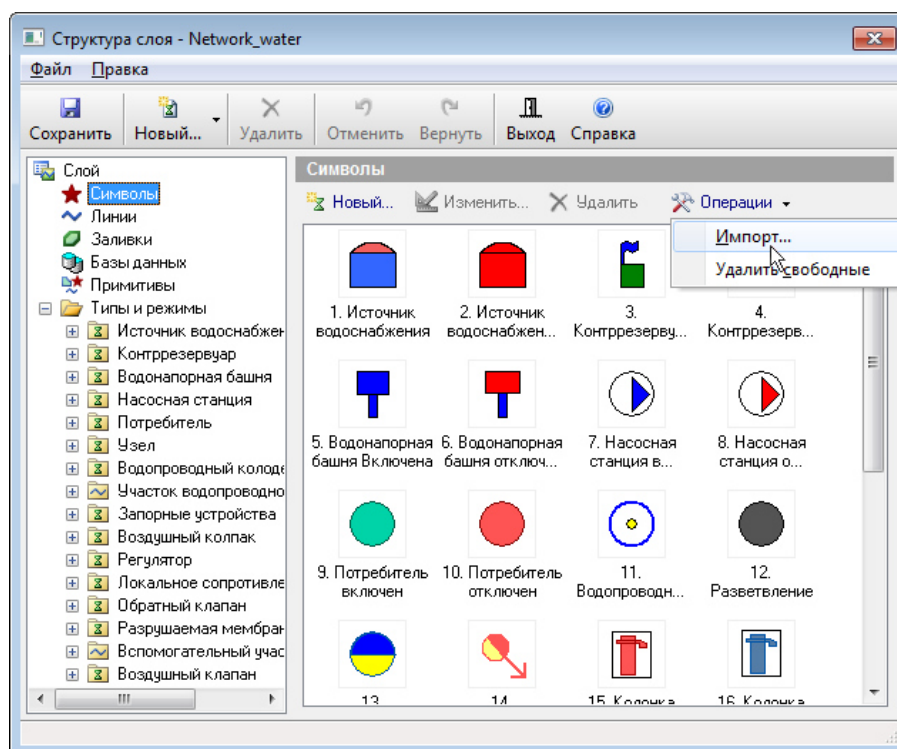


Рисунок 35. Импорт символов

3. В открывшемся окне указать слой-источник, т.е. слой, из которого вы хотите импортировать символы и нажать кнопку **Открыть** :

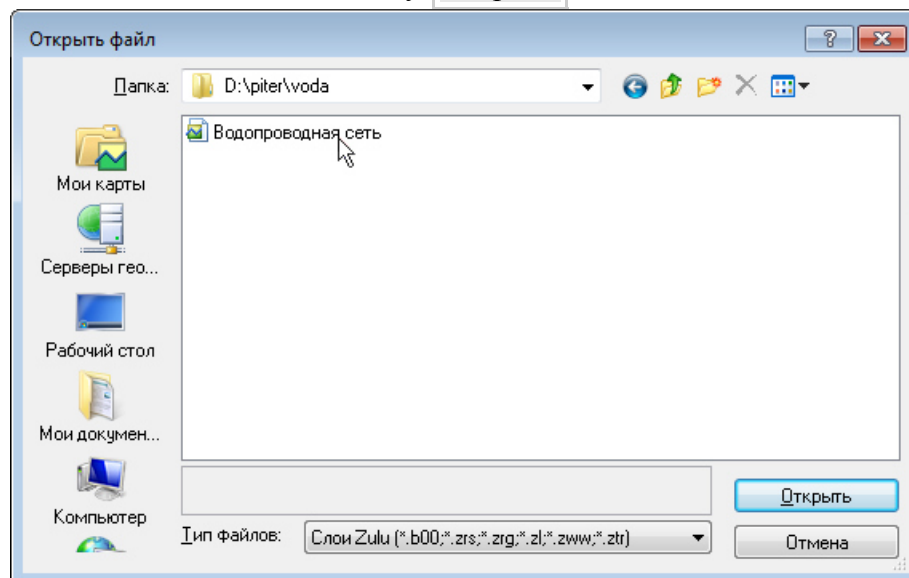


Рисунок 36. Диалог выбора слоя

4. Все символы выбранного слоя появятся в верхнем списке символов, как показано на рисунке ниже. В нижнем списке отображаются выбранные символы для импорта. Если вы случайно выбрали не тот слой-источник, нужно нажать на кнопку **Выбор слоя** , чтобы указать новый.

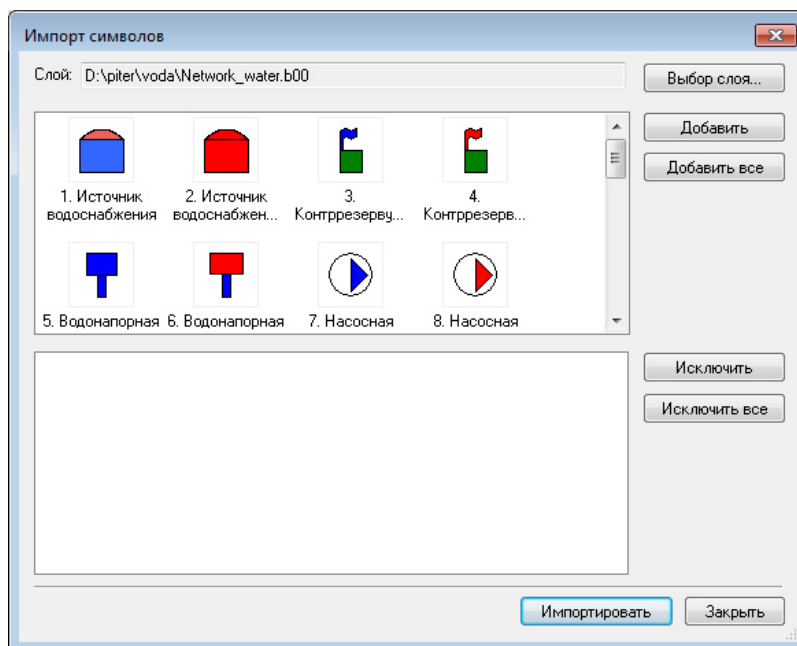


Рисунок 37. Окно импорта символов

5. Щелчком мыши выбрать символ в верхнем списке.
6. Нажать кнопку **Добавить** или сделать двойной щелчок левой кнопкой мыши по символу. Выделенный символ появится в нижнем списке. Таким же образом добавить необходимые символы.

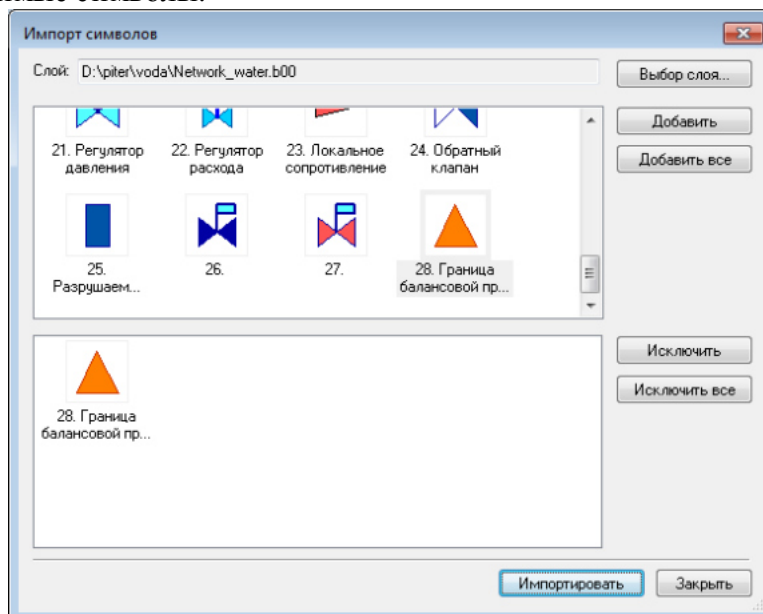


Рисунок 38. Окно импорта символов

7. Нажать кнопку **Импортировать**. Символы из нижнего списка, будут добавлены в библиотеку.
8. В окне *Структура слоя* нажать кнопку **Сохранить**.

Описание кнопок диалога *Импорт символов* представлено ниже:

- **Выбор слоя** - кнопка выбора текущего слоя-источника. После выбора слоя символы из его библиотеки заполняют верхний список диалога.
- **Добавить все** - добавляет все символы из верхнего списка в нижний список.
- **Добавить** - добавляет текущий символ верхнего списка в нижний список. То же самое произойдет при двойном щелчке мыши на символ из верхнего списка.
- **Исключить** - исключает текущий символ из нижнего списка.
- **Исключить все** - очищает нижний список.
- **Импортировать** - добавляет все символы из нижнего списка в библиотеку символов слоя.
- **Заккрыть** - закрывает диалог без импорта.

Базы данных

При выделении в окне *Структура слоя* пункта *Базы данных* выводится список всех подключенных к слою баз данных.

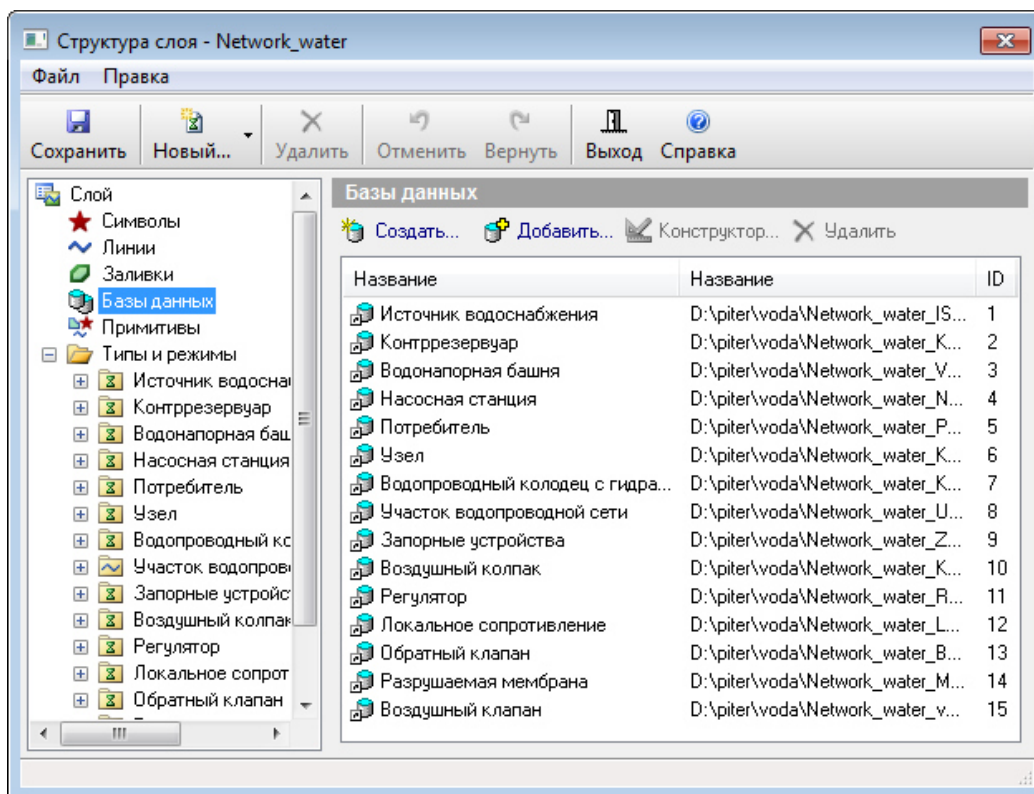
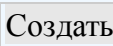
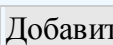







Рисунок 39. Вкладка «Базы данных»

Закладка *Базы данных* снабжена следующими командными кнопками:

Кнопка	Описание
	Позволяет создать новую базу данных. При нажатии на эту кнопку появится окно <i>Новая база данных</i> , в строке <i>Название базы данных</i> надо вписать название вашей новой базы.
	Позволяет добавить уже готовую базу данных в структуру слоя. После нажатия открывается стандартное окно выбора файла, в котором надо указать какую базу данных вы хотите добавить и нажать кнопку  .
	Данная кнопка будет активна только в том случае, если в списке выделена база данных. Она открывает диалоговое окно <i>Редактор баз данных</i> , в котором имеется возможность отредактировать выделенную в списке базу данных.
	Удаляет из списка выделенную базу данных. Удаление произойдет только в том случае, если эта база данных не используется ни одним из типов структуры слоя.
	<p>Примечание</p> <p>Подробнее о создании и редактировании баз данных можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu в разделе <i>Семантические базы данных</i> (http://politerm.com.ru/zuludoc/zb_overview.htm).</p>

Типы объектов

- [«Подключенная к типу база данных»](#)
- [«Создание нового типа объектов»](#)
- [«Удаление типа»](#)
- [«Редактирование параметров уже существующего типа»](#)

Для моделирования водопроводной сети используются типовые объекты (см. подробнее в справочном пособии ГИС Zulu в разделе *Общие сведения\Слой*). Создание типов и режимов, а также их редактирование происходит в диалоговом окне *Структура слоя* (.

Тип объекта определяет, какую функцию данный типовой объект должен выполнять, например Источник – является источником водоснабжения, Потребитель – потребителем воды и т.д. К типовым объектам может привязываться семантическая база данных.

Каждый типовой объект, в свою очередь, может иметь несколько режимов, которые задают различные способы работы (отображения) типового объекта. Например, тип объекта - задвижка, режимы работы – открыта и закрыта. Подробнее о режимах можно узнать в разделе [«Режимы объектов»](#).

Дерево типов и режимов находится в структуре слоя водопроводной сети. При выделении левой кнопкой мыши типа объекта (например, источник), в дереве типов и режимов справа откроется вкладка, в которой отобразятся свойства выделенного типа:

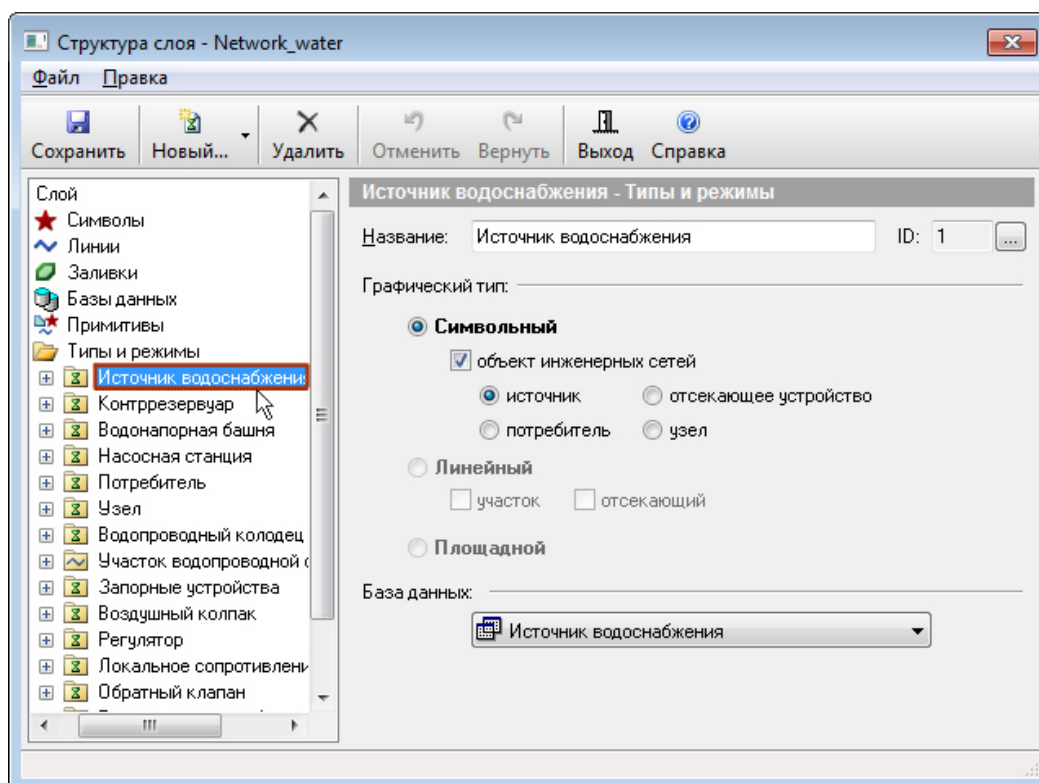


Рисунок 40. Вкладка «Тип объекта»

На открывшейся вкладке диалога расположены следующие разделы:

- *Название*– в данной строке отображается название типа, оно же одновременно отображается в дереве типов.
- *ID*– отображается ID выделенного типа, т.е. уникальный номер, который за данным типом закреплен. У каждого типа свой номер.
- *Графический тип* – типовые объекты могут быть символьными, линейными и площадными. Символьный тип имеет дополнительный признак *объект инженерных сетей*, наличие которого позволяет конкретизировать какие функции (источник, потребитель, простой узел или запорной устройство) этот тип выполняет. Линейный тип имеет два дополнительных признака:
 - *участок* – наличие этого признака позволит системе относиться к объектам такого типа как к участкам инженерной сети, т.е. при вводе потребует наличия на своих концах объектов символьного типа;
 - *отсекающий* – при установленном флажке, участок будет рассматриваться как отсекающее устройство, т. е. отключение на схеме можно будет производить участком.

Режимы объектов

- [«Создание нового режима объекта»](#)
- [«Изменение размеров символов водопроводной сети»](#)
- [«Изменение внешнего вида символов водопроводной сети»](#)
- [«Удаление режима»](#)

- [«Пример создания режима для уже существующего типа «Узел»»](#)

Любой **типовой** объект, для его отображения на карте, должен иметь хотя бы один режим работы. Для стандартных объектов, включенных в математическую модель водопроводной сети, режимы их работы созданы по-умолчанию.

Настройка отображения типовых объектов и режимом их работы:

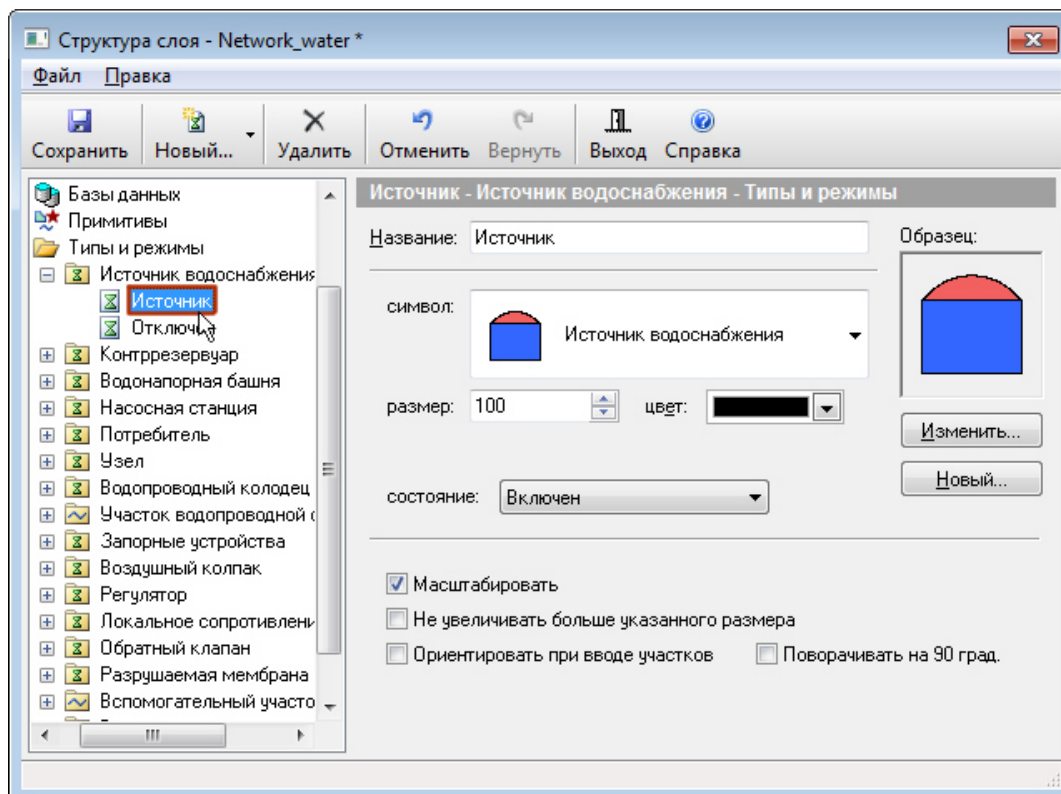


Рисунок 46. Вкладка «Режим символьного объекта»

Вкладка режима имеет следующие элементы управления:

- Кнопки **Изменить** и **Новый** - позволяют изменять существующее и создавать новое отображение выбранного режима в редакторе символов.



Примечание

Подробнее о работе в редакторе можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu в разделе *Работа с векторными слоями*|*Редактор структуры слоя*|*Редактор символов*.

- *Размер* - окно, в которое вводится масштабирующий коэффициент для регулирования размеров символов на карте. Поскольку размеры символов из библиотеки символов задаются в относительных единицах (пикселях), то заранее неизвестно, какого размера они будут на той или иной карте, так как слой может создаваться для масштабов области, города, квартала, помещения. Чем больше значение коэффици-

ента, тем крупнее будут выглядеть символы на карте (при одном и том же масштабе карты).

- Флажок *Масштабировать* включает режим масштабирования символа, т. е. изменение размеров символа при изменении масштаба карты.
- Флажок *Не увеличивать больше указанного размера* - не позволяет увеличивать символ, когда масштаб карты становится меньше указанного в строке Размер.
- Флажок *Ориентировать при вводе участков* - если этот флажок отмечен, то объекты наносятся по направлению ввода участков.
- Флажок *Поворачивать на 90 град* - поворачивает объект на 90 градусов относительно того, как он изображен в редакторе символов.

При задании режима для линейного типа, необходимо задать стиль вывода на экран, толщину на экране и толщину при печати:

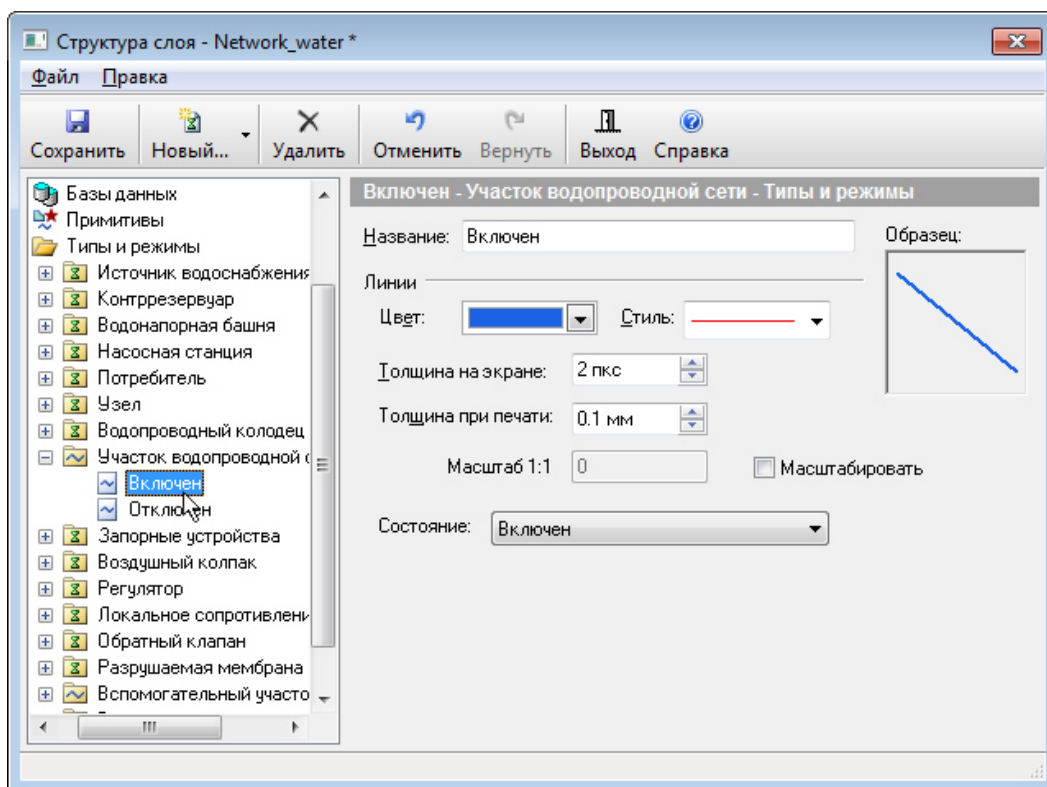


Рисунок 47. Режим линейного объекта

Импорт типов и режимов

В системе имеется возможность импортировать из других слоев структуры отдельных типов с относящимися к этим типам режимами, символами и структурами баз данных.

Для импорта типов надо:

1. В дереве редактора структуры слоя выделить пункт *Типы и режимы*, нажать кнопку **Импортировать типы**:

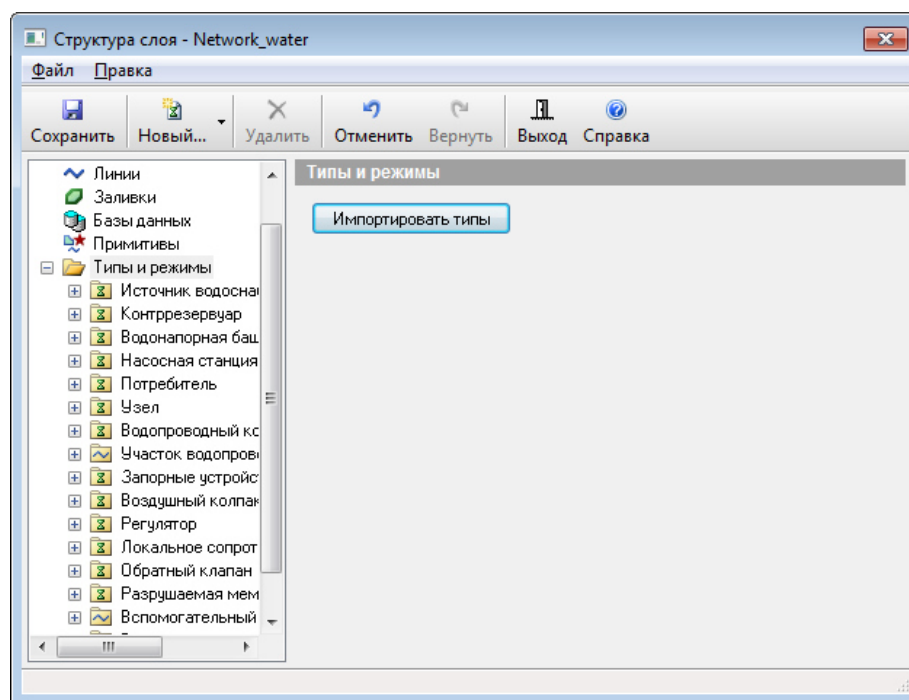


Рисунок 56. Импорт типов

2. В появившемся диалоге *Импорт типов* выбрать слой, из которого будут импортироваться типы, для этого надо воспользоваться кнопкой .
3. В списке типов выбранного слоя отметить типы для импорта, и завершить импорт нажатием кнопки **Импорт**.

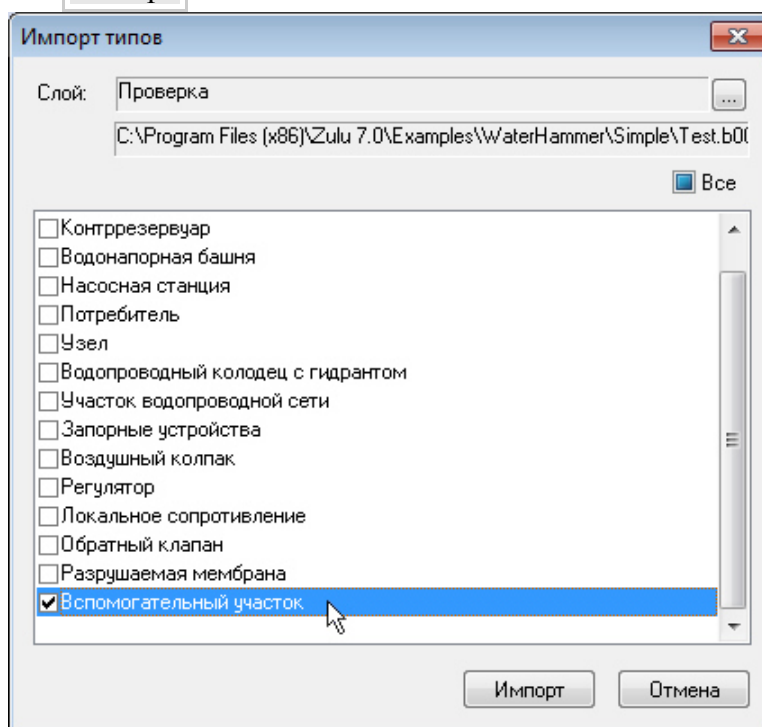


Рисунок 57. Выбор типов для импорта



Примечание

При копировании структур табличных баз данных на данный момент реализовано создание таблиц только в формате Paradox.

Печать объектов, входящих в структуру слоя

Для печати объектов входящих в структуру слоя надо:

1. Выбрать в меню **Файл** пункт Печать..., после чего на экране появится окно отчета по структуре слоя. В открывшемся окне можно задать настройки для отчета.

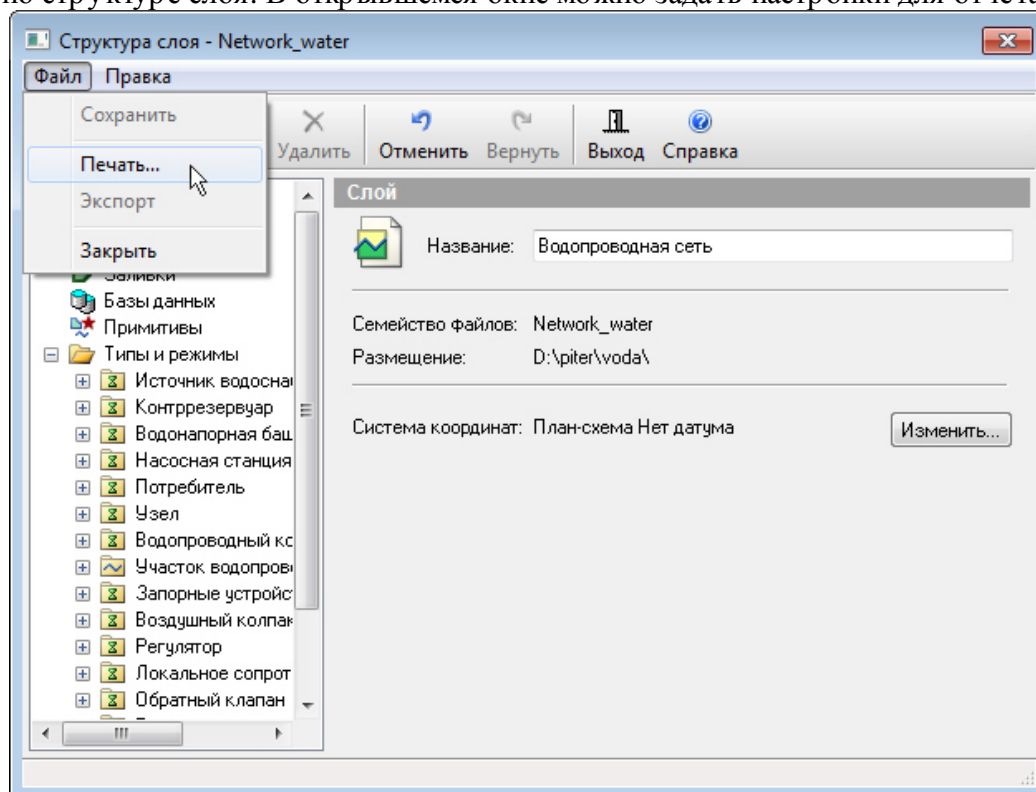


Рисунок 58. Печать структуры слоя

2. Написать имя заголовка, указать параметры шрифта в закладке *Заголовок*.

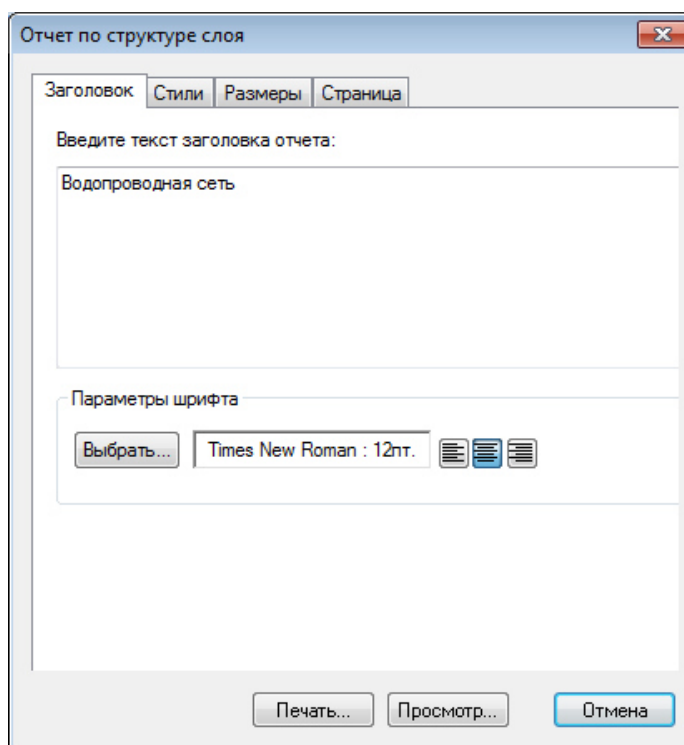


Рисунок 59. Отчет по структуре слоя

3. В закладке *Стили* задать стили для печати, выбрать параметры шрифта, и отметить галочками те элементы, которые надо включить в отчет (типы, режимы, базы).
4. Во вкладке *Размеры* установить размеры для объектов.
5. Настроить параметры страниц для печати, в закладке *Страница*.
6. Нажать кнопку **Просмотр**, для предварительного просмотра отчета. Если все настройки устраивают, то нажать кнопку **Печать**. Для отмены нажать кнопку **Отмена**.

Ввод объектов сети

Наносить схему водопроводной сети можно либо на заранее подготовленную подоснову, либо на чистую карту. При нанесении схемы на можно использовать вспомогательные функции:

- привязка к объектам, сетка редактора;
- ортогональный ввод;
- ввод точек по координатам.



Примечание

Подробное описание данных функций смотрите в руководстве пользователя ГИС Zulu.

Для занесения сети на карту нужно, чтобы бы слой водопроводной сети был создан и загружен в карту.

- [«Создание слоя водопроводной сети»](#)
- [«Загрузка слоя в карту»](#)


После нанесения сети или для готовых ее участков можно провести операции контроля ошибок ввода. Подробнее о проверке ошибок ввода [«Контроль ошибок при вводе»](#).

Включение режима редактирования слоя

Перед нанесением схемы водопроводной сети необходимо сначала включить режим редактирования слоя. В этом режиме происходит ввод и редактирование объектов сети.

Режим редактирования можно включить несколькими способами:

Первый способ:

1. Выбрать пункт главного меню **Карта|Редактор слоя** или нажать кнопку  на панели инструментов.
2. Если карта содержит только один слой, то этот слой сразу станет редактируемым. Если же в карте несколько слоев, то на экране появится список слоев карты, в котором нужно левой кнопкой мыши выбрать слой и нажать кнопку **ОК**.

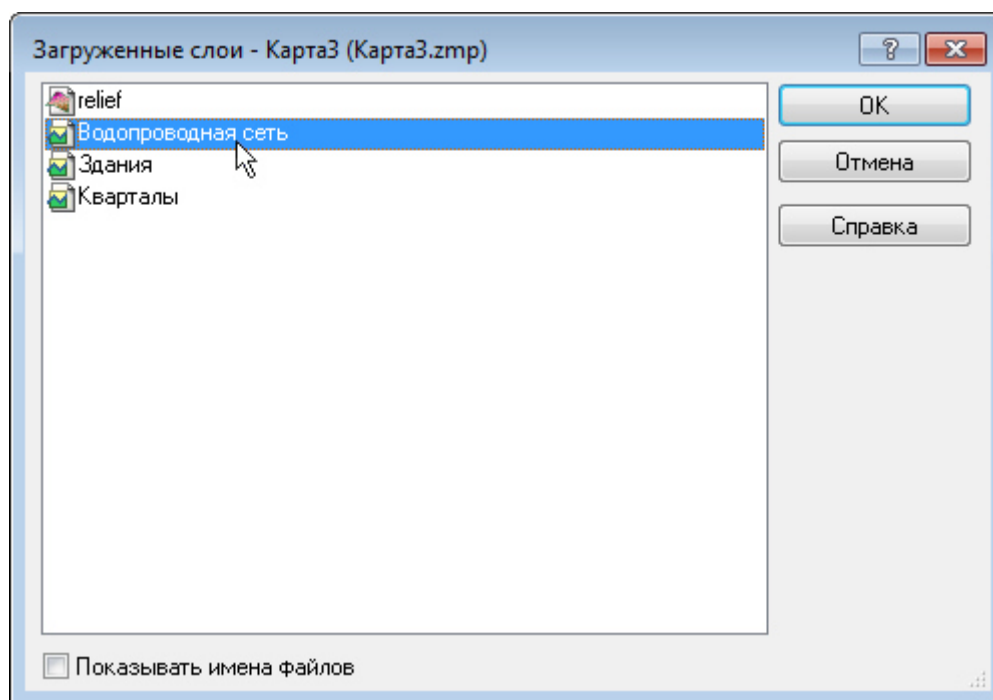



Рисунок 60. Выбор слоя для редактирования

Второй способ:

Нажать кнопку с карандашиком, которая расположена с правой стороны от имени слоя в окошке активного слоя: .

Кнопка примет утопленное состояние: .

После включения редактора слоя в строке состояния внизу экрана отобразится имя редактируемого слоя: **Правка: Водопроводная сеть**.

Последовательность действий при вводе

Для изображения сети можно пользоваться двумя способами:

- Если известны координаты узловых объектов, таких как водопроводные колодцы, источники и т.д., то можно сначала расставить эти объекты на карте и затем соединить их участками.
- Изображать сеть с помощью объекта Участок. Тогда при вводе участка редактор сам будет запрашивать узловые объекты в начале и в конце участка, а поскольку часто начало нового участка является концом предыдущего, то начальный узел нового участка уже существует, и за него нужно только зацепиться, то есть, продолжая ввод участка, нажать на узле левой клавишей мыши.



Примечание



Используя для рисования режим Участка, требуется гораздо меньше действий из-за того, что не приходится постоянно выбирать объект для ввода. Используя один

лишь режим участка, изображаются все элементы сети.

Далее приведены примеры изображения водопроводной сети этими двумя способами. Например, нужно ввести фрагмент сети Источник->Водопроводный колодец->Насосная станция ->Потребитель.

Ввод узловых объектов сети

Если использовать второй способ, то последовательность действий должна быть следующей:

1. Включить режим редактирования слоя .
2. Нажать кнопку выбор типа  и в открывшемся списке выбрать режим источника водоснабжения Источник (т.е. включен):

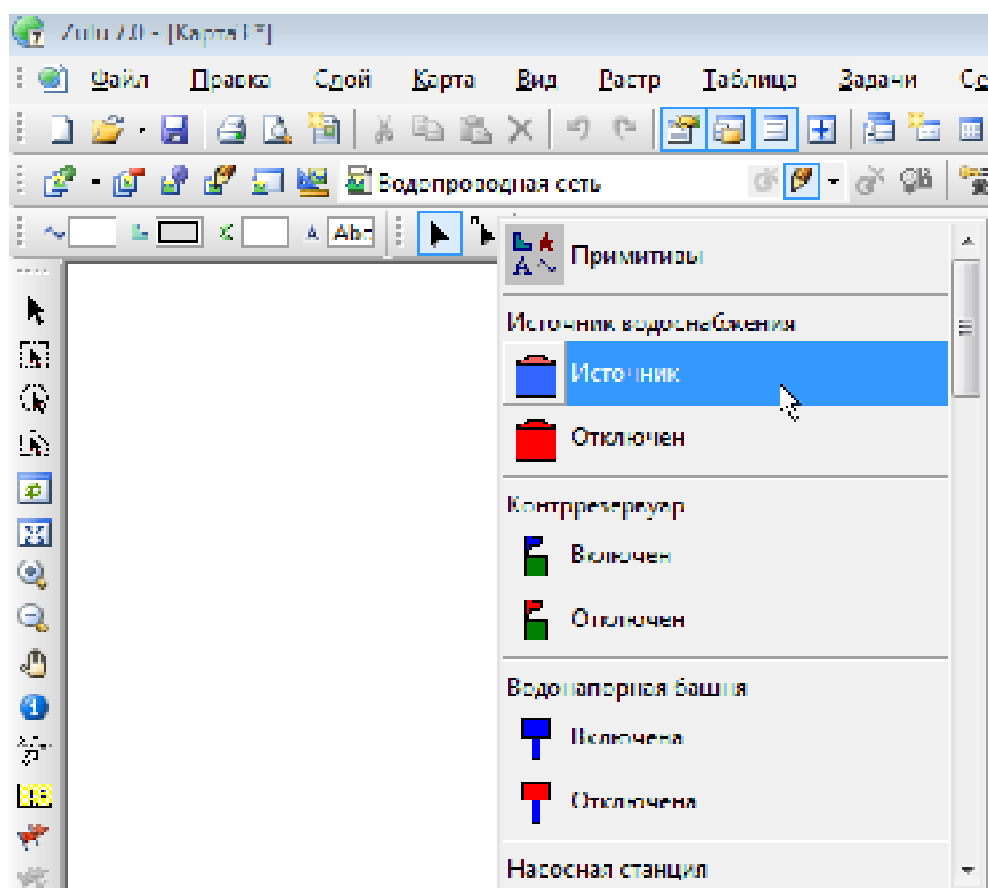


Рисунок 61. Выбор режима источника

1. Сделать щелчок левой кнопкой мыши в том месте карты, где будет установлен источник.



Рисунок 62. Ввод источника


2. Нажать кнопку выбор типа  и в выпадающем списке выбрать режим узла Водопроводный колодец.
3. Сделать щелчок левой кнопкой мыши в том месте карты, где будет колодец:



Рисунок 63. Ввод колодца


4. Далее нажать кнопку выбор типа  и в открывающемся списке выбрать режим насосной станции Включена.
5. Сделать щелчок левой кнопкой мыши в том месте карты, где будет изображена насосная станция:



Рисунок 64. Ввод насосной станции


6. Нажать кнопку выбор типа  и в открывшемся списке выбрать режим потребителя Включен.
7. Сделать щелчок левой кнопкой мыши в том месте карты, где будет потребитель.



Рисунок 65. Ввод потребителя



8. Нажать кнопку выбор типа  и в открывающемся списке выбрать режим участка Включен.
9. Щелкнуть левой кнопкой мыши в центр источника, «зацепившись» за него.
10. Сделать двойной щелчок по водопроводному колодцу для соединения его с источником.
11. Аналогичным образом соединить оставшиеся элементы:



Рисунок 66. Ввод оставшихся элементов



Предупреждение

Устанавливать таким образом объекты на уже нарисованные участки сети нельзя. Их следует вставлять объекты только в режиме Узлы .

Ввод водопроводной сети с помощью участка


Геометрически участок представляет собой ломаную линию. Любая ломаная имеет как минимум две вершины – начало и конец участка. Вершины ломаной между началом и концом участка называются точки перелома, с помощью которых обозначают повороты участка, компенсаторы. На участке может быть неограниченное количество точек перелома. При рисовании участка возможно использовать все вспомогательные функции, что и при изображении простой ломаной линии (см. подробнее в руководстве по ГИС Zulu).



Рисунок 67. Изображения участка сети

Участок должен обязательно начинаться и заканчиваться узловым объектом. Например, оба участка на рисунке выше начинаются водопроводным колодцем и заканчиваются потребителем. Подробнее об участке можно прочитать в разделе [«Участок»](#).

Для ввода участка водопроводной сети надо выполнить следующие действия:

1. Нажать на панели инструментов кнопку выбор типа , выбрать для ввода нужный режим (включен/отключен) объекта Участок водопроводной сети:

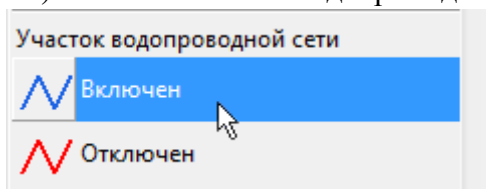



Рисунок 68. Выбор объекта для ввода



Примечание

При необходимости вновь вводить ранее выбранный режим работы участка достаточно нажать на панели инструментов  (если она еще не нажата). Кнопка примет утопленное положение, и редактор перейдет в режим ввода линейных объектов.

2. В начале участка обязательно должен присутствовать символьный объект. Если начальный объект участка уже установлен на карте, то участок надо к нему присоединить. Для этого нужно подвести курсор мыши к центру объекта и нажать левую клавишу мыши. При этом, если присоединение к узлу прошло успешно, то первая точка участка будет зафиксирована, и можно продолжить ввод остальных точек участка. Для того, чтобы легче было присоединиться к узловому объекту можно удерживать клавишу **Ctrl**.



Примечание

Никакого всплывающего окна при этом появляться не должно. Всплывающее

окно означает что: а) привязки к объекту не произошло б) попытка привязаться туда, где нет узлового объекта. Для закрытия открывшегося окна следует сделать щелчок левой кнопкой мыши по карте или нажать клавишу **Esc**. В этих случаях надо повторить попытку привязаться к объекту, либо внедрить объект на существующий участок.

3. Если начального символьного объекта участка еще нет, то участок можно начинать в произвольной точке. Для этого нужно подвести курсор мыши в точку карты, соответствующую будущему началу участка, и нажать левую клавишу мыши. После этого редактор попросит указать тип начального узла. На экране появится список типов и режимов узловых объектов редактируемого слоя. Из этого списка нужно выбрать узел, в котором будет начинаться участок (например, источник или водопроводный колодец.) Таким образом, начиная участок в произвольной точке, мы попутно добавляем в сеть и новый узел.
4. После того как задана начальная точка участка, можно продолжить его ввод, последовательно задавая точки поворота. Для этого надо подвести курсор мыши к точке на карте, соответствующей очередной точке поворота, и зафиксировать ее нажатием левой клавиши мыши. После того как точки поворота введены, или при отсутствии их у данного участка, можно завершать ввод трубопровода.
5. В конце участка обязательно должен быть узловой объект. Если конечный объект уже имеется на карте, то надо подвести курсор к центру такого объекта и дважды щелкнуть левой клавишей мыши (чтобы проще было зацепиться за точку объекта удерживайте клавишу **Ctrl**). Никакого всплывающего окна при этом, не должно появиться. Если захват узла прошел успешно, то ввод участка будет завершен. Если конечного символьного объекта участка еще нет, то участок можно закончить в произвольной точке. Для этого нужно подвести курсор мыши в точку карты, соответствующую будущему концу участка, и дважды щелкнуть левой клавишей мыши. После этого редактор попросит указать тип конечного узла. На экране появится список объектов слоя с учетом их возможных режимов работы. Из этого списка нужно выбрать объект, в котором будет заканчиваться участок (например, потребитель, водопроводный колодец и т.д.). Таким образом, завершая участок в произвольной точке, мы попутно добавляем в сеть и новый узел.



Важно

Во время завершающего ввод двойного щелчка левой клавишей мыши, важно, чтобы сама мышь между щелчками оставалась неподвижной, т.е щелчки надо сделать быстро. В противном случае будет установлена точка перелома участка. Также можно сделать щелчок правой кнопкой мыши и выбрать из меню *Завершить объект*, для завершения объекта в последней точке перелома.

Ввод точек перелома (поворота) участка

Для ввода точек перелома участка во время изображения участка надо:

1. Подвести курсор к месту на карте, где будет установлена точка перелома (например, поворот).
2. Сделать щелчок левой кнопкой мыши, точка перелома будет установлена. Затем можно дальше продолжать ввод участка:

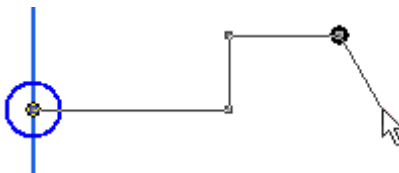


Рисунок 69. Изображение точек перелома

Отмена введенных точек

Если во время нанесения участка на карту последняя из введенных точек была введена ошибочно то ее можно отменить, для этого надо:

- нажать клавишу **Esc**;
- или
- сделать щелчок правой кнопкой и мыши выбрать в открывшемся контекстном меню пункт Отменить последнюю точку Esc.


Повторяя эти действия, можно шаг за шагом отменить несколько последних введенных точек, или вообще все точки, включая начало участка.


Ввод за пределами экрана

Если местоположение очередной вводимой точки выходит за пределы окна карты на экране, то изображение нужно передвинуть так, чтобы место установки точки попало в окно карты. Переместить изображение, не выходя из режима ввода участка, можно несколькими способами:

- Используя кнопки вертикальной и горизонтальной полосы прокрутки карты;
- или
- При установке предыдущей точки перелома, т.е. нажатии левой клавиши мыши, не отпускать эту клавишу, и в таком состоянии переместить мышь за пределы окна карты в сторону где должна быть установлена очередная точка. При этом изображение карты начнет прокручиваться в заданном направлении. Прокрутив карту на нужное расстояние, завершите прокрутку, отпустив левую клавишу мыши и продолжайте ввод участка;
- или
- Если у мыши имеется средняя клавиша (или средняя клавиша с колесиком), то можно перемещать карту мышкой, удерживая среднюю клавишу в нажатом состоянии, при этом курсор мыши изменит свой вид и будет выглядеть как рука 🖐. Для завершения перемещения нужно среднюю клавишу отпустить.


Отмена ввода объектов

Если участок был завершен и, оказалось, что он введен ошибочно, то последний введенный участок можно отменить нажатием кнопки . Повторяя эту операцию можно отменить несколько последних действий редактора.

Если отмена последних действий редактора была ошибочна, то их можно восстановить нажатиями кнопки .



Примечание

При выключении режима редактирования слоя () использование данных кнопок становится невозможным.


Редактирование сети

В данном разделе рассмотрены варианты редактирования (удалить, переместить, изменить режим работы объектов), которые могут применяться непосредственно к объектам водопроводной сети. Об остальных операциях редактирования можно узнать в справке по ГИС Zulu.

Внешний вид любого введенного или еще не введенного объекта водопроводной сети может быть изменен. Изображения объектов сети меняются в окне редактора структуры слоя (для дополнительных сведений о редакторе структуры слоя [Структура слоя](#)). Все изменения относятся сразу ко всем объектам в слое водопроводной сети.



Примечание

Для того чтобы отредактировать сеть необходимо, чтобы был включен режим редактирования слоя (). Как включить режим редактирования слоя см. раздел [«Включение режима редактирования слоя»](#).

Редактирование одиночных объектов


В режиме редактирования одиночных объектов выполняются операции, относящиеся к объекту (узлу или участку сети) целиком:

- [«Перемещение объекта»](#);
- [«Поворот символьного объекта»](#);
- [«Дублирование одиночного объекта»](#);
- [«Смена типа или режима объекта»](#);
- [«Смена направления участка водопроводной сети»](#);
- [«Удаление объекта»](#);
- [«Разбиение участка на два узловым объектом \(внедрение объекта в существующую сеть\)»](#);
- [«Объединение последовательно соединенных участков \(удаление объекта с нанесенной сети\)»](#).

Перемещение объекта

Переместить объект можно двумя способами: с сохранением топологических связей или с отрывом объекта от сети. В первом случае изменяется только местоположение объекта, а связность объектов сети не нарушается, т.е. топология сети не изменяется. Во втором случае нарушается связь перемещаемого объекта с сетью, поэтому такое перемещение объекта, как правило, используется как промежуточная операция.

Для перемещения объекта с сохранением связей надо:

1. Войти в режим редактирования объектов, для этого нажать на панели инструментов кнопку .
2. Установить курсор на перемещаемый объект (символ или участок) (а).
3. Нажать левую клавишу мыши и, не отпуская ее, начать перемещение (б).

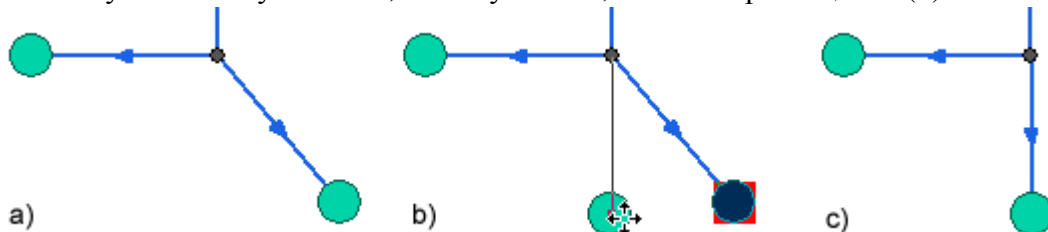



Рисунок 71. Перемещение объекта с сохранением связи

4. Переместить объект в новое положение.
5. Отпустить левую клавишу мыши, для завершения перемещения (с).

В результате видно, что объект переместился с сохранением топологической связи.

Для перемещения объекта с отрывом от сети надо:

1. Войти в режим редактирования объектов, для этого нажать на панели инструментов кнопку .
2. Установить курсор на перемещаемый объект (символ или участок).
3. Нажать и не отпускать клавишу **Shift**.
4. Нажать левую клавишу мыши и, не отпуская ее, начать перемещение (б). После начала перемещения клавишу **Shift** можно отпустить.

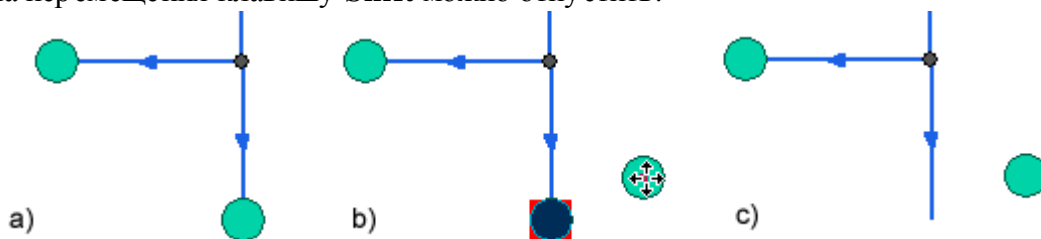


Рисунок 72. Перемещение объекта с отрывом от сети

5. Переместить объект в новое положение.
6. Отпустить левую клавишу мыши, для завершения перемещения (с).



Примечание


Эта операция используется как промежуточная (например, для внедрения другого объекта вместо убранный).

В результате объект был перемещен, при этом топологическая связь участков с этим объектом разорвалась.

Поворот символического объекта

Поворот символа узлового объекта не изменяет местоположение объекта ни топологию сети. Просто иногда возникает необходимость повернуть символ, под определенным углом для улучшения наглядности и читаемости изображения сети.

Для поворота символа нужно:

1. Войти в режим выделения объектов, нажав на панели инструментов кнопку .
2. С помощью левой кнопки мыши выделить символический объект, который надо повернуть. Символ выделится прямоугольной областью с небольшим кружком в одном из ее углов (b).

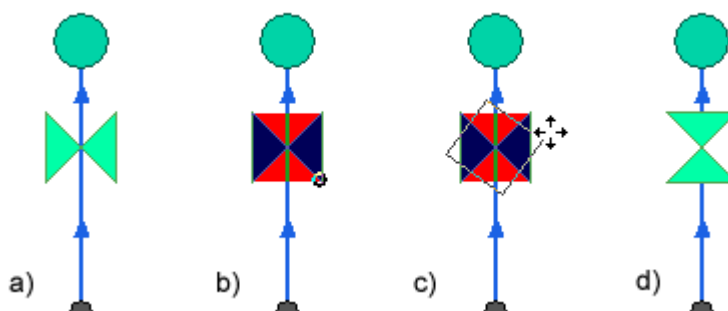




Рисунок 73. Поворот узлового объекта

3. Подвести курсор к кружку в углу выделенной области и нажать, не отпуская, левую клавишу мыши.
4. Перемещая мышь, поворачивайте символ до нужного угла (c).
5. Отпустить левую клавишу мыши, для завершения поворота (d).

Дублирование одиночного объекта

Дублирование объекта является одним из способов создания нового объекта. В качестве исходного отмечается один из существующих объектов слоя, и на указанном месте создается новый объект с тем же типом, режимом и той же формы, что и исходный. Действия при дублировании объекта почти полностью совпадают с перемещением объекта с отрывом от сети. Для дублирования объекта нужно:

Для дублирования объекта нужно:

1. Войти в режим выделения объектов, нажав на панели инструментов кнопку .
2. Установить курсор на исходный объект.
3. Нажать и не отпускать клавишу **Shift** (рис. b), если объект не внедрен в сеть, то данный пункт можно пропустить.
4. Нажать левую клавишу мыши и, не отпуская ее, начать перемещение. После начала перемещения клавишу **Shift** можно отпустить.
5. Переместить объект в новое положение. Не отпуская кнопку мыши, нажать клавишу **Ctrl**, рядом с курсором появится .
6. Отпустить левую кнопку мыши. После этого клавишу **Ctrl** можно отпустить. Исходный объект будет продублирован в новое место.

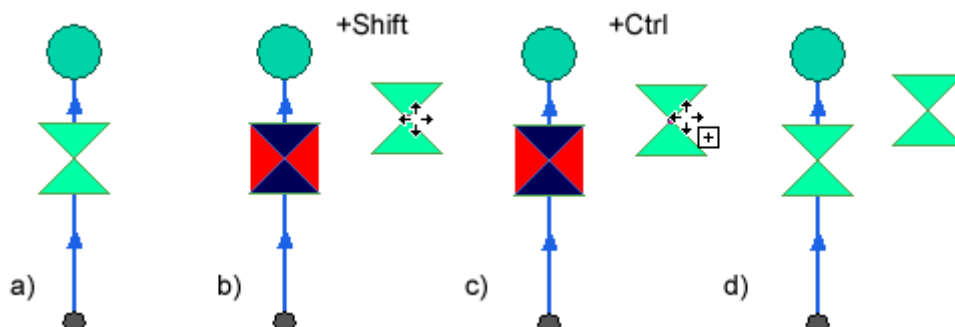



Рисунок 74. Дублирование объекта

Смена типа или режима объекта

В процессе работы может возникнуть необходимость изменить один объект сети на другой, или изменить режим его работы. Например, превратить узел в водопроводный колодец или сменить режим участка на Отключен.

Для смены типа/режима объекта нужно:

1. Войти в режим выделения объектов, нажав на панели инструментов кнопку .
2. Установить курсор на объект и сделать двойной щелчок левой клавишей мыши. На экране появится диалог *Смена режима*:

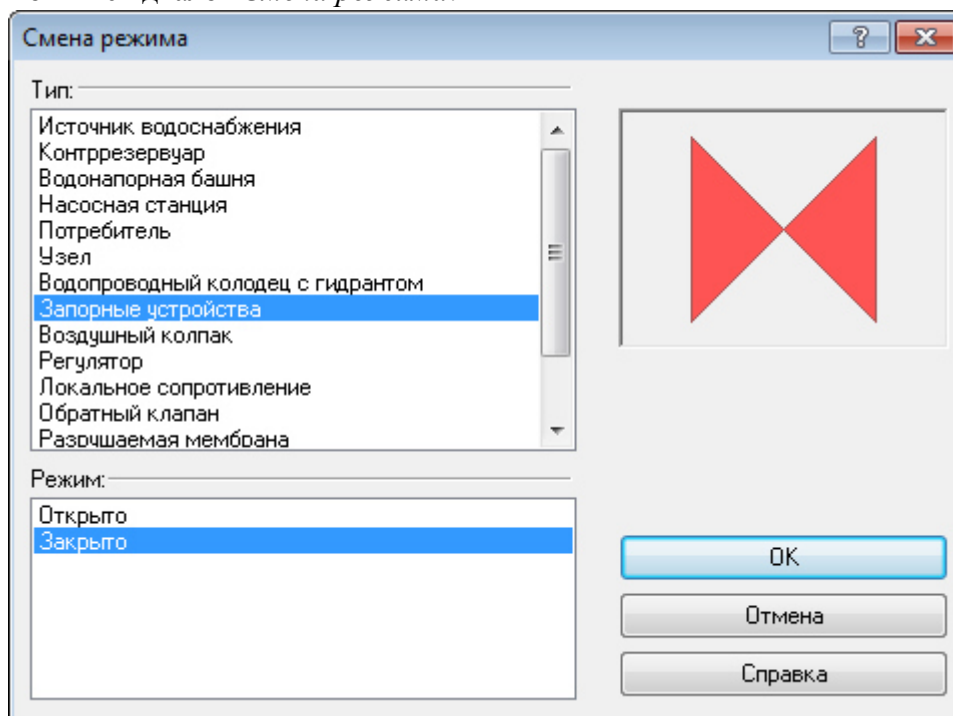


Рисунок 75. Смена режима для узлового объекта

3. В верхней части окна в разделе *Тип* выбрать тип объекта. Например, Задвижка.
4. В нижней части окна в разделе *Режим* выбрать режим для объекта. Например, Закрыта.

5. Нажать кнопку **ОК** для сохранения изменений и выхода. Для отказа от изменений нажать кнопку **Отмена**.




Примечание

Кнопка **Сменить направление** появляется только если изменяемый объект - участок. Нажатие кнопки изменяет направление участка на противоположное.

Смена направления участка водопроводной сети

Для смены направления участка следует:

1. Войти в режим выделения объектов, нажав на панели инструментов кнопку .
2. Установить курсор на участок, на котором надо сменить направление и сделать двойной щелчок левой клавишей мыши. На экране появится диалог *Смена режима*:

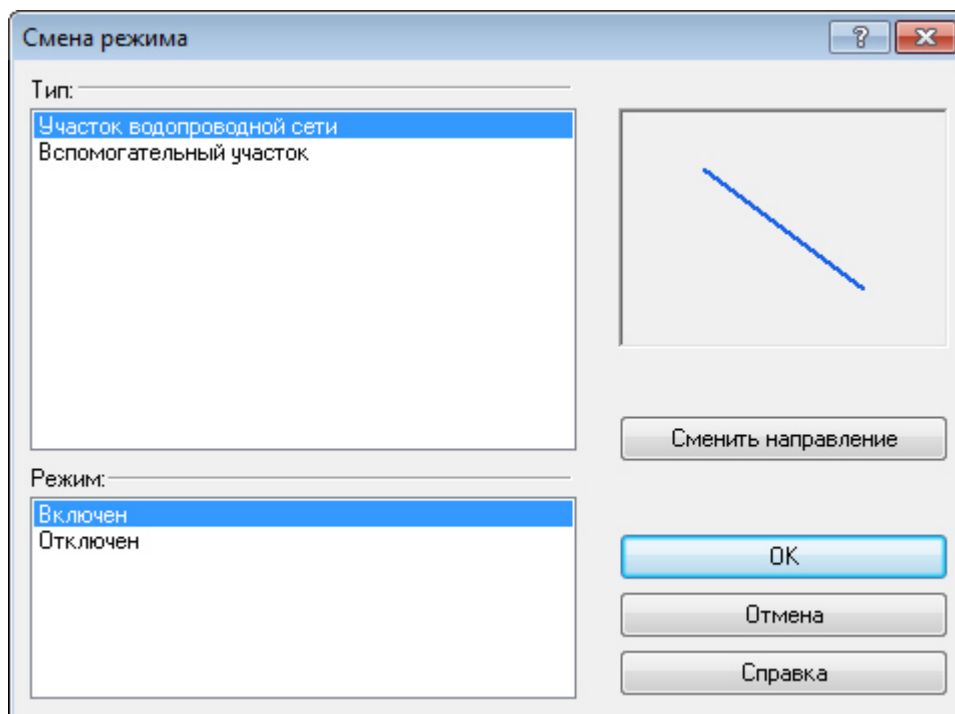




Рисунок 76. Смена режима для узлового объекта

3. Нажать кнопку **Сменить направление**. Нажатие кнопки меняет направление участка на противоположное.
4. Для подтверждения смены направления нажать кнопку **ОК**. Для отказа от изменений нажать кнопку **Отмена**.

Удаление объекта

Для удаления объекта нужно:



1. Войти в режим выделения объектов, нажав на панели инструментов кнопку .
2. Отметить удаляемый объект. Для этого нужно установить на него курсор и нажать левую клавишу мыши. Отмеченный объект изменит цвет.
3. Нажать клавишу **Del** на клавиатуре или кнопку  панели инструментов. Также можно сделать щелчок правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать пункт Удалить.

Выделенный объект удалится.

Разбиение участка на два узловым объектом (внедрение объекта в существующую сеть)

В процессе работы может возникнуть необходимость вставить объект на уже введенный участок сети. Сделать это можно в любой точке участка, кроме начала и конца. При вставке объекта на существующий участок, этот участок разбивается на два участка: один перед объектом, другой после.

Для разбиения участка нужно:

1. Нажать на панели инструментов кнопку Узлы - .
2. Отметить точку вставки на участке, для этого подвести курсор к предполагаемой точке разбиения и нажать левую клавишу мыши. Место на отрезке отобразится кружком, в точке перелома - квадратиком (b).
3. Нажать на панели инструментов кнопку  или щёлкнув правой кнопкой мыши выбрать в контекстном меню пункт Вставить символьный объект. После чего откроется всплывающее окно объектов редактируемого слоя.
4. Из списка объектов с помощью левой кнопки мыши выбрать нужный. Выбранный объект будет внедрен в участок (с).

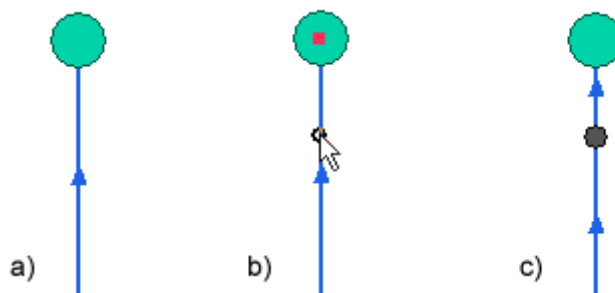



Рисунок 77. Вставка объекта на существующую сеть

Объединение последовательно соединенных участков (удаление объекта с нанесенной сети)

Если на сети установлен объект, который связан только с двумя участками, то его можно удалить, таким образом, что два связанных с ним участка объединятся в один, а на месте удаленного узла будет точка перелома объединенного участка.

В отличие от простого удаления объекта (через **Del**) при котором нарушается связанность, в этом случае, несмотря на изменение топологии (сеть уменьшается на один узел и одно ребро), связанность сети не нарушается, т.к. происходит объединение участков.

Для объединения участков с общим узлом нужно:

1. Выбрать стрелку Узлы, нажав на панели инструментов кнопку .
2. Отметить удаляемый узел. Подвести курсор к узловому объекту и нажать левую клавишу мыши (b).

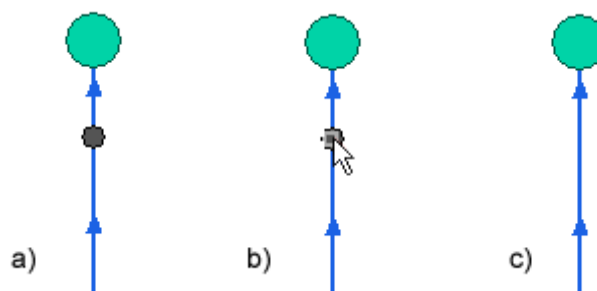


Рисунок 78. Удаление объекта с нанесенной сети

3. Нажать на панели инструментов кнопку  или щёлкнуть правой кнопкой мыши и в контекстно меню выбрать Исключить символьный объект(с).



Примечание

Если число связей отмеченного узла отлично от двух (то есть в этом узле сходятся три участка), или объект является конечным или начальным для участка, то удаление объекта не произойдет.


Редактирование элементов объекта

Под редактированием элементов объекта подразумеваются операции с участием отдельных элементов участков, таких как отрезки и точки перелома:

- [«Перемещение узла»;](#)
- [«Перемещение отрезка»;](#)
- [«Добавление точки перелома»;](#)
- [«Удаление точки перелома»;](#)
- [«Перепривязка участка».](#)

Перемещение узла

Любой уже нанесенный на карту узел можно переместить. Для того, чтобы перенести узел надо:

1. Войти в режим редактирования узлов, для этого на панели инструментов нажать кнопку Узлы - .
2. Подвести курсор к узлу и нажать левую клавишу мыши (b).

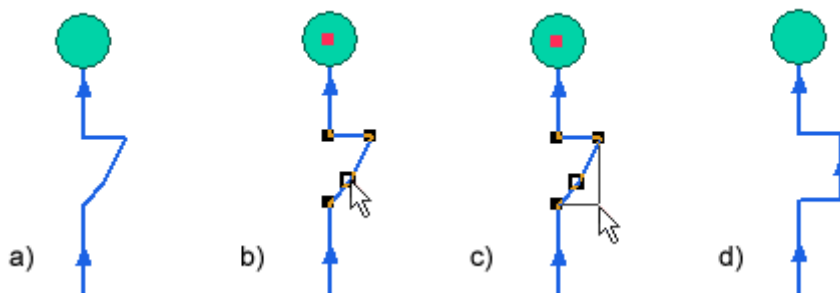


Рисунок 79. Перемещение узла

3. Не отпуская клавишу переместить узел на нужное место (с).
4. Отпустить клавишу мыши для окончания перемещения узла (d).
Точно таким же образом можно перенести любой символьный объект, только при выполнении пункта 2 надо обязательно попасть в точку привязки объекта (как правило – это центр объекта).




Примечание

Перемещение узлов (узловых объектов) так же можно сделать с помощью геометрических преобразований (см. справку по Zulu Работа с объектами слоя. Ввод и редактирование объектов слоя/Редактирование элементов объекта/Перемещение узла).

Перемещение отрезка

Любой нанесенный отрезок, участок сети можно перенести с одного места на другое. Для переноса отрезка надо:

1. Выбрать стрелку *Узлы*, нажав кнопку  на панели инструментов.
2. Для переноса отрезка вместе со связанными с ним объектами подвести курсор к отрезку и нажать левую клавишу мыши, не отпуская клавишу переместить отрезок на нужное место (b).
3. Отпустить клавишу мыши для окончания перемещения отрезка (c).

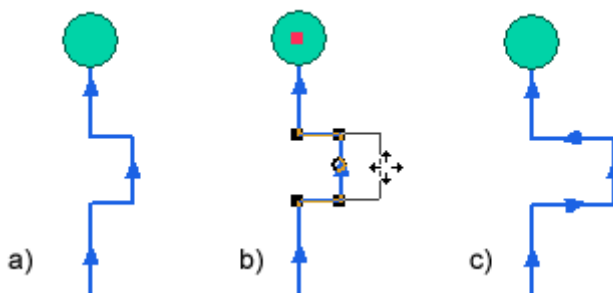




Рисунок 80. Перемещение отрезка



Добавление точки перелома

В любой уже нанесенный участок сети можно добавить новые точки перелома. Для создания точки перелома надо:

1. На панели инструментов выбрать режим Узлы, нажав кнопку .
2. Подвести курсор к предполагаемой точке перелома и, удерживая клавишу **Ctrl**, нажать левую клавишу мыши.
ИЛИ
С помощью левой кнопки мыши выделить место предполагаемого перелома, после чего нажать на панели инструментов кнопку .
- ИЛИ
С помощью левой кнопки мыши выделить место предполагаемого перелома, сделать щелчок правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выбрать **Добавить точку перелома**.
На участке появится точка перелома.

Удаление точки перелома

Ошибочно введенный или лишний узел на участке можно удалить, либо указывая удаляемую точку на карте, либо указывая ее в панели свойств. Для удаления точки перелома первым способом нужно:

1. На панели инструментов выбрать Узлы, нажав кнопку .
2. Отметить удаляемый узел, для этого подвести курсор к удаляемому узлу и нажать левую клавишу мыши. Отмеченный узел будет выделен квадратом черного цвета (b).
3. Нажать на панели инструментов кнопку  или клавишу **Delete** на клавиатуре, либо щелкнуть правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать **Удалить точку перелома**. Точка перелома будет удалена и участок автоматически выпрямится (c).

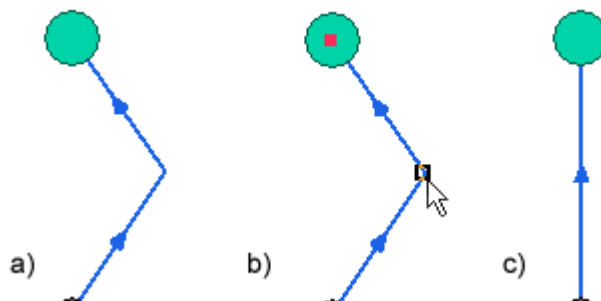




Рисунок 81. Удаление точки перелома

Возможен второй способ удаления точки перелома:

1. Нажать на панели инструментов кнопку **Панель свойств** - . В правой части экрана появится окно *Свойства*.
2. На панели инструментов выбрать Узлы, нажав кнопку .
3. Подвести курсор к участку, на котором находится удаляемая точка, и нажать левую клавишу мыши, в окне свойств отобразятся параметры участка: координаты начальной, конечной и промежуточных точек, длина и азимут промежуточных отрезков.
4. Перемещаясь в окне свойств, точки соответствующие строке, на которой находится курсор, будут выделяться черным квадратом.

- Поставить курсор на строку, характеризующую удаляемую точку и нажать на клавиатуре комбинацию клавиш **Ctrl+Delete** (a);
- Выделенная точка и строка, соответствующая ей удалится, а отрезок выпрямится (b).

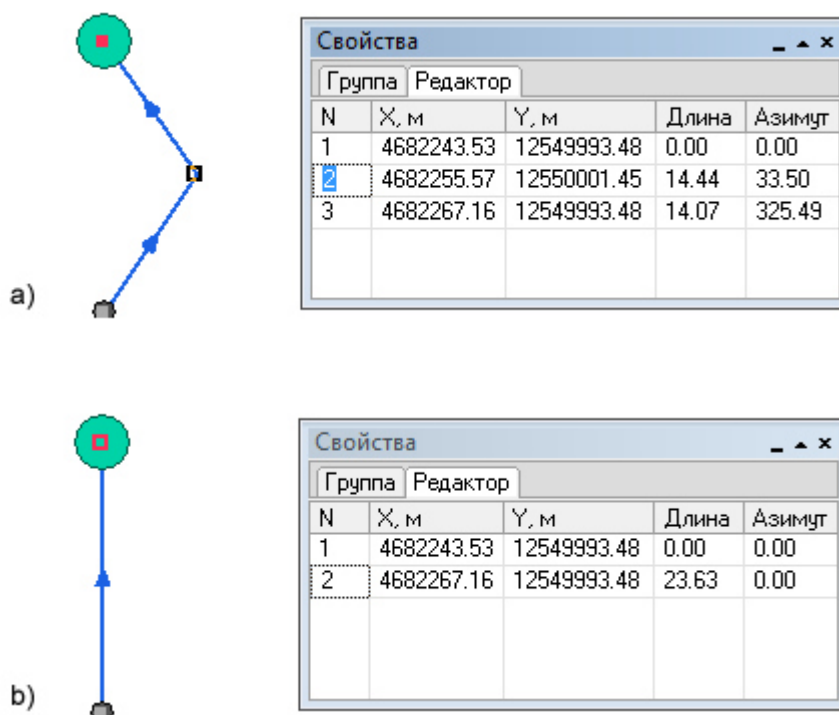


Рисунок 82. Удаление точки перелома из Панели свойств

Перепривязка участка

Для перепривязки участка от одного объекта к другому необходимо:

- На панели инструментов выбрать Узлы, нажав кнопку
- С помощью левой кнопки мыши выделить перепривязываемый участок. На отмеченном участке будет отмечены точки перелома (a).
- Подвести курсор к узлу участка, который необходимо «оторвать» от сети и удерживая клавишу **Shift** на клавиатуре нажать левую клавишу мыши.



Примечание

Клавиша **Shift** в данном случае используется для того, чтобы «оторвать» участок от объекта.

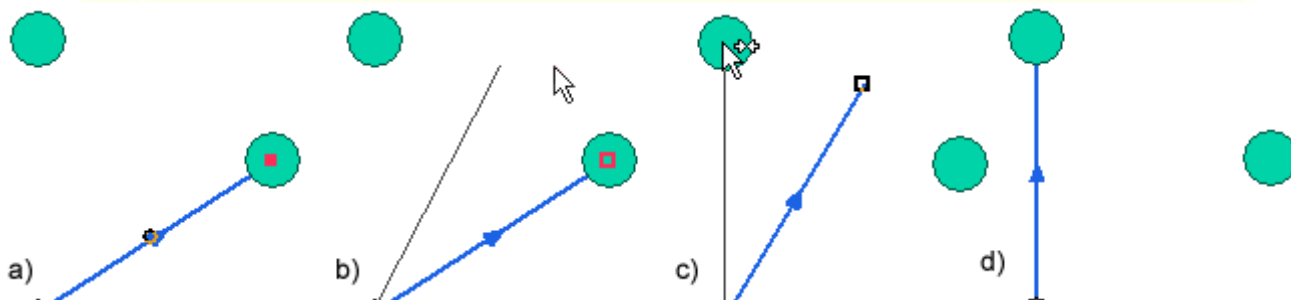



Рисунок 83. Перепривязка участка

4. Удерживая левую клавишу мыши и **Shift** отвести участок в сторону (b). Таким образом, участок будет отцеплен от объекта.
5. Щелчком левой кнопкой мыши «ухватиться» за конечную точку участка. Не отпуская клавишу мыши и удерживая клавишу **Ctrl** на клавиатуре подвести конец участка к узлу привязки, при этом вид курсора изменится на следующий  (с).
6. Отпустить клавишу мыши для окончания перепривязки участка (d).



Примечание

Клавиша **Ctrl** в данном случае используется для того, чтобы участок «прицепился» к объекту.

Исходные данные для выполнения инженерных расчетов

Введение

Прежде чем приступить к любому инженерному расчету, необходимо занести исходные данные. В зависимости от вида проводимого расчета, потребуются занести дополнительные данные к уже введенным, например, для конструкторского расчета или расчета гидравлического удара.



Примечание

Независимо от того, какие расчеты Вы собираетесь проводить для всех объектов водопроводной сети (кроме участков) необходимо задать значение *H_{geo}*, *Геодезическая отметка, м*. Если геодезические отметки неизвестны, то можно принять местность плоской, задав на всех объектах геодезическую отметку равную нулю. Геодезическая отметка также может быть считана со слоя рельефа, подробнее об этом [«Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа»](#).

Рекомендации по занесению исходных данных

- Рекомендуется сначала внести исходные данные для узловых объектов сети, таких как источник, водопроводные колодцы, потребители и т. д., а затем уже по участкам трубопроводов водопроводной сети.
- Для всех объектов сети, кроме участков трубопроводов, рекомендуется заполнить поле *Name*, *Наименование объекта (узла)*, так как информация из данного поля дает наглядность при построении пьезометрических графиков и их распечатке.
- Наименования начал и концов участков трубопроводов сети можно записать автоматически, при наличии наименований объектов сети, подробнее [«Автоматическое занесение начала и конца участков»](#).
- При изображении сети на карте (в масштабе) можно считать длину участков с карты, подробнее [«Автоматическое занесение длины с карты»](#).



Примечание

При занесении исходных данных по объектам также можно воспользоваться сводными таблицами, [Таблицы баз данных элементов водопроводной сети](#).

Основные исходные данные для выполнения поверочного расчета

- [«Источник водоснабжения»](#)
- [«Водонапорная башня»](#)
- [«Контррезервуар»](#)
- [«Потребитель»](#)
- [«Узел \(водопроводные колодцы, разветвления\)»](#)
- [«Водопроводный колодец с гидрантом \(пожарные гидранты, водопроводные колонки\)»](#)
- [«Регулятор давления \(расхода\)»](#)
- [«Участок водопроводной сети»](#)
- [«Запорная арматура»](#)
- [«Насосная станция»](#)
- [«Локальное сопротивление»](#)

Источник водоснабжения

Для выполнения поверочного расчета надо занести следующую информацию по источнику водоснабжения:

1. *Nist, Номер источника* - задается цифрой, например 1, 2, 3 и т.д., по количеству источников на предприятии. После выполнения расчетов номер источника будет прописан у всех объектов, которые будут снабжаться от данного источника.
2. *H_geo, Геодезическая отметка, м* – задается отметка оси (верха) трубы, выходящей из данного источника. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа ([«Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа»](#)).
3. *H, Высота воды в источнике, м* - задается высота уровня воды в источнике от поверхности земли (то есть от заданной геодезической отметки). По умолчанию высота берется равной 0.
Если источником является скважина, то высота воды в источнике задается отрицательная - ниже геодезической отметки. В этом случае также необходимо вписать в поле *Марка насоса* марку погружного насоса, установленного в скважине, и глубину погружения насоса.
4. *D, Диаметр выходного отверстия, м* - задается пользователем при совместном расчете сетей с гидравлически не связанными зонами, т.е. когда объект **Источник** одновременно рассматривается как поставщик воды в свою сеть и как потребитель воды из другой сети. Например, сборная сеть от скважин заполняет резервуар чистой воды, который является источником для города. При изображении сети участок, поставляющий воду в Источник должен быть единственным и должен в него входить (по стрелке).
5. *Hw, Высота выходного отверстия, м* - задается пользователем при совместном расчете сетей с гидравлически не связанными зонами, т.е. когда объект Источник одновременно рассматривается как поставщик воды в свою сеть и как потребитель воды из другой сети. Высота задается относительно геодезической отметки Источника.
6. *Mark, Марка насоса* - задается пользователем марка насоса, установленного на источнике. Марку насоса необходимо выбрать ее из [«Справочник по насосам»](#), для

открытия справочника надо установить курсор на строку Марка и нажать кнопку 

7. *Притр, Количество параллельных насосов, шт* - задается пользователем количеством параллельно работающих насосов на источнике в расчетный момент времени. По умолчанию в этом поле стоит - 1шт.

Сводная таблица данных по источнику водоснабжения приведена в разделе [«Источник водоснабжения»](#).

Водонапорная башня

Для выполнения поверочного расчета надо занести следующую информацию по водонапорной башне:

1. *Nist, Номер источника* – задается цифрой, например 1, 2, 3 и т.д., по количеству источников на предприятии. После выполнения расчетов номер башни будет прописан у всех объектов, которые будут снабжаться от нее.
2. *H_geo, Геодезическая отметка, м* – задается отметка оси (верха) трубы, выходящей из данного источника. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа ([«Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа»](#)).
3. *H, Высота воды в башне, м* - задается высота уровня воды в водонапорной башне от поверхности земли (то есть от заданной геодезической отметки). По умолчанию высота берется равной 0.

Сводная таблица данных по водонапорной башне приведена в разделе [«Водонапорная башня»](#).

Контррезервуар



Для выполнения поверочного расчета надо занести следующую информацию по контррезервуару:

1. *Nist, Номер источника* – задается цифрой, например 1, 2, 3 и т.д., по количеству источников на предприятии. После выполнения расчетов номер контррезервуара будет прописан у всех объектов, которые будут снабжаться от нее.
2. *H_geo, Геодезическая отметка, м* – задается отметка оси (верха) трубы, выходящей из контррезервуара. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа ([«Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа»](#)).
3. *H, Высота воды в резервуаре, м* - задается высота уровня воды в контррезервуаре от поверхности земли (то есть от заданной геодезической отметки). По умолчанию высота берется равной 0.

Сводная таблица данных по контррезервуару приведена в разделе [«Контррезервуар»](#).

Потребитель

Для выполнения поверочного расчета надо занести следующую информацию по потребителям:

1. *H_{geo}*, *Геодезическая отметка, м* – задается отметка оси трубы, входящей в здание потребителя. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа ([«Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа»](#)).
2. *Gr*, *Расчетный расход воды, л/с* - задается пользователем по проектным данным расчетный расход воды в сутки максимального водопотребления в л/с.
3. *H_{min}*, *Минимальный напор воды, м* - задается пользователем по проектным данным в м.
4. *Туре*, *Способ задания потребителя* - выбирается из открывающегося списка, который открывается нажатием на кнопку :
 - *0 - Фиксированный отбор*. Отбор воды с расходом, заданным в поле *Gr* (Расчетный расход воды, л/с) при расчете по расчетным расходам, либо из полей *Gwork* (Расчетный расход воды в будний день, л/с), *Gsaturday* (Расчетный расход воды в субботний день, л/с), *Gsunday* (Расчетный расход воды в воскресный день, л/с), *Gholiday* (Расчетный расход воды в праздничный день, л/с) при расчете по суточному графику. Давление на потребителе определяется при расчете.
 - *1 - Фиксированный напор*. Заданный напор берется из поля *H_{min}* (Минимальный напор воды, м). Отбор воды на потребителе определяется при расчете.
 - *2 - Ограниченный отбор*. Если напор на потребителе больше или равен минимально необходимому (поле *H_{min}*), то отбор воды на потребителе равен расчетному расходу (аналогично коду 0). При нехватке напора расход будет определяться по сопротивлению потребителя, вычисляемому по расчетному расходу и минимально необходимому напору.
 - *3 - Излив через отверстие*. Текущий расход воды и давление на потребителе определяется сопротивлением отверстия, вычисляемым по диаметру выходного отверстия (поле *D*) и уровнем воды над отверстием (поле *H_w*).
 - *4 - Вычисляемое сопротивление*. Текущий расход воды и давление на потребителе определяется его сопротивлением, вычисляемом при расчетном расходе и минимально необходимом напоре.
5. *Use_type*, *Категория потребителя* - данный параметр необходимо задать при расчете с учетом графиков водопотребления (неравномерности потребления воды см. раздел [«Запуск поверочного расчета»](#)). При проведении поверочного расчета на расчетные расходы воды в сутки максимального водопотребления нет необходимости заполнять это поле. Для задания категории надо нажать кнопку  (кнопка будет видна только, когда активна правая часть данной строки) и выбрать категорию.
6. *Gwork*, *Расчетный расход воды в будний день, л/с* - задается пользователем расчетный расход воды в будний день (в л/с) с целью проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления.
7. *Gsaturday*, *Расчетный расход воды в субботний день, л/с* - задается пользователем расчетный расход воды в субботний день (в л/с) с целью проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления.
8. *Gsunday*, *Расчетный расход воды в воскресный день, л/с* - задается пользователем расчетный расход воды в воскресный день (в л/с) с целью проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления.
9. *Gholiday*, *Расчетный расход воды в праздничный день, л/с* - задается пользователем расчетный расход воды в праздничный день (в л/с) с целью проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления.

10. *D*, Диаметр выходного отверстия, м - задается пользователем в том случае, если потребление воды происходит изливом из отверстия с заданным диаметром в атмосферу или под уровень, заданной высоты. Для этого в поле *Type* - *Способ задания потребителя* необходимо выбрать *Излив через отверстие* (3).
11. *Hw*, Уровень воды, м - задается пользователем в том случае, если потребление воды происходит изливом из отверстия с заданным диаметром под уровень, заданной высоты. Если уровень воды равен 0, то излив происходит в атмосферу.

Сводная таблица данных по потребителю приведена в разделе [«Потребитель»](#).

Узел (водопроводные колодцы, разветвления)

1. *H_geo*, Геодезическая отметка, м – задается пользователем по проектным данным отметка оси трубы, проходящей в данном узле. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа ([«Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа»](#)).

Сводная таблица данных по узлу приведена в разделе [«Узел водопроводной сети \(водопроводные колодцы, разветвления\)»](#).

Водопроводный колодец с гидрантом (пожарные гидранты, водопроводные колонки)

1. *H_geo*, Геодезическая отметка, м – задается пользователем по проектным данным отметка оси трубы, проходящей в данном водопроводном колодце с гидрантом. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа ([«Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа»](#)).
2. *Gr*, Расчетный расход воды, л/с - задается пользователем по проектным данным расчетный расход воды в сутки максимального водопотребления в л/с, данный параметр необходим только для расчета с включенными колонками или гидрантами.
3. *Hmin*, Минимальный напор воды, м - задается пользователем по проектным данным в м, данный параметр необходим только для расчета с включенными колонками или гидрантами.

Сводная таблица данных по водопроводному колодцу с гидрантом приведена в разделе [«Водопроводный колодец с гидрантом \(пожарные гидранты, водопроводные колонки\)»](#).

Регулятор давления (расхода)

1. *H_geo*, Геодезическая отметка, м – задается отметка оси трубы, проходящей через данный регулятор. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа ([«Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа»](#)).
2. *Hreg*, Регулируемый параметр - задается пользователем значение регулируемого параметра.
3. *Kreg*, Коэффициент пропускной способности - задается пользователем коэффициент пропускной способности регулятора (по паспортным данным устройства).

Сводная таблица данных по регулятору давления (расхода) приведена в разделе [«Регулятор давления \(расхода\)»](#).

Запорная арматура

Для выполнения расчетов надо занести следующую информацию:

1. *H_{geo}*, *Геодезическая отметка, м* – задается отметка оси (верха) трубы, данного узла ввода. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа ([«Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа»](#)).



Примечание

Если по объекту указана только геодезическая отметка, он работает как простой узел.

2. *Mark*, *Марка* - выбирается из справочника марка установленной запорной арматуры. Подробнее о работе со справочником см. [«Справочник по запорной арматуре»](#).
3. *D*, *Условный диаметр, м* - задается пользователем диаметр установленной на трубопроводе запорной арматуры, например 0.1, 0.2 м.
4. *Percent*, *Степень открытия, % или град* - задается пользователем степень открытия арматуры установленной на трубопроводе. Сопротивление соответствующее степени открытия можно просмотреть в Справочнике по запорной арматуре при выборе марки ([«Справочник по запорной арматуре»](#)).

Сводная таблица данных по запорной арматуре приведена в разделе [«Запорная арматура»](#).

Участок водопроводной сети

Для выполнения поверочного расчета надо занести следующую информацию по участкам сети:

1. *L*, *Длина участка, м* - задается длина участка трубопровода в плане с учетом длины всех ответвлений. Поле *Длина участка* можно заполнить автоматически для всех участков водопроводной сети. Подробнее см. [«Автоматическое занесение длины с карты»](#).
2. *D*, *Внутренний диаметр трубы, м* - задается в метрах внутренний диаметр трубопровода, например 0.05, 0.1, 0.15, 1.2м.
3. *Ke*, *Шероховатость, мм* - задается коэффициент шероховатости трубопровода, например 0.5, 1, 2 мм. Для новых стальных труб коэффициент шероховатости принимается в соответствии со СНиП 0.5 мм (может быть задан по умолчанию, см. раздел [Настройки расчетов и вкладка Сервис](#)).
4. *Kz*, *Коэффициент местных сопротивлений* - задается коэффициент местного сопротивления для трубопровода в долях от единицы, например 1.1 или 1.2. В этом случае действительная длина участка трубопровода будет увеличена на 10 или 20 % соответственно. Если коэффициент местного сопротивления будет задан равным 1, то действительная длина трубопровода увеличена не будет (может быть задан по умолчанию, см. раздел [Настройки расчетов и вкладка Сервис](#)).



Примечание

Если местные сопротивления неизвестны, то в этом случае пользователь может увеличить действительную длину трубопровода добавлением эквивалентной длины, характеризующей потери в местных сопротивлениях. Для этого следует задать для поля Коэффициент местных сопротивлений значения от

1.05 до 1.2.

Если вид местных сопротивлений и их количество известны, их следует указать с помощью справочника по местным сопротивлениям. Этот справочник заносится в поле *Местные сопротивления*.

5. *Zeta, Местные сопротивления* – задаются местные сопротивления, установленные на участках водопроводной сети. Как работать со справочником по местным сопротивлениям см. в разделе [«Справочник по местным сопротивлениям»](#). Сумма всех сопротивлений, автоматически записывается в поле *Сумма коэф. местных сопротивлений*.



Примечание

При указании местных сопротивлений, установленных на сети, значение поля *Коэффициент местных сопротивлений* должно быть равным 1.

Также при необходимости можно задать:

- *Zarost, Зарастание трубопровода, мм*- задается пользователем величина зарастания трубопровода, например 5, 10, 15 мм. Зарастание трубопровода приводит к уменьшению внутреннего диаметра трубопровода и резкому увеличению гидравлических потерь.

Участок так же может быть задан с помощью сопротивления, для этого следует задать следующее поле:

- *S, Гидравлическое сопротивление, м/(м/с)²*- задается пользователем величина сопротивления трубопровода. Данная величина может задаваться для уточнения математической модели в случае, если были проведены замеры расхода воды и давления в начале и конце участка сети. При задании данного параметра именно он будет участвовать в расчетах.

При моделировании участка с помощью сопротивления, значения суммы коэффициентов местных сопротивления, шероховатости и зарастания не учитываются.

Сводная таблица данных по участкам водопроводной сети приведена в разделе [«Участок водопроводной сети»](#).


Насосная станция

Для выполнения поверочного расчетов надо занести следующую информацию по насосным станциям сети:

1. *H_geo, Геодезическая отметка, м* - задается отметка оси насоса, установленного на данной насосной станции. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа ([«Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа»](#)).
2. *Туре, Способ задания насоса* – выбирается из списка способ задания насоса на трубопроводе:
 - 0 (или пусто) - по умолчанию, насосная может задаваться как обычная насосная станция, для нее так же понадобится задать марку насоса, количество насосов и т.д. В том случае, когда марка насоса неизвестна, можно задать

только *Номинальный напор развиваемый насосом*, но в этом случае расчеты будут не настолько точными как при марке.

- 1 - насосная станция задается давлением после насоса. В этом случае объект ведет себя как комбинация насоса и регулятора давления. При таком способе задания работы насоса марка насоса, количество насосов и т.д. игнорируются и в расчете используется только значение, заданное в поле *Номинальный напор после насоса*.
3. *Mark, Марка насоса* – выбирается из справочника марка насоса установленного на трубопроводе (при способе задания насоса = 0), подробнее см. [«Справочник по насосам»](#).
 4. *Hr, Номинальный напор развиваемый насосом, м* - задается пользователем номинальный напор, который может обеспечить насосная станция (при способе задания насоса = 0). Это поле заполняется **только** в том случае, если не известна марка насоса, и следовательно, не заполнялось предыдущее поле. Например, если задать номинальный напор развиваемый насосом равным 30 м, и при расчете определится что до насоса напор 20м, то на выходе из насоса мы в итоге получим 50 м.
 5. *Pr, Номинальный напор после насоса, м* - задается пользователем в том случае, когда неизвестна марка насоса а известно давление после насоса (т.е. марка насоса в этом случае не заносится). Задаваемое значение не должно включать в себя величину геодезической отметки. Например если задать номинальный напор 30м, при этом геодезическая отметка будет 10м, то в результате расчета после насоса напор получится напор 40м. Т.е. при данном способе задания насоса он будет вести себя как комбинация насоса и регулятора давления. Данное поле будет использоваться для расчета только в том случае если в поле *Способ задания насоса стоит* 1.
 6. *Nпртр, Количество параллельно работающих насосов, шт* - задается пользователем количество параллельно работающих насосов на насосной станции в расчетный момент времени. По умолчанию в этом поле стоит - 1 шт.
 7. *Vпртр, Частота вращения насоса, об/мин* - задается пользователем для насосов с QH характеристикой.
 8. *Nwork, График работы насосов по будним дням* - задается пользователем график работы насосов в течение буднего дня, т.е. сколько будет работать насосов на насосной станции в каждый час. Данное поле заполняется для проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (подробней см. [«Расчет с учетом графика водопотребления»](#)).
 9. *Vwork, График частоты вращения по будним дням* - задается пользователем график частоты вращения насосов в течение буднего дня, т.е. какая будет частота вращения насосов на насосной станции в каждый час. Данное поле заполняется для проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (подробней см. [«Расчет с учетом графика водопотребления»](#)).

Поля 8 и 9 заполняются **только в том случае**, если в поле *Марка насоса* вписана конкретная марка установленного насоса. Причем для занесения обоих графиков по насосам необходимо открыть окно Суточный режим работы насоса (подробней об окне можно узнать в разделе [«Справочник суточного графика работы насосов»](#)). Для этого надо установить курсор на поле График частоты вращения по будним дням и нажать кнопку . В появившемся окне необходимо заполнить колонку *N, шт* - количество работающих насосов в каждый час (час смотрится по колонке *T, час*) и колонку *Частота оборотов (об/мин)*. Для введения значений в колонку, выделите соответствующее поле курсором и с клавиатуры введите число. После заполнения соответствующих колонок будет задан график работы и частота вращения насосов на насосной станции установленных параллельно по будним дням.



Примечание

В том случае, если колонка *Частота оборотов* не будет заполнена, то строка *График частоты вращения по будним дням* заполнится нулями, и расчет будет производиться на номинальную частоту вращения насоса.


10. *Pwork, График напоров после насоса по будним дням* - задается пользователем график напоров насоса по будним дням (марку насоса при этом заполнять не надо). Данное поле будет использовано для расчета только в том случае, если в поле *Type (Способ задания насоса)* задана 1. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный график напоров после насоса (подробней об окне можно узнать в разделе [«Справочник суточного графика работы насосов»](#)). Для этого надо установить курсор на поле График напоров после насоса по будним дням и нажать кнопку . Данное поле заполняется для проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (подробней см. [«Расчет с учетом графика водопотребления»](#)).
 11. *Nsaturday, График работы насосов по субботним дням* - задается пользователем график работы насосов в течение субботнего дня, т.е. сколько будет работать насосов на насосной станции в каждый час. Данное поле заполняется для проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (подробней см. [«Расчет с учетом графика водопотребления»](#)).
 12. *Vsaturday, График частоты вращения по субботним дням* - задается пользователем график частоты вращения насосов в течение субботнего дня, т.е. какая будет частота вращения насосов на насосной станции в каждый час. Данное поле заполняется для проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (подробней см. [«Расчет с учетом графика водопотребления»](#)).
- Поля 11 и 12 заполняются **только в том случае**, если в поле *Марка насоса* вписана конкретная марка установленного насоса. Причем для занесения обоих графиков по насосам необходимо открыть окно Суточный режим работы насоса (подробней об окне можно узнать в разделе [«Справочник суточного графика работы насосов»](#)). Для этого, находясь на строке *График частоты вращения по субботним дням* и нажать на кнопку . В появившемся окне необходимо заполнить колонку *N, шт - количество работающих насосов в каждый час* (час смотрится по колонке *T, час*) и колонку *Частота оборотов (об/мин)*. Для введения значений в колонку, выделить соответствующее поле курсором и с клавиатуры введите число.



Примечание

В том случае, если колонка *Частота оборотов* не будет заполнена, то строка *График частоты вращения по субботним дням* заполнится нулями, и расчет будет производиться на номинальную частоту вращения насоса



13. *Pwork, График напоров после насоса по субботним дням* - задается пользователем график напоров насоса по субботним дням (марку насоса при этом заполнять не надо). Данное поле будет использовано для расчета только в том случае, если в поле *Type (Способ задания насоса)* задана 1. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный график напоров после насоса (подробней об окне можно узнать в разделе [«Справочник суточного графика работы насосов»](#)). Для этого надо установить курсор на поле График напоров после насоса по субботним дням и нажать кнопку . Данное поле заполняется для проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (подробней см. [«Расчет с учетом графика водопотребления»](#)).

14. *Nsunday*, *График работы насосов по воскресным дням* - задается пользователем график работы насосов в течение воскресного дня, т.е. сколько будет работать насосов на насосной станции в каждый час. Данное поле заполняется для проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (подробней см. [«Расчет с учетом графика водопотребления»](#)).
15. *Vsunday*, *График частоты вращения по воскресным дням* - задается пользователем график частоты вращения насосов в течение воскресного дня, т.е. какая будет частота вращения насосов на насосной станции в каждый час. Данное поле заполняется для проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (подробней см. [«Расчет с учетом графика водопотребления»](#)).
- Поля 14 и 15 заполняются **только в том случае**, если в поле *Марка насоса* вписана конкретная марка установленного насоса. Причем для занесения обоих графиков по насосам необходимо открыть окно Суточный режим работы насоса (подробней об окне можно узнать в разделе [«Справочник суточного графика работы насосов»](#)). Для этого, находясь на строке График частоты вращения по воскресным дням и нажать на кнопку . В появившемся окне необходимо заполнить колонку *N, шт* - количество работающих насосов в каждый час (час смотрится по колонке *T*, час) и колонку *Частота оборотов (об/мин)*. Для введения значений в колонку, выделить соответствующее поле курсором и с клавиатуры ввести число.



Примечание

В том случае, если колонка *Частота оборотов* не будет заполнена, то строка *График частоты вращения по воскресным дням* заполнится нулями, и расчет будет производиться на номинальную частоту вращения насоса.


16. *Pwork*, *График напоров после насоса по воскресным дням* - задается пользователем график напоров насоса по воскресным дням (марку насоса при этом заполнять не надо). Данное поле будет использовано для расчета только в том случае, если в поле *Типе (Способ задания насоса)* задана 1. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный график напоров после насоса (подробней об окне можно узнать в разделе [«Справочник суточного графика работы насосов»](#)). Для этого надо установить курсор на поле График напоров после насоса по воскресным дням и нажать кнопку . Данное поле заполняется для проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (подробней см. [«Расчет с учетом графика водопотребления»](#)).
17. *Nholiday*, *График работы насосов по праздничным дням* - задается пользователем график работы насосов в течение праздничного дня, т.е. сколько будет работать насосов на насосной станции в каждый час. Данное поле заполняется для проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (подробней см. [«Расчет с учетом графика водопотребления»](#)).
18. *Vholiday*, *График частоты вращения по праздничным дням* - задается пользователем график частоты вращения насосов в течение праздничного дня, т.е. какая будет частота вращения насосов на насосной станции в каждый час. Данное поле заполняется для проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (подробней см. [«Расчет с учетом графика водопотребления»](#)).
- Поля 17 и 18 заполняются **только в том случае**, если в поле *Марка насоса* вписана конкретная марка установленного насоса. Причем для занесения обоих графиков по насосам необходимо открыть окно Суточный режим работы насоса (подробней об окне можно узнать в разделе [«Справочник суточного графика работы насосов»](#)). Для этого, находясь на строке График частоты вращения по праздничным дням, нажать на кнопку . В появившемся окне необходимо заполнить колонку *N, шт* -

количество работающих насосов в каждый час (час смотрится по колонке Т, час) и колонку Частота оборотов (об/мин). Для введения значений в колонку, выделите соответствующее поле курсором и с клавиатуры введите число.



Примечание

В том случае, если колонка Частота оборотов не будет заполнена, то строка График частоты вращения по праздничным дням заполнится нулями, и расчет будет производиться на номинальную частоту вращения насоса.

19. *Pwork*, График напоров после насоса по праздничным дням - задается пользователем график напоров насоса по праздничным дням (марку насоса при этом заполнять не надо). Данное поле будет использовано для расчета только в том случае, если в поле *Type* (Способ задания насоса) задана 1. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный график напоров после насоса (подробней об окне можно узнать в разделе [«Справочник суточного графика работы насосов»](#)). Для этого нажмите на кнопку  (кнопка будет видна только, когда активна правая часть данной строки). Данное поле заполняется для проведения проверочного расчета с учетом графика водопотребления (подробней см. [«Расчет с учетом графика водопотребления»](#)).
20. *Nпртр_min*, Минимальное количество работающих насосов - задается минимальное количество работающих на водопроводную сеть насосов, установленных на данной насосной станции. При расчете, программа будет сверять значение этого поля с полем Количество параллельно работающих насосов. И если количество параллельно работающих будет меньше минимального, то программа сообщит об ошибке. По умолчанию в этом поле стоит - 1шт.



Примечание

следующие поля описывают данные по насосам установленным на насосной станции **ПАРАЛЛЕЛЬНО**:

- Количество параллельно работающих насосов;
- График работы насосов по будним дням;
- График работы насосов по субботним дням;
- График работы насосов по воскресным дням;
- График работы насосов по праздничным дням;
- Минимальное количество работающих насосов;
- Максимальное количество работающих насосов.

Как уже ранее говорилось если у Вас несколько одинаковых насосных станций работают **параллельно**, то необязательно всех их отображать на карте, достаточно изобразить один насос, а в его характеристиках указать количество параллельно работающих насосов.

В том случае, если насосы установлены **последовательно**, то обязательно необходимо всех их отобразить на карте (см. рис ниже). И каждому насосу отдельно задать исходные данные для расчетов.

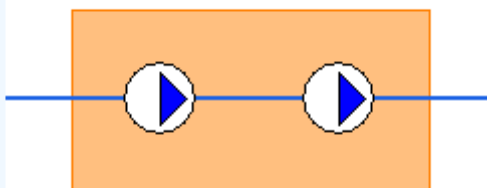


Рисунок 84. Последовательно установленные насосы

Если насосы установлены на станции **параллельно**, но при этом имеют разные характеристики, то тогда необходимо отобразить каждый насос отдельно (см. рис ниже) и каждому из этих насосов задать свои исходные данные для расчетов.

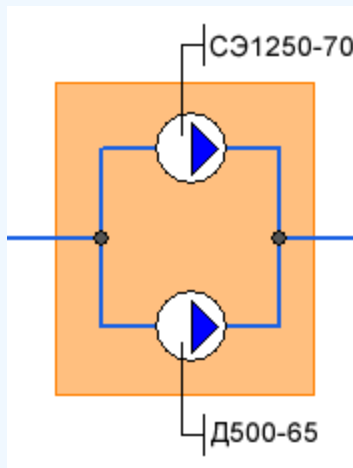


Рисунок 85. Параллельно установленные насосы с разными характеристиками

Сводная таблица данных по насосам приведена в разделе [«Насосная станция»](#).

Локальное сопротивление

Для выполнения поверочного расчета по объекту Локальное сопротивление нужно занести следующую информацию:

1. H_{geo} , *Геодезическая отметка, м* - задается отметка оси трубы, проходящей через данное локальное сопротивление. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа ([«Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа»](#)).
2. Kz , *Коэффициент местного сопротивления* - задается пользователем коэффициент местного сопротивления.
3. D , *Условный диаметр, м* - задается условный диаметр локального сопротивления.

Сводная таблица данных по регулятору расхода приведена в разделе [«Локальное сопротивление»](#).

Исходные данные для выполнения конструкторского расчета

Для проведения конструкторского расчета понадобится ввести следующую информацию.

Для всех объектов кроме участков необходимо задать значение H_{geo} , *Геодезическая отметка, м*. Если геодезические отметки неизвестны, то можно принять местность плоской, задав на всех объектах геодезическую отметку равную нулю. Геодезическая отметка также может быть считана со слоя рельефа, подробнее об этом [«Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа»](#).

Помимо геодезической отметки понадобится задать дополнительные данные по следующим объектам:

- [«По потребителям»](#)
- [«По водопроводным колодцам с гидрантом \(пожарные гидранты, водопроводные колонки\)»](#)
- [«По участкам»](#)

По потребителям

Независимо от того как будет проводиться расчет следует занести:

1. *Gr*, Расчетный расход воды, л/с - задается пользователем по проектным данным расчетный расход воды в сутки максимального водопотребления в л/с.
2. *Hmin*, Минимальный напор воды, м - задается пользователем по проектным данным в м.

По водопроводным колодцам с гидрантом (пожарные гидранты, водопроводные колонки)

1. *Gr*, Расчетный расход воды, л/с - данное поле заполняется только в случае установки водопроводной колонки. При установке водопроводного колодца с пожарным гидрантом, последний должен быть отключен.
2. *Hmin*, Минимальный напор, м - задается минимальный напор воды в узле подключения колонки.

По участкам

1. *L*, Длина участка, м - задается длина участка трубопровода в плане с учетом длины всех ответвлений. Поле *Длина участка* можно заполнить автоматически для всех участков водопроводной сети. Подробнее см. [«Автоматическое занесение длины с карты»](#).
2. *Kz*, Коэффициент местных сопротивлений - задается коэффициент местного сопротивления для трубопровода в долях от единицы, например 1.1 или 1.2. В этом случае действительная длина участка трубопровода будет увеличена на 10 или 20 % соответственно. Если коэффициент местного сопротивления будет задан равным 1, то действительная длина трубопровода увеличена не будет (может быть задан по умолчанию, см. раздел [Настройки расчетов и вкладка Сервис](#)).



Примечание

Если местные сопротивления неизвестны, то в этом случае пользователь может увеличить действительную длину трубопровода добавлением эквивалентной длины, характеризующей потери в местных сопротивлениях. Для этого следует задать для поля Коэффициент местных сопротивлений значения от 1.05 до 1.2.

Если вид местных сопротивлений и их количество известны, их следует указать с помощью справочника по местным сопротивлениям. Этот справочник заносится в поле *Местные сопротивления*.

3. *Zeta*, Местные сопротивления – задаются местные сопротивления, установленные на участках водопроводной сети. Как работать со справочником по местным сопротивлениям см. в разделе [«Справочник по местным сопротивлениям»](#). Сумма

всех сопротивлений, автоматически записывается в поле *Сумма коэф. местных сопротивлений*.



Примечание

При указании местных сопротивлений, установленных на сети, значение поля *Коэффициент местных сопротивлений* должно быть равным 1.

4. *Ke_con, Шероховатость (конструкторский), мм* - задается коэффициент шероховатости трубопровода, например 0.5, 1, 2 мм. Для новых стальных труб коэффициент шероховатости принимается в соответствии со СНиП 0.5 мм (может быть задан по умолчанию, см. раздел [Настройки расчетов и вкладка Сервис](#)).
5. *Tubes, Материал трубопровода* - в данное поле необходимо внести материал для трубопровода. Материал выбирается из справочника, для открытия которого надо поставить курсор на поле *Материал трубопровода* и нажать на кнопку . В появившемся справочнике из верхнего списка надо выбрать материал и проверить сортамент труб указанный в нижней части окна. Подробнее о справочнике по трубам можно узнать в разделе [«Справочник по трубам»](#).
6. *Vopt, Оптимальная скорость (конструкторский), (м/с)* - данное поле задается в том случае, если подбор диаметров производится по скоростям (см. раздел [«Запуск конструкторского расчета»](#)). Ориентировочно, скорость движения воды в трубопроводах системы водоснабжения для выполнения конструкторского расчета можно задавать в пределах одного метра. Для магистральных сетей она может быть несколько меньше 1 метра для обеспечения перспективы подключения дополнительных потребителей для квартальных сетей от 1 до 1.5 метров. Выбор скорости движения воды может сильно зависеть от материала трубопровода и соответственно его коэффициента шероховатости. В любом случае эта скорость должна приниматься на основании технико-экономических расчетов.
7. *dHud_con, Удельные линейные потери (конструкторский), мм/м* - данное поле задается в том случае, если подбор диаметров производится по удельным линейным потерям (см. раздел [«Запуск конструкторского расчета»](#)). Задаются удельные линейные потери на трубопроводе.
8. *DFixed - Фиксированный диаметр (конструкторский)* - если в данном поле будет установлена 1, то на данном участке диаметр в результате расчета НЕ будет подбираться, а будет использоваться диаметр, указанный в поле *Внутренний диаметр трубы*. Если в поле установлен 0, или ничего не записано, то в результате конструкторского расчета для участка будет подобран диаметр.

Исходные данные для расчета гидравлического удара водопроводной сети

Для проведения расчета гидравлического удара необходимо выполнить следующие действия:

- [«Подготовка исходных данных для расчета стационарного режима работы водопроводной сети»](#)
- [«Внесение недостающих параметров»](#)
- [«Ввод данных для новых элементов сети»](#)

Подготовка исходных данных для расчета стационарного режима работы водопроводной сети

Для расчета переходных процессов в водопроводной сети нужны начальные условия. Последние получаются в результате расчета стационарного режима работы водопроводной сети. Поэтому сначала следует выполнить поверочный расчет, ввод исходных данных для которого описан ранее (подробней об исходных данных для поверочного расчета можно узнать в разделе [«Основные исходные данные для выполнения поверочного расчета»](#)).

Внесение недостающих параметров

Для расчета переходных процессов требуется ввести ряд дополнительных параметров по следующим объектам:

- [«По участкам»](#)
- [«По насосам»](#)
- [«По источникам \(на случай если источником является скважина с погружным насосом\)»](#)
- [«По запорной арматуре»](#)

По участкам

1. E_{pipe} , модуль Юнга материала трубы, кг/см².
2. δ , толщина стенки трубы, м.
3. H_{destr} , условно допустимое давление (в метрах водяного столба) в трубе.



Примечание

Длина участка не может быть менее 0.1 метра.

По насосам

1. W_{motor} , мощность электродвигателя, соединенного с насосом, квт.
2. I , момент инерции агрегата насос-электродвигатель, кг м².

По источникам (на случай если источником является скважина с погружным насосом)

1. W_{motor} , мощность электродвигателя, соединенного с насосом, квт.
2. I , момент инерции агрегата насос-электродвигатель, кг м².

По запорной арматуре

1. $Mark$, марка запорной арматуры.
2. D , условный диаметр, м.
3. $Percent$, степень открытия/закрытия (доля от единицы/угол поворота закрытия задвижки).

Ввод данных для новых элементов сети

Для защиты сети от гидравлического удара возможна установка специальных защитных устройств. Эти устройства не оказывают влияния на стационарный режим работы водопроводной сети, поэтому ранее они не обсуждались:

- [«Воздушный колпак»](#)
- [«Разрушаемая мембрана»](#)

Воздушный колпак

1. $dd1$, диаметр колпака, м.
2. dd , диаметр подводной трубы, м.
3. HH , высота колпака, м.
4. $z0$, уровень воды в колпаке (м).

Разрушаемая мембрана

1. L , длина отводной трубы, м.
2. D , диаметр отводной трубы, м.
3. Kz , коэффициент местного сопротивления (безразмерный).
4. $P_{destroy}$, давление разрушения, м вод. столба.

Настройки расчетов и вкладка Сервис

Перед выполнением любого расчета обязательно необходимо проверить параметры гидравлического расчета, так как их изменение может существенно повлиять на результаты.



Предупреждение

Для каждого слоя водопроводной сети указываются свои собственные параметры расчета, которые сохраняются системой автоматически.

Для запуска диалога настройки расчетов выполните следующие действия:

1. Выберите меню Задачи/ZuluHydro, либо нажмите на панели инструментов кнопку . Откроется панель гидравлических расчетов.
2. Нажмите кнопку **Слой...**, в открывшемся диалоге выберите слой водопроводной сети и нажмите кнопку **ОК** чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог.

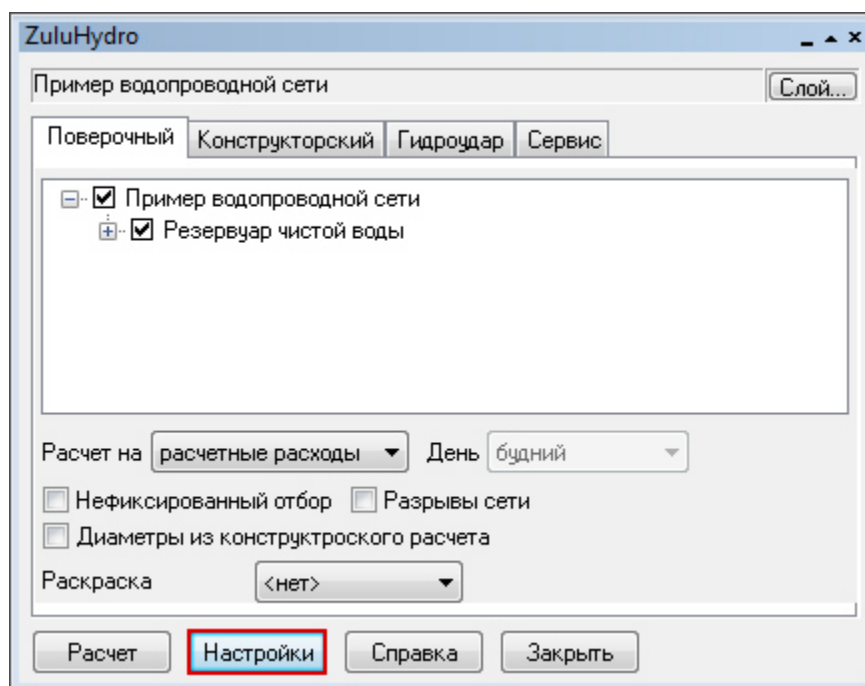


Рисунок 86. Панель гидравлических расчетов

3. Далее нажмите кнопку **Настройки**, откроется диалог настройки расчетов для выбранного слоя.

Настройка различных параметров расчетов подробно описывается в последующих подразделах.

Настройка использования исходных данных

Параметры исходных данных используемых для расчетов задаются во вкладке *Данные* диалога настройки расчетов:

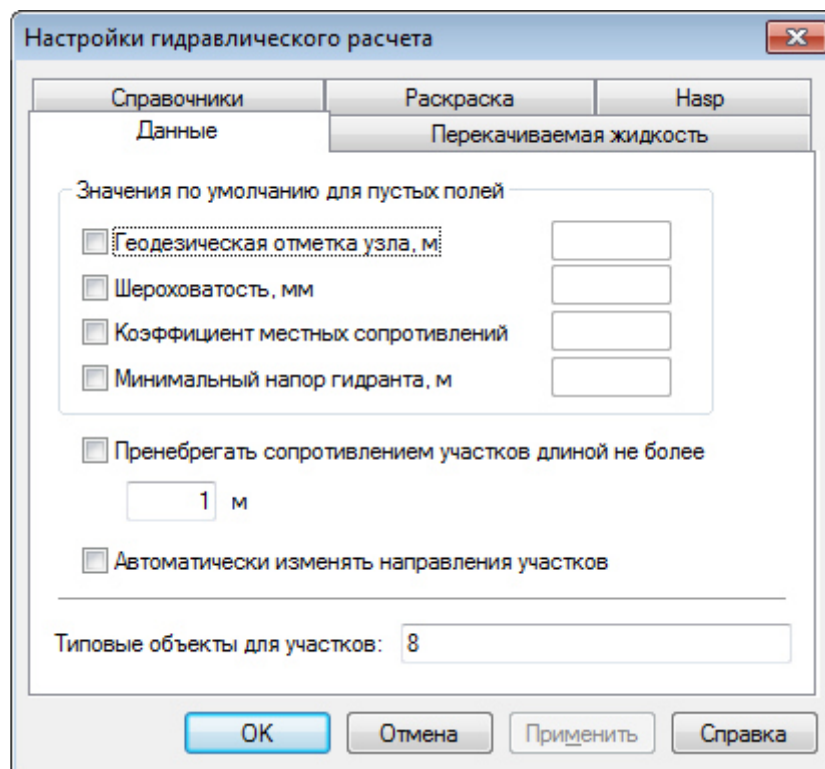


Рисунок 87. Диалог настройки расчета. Вкладка «Данные»

Данная вкладка позволяет задать следующие параметры:

- Задать значения по умолчанию для пустых полей, если установлена соответствующая опция, то при расчетах для полей, данные в которых не заполнены будут использоваться значения из данной вкладки. Значения по умолчанию можно задать для следующих полей:
 - *Геодезическая отметка узла* - задается в метрах для всех узловых (символьных) объектов сети;
 - *Шероховатость* - задается в миллиметрах для участков;
 - *Коэффициент местных сопротивлений* - задается для участков;
 - *Минимальный напор гидранта* - задается в метрах для гидрантов.
- Задать размер участков, сопротивлением которых при расчете можно пренебречь. При установке опции *Принимать по умолчанию данные для участков* в расчетах не будут учитываться участки, длина которых не превышает значение указанное в поле *длиной не более*. Для таких участков не требуется заносить дополнительную информацию.
- При установленной опции *Автоматически изменять направления участков* после проведения расчетов направление участков (стрелочек на участках) будет изменено в соответствии с движением воды.
- В поле *Типовые объекты для участков* через точку с запятой указываются ID типов объектов структуры слоя, которые являются участками водопроводной сети (например 8;14;25). Это позволяет разносить по типам трубопроводы разного назначения (например участки магистралей).

Настройка параметров перекачиваемой жидкости

Тип используемой перекачиваемой жидкости и его параметры задаются во вкладке *Перекачиваемая жидкость* диалога настройки расчетов:

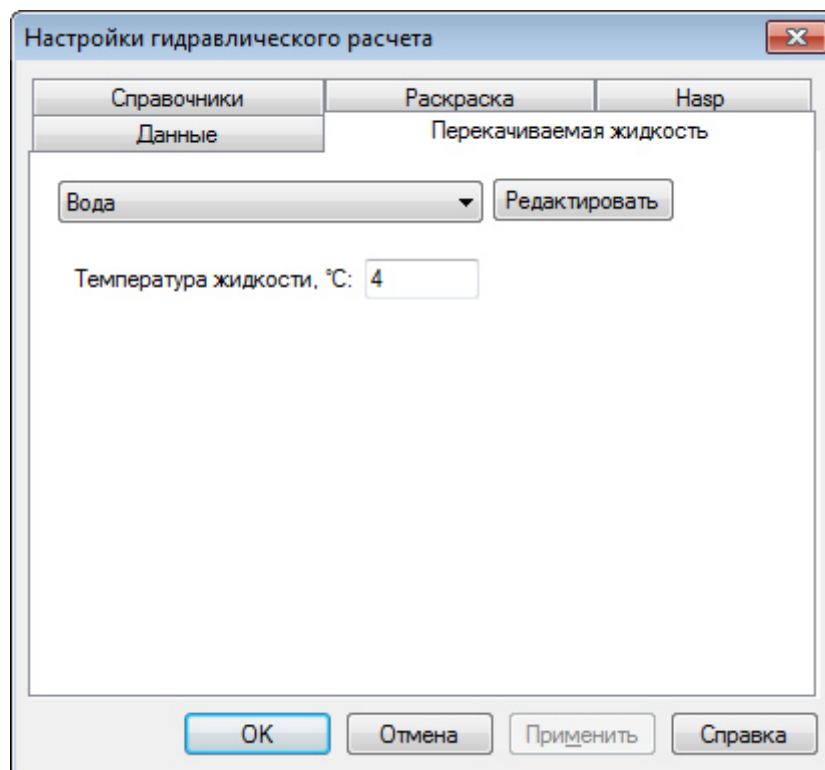


Рисунок 88. Диалог настройки расчетов. Вкладка «Перекачиваемая жидкость»

Данная вкладка позволяет задать следующие параметры:

- В поле со списком выбирается жидкость, которая является перекачиваемой. Параметры всех заведенных в систему жидкостей хранятся в справочнике. В справочник можно как добавлять и удалять жидкости, так и редактировать параметры уже заданных жидкостей. Для редактирования справочника перекачиваемой жидкости нажмите кнопку **Редактировать** справа от поля. Подробнее о работе со справочником можно узнать в разделе [«Справочник по перекачиваемым жидкостям»](#).
- В поле *Температура жидкости* указывается температура перекачиваемой жидкости.

Настройка справочников

С помощью вкладки *Справочники* можно открыть и внести изменения любой имеющийся в системе справочник. Подробнее о справочниках можно узнать в разделе [Справочники](#).

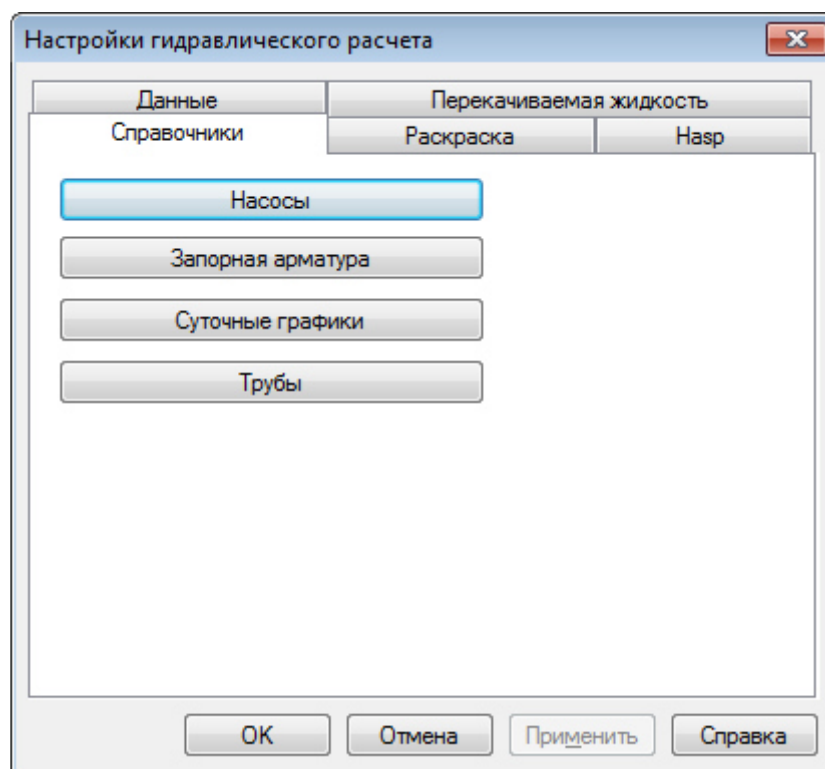


Рисунок 89. Диалог настройки расчетов. Вкладка «Справочники»

Настройка раскраски

Параметры отображения тематической раскраски участков трубопроводов после проведения расчетов задаются во вкладке *Раскраска* диалога настройки расчетов. Подробнее о тематической раскраске можно узнать в разделе [«Раскраска с помощью встроенных фильтров»](#).

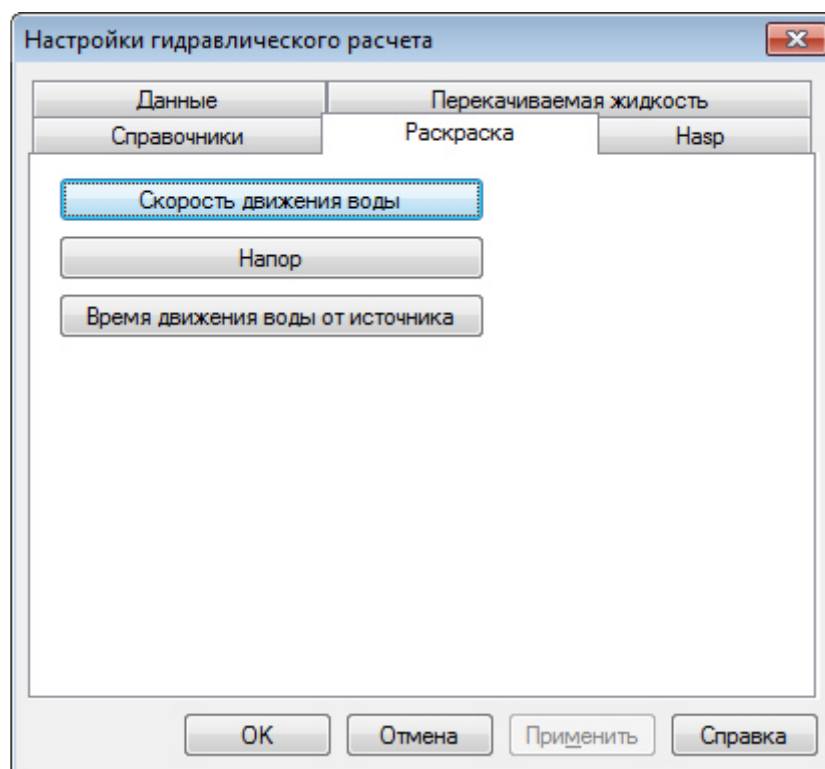


Рисунок 90. Диалог настройки расчетов. Вкладка «Раскраска»

Настройка HASP

Настройка опроса сетевого ключа HASP выполняется во вкладке HASP диалога настройки расчетов. Функция включается/выключается установкой/снятием флажка *Производить опрос сетевого ключа*.



Предупреждение

Флажок обязательно должен быть установлен при использовании сетевого ключа, в противном случае расчет производиться не будет. При использовании локального ключа, данный флажок обязательно должен быть снят.

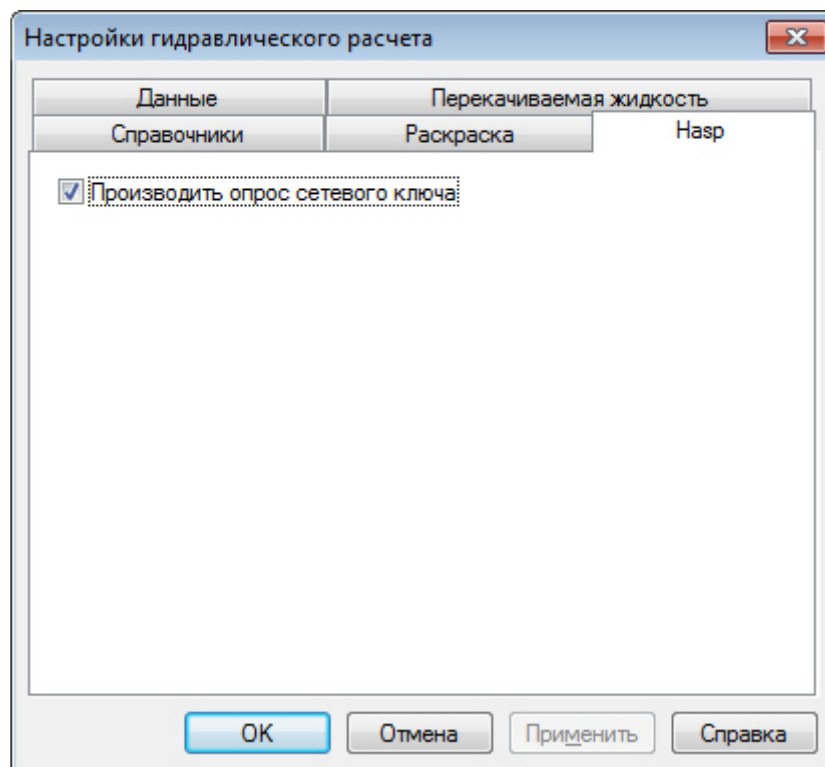


Рисунок 91. Диалог настройки расчета. Вкладка «Насп».

Вкладка Сервис

Вкладка *Сервис* панели гидравлических расчетов представлена на рисунке ниже:

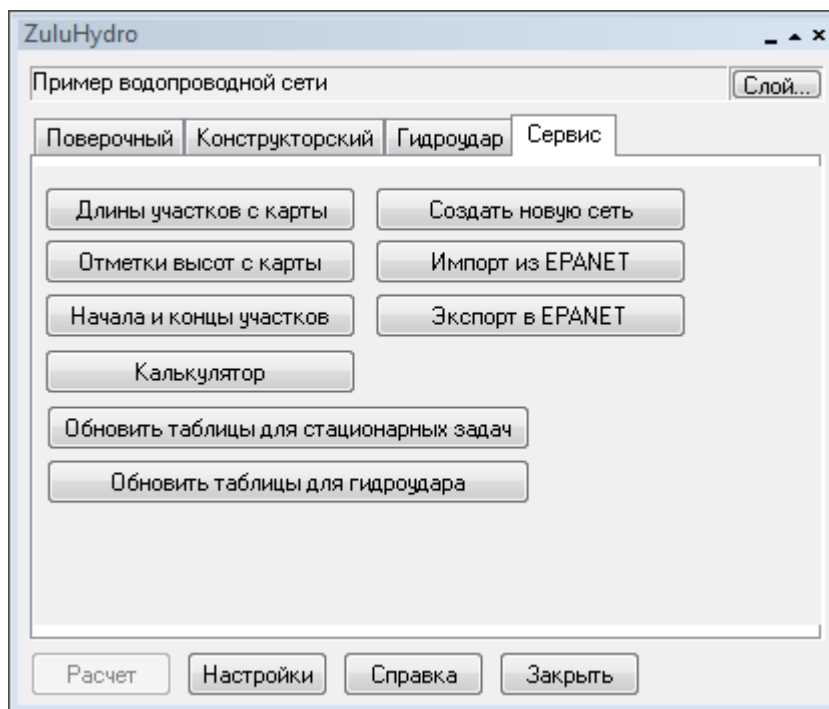


Рисунок 92. Диалог настройки расчета. Вкладка Сервис

На данной вкладке расположены следующие кнопки:

- **Длины участков с карты** - кнопка позволяет считать длины участков с карты. Подробнее можно узнать в разделе [«Автоматическое занесение длины с карты»](#).
- **Отметки высот с карты** - кнопка позволяет считать геодезические отметки со слоя рельефа. Подробнее можно узнать в разделе [«Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа»](#).
- **Начала и концы участков** - кнопка позволяет считать наименования начала и конца участков. Подробнее можно узнать в разделе [«Автоматическое занесение начала и конца участков»](#).
- **Калькулятор** -
- **Обновить таблицы для стационарных расчетов** - с помощью данной кнопки можно обновить структуры таблиц для стационарных расчетов (поверочный, конструкторский). Подробнее смотрите раздел [«После установки обновления»](#).
- **Обновить таблицы для гидроудара** - с помощью данной кнопки можно обновить структуры таблиц для гидравлического расчета. Подробнее смотрите раздел [«Обновление ПО и настройка защиты HASP»](#).
- **Создать новую сеть** - кнопка создания нового слоя водопроводной сети. Подробнее о создании сети можно узнать в разделе [«Создание слоя водопроводной сети»](#).
- **Импорт из EPANET** - с помощью данной кнопки можно импортировать данные из программы EPANET.
- **Экспорт в EPANET** - с помощью данной кнопки можно произвести экспорт данных в программу EPANET.

Поверочный расчет водопроводной сети

Цель расчета

Целью поверочного расчета является определение потоков распределения и потери напоров в каждом участке водопроводной сети, подачи и напора источников при известных диаметрах труб и отборах воды в узловых точках.

При поверочном расчете известными величинами являются:

1. Диаметры, длины, шероховатости, зарастания и коэффициенты местных сопротивлений всех участков сети и, следовательно, их гидравлических сопротивлений.
2. Фиксированные узловые отборы воды.
3. Напорно - расходные характеристики всех источников.
4. Геодезические отметки всех узловых точек.

В результате поверочного расчета должны быть определены:

1. Расходы и потери напора во всех участках сети.
2. Расходы воды, подаваемые в сеть от источников.

3. Напоры во всех узлах системы.

Расчету подлежат тупиковые и кольцевые водопроводные сети, в том числе с повысительными насосными станциями, работающие от одного или от нескольких источников.

К проверочным расчетам следует отнести расчет системы на случай тушения пожара в час наибольшего водопотребления и расчеты сети и водопроводов при допустимом снижении подачи воды в связи с авариями на отдельных участках. Эти расчеты необходимы для оценки работоспособности системы в условиях, отличных от нормальных, для выявления возможности использования в этих случаях запроектированного насосного оборудования, а также для разработки мероприятий, исключающих падение свободных напоров и снижение подачи ниже предельных значений.

Знакомство с панелью расчетов

Панель гидравлических расчетов состоит из нескольких вкладок, каждая вкладка отвечает за тот или иной расчет:

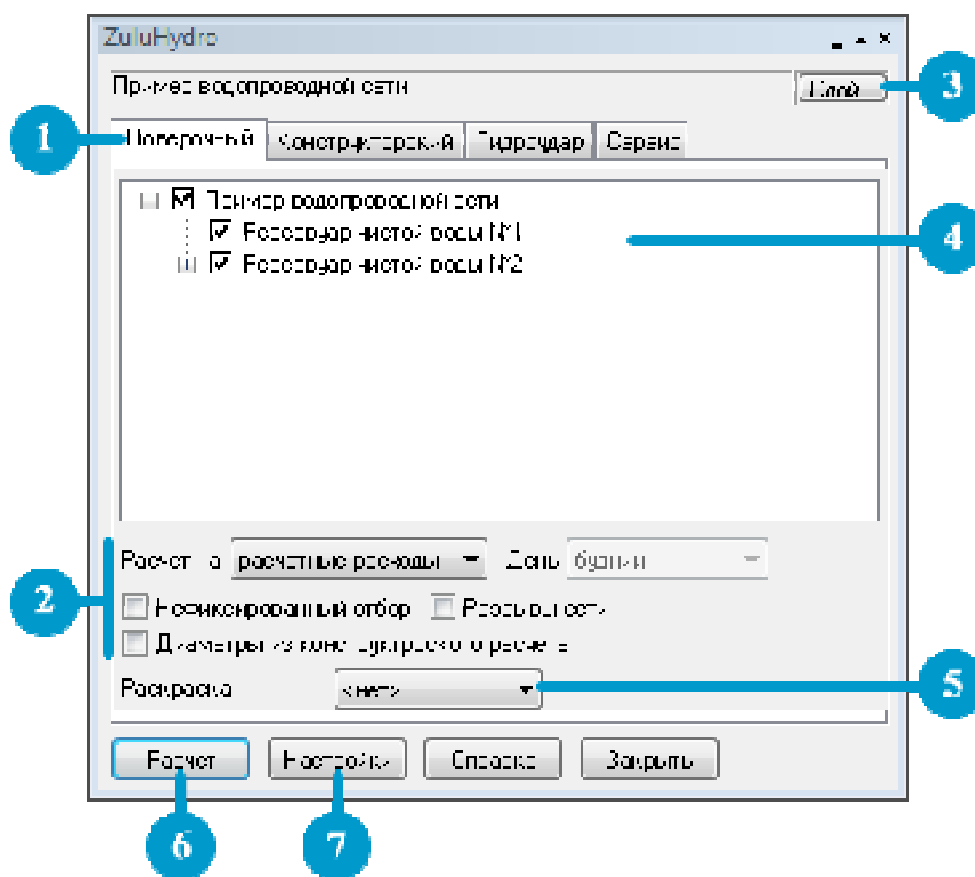


Рисунок 93. Панель расчетов

1. Вкладка выбора вида расчета.
2. Выбор параметров расчета.
3. Кнопка выбора слоя.
4. Окно выбора источника для расчета.
5. Выбор встроенных тематических раскрасок для анализа расчета.

6. Кнопка запуска расчета.
7. Кнопка для открытия окна настроек расчетов.

Запуск поверочного расчета



Примечание

Прежде чем запускать расчет, внимательно проверьте настройки расчетов ([Настройки расчетов и вкладка Сервис](#)).

Для запуска поверочного расчета:

1. Выполните команду главного меню Задачи/ZuluHydro или нажмите на панели инструментов кнопку . Откроется окно гидравлических расчетов:

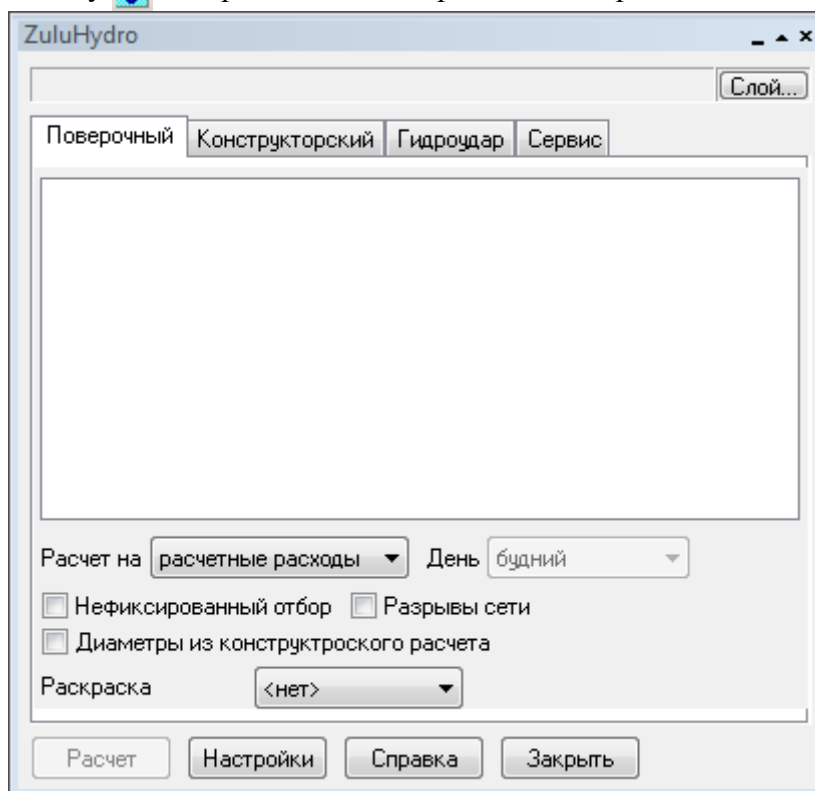


Рисунок 94. Вкладка «Поверочный» диалога гидравлических расчетов

2. Откройте вкладку *Поверочный*.
3. Нажмите кнопку *Слой...*, выберите слой рассчитываемой водопроводной сети и нажмите кнопку **ОК** чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог.

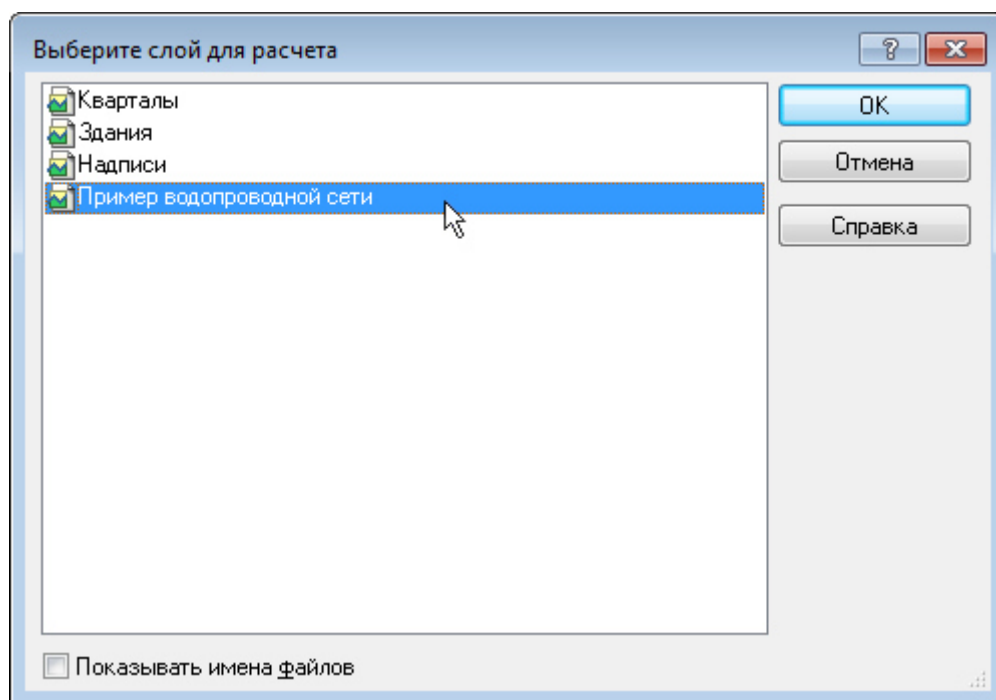


Рисунок 95. Окно выбора слоя

4. Отметьте источник, для которого будет производиться расчет, установив флажок рядом с названием источника.

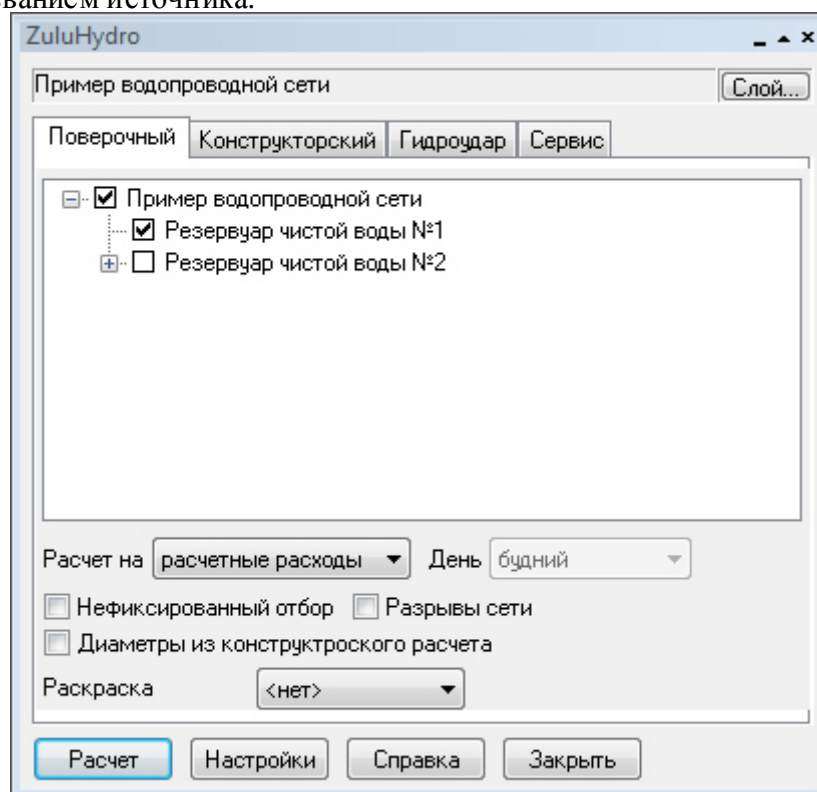


Рисунок 96. Выбор источника для расчета

5. Укажите как будет проводиться расчет на расчетные расходы воды: в сутки максимального водопотребления (это установлено по умолчанию) или с учетом графика водопотребления (неравномерности потребления воды и неравномерности работы насосов) на определенные часы или за сутки. Для этого надо из списка **Расчет** на выберите соответствующие параметры (подробней о расчете с учетом графика водопотребления можно узнать далее в разделе [«Расчет с учетом графика водопотребления»](#)).
6. Укажите как будет проводиться расчет при нехватке напора на источнике: с нефиксированным или с фиксированном отбором воды на потребителе. Для расчета с нефиксированным отбором надо установить галочку напротив строки **Нефиксированный отбор**, в противном случае расчет производится с фиксированным отбором (подробнее об отборе можно узнать далее в разделе [«Нефиксированный и фиксированный отбор воды на потребителе при нехватке напора на источнике»](#)).
7. Если необходимо использовать диаметры из конструкторского расчета (который был проведен заранее), то установите опцию **Диаметры из конструкторского расчета** (подробней о конструкторском расчете можно узнать в разделе [Конструкторский расчет](#)).
8. Нажмите кнопку **Расчет**.

Если в ходе занесения исходной информации какие-либо данные необходимые для расчета не были внесены или были внесены неверно, то при проведении расчетов в окне сообщений программа выдаст уведомление ошибке красным цветом (см. рисунок ниже). Программа следит не только за наличием необходимой информации, но и за ее логической верностью, то есть, если Вы впишете диаметр участка более 1.4 м, то программа выдаст ошибку. Более подробно о возможных ошибках можно узнать в разделе [Возможные ошибки расчетов](#)).

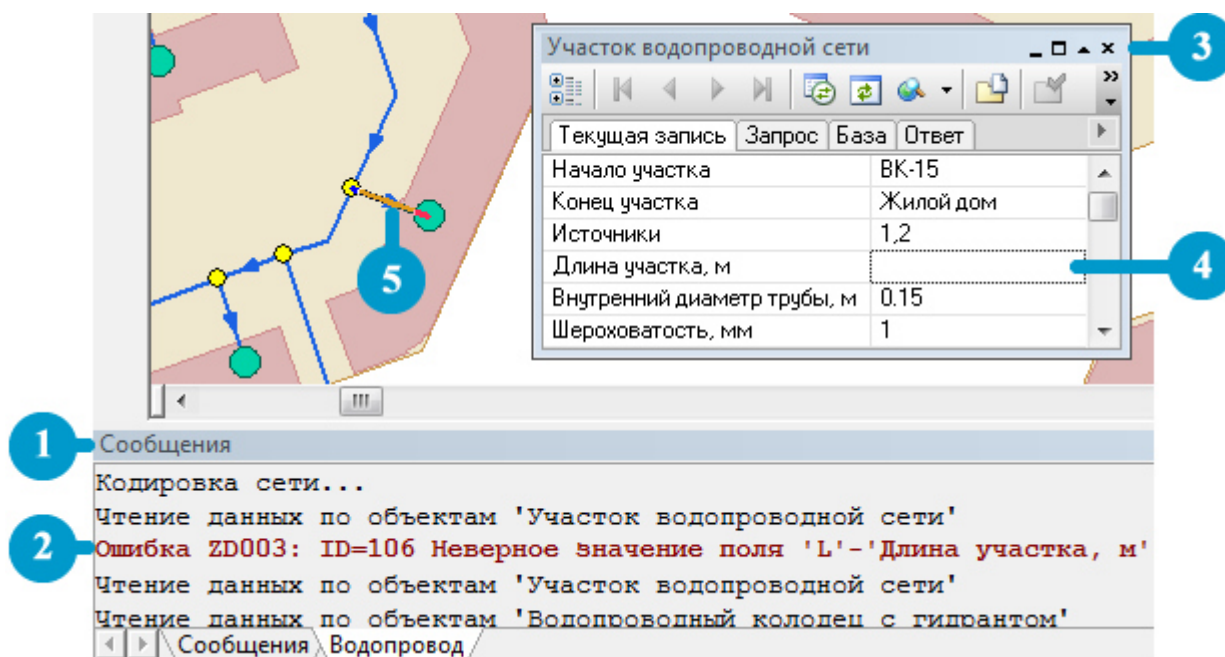



Рисунок 97. Ошибка при запуске расчета


1. Окно *Сообщения*.
2. Сообщение об ошибке.
3. Окно базы данных объекта, у которого обнаружена ошибка.
4. Поле базы данных с ошибочным значением.
5. Объект с ошибкой в данных.

При отсутствии ошибок в данных или конфигурации сети программа выполнит расчет выбранной сети и заполнит результатами расчета таблицы для каждого типа объекта водопроводно сети. Протокол расчета будет отображаться в нижней части экрана в панели *Сообщения*.

Расчет с учетом графика водопотребления

Для расчета с учетом графика водопотребления надо в окне **ZuluHydro** в строке **Расчет** **на** выбрать из открывающегося с помощью кнопки  списка интересующий Вас расчетный час или выбрать расчет за сутки (чтобы увидеть все возможные значения этого списка воспользуйтесь полосой прокрутки).

Увидеть и при необходимости отредактировать суточные графики водопотребления можно через настройки (подробней о суточных графиках можно узнать в разделе [«Справочник суточного графика водопотребления»](#)).

После выбора конкретного часа или расчета за сутки становится активным открывающийся список **День**. В нем с помощью кнопки  нужно выбрать день, на который будет производиться расчет.

При выборе расчета за сутки расчет будет проведен на каждый час суток, при этом в окне сообщений отразится протокол расчета.

В протоколе указывается отдельно на каждую сеть на каждый час расход воды на каждом источнике, на каждом насосе, а так же суммарный расход на всех источниках.

Например, при одновременном расчете двух сетей, в одной из которых два источника, во второй один источник и один насос с протокол будет выглядеть так:

Расчет для первой сети	Сеть от источника: ID=24			
	1	2		Расчетный час
	Источник			Расход воды на
	ID= 24	198.73	119.71	каждый час на источнике
Суммарный расход воды	ID= 138	72.22	42.37	с ID=24 (л/с)
на всех источниках	Сумма	270.95	162.09	
	Насос			
Расчет для второй сети	Сеть от источника: ID=133			
	1	2		Расчетный час
	Источник			Расход воды на
	ID= 133	8.78	4.90	каждый час на источнике
Суммарный расход воды	Сумма	8.78	4.90	с ID=133 (л/с)
на всех источниках	Насос			Расход воды на
	ID= 137	8.78	4.90	каждый час на насосе
Кнопка вывода графика				с ID=137 (л/с)
расхода и электроэнергии	<График>			

Рисунок 98. Расчет двух сетей

При двойном щелчке на ID источника или насоса соответствующий объект замигает, а если при этом он находится за пределами экрана, то произойдет перестроение карты таким образом, чтобы он был виден на экране.

При двойном щелчке на надписи <График> откроется график:

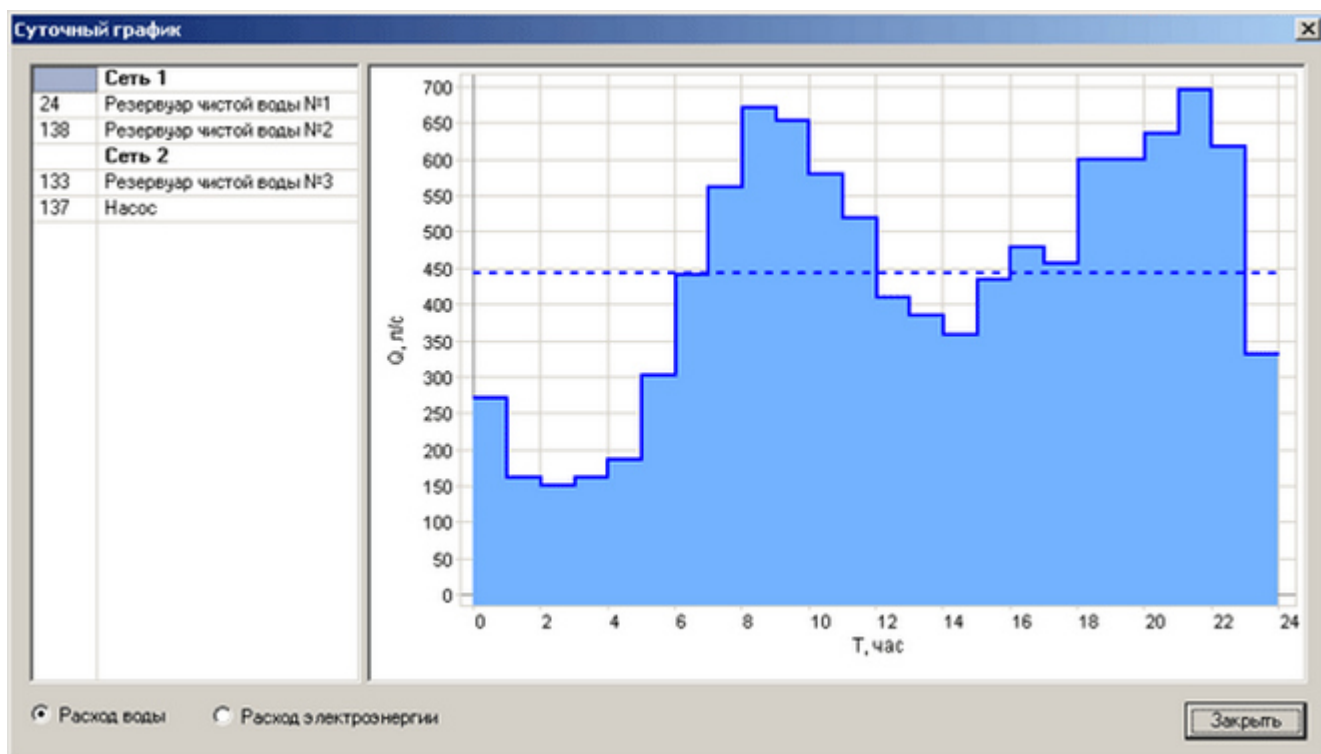


Рисунок 99. Суточный график. Расход воды

График отображает либо *расход воды (л/с)*, либо *расход электроэнергии (кВт)*, в зависимости от выбранной опции (по умолчанию на графике указывается *расход воды* на первую сеть). Пунктирная линия указывает среднечасовое значение расхода воды или энергии, соответственно.

Для просмотра расхода на других объектах или сетях достаточно выделить их название в столбце, расположенном слева от графика.

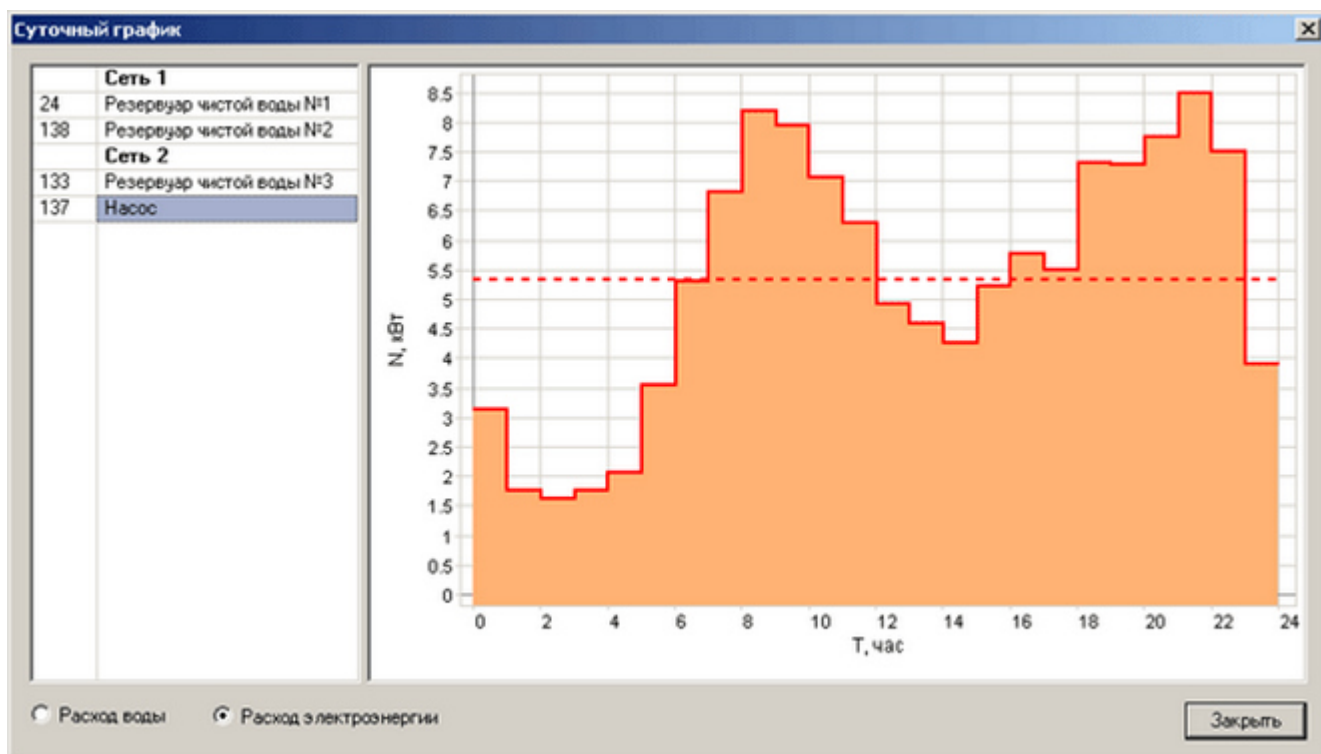


Рисунок 100. Суточный график. Расход электроэнергии

Расход электроэнергии будет указан на насосных станциях и на резервуарах чистой воды, у которых присутствуют насосы.

Расход электроэнергии (кВт) рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{Q \cdot H}{102 \cdot \eta}$$

Рисунок 101.

где

- **Q** - расход сетевой воды через насос, л/с;
- **H** - напор, развиваемый насосом при расходе Q, м;
- **η** - коэффициент полезного действия (КПД) насосного агрегата.

Для закрытия графика нажмите кнопку **Закреть**.

Нефиксированный и фиксированный отбор воды на потребителе при нехватке напора на источнике

Если напор, который обеспечивает источник достаточен, то к потребителю будет доставлен расчетный расход с расчетным напором. Причем если напор на источнике будет намного больше, то все равно потребитель возьмет столько воды, сколько ему нужно, т.е. чтобы обеспечить себя расчетным расходом.

В том случае, когда на источнике воды происходит нехватка напора, у потребителя текущий расход и напор будут меньше расчетных величин.

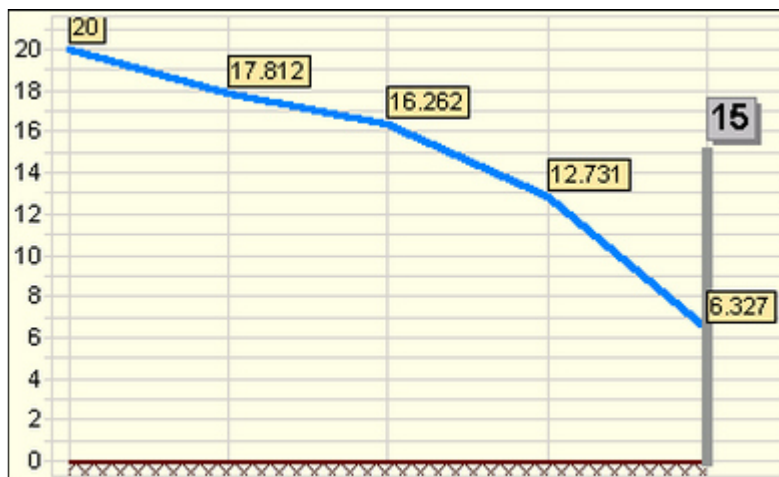


Рисунок 102. Пьезометрический график

На этом графике видно, что до верхних этажей вода доходить не будет. Для данного здания минимально необходимый напор составляет 15 м, а доходит до него лишь 10 м.

Программа позволяет просчитать, какой должен быть напор на источнике если б текущий расход был равен расчетному, другими словами провести расчет с фиксированным отбором воды при нехватке напора.

В этом случае напор будет отрицательным, и на графике может опуститься под здание, что в реальной ситуации невозможно.

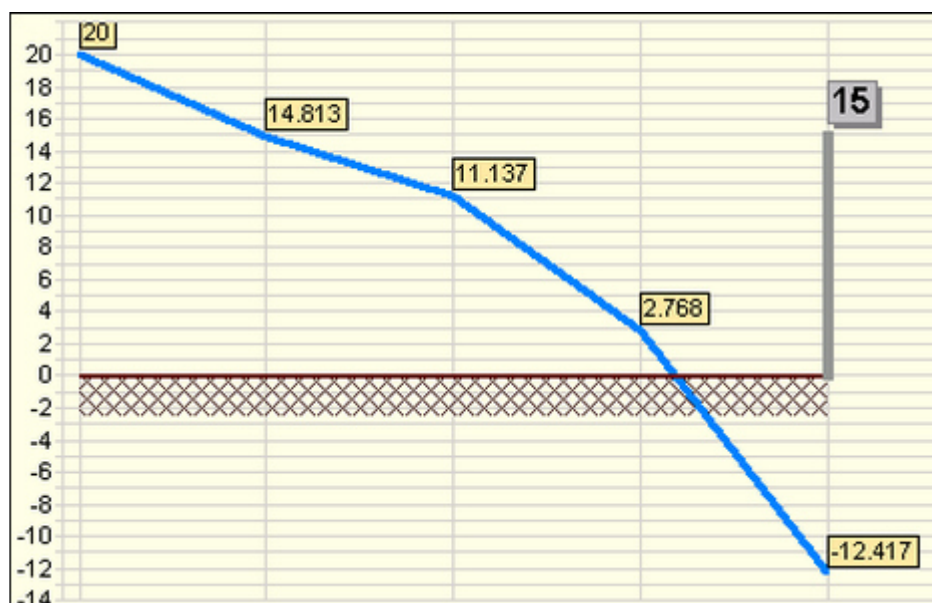


Рисунок 103. Пьезометрический график

Нефиксированный отбор

Для того, чтобы проводить поверочный расчет с нефиксированным отбором воды при нехватке напора на источнике необходимо на панели гидравлических расчетов *ZuluHydro* установить опцию *Нефиксированный отбор* (поставить галочку напротив данной строки). В этом случае расчет будет производиться с нефиксированным отбором воды. Текущий расход будет меньше расчетного.

Предупреждение: ID=4 Недостаточно напора на потребителе (11.068 м)
Предупреждение: ID=6 Недостаточно напора на потребителе (10.939 м)
Предупреждение: ID=8 Недостаточно напора на потребителе (10.821 м)
САМЫЙ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ: ID=4 Нехватка напора: 11.068

Рисунок 104. Предупреждения

По результату видно, что нескольким потребителям не хватает напора и максимальная нехватка составляет 11.068 м.

Ниже на пьезографике показано как пойдет напор в данном случае (подробней о пьезографиках можно узнать в разделе [Пьезометрический график](#)).

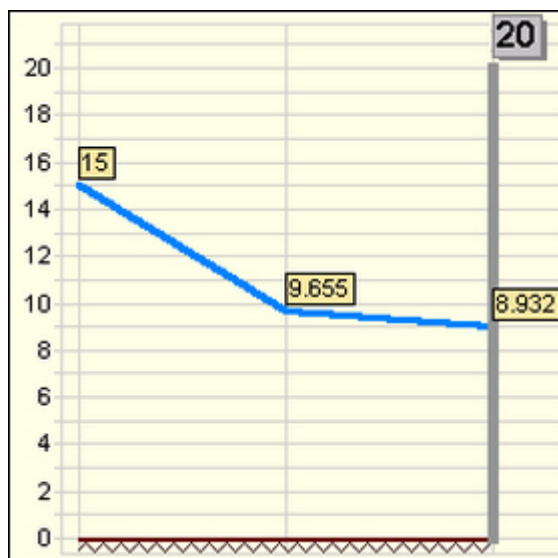


Рисунок 105. Пьезометрический график

Фиксированный отбор

Для того, чтобы проводить поверочный расчет с фиксированным отбором воды при нехватке напора на источнике необходимо на панели гидравлических расчетов *ZuluHydro* снять опцию *Нефиксированный отбор* (убрать галочку напротив данной строки). В этом случае расчет будет производиться с фиксированным отбором воды. Текущий расход будет соответствовать расчетному.

Предупреждение: ID=4 Недостаточно напора на потребителе (18.435 м)
Предупреждение: ID=6 Недостаточно напора на потребителе (18.127 м)
Предупреждение: ID=8 Недостаточно напора на потребителе (17.851 м)
САМЫЙ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ: ID=4 Нехватка напора: 18.435

Рисунок 106. Предупреждения

По результату видно, что при расчете с фиксированным отбором нехватка напора больше и теперь максимум составляет 18.435 м. То есть, чтобы доставить к данному потребителю расчетный расход нужно поднять напор на источнике на 18.435 м.

Ниже на пьезографике показано как пойдет график напора в данном случае (подробней о пьезографиках можно узнать в разделе [Пьезометрический график](#)).

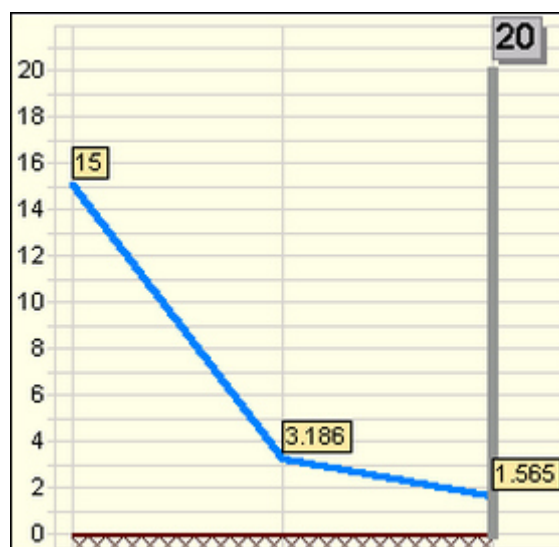


Рисунок 107. Пьезометрический график

Совмещая пьезографики по результату расчетов с нефиксированным (сплошная) и фиксированным (прерывистая) отбором воды, видно на сколько ниже пойдет кривая напора при фиксированном отборе, другими словами сколько еще надо добавить напора на источнике чтобы данного потребителя обеспечить расчетным расходом с необходимым напором.

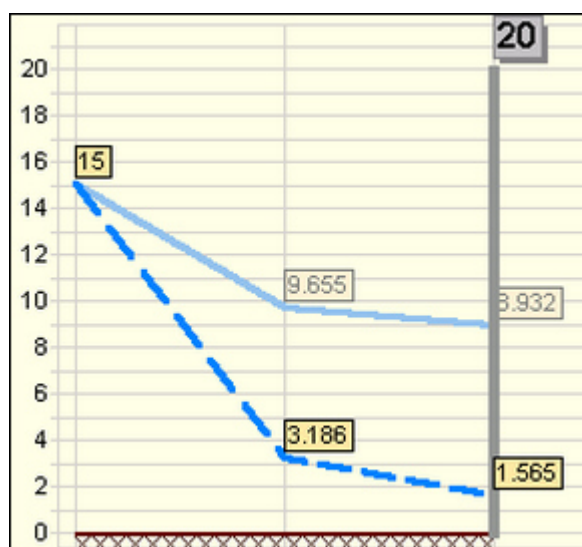


Рисунок 108. Совмещение пьезометрических графиков

Результаты поверочного расчета

Во время расчета в окне сообщений ведется протокол, в котором отображаются этапы расчета и при удачном итоге появляется сообщение Расчет окончен и указывается время проведения расчета.

```
Сообщения
***** Слой: "Пример водопроводной сети" *****
*****
Анализ топологии...
----- Расчет водопроводной сети от источника: ID=24 -----
Кодировка сети...
Чтение данных по объектам 'Участок водопроводной сети'
Чтение данных по объектам 'Участок водопроводной сети'
Чтение данных по объектам 'Водопроводный колодец с гидрантом'
Чтение данных по объектам 'Потребитель'
Чтение данных по объектам 'Насосная станция'
Чтение данных по объектам 'Водопроводный колодец'
Чтение данных по объектам 'Запорные устройства'
Расчет потокораспределения #1...
Запись результатов по объектам 'Потребитель'
Запись результатов по объектам 'Запорные устройства'
Запись результатов по объектам 'Водопроводный колодец'
Запись результатов по объектам 'Насосная станция'
Запись результатов по объектам 'Водопроводный колодец с гидрантом'
Запись результатов по объектам 'Участок водопроводной сети'
Запись результатов по объектам 'Участок водопроводной сети'

Расчет окончен. Время - 00:00:00.78
< > \ Сообщения \ Водопровод \
```

Рисунок 109. Протокол поверочного расчета

В результате расчета по каждому объекту водопроводной сети будут записаны итоговые данные. Для просмотра результатов необходимо открыть окно семантической информации по конкретному объекту и посмотреть результаты.

- [«По источникам водоснабжения»;](#)
- [«По водонапорным башням»;](#)
- [«По контррезервуарам»](#)
- [«По потребителям»;](#)
- [«По узлам \(водопроводные колодцы, разветвления\)»;](#)
- [«По водопроводным колодцам с гидрантом \(пожарные гидранты, водопроводные колонки\)»;](#)
- [«По регуляторам»;](#)
- [«По участкам водопроводной сети»;](#)
- [«По запорной арматуре»;](#)
- [«По насосным станциям»;](#)
- [«По локальному сопротивлению»;](#)

По источникам водоснабжения

1. H_{in} , Полный напор на выходе, м - в результате расчета определяется полный напор на выходе, то есть сумма напора на выходе из источника и геодезической отметки.
2. P_{in} , Напор на выходе, м - в результате расчета определяется напор на выходе.
3. G , Расход воды, л/с - в результате расчета определяется расход воды в л/с, если данное значение отрицательное, то это означает что вода выливается из источника.

4. G_{m3} , *Расход воды, м³/час* - в результате расчета определяется расход воды м³/час, если данное значение отрицательное, то это означает что вода выливается из источника.

По водонапорным башням

1. H_{in} , *Полный напор на выходе, м* - в результате расчета определяется полный напор на выходе, то есть сумма напора на выходе из башни и геодезической отметки.
2. P_{in} , *Напор на выходе, м* - в результате расчета определяется напор на выходе.
3. G , *Расход воды, л/с* - в результате расчета определяется расход воды в л/с, если данное значение отрицательное, то это означает что вода выливается из водонапорной башни.
4. G_{m3} , *Расход воды, м³/час* - в результате расчета определяется расход воды м³/час, если данное значение отрицательное, то это означает что вода выливается из водонапорной башни.

По контррезервуарам

1. H_{in} , *Полный напор на выходе, м* - в результате расчета определяется полный напор на выходе, то есть сумма напора на выходе из контррезервуара и геодезической отметки.
2. P_{in} , *Напор на выходе, м* - в результате расчета определяется напор на выходе.
3. G , *Расход воды, л/с* - в результате расчета определяется расход воды в л/с, если данное значение отрицательное, то это означает что вода выливается из контррезервуара.
4. G_{m3} , *Расход воды, м³/час* - в результате расчета определяется расход воды м³/час, если данное значение отрицательное, то это означает что вода выливается из контррезервуара.

По потребителям

1. G , *Текущий расход воды, л/с* - в результате расчета определяется текущий расход воды.
2. H , *Полный напор, м* - в результате расчета определяется полный напор, то есть сумма напора и геодезической отметки.
3. P , *Напор, м* - в результате расчета определяется напор.
4. $Time$, *Время прохождения воды от источника, мин* - в результате расчета определяется время прохождения воды от источника до данного узла.
5. $Dist$, *Путь пройденный от источника, м* - в результате расчета определяется путь, пройденный от источника до данного узла.
6. $Sist$, *Источники* - после выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника от которого запитывается данный потребитель.

По узлам (водопроводные колодцы, разветвления)

1. H , *Полный напор, м* - в результате расчета определяется полный напор, то есть сумма напора и геодезической отметки.
2. P , *Напор, м* - в результате расчета определяется напор.
3. $Time$, *Время прохождения воды от источника, мин* - в результате расчета определяется время прохождения воды от источника до данного узла.
4. $Dist$, *Путь пройденный от источника, м* - в результате расчета определяется путь, пройденный от источника до данного узла.

5. *Sist, Источники* - после выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника от которого запитывается данный узел.

По водопроводным колодцам с гидрантом (пожарные гидранты, водопроводные колонки)

1. *G, Текущий расход воды, л/с* - в результате расчета определяется текущий расход воды.
2. *H, Полный напор, м* - в результате расчета определяется полный напор, то есть сумма напора и геодезической отметки.
3. *P, Напор, м* - в результате расчета определяется напор.
4. *Time, Время прохождения воды от источника, мин* - в результате расчета определяется время прохождения воды от источника до данного узла.
5. *Dist, Путь пройденный от источника, м* - в результате расчета определяется путь, пройденный от источника до данного узла.
6. *Sist, Источники* - после выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника от которого запитывается данный узел.

По регуляторам

1. *H, Полный напор на выходе, м* - в результате расчета определяется полный напор на выходе, то есть сумма напора на выходе и геодезической отметки.
2. *Hin, Полный напор на входе, м* - в результате расчета определяется полный напор на входе, то есть сумма напора на входе и геодезической отметки.
3. *P, Напор на выходе, м* - в результате расчета определяется напор на выходе.
4. *Time, Время прохождения воды от источника, мин* - в результате расчета определяется время прохождения воды от источника до данного узла.
5. *Dist, Путь пройденный от источника, м* - в результате расчета определяется путь, пройденный от источника до данного узла.
6. *Sist, Источники* - после выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника от которого запитывается данный регулятор.
7. *Pin, Напор на входе, м* - в результате расчета определяется напор на входе.
8. *G, Текущий расход воды, л/с* - в результате расчета определяется текущий расход воды.

По участкам водопроводной сети

1. *Sist, Источники* - после выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника от которого запитывается данный участок.
2. *G, Расход воды на участке, л/с* - в результате расчета определяется расход воды на участке в л/с.
3. *Gm3, Расход воды на участке, м3/час* - в результате расчета определяется расход воды на участке в м3/час.
4. *DN, Потери напора на участке, м* - в результате расчета определяются потери напора на участке.
5. *dHud, Удельные линейные потери, мм/м* - в результате расчета определяются удельные линейные потери на участке.
6. *V, Скорость движения воды на участке, м/с* - в результате расчета определяется скорость воды на участке.

При указанных разрывах сети:

7. *Kbreak*, Место разрыва (0-1) - в результате расчета определяется место разрыва участка.
8. *Hbreak*, Напор в точке разрыва, м - в результате расчета определяется напор в точке разрыва.
9. *Gbreak*, Утечка, м³/час - в результате расчета определяется утечка при разрыве.

По запорной арматуре

1. *H*, Полный напор на выходе, м - в результате расчета определяется полный напор на выходе, то есть сумма напора на выходе и геодезической отметки.
2. *G*, Текущий расход воды, л/с - в результате расчета определяется текущий расход воды.
3. *Hin*, Полный напор на входе, м - в результате расчета определяется полный напор на входе, то есть сумма напора на входе и геодезической отметки.
4. *Pin*, Напор на входе, м - в результате расчета определяется напор на входе.
5. *P*, Напор на выходе, м - в результате расчета определяется напор на выходе.
6. *Time*, Время прохождения воды от источника, мин - в результате расчета определяется время прохождения воды от источника до данного узла.
7. *Dist*, Путь пройденный от источника, м - в результате расчета определяется путь, пройденный от источника до данного узла.
8. *Sist*, Источники - после выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника от которого запитывается данное запорное устройство.
9. *DH*, Потери напора, м - в результате расчета определяются потери напора.

По насосным станциям

1. *G*, Текущий расход воды, л/с - в результате расчета определяется текущий расход воды.
2. *H*, Полный напор на выходе, м - в результате расчета определяется полный напор на выходе, то есть сумма напора на выходе и геодезической отметки.
3. *Hin*, Полный напор на входе, м - в результате расчета определяется полный напор на входе, то есть сумма напора на входе и геодезической отметки.
4. *Pin*, Напор на входе, м - в результате расчета определяется напор на входе.
5. *P*, Напор на выходе, м - в результате расчета определяется напор на выходе.
6. *Time*, Время прохождения воды от источника, мин - в результате расчета определяется время прохождения воды от источника до данного узла.
7. *Dist*, Путь пройденный от источника, м - в результате расчета определяется путь, пройденный от источника до данного узла.
8. *Sist*, Источники - после выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника от которого запитывается данная насосная станция.

По локальным сопротивлениям

1. *G*, Текущий расход воды, л/с - в результате расчета определяется текущий расход воды.
2. *Hin*, Полный напор на входе, м - в результате расчета определяется полный напор на входе, то есть сумма напора на входе и геодезической отметки.
3. *H*, Полный напор на выходе, м - в результате расчета определяется полный напор на выходе, то есть сумма напора на выходе и геодезической отметки.
4. *Pin*, Напор на входе, м - в результате расчета определяется напор на входе.

5. *P, Напор на выходе, м* - в результате расчета определяется напор на выходе.
6. *Time, Время прохождения воды от источника, мин* - в результате расчета определяется время прохождения воды от источника до данного узла.
7. *Dist, Путь пройденный от источника, м* - в результате расчета определяется путь, пройденный от источника до данного узла.
8. *Sist, Источники* - после выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника от которого запрашивается данное локальное сопротивление.
9. *DH - Потери напора, м* - в результате расчета определяются потери напора.

Направление движения воды в трубопроводах

При изображении участка на карте на нем автоматически появляется стрелка, которая по началу показывает направление ввода участка (при нанесении сети). В принципе, за направлением участков в большинстве случаев нет необходимости следить, так как в системе имеется возможность поменять направление. Но при этом в некоторых случаях направление участков важно и они изначально должны быть занесены в нужном направлении:

1. Из источника хотя бы участок обязательно должен выходить.
2. В насосную станцию обязательно один участок должен входить, один выходить.
3. В регулятор обязательно один участок должен входить, один выходить.
4. В локальное сопротивление обязательно один участок должен входить, один выходить.


Если после завершения расчета вдруг окажется, что расход на участке отрицателен, то это означает что направление движения воды в трубопроводе не совпадает с направлением стрелки участка.

Направление участка трубопровода можно сменить двумя способами:

- [«Автоматическая смена направления участков»;](#)
- [«Ручная смена направления участков».](#)



Автоматическая смена направления участков

Автоматически направление участков может быть изменено только после расчета. Для того, чтобы система сменила направления участков в соответствии с расчетными параметрами надо:

1. Выбрать меню **Задачи\ZuluHydro** или нажать на панели инструментов кнопку .
2. В появившемся диалоговом окне гидравлических расчетов указать слой для смены направлений, для этого нажать кнопку **Слой...**, в списке выделить нужный слой и нажать кнопку **ОК**.
3. На панели расчетов **ZuluHydro** нажать кнопку **Настройки**.
4. Выбрать вкладку **Общие**, отметить опцию **Автоматически изменять направления участков** и нажать кнопку **ОК**.
5. Запустить расчет, при завершении гидравлического расчета направление участков автоматически изменится.

Ручная смена направления участков



Для смены направления участка вручную нужно:

1. Сделать активным слой, у которого надо сменить направление участков.
2. На панели инструментов нажать кнопку выделить - .
3. Нажать кнопку режим -  или сделать щелчок правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать **Объект\Режим**.
4. В появившемся диалоговом окне *Смена режима* нажать кнопку **Сменить направление**.
5. Нажать **ОК**, после чего стрелка на указанном участке изменит свое направление.

Моделирование аварий на трубопроводе

При проведении поверочного расчета имеется возможность назначать места разрывов на участках трубопроводов, не изменяя базовой топологии сети.

Для моделирования аварии надо:

1. Выбрать меню *Задачи\ZuluHydro* или нажать на панели инструментов кнопку .
2. В появившейся панели расчетов нажать кнопку **Слой...**, указать слой для моделирования аварий и нажать кнопку **ОК**.
3. Во вкладке *Поверочный* установить опцию *Разрывы сети*. При этом на панели появится табличка для описания мест разрывов.
4. Далее сделать активным слой с сетью, на панели навигации нажать кнопку выделить -  и указать нужный участок сети (участок должен замигать).
5. В панели расчетов нажать на кнопку «+» справа от таблицы *Места разрывов сети*. ID участка появится в поле ID таблицы.
6. В поле *Место разрыва* нужно задать место разрыва на участке в процентах от его длины, начиная с начала участка. В поле *Площадь отверстия* нужно задать площадь разрыва трубопровода в квадратных сантиметрах. В поле *Глубина* можно задать глубину на которой находится середина отверстия разрыва, если происходит истечение под уровень (по умолчанию 0).
Указанным способом можно задать несколько мест разрыва, но на одном участке не более одного.
Расчет при моделировании разрывов сети следует проводить с установленной опцией *Нефиксированный отбор*.

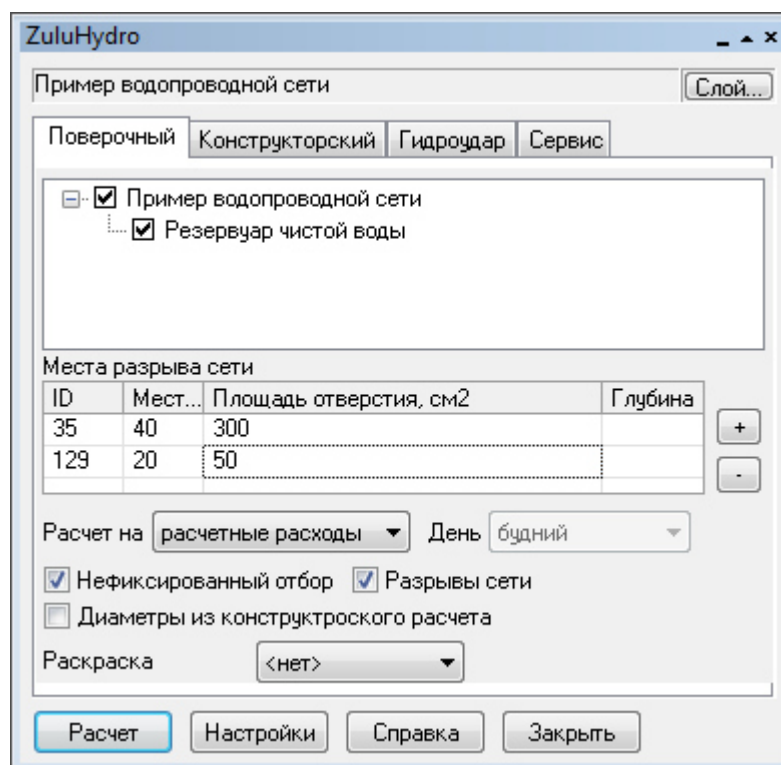


Рисунок 110. Панель ZuluHydro

После расчета в протоколе будет указан список мест разрыва, напор в каждой точке разрыва и величина утечки, например:

Место разрыва: ID=35 Напор: 35.800 м Утечка: 631.811 л/с
Место разрыва: ID=129 Напор: 14.383 м Утечка: 66.744 л/с

Рисунок 111. Результаты расчета

Для записи результатов по местам разрыва трубопровода, в таблицу по участкам имеются поля:

- Kbreak - Место разрыва (значение от 0 до 1);
- Hbreak - Напор в точке разрыва, м;
- Gbreak - Утечка, м³/час.

Точка разрыва не является штатным узлом сети. Для отображения ее на пьезографике следует дополнить кривую *Напор в трубопроводе* шаблона пьезографика новым объектом - участком водопроводной сети, как показано на рисунке (подробней о пьезографике можно узнать в разделе [Пьезометрический график](#)).

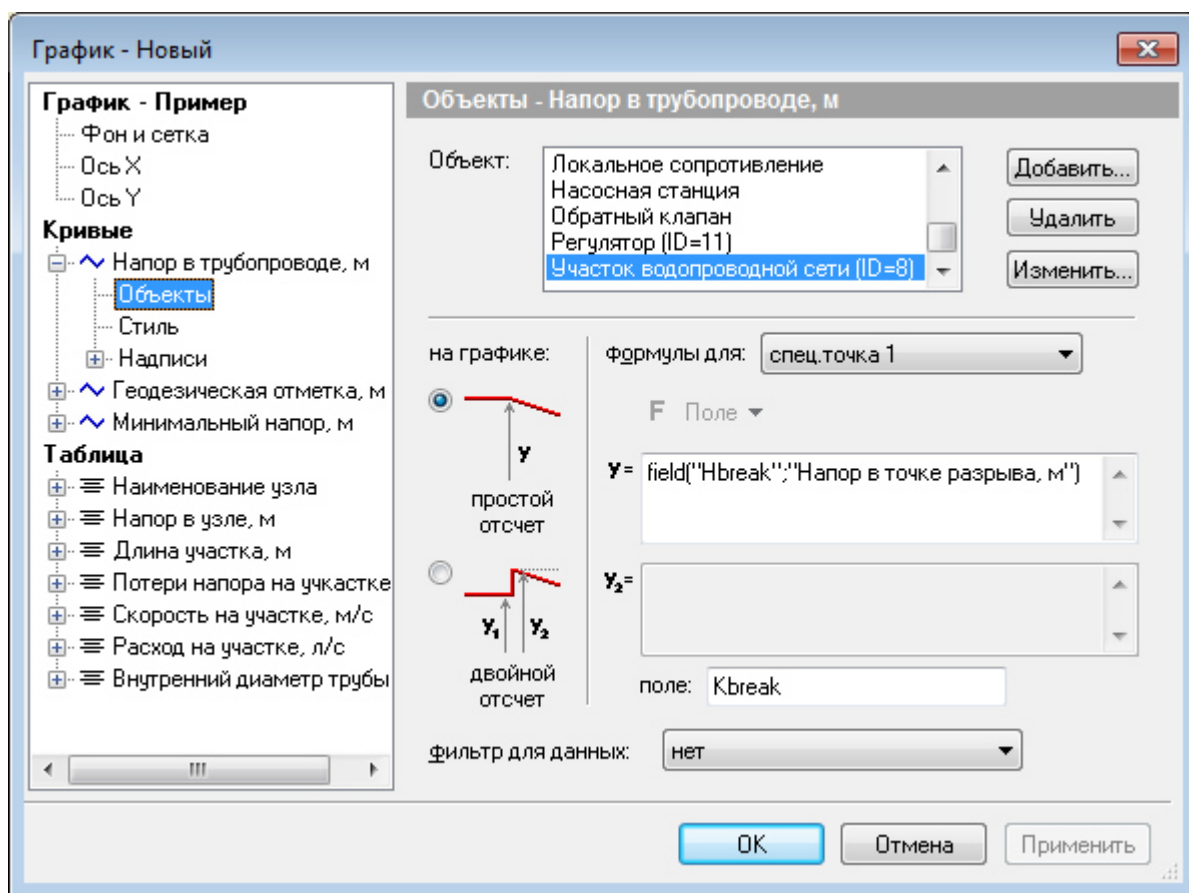


Рисунок 112. Настройка пьезографика

В этом случае, при наличии разрыва в трубопроводе, на пьезографике отобразится дополнительная точка в месте разрыва с напором, равным напору в точке разрыва.

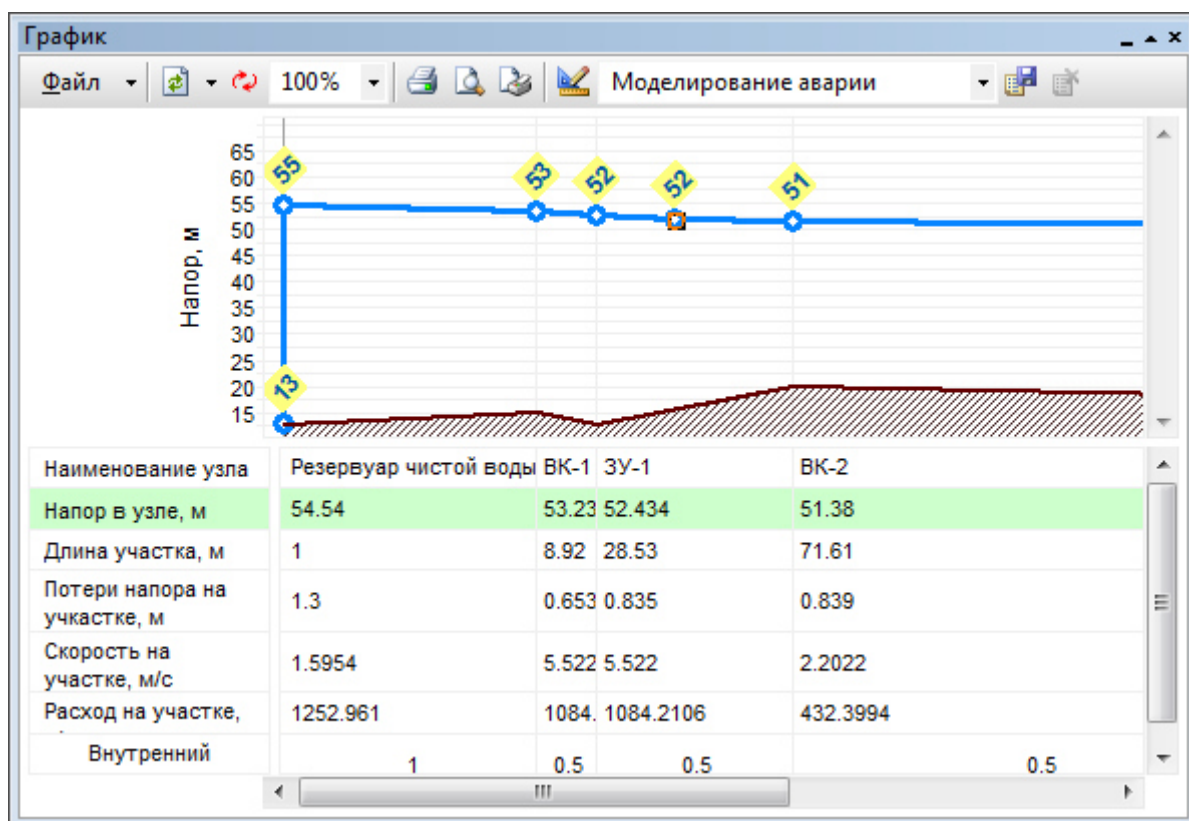


Рисунок 113. Пьезографик

Конструкторский расчет

Цель расчета

Целью конструкторского расчета водопроводной сети является определение диаметров трубопроводов обеспечивающих пропуск расчетных расходов воды при обеспечении заданных напоров на потребителей.

Под расчетным режимом работы сети понимают такие возможные сочетания отбора воды, при которых имеют место наибольшие нагрузки для отдельных сооружений системы, в частности водопроводной сети.

Расчету подлежат тупиковые и кольцевые водопроводные сети, работающие от одного или от нескольких источников.

Данная задача может быть использована при:

1. Проектировании новых водопроводных сетей.
2. При реконструкции существующих водопроводных сетей.
3. При выдаче разрешений на подключение новых потребителей к существующей водопроводной сети.

В качестве источника может выступать любой узел системы, например водопроводный колодец. Для более гибкого решения данной задачи предусмотрена возможность задания

для каждого участка водопроводной сети либо оптимальной скорости движения воды, либо удельных линейных потерь напора.

В результате расчета определяются диаметры трубопроводов, располагаемый напор в точке подключения, расходы, потери напора и скорости движения воды на участках сети.

Знакомство с панелью расчетов

Панель конструкторского расчета представлена ниже:

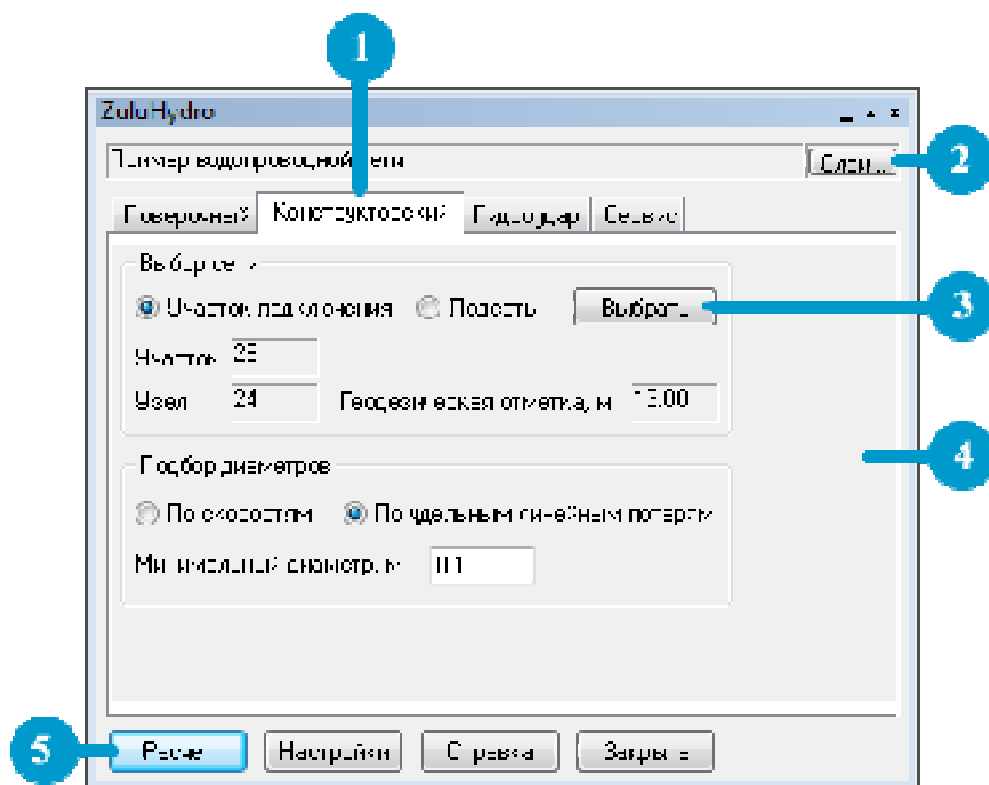


Рисунок 114. Знакомство с панелью расчетов

1. Вкладка выбора вида расчета.
2. Кнопка выбора слоя для расчета.
3. Кнопка выбора участка подключения.
4. Панель параметров расчета.
5. Кнопка запуска расчета


Запуск конструкторского расчета



Примечание

Прежде чем запускать расчет, внимательно проверьте настройки расчетов ([Настройки расчетов и вкладка Сервис](#)).

Для запуска конструкторского расчета:

1. Выполните команду главного меню **Задачи\ZuluHydro** или нажмите на панели инструментов кнопку . Откроется окно гидравлических расчетов.
2. Нажмите кнопку **Слой...**, выберите слой рассчитываемой водопроводной сети, затем для подтверждения выбора и закрытия диалога нажмите кнопку **ОК**.

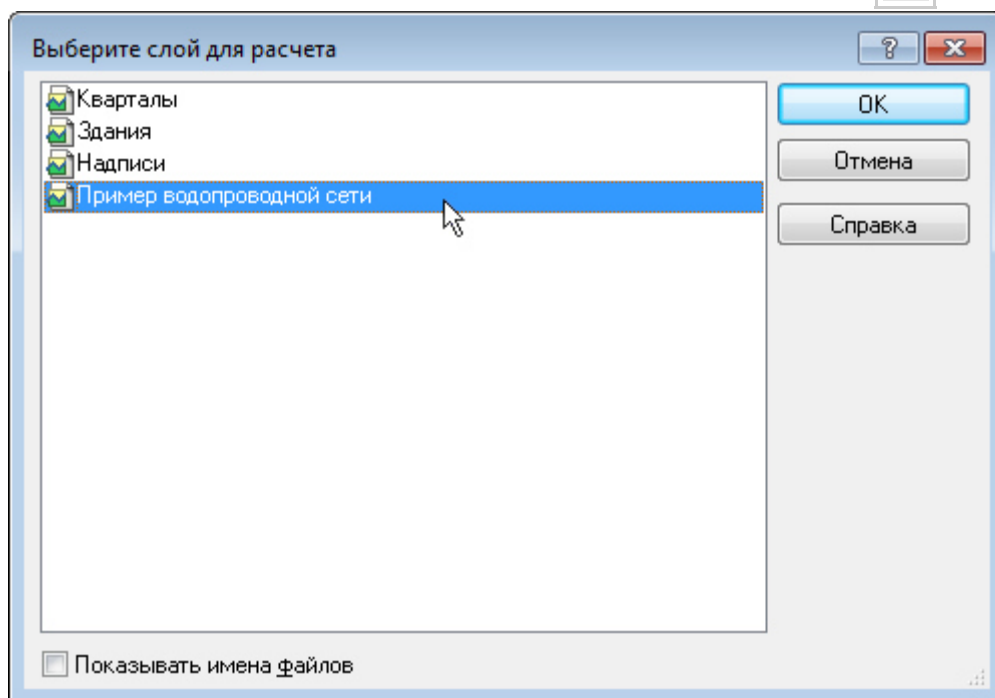


Рисунок 115. Окно выбора слоя

3. В окне гидравлических расчетов перейдите на вкладку **Конструкторский**.

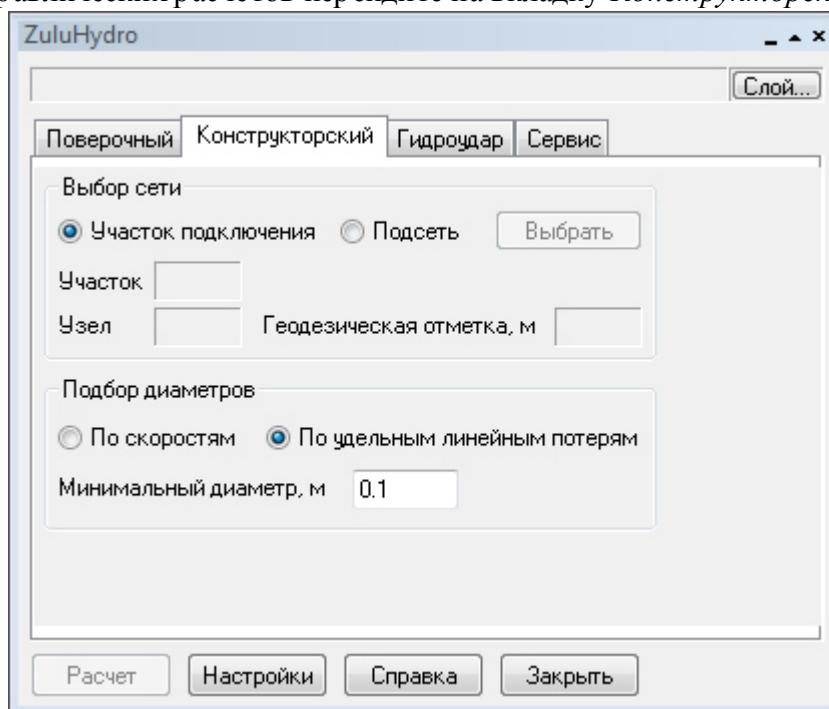


Рисунок 116. Вкладка «Конструкторский» диалога гидравлических расчетов

4. Выберите на основе каких данных как будет проводиться расчет установив переключатель *По скоростям/По удельным линейным потерям* в требуемое положение. Если выбрана опция *По скоростям*, то диаметры будут подбираться таким образом, чтобы вода двигалась с указанной скоростью. Скорость при этом должна быть указана на каждом участке в поле *Оптимальная скорость (конструкторский)*, м/с. При выборе опции *По удельным линейным потерям* диаметры будут подбираться таким образом, чтобы линейные потери на участках не превышали указанные. Линейные потери при этом должны быть указаны на каждом участке в поле *Удельные линейные потери (конструкторский)*, мм/м.



Примечание

Подробнее об исходных данных можно узнать в разделе [«Исходные данные для выполнения конструкторского расчета»](#).

5. В поле *Минимальный диаметр* задайте значение минимального диаметра в метрах. Подбираемые в процессе расчета диаметры будут не меньше указанного значения. Минимальный диаметр трубопровода задается на основании СНиП 2.04.02-84* пункт 8.46., в котором говорится, что диаметр труб водопровода, объединенного с противопожарным, в населенных пунктах и на промышленных предприятиях должен быть не менее 100 мм, а в сельских населенных пунктах - не менее 75 мм.

Далее возможны два варианта расчета:

1. [«Первый случай - расчет сети от одного источника водоснабжения»](#).
2. [«Второй случай - расчет сети от нескольких источников водоснабжения»](#).

При рассмотрении обоих случаев водопроводная сеть может быть как тупиковая, так и кольцевая, участки подключения при этом не должны находиться в кольце.

Гидравлический потери напора в водопроводной сети определяются по формуле Дарси-Вейсбаха. Коэффициент гидравлического трения определяется по формуле Колбрука-Уайта.

Первый случай - расчет сети от одного источника водоснабжения

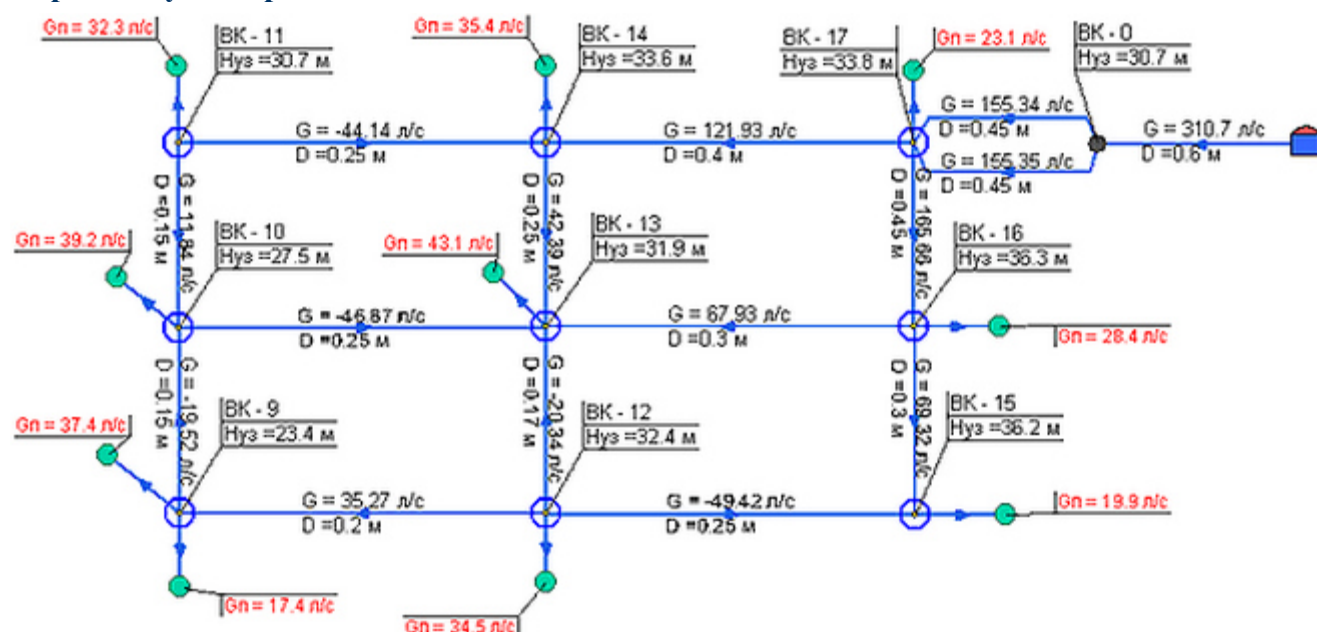



Рисунок 117. Сеть с одним источником

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Нажмите на панели навигации кнопку **Выделить** .
2. Выберите участок водопроводной сети, для которого будет производиться конструкторский расчет, щелкнув по нему левой кнопкой мыши, при этом выделенный участок мигает. В случае если объект не выделяется следует производить щелчок мыши удерживая нажатыми клавиши **Ctrl+Shift**. Расчет будет производиться для всех участков водопроводной сети следующих по направлению за выделенным.
3. Проверьте чтобы на панели *Конструкторского расчета* была установлена опция *Участок подключения*, после чего нажимаем кнопку **Выбрать**. При этом участки водопроводной сети, для которых будет производиться конструкторский расчет, окрасятся в красный цвет, включая и выбранный участок, а участки, не попавшие в выборку - в серый.

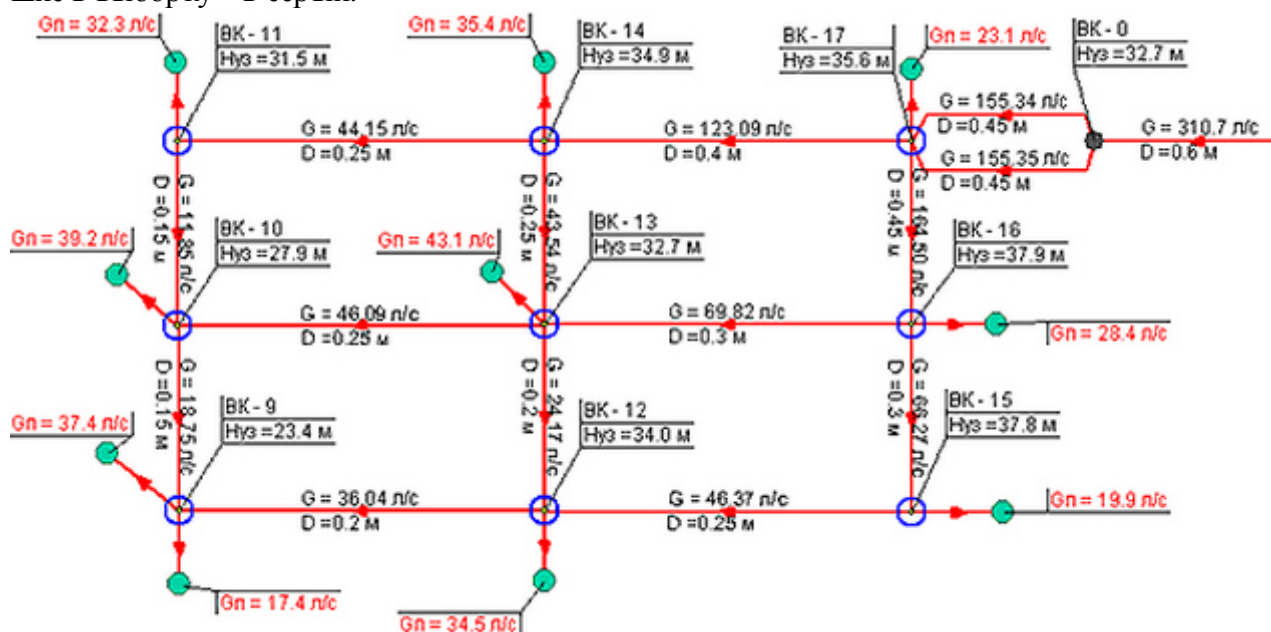


Рисунок 118. Выделенные участки для конструкторского расчета

4. Нажмите кнопку **Расчет**.

Программа выполнит расчет выбранной сети. Результаты расчета будут записаны в базу данных по объектам. В окне сообщений будет выведена информация о необходимом рас- полагаемом напоре в узле подключения.

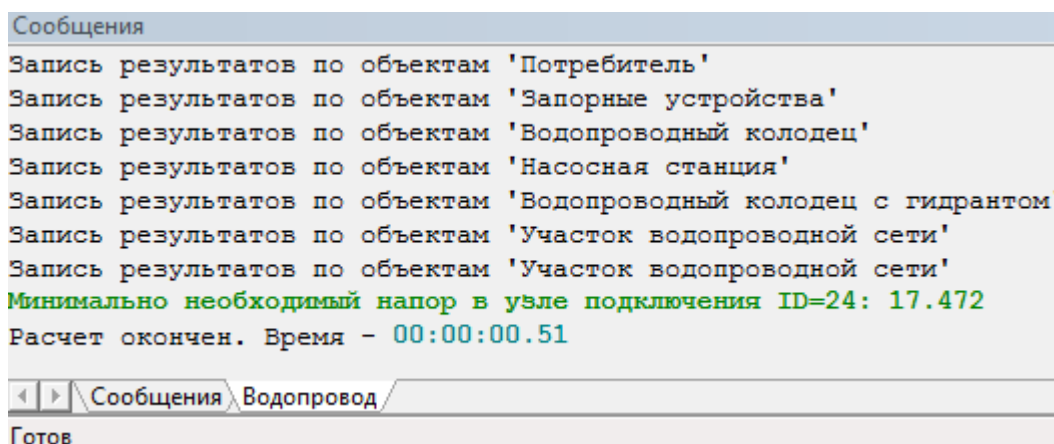


Рисунок 119. Сообщение об успешном конструкторском расчете

Второй случай - расчет сети от нескольких источников водоснабжения

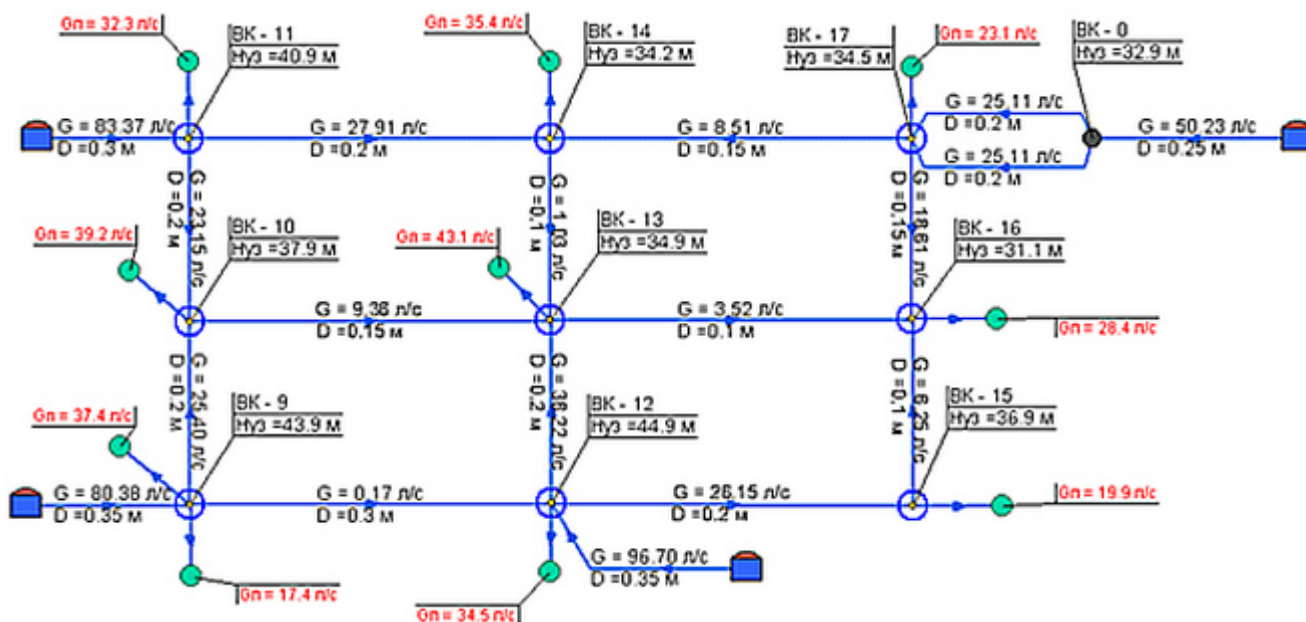


Рисунок 120. Сеть с несколькими источниками

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Нажмите на панели навигации кнопку **Выделить**.
2. Выберите на схеме водопроводной сети участок подключения к одному из источников. В случае если объект не выделяется следует производить щелчок мыши удерживая нажатыми клавиши **Ctrl+Shift**.
3. На панели *Конструкторского расчета* выберите опцию *Подсеть*, затем нажмите кнопку **Выбрать**. При этом все участки водопроводной сети, получающие воду от этого источника, окрасятся в красный цвет, включая и выбранный участок.

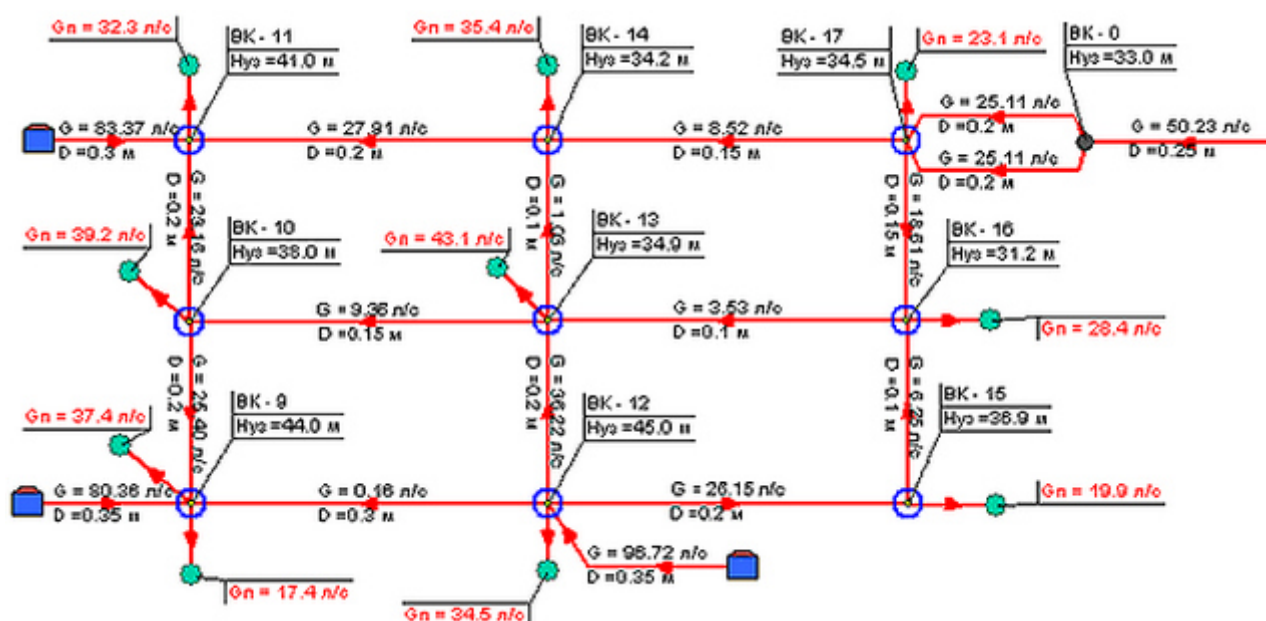


Рисунок 121. Выделенные участки для конструкторского расчета

4. На панели *Конструкторского расчета* установите опцию *Подбирать напор*.
5. Нажмите кнопку **Расчет**.

Программа выполнит расчет выбранной сети. Результаты расчета будут записаны в базу данных по объектам.

Диаметры трубопроводов и напоры воды в местах подключения источников или в узлах подключения сети определяются из следующих соображений:

1. Полные напоры в узлах подключения одинаковые.
2. Напоры в узлах подключения определяются как разность между полным напором и геодезической отметкой узла подключения.

Выбранный напор записывается в базу данных на каждом источнике в поле *Напор на выходе*.

Результаты расчета можно посмотреть в базе данных по участкам водопроводной сети или построить пьезометрический график по выбранному направлению (подробней о пьезографике можно узнать в разделе [Пьезометрический график](#)).

СХЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД САРАПУЛ» УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ на период 2015–2025 г.

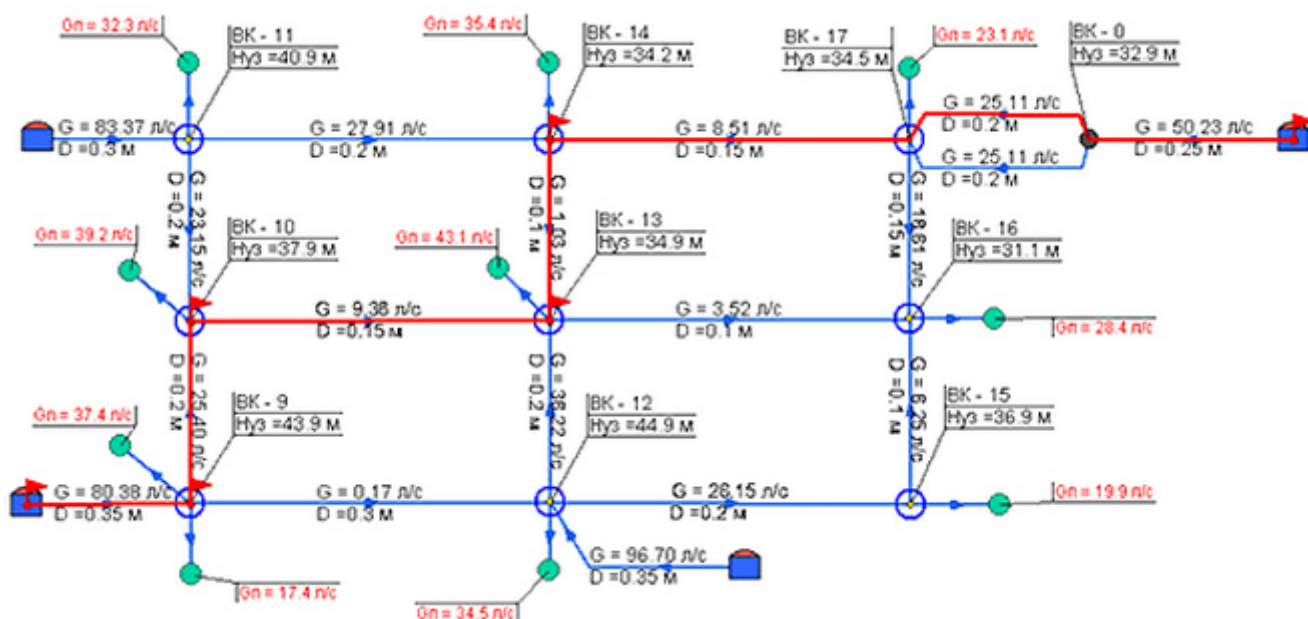


Рисунок 122. Путь для построения пьезографика

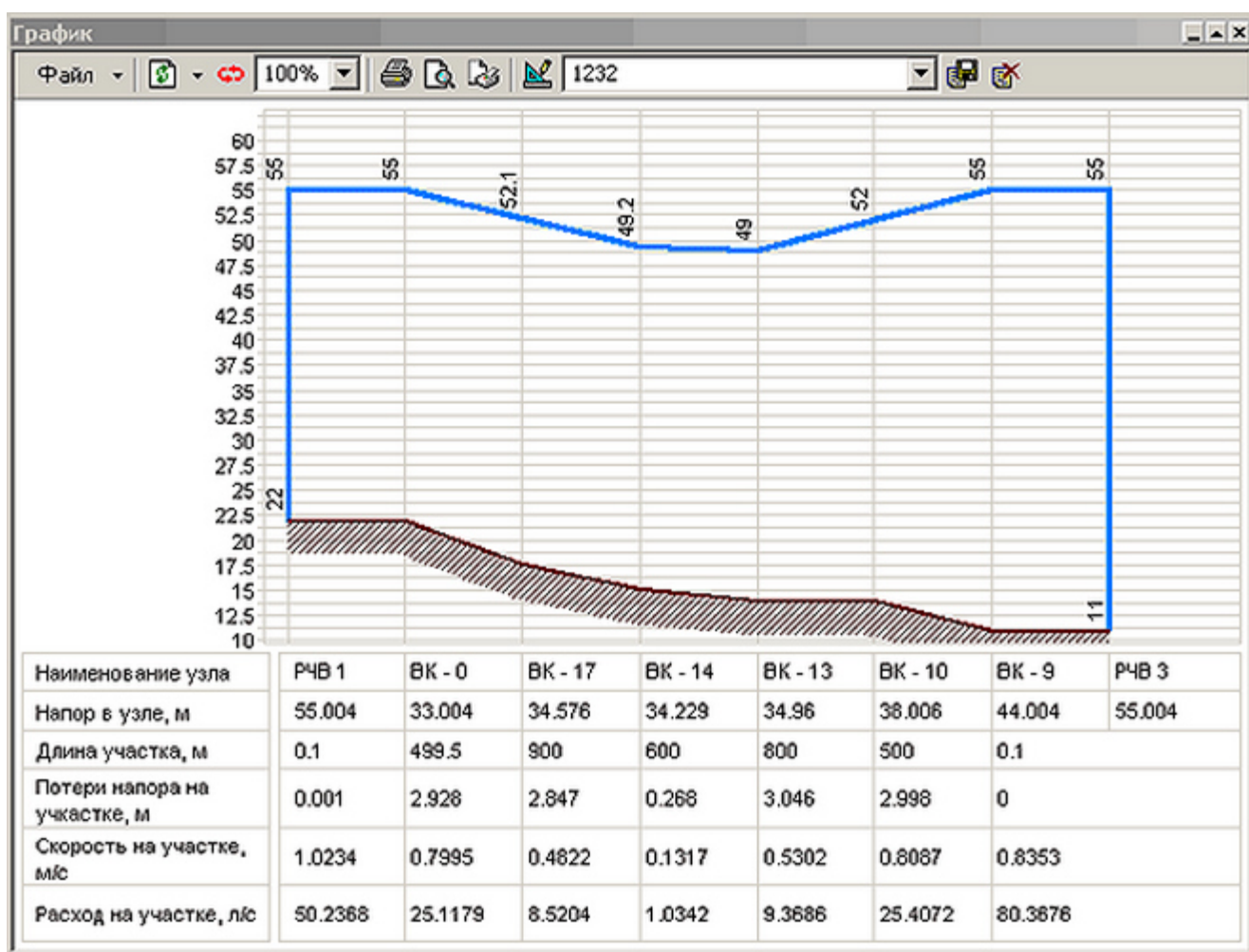


Рисунок 123. Пьезографик

Результаты конструкторского расчета

В результате расчета по каждому объекту водопроводной сети будут записаны итоговые данные. Для просмотра результатов необходимо открыть окно семантической информации по конкретному объекту.

- [«По источникам водоснабжения»](#)
- [«По потребителям»](#)
- [«По узлам \(водопроводные колодцы, разветвления\)»](#)
- [«По водопроводным колодцам с гидрантом \(пожарные гидранты, водопроводные колонки\)»](#)
- [«По участкам водопроводной сети»](#)

По источникам водоснабжения

1. H_{in} , *Полный напор на выходе, м* - в результате расчета определяется полный напор на выходе, то есть сумма напора на выходе из источника и геодезической отметки.
2. P_{in} , *Напор на выходе, м* - в результате расчета определяется напор на выходе.
3. G , *Расход воды, л/с* - в результате расчета определяется расход воды в л/с.
4. $Gm3$, *Расход воды, м³/час* - в результате расчета определяется расход воды в м³/ч.

По потребителям

1. G , *Текущий расход воды, л/с* - в результате расчета определяется текущий расход воды.
2. H , *Полный напор, м* - в результате расчета определяется полный напор, то есть сумма напора и геодезической отметки.
3. P , *Напор, м* - в результате расчета определяется напор.

По узлам (водопроводные колодцы, разветвления)

1. H , *Полный напор, м* - в результате расчета определяется полный напор, то есть сумма напора и геодезической отметки.
2. P , *Напор, м* - в результате расчета определяется напор.

По водопроводным колодцам с гидрантом (пожарные гидранты, водопроводные колонки)

1. G , *Текущий расход воды, л/с* - в результате расчета определяется текущий расход воды.
2. H , *Полный напор, м* - в результате расчета определяется полный напор, то есть сумма напора и геодезической отметки.
3. P , *Напор, м* - в результате расчета определяется напор.

По участкам водопроводной сети


1. G , *Расход воды на участке, л/с* - в результате расчета определяется расход воды на участке в л/с.
2. $Gm3$, *Расход воды на участке, м³/час* - в результате расчета определяется расход воды на участке в м³/ч.
3. DN , *Потери напора на участке, м* - в результате расчета определяются потери напора на участке.

4. d_{Hud} , Удельные линейные потери, мм/м - в результате расчета определяются удельные линейные потери на участке.
5. V , Скорость движения воды на участке, м/с - в результате расчета определяется скорость воды на участке.
6. D_{rek} - Диаметр трубы (конструкторский), м - в результате расчета определяется диаметр участка трубопровода.

Пример конструкторского расчета

Для примера будет использована сеть *Пример водопроводной сети*, которую можно загрузить через меню Пуск/Zulu 7.0/Водоснабжение/Пример водопроводной сети.

Для расчета:

1. Выберите команду главного меню Задачи/ZuluHydro или нажмите на панели инструментов . Откроется диалог гидравлических расчетов. Выберите вкладку *Конструкторский*.

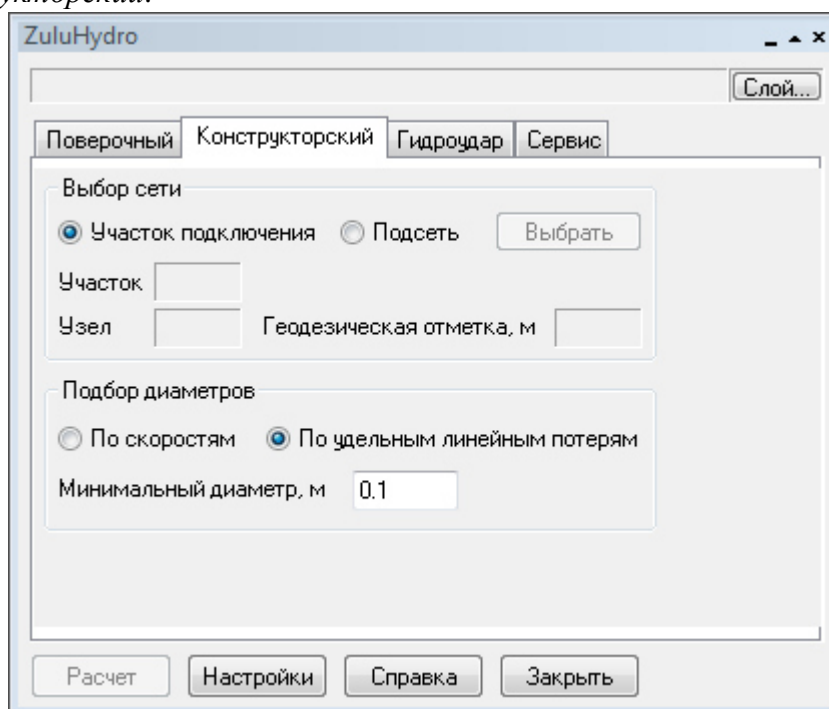


Рисунок 124. Вкладка Конструкторский

2. Нажмите кнопку **Слой..**, в открывшемся диалоге выберите слой рассчитываемой водопроводной сети и нажмите кнопку **ОК** чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог.

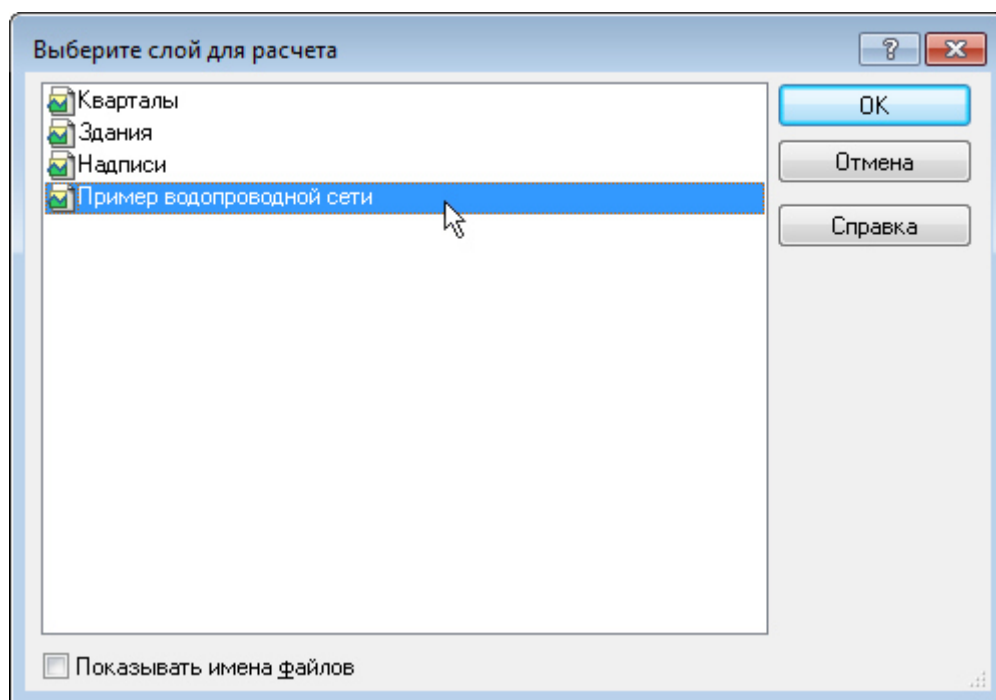



Рисунок 125. Диалог выбора слоя

3. В режиме Выделить  выберите участок водопроводной сети, для которого будет производиться конструкторский расчет, нажав на него левой кнопкой мыши, при этом выделенный участок замигает. В случае если объект не выделяется (слой не активный), следует повторить выделение удерживая нажатыми клавиши **Ctrl+Shift**. Расчет будет производиться для всех участков водопроводной сети следующих по направлению за выделенным. Участок не должен находиться в кольце.

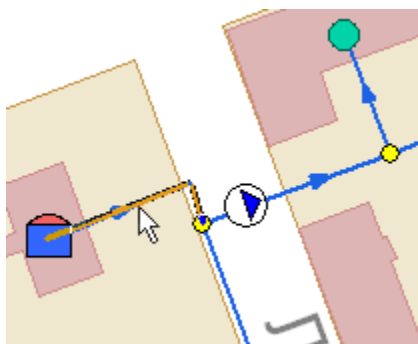


Рисунок 126. Выделение участка

4. На панели *Конструкторского расчета* установите опцию *Участок подключения*, после чего нажмите кнопку **Выбрать**.

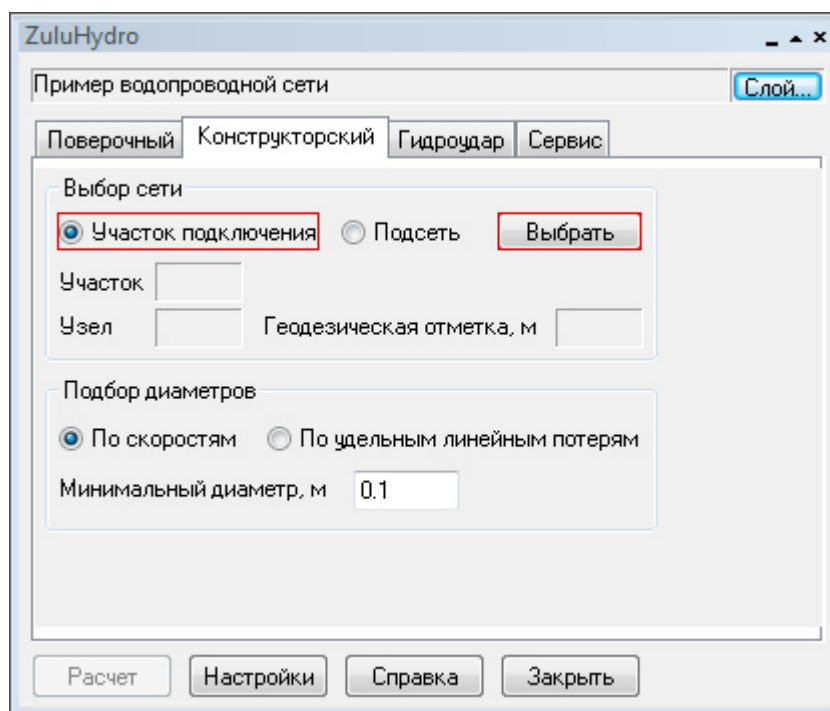


Рисунок 127. Выбор участка подключения

При этом участки водопроводной сети, следующие за выбранным, окрасятся в красный цвет, включая и выбранный участок, а участки, не попавшие в выборку - в серый.

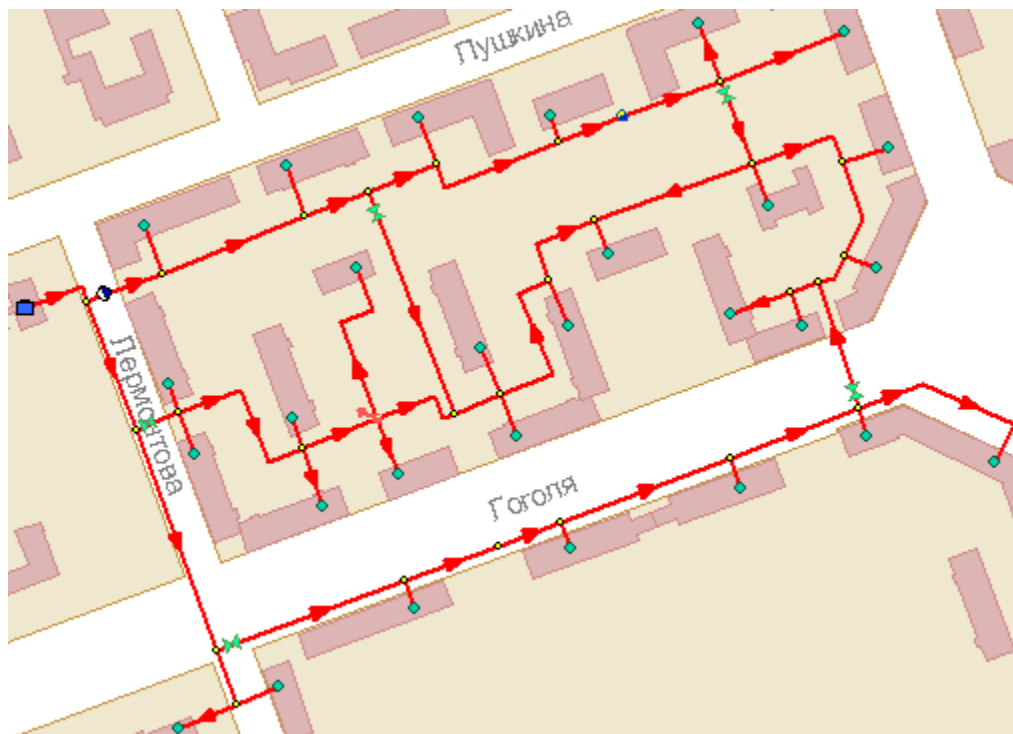
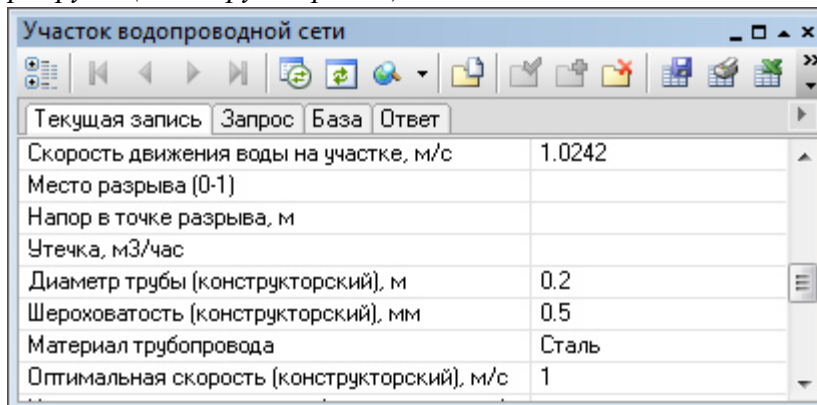


Рисунок 128. Окрашенная сеть

5. Укажите по каким параметрам будет производиться конструкторский расчет *По скоростям* или *По удельным линейным потерям*, в зависимости от того, как Вы хотите считать.
6. В поле *Минимальный диаметр, м* задайте минимальный диаметр для подбираемых трубопроводов.
7. Нажмите кнопку **Расчет**. Результаты расчета можно просмотреть, открыв окно семантической информации по рассчитанным участкам трубопроводов в полях *Диаметр трубы (конструкторский), м*.



Участок водопроводной сети	
Текущая запись Запрос База Ответ	
Скорость движения воды на участке, м/с	1.0242
Место разрыва (0-1)	
Напор в точке разрыва, м	
Утечка, м3/час	
Диаметр трубы (конструкторский), м	0.2
Шероховатость (конструкторский), мм	0.5
Материал трубопровода	Сталь
Оптимальная скорость (конструкторский), м/с	1

Рисунок 129. Просмотр результатов конструкторского расчета

Расчет гидравлического удара водопроводной сети

Цель расчета

В каждой сети водоснабжения каждый день возникают переходные процессы. Более интенсивные приводят к мгновенным разрушениям (гидравлический удар), менее интенсивные вызывают преждевременный износ элементов сети.

Для того чтобы уменьшить издержки от негативного влияния переходных процессов. Прежде всего, выяснить где, почему и насколько интенсивные переходные процессы возникают. В соответствии с этим спланировать мероприятия по защите сети. Оценить эффективность планируемых мер.

Все эти и многие другие возможности предоставляет расчет гидравлического удара водопроводной сети.

Данный расчет предназначен для расчета нестационарных процессов в сложных трубопроводных гидросистемах.

Цель расчета – выявления участков и узлов сети, подвергающихся за время переходного процесса воздействию недопустимо высокого или низкого давления. В качестве событий, порождающих переходные процессы, предполагается включение или выключение насосов либо открытие или закрытие задвижек, а также разрыв трубы.

Знакомство с панелью расчетов

Панель гидравлического удара представлена ниже:

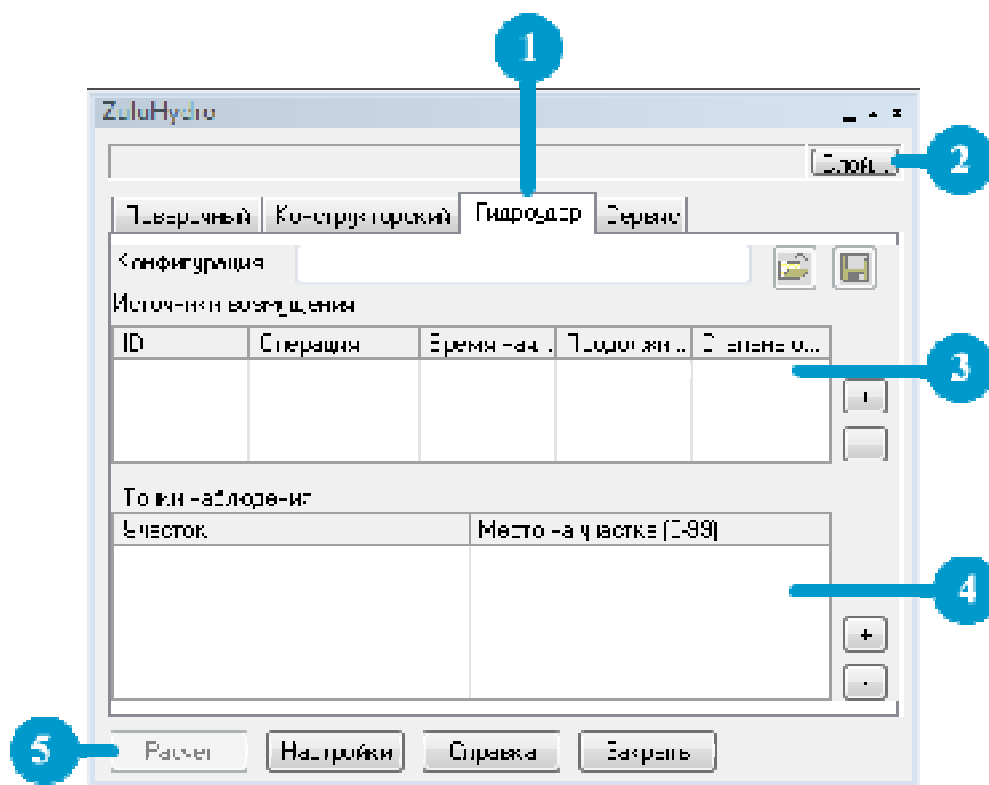


Рисунок 130. Знакомство с панелью расчетов

1. Вкладка выбора вида расчета.
2. Кнопка выбора слоя для расчета.
3. Раздел выбора источника возмущения.
4. Раздел выбора точки наблюдения.
5. Кнопка запуска расчета


Задание инструкций

Задание инструкций для расчета гидравлического удара водопроводной сети состоит из нескольких этапов:


1. [«Открытие панели гидравлических расчетов ZuluHydro».](#)
2. [«Выбор источника возмущения».](#)
3. [«Выбор маршрута для наблюдения бегущих волн».](#)
4. [«Выбор точек наблюдения за изменением давления в сечении трубопровода».](#)
5. [«Сохранение конфигурации расчета».](#)

Открытие панели гидравлических расчетов ZuluHydro

Для выполнения расчета переходных процессов (гидроудара):



1. Выполните команду главного меню Задачи/ZuluHydro или нажмите на панели инструментов кнопку . Откроется окно гидравлических расчетов.

2. Нажмите кнопку **Слой...**, выберите слой рассчитываемой водопроводной сети, затем для подтверждения выбора и закрытия диалога нажмите кнопку **ОК**.
3. В окне гидравлических расчетов перейдите на вкладку *Гидроудар*.

Если расчет нужной сети уже проводился, и задание на расчет было сохранено, то для подготовки к расчету достаточно нажать кнопку открыть  и выбрать соответствующую конфигурацию.

Выбор источника возмущения

Переходные процессы в сети возникают только при наличии одного или нескольких источников возмущения. В программе предусмотрена возможность выбирать в качестве источников возмущения включение /выключение насоса либо открытие/закрытие задвижки.

Чтобы включить насос, имеющийся в сети, в список *Источники возмущения* нужно нажать на панели инструментов кнопку выделить , с помощью левой кнопки мыши выделить насос на карте (слой с сетью должен быть активным), затем нажать кнопку добавить  на панели *ZuluHydro*.

В результате появится запись, содержащая ID насоса и Операция Отключение (по умолчанию).

Для замены операции на включение следует нажать левой клавишей мыши по полю с надписью *Отключение*, тогда появится кнопка открытия списка, в списке надо выбрать *Включение*. Если насос включается (отключается) не в нулевой момент времени, то следует заполнить поле *Время начала* (в секундах).

Остальные поля заполняются только для задвижек. Это *Продолжительность операции* и *Степень открытия задвижки в начальный момент времени*.

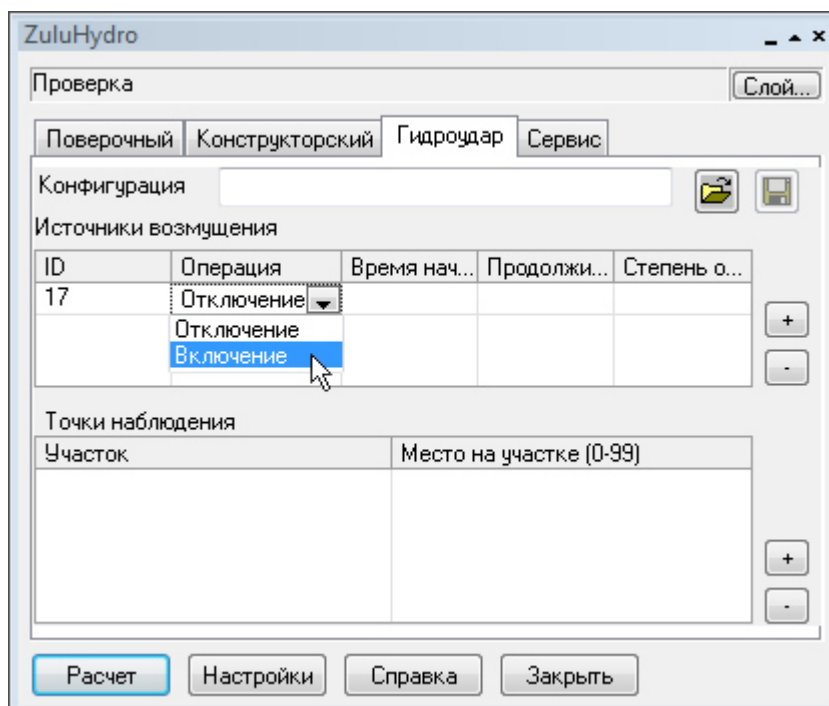





Рисунок 131. Выбор и источника возмущения

Выбор маршрута для наблюдения бегущих волн

Для выбора маршрута надо нажать кнопку выбор пути , отметить флажками начало и конец маршрута, а при необходимости и несколько промежуточных узлов (слой сети при этом должен быть активным). Выделение маршрута завершается двойным щелчком по любому месту карты, при этом маршрут окрасится красным цветом.

Выбор точек наблюдения за изменением давления в сечении трубопровода

Для выбора точки наблюдения надо с помощью кнопки  выделить участок, на котором находится нужная точка, затем нажать кнопку добавить  на панели ZuluHydro.

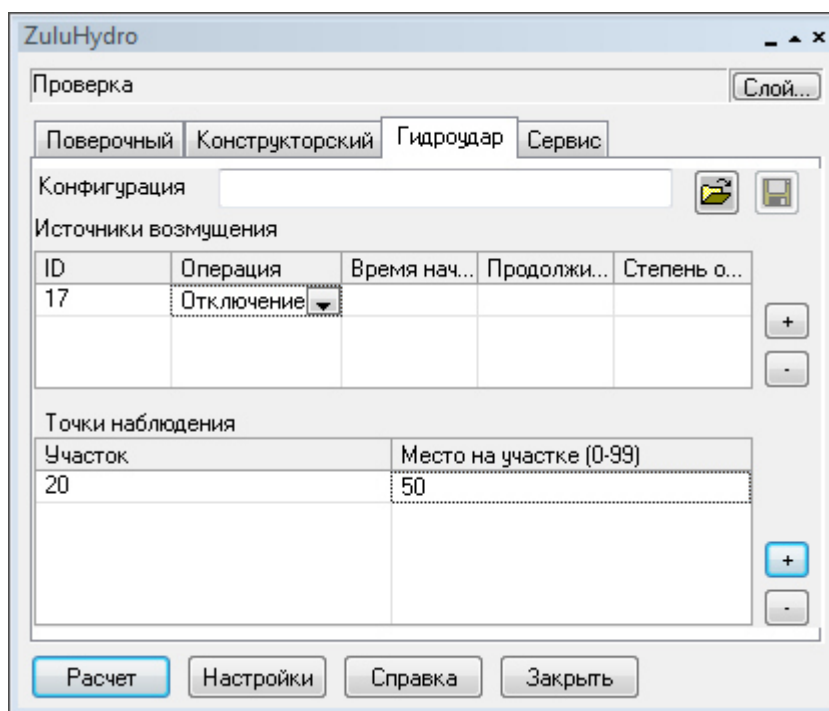



Рисунок 132. Выбор точек наблюдения

В приведенном выше примере участок имеет ID = 20, а точка наблюдения находится в середине участка, поскольку в поле Место на участке введено 50%.

Сохранение конфигурации расчета

Для сохранения установок для последующего вызова и использования надо набрать название численного эксперимента в поле Конфигурация, например, Эксперимент 001 и нажать кнопку сохранить .

Запуск расчета переходных процессов

Расчет гидравлического удара может состоять из нескольких этапов:

1. [«Вызов окна визуализации расчетов».](#)
2. [«Установка параметров расчета и их сохранение».](#)
3. [«Подготовка начальных условий».](#)
4. [«Расчет переходных процессов».](#)
5. [«Просмотр результатов расчета».](#)
6. [«Печать результатов».](#)

Вызов окна визуализации расчетов

Для вызова окна визуализации расчетов нужно нажать кнопку **Расчет** на панели *ZuluHydro*, в результате увидим:

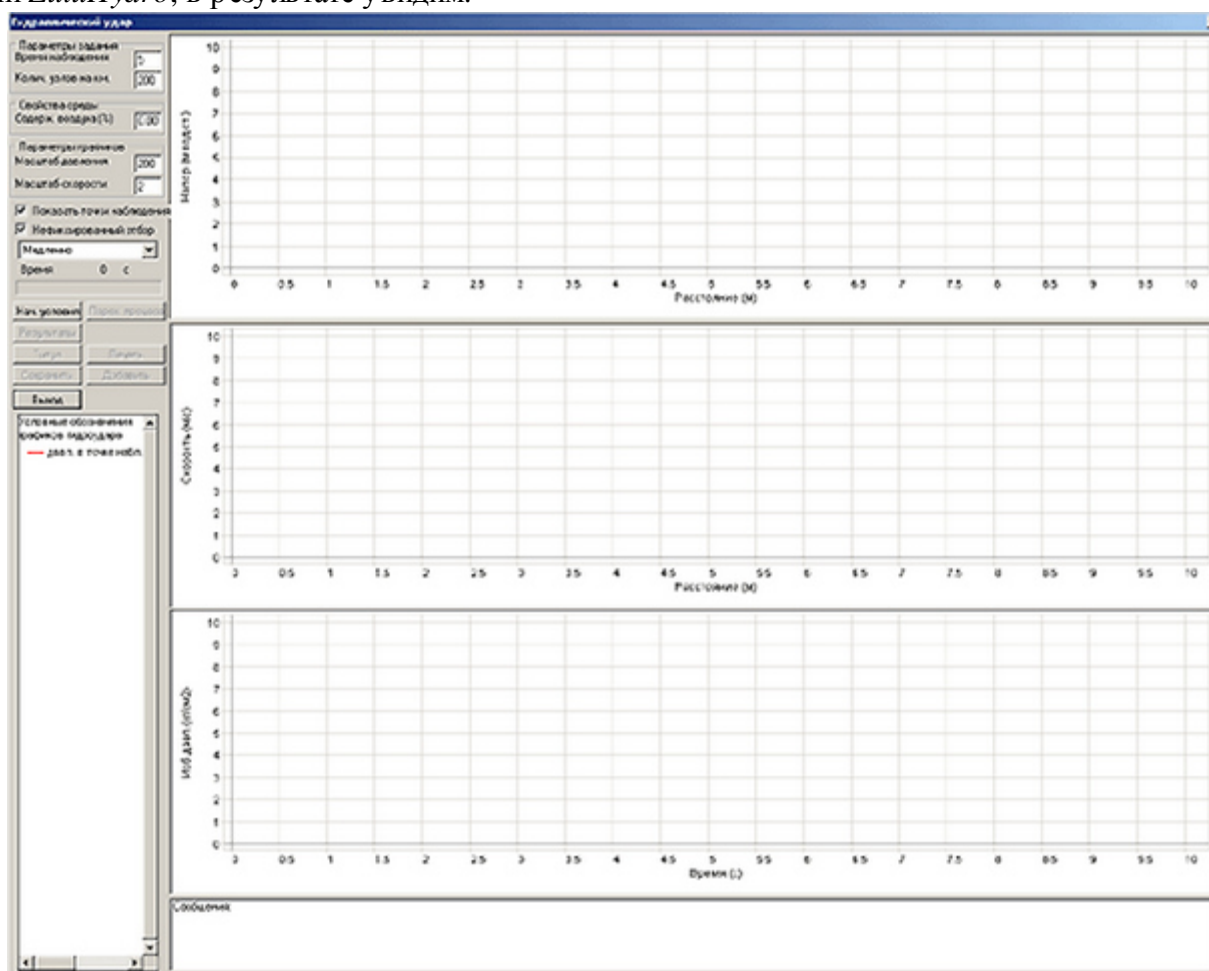


Рисунок 133. Окно визуализации расчетов

Установка параметров расчета и их сохранение

До начала расчетов имеется возможность изменить значения некоторых параметров: время наблюдения (с), точность расчетов (количество узлов на километр), процент содержания нерастворенных газов в жидкости и масштабы для построения графиков.

Сохранить эти параметры можно после закрытия окна вместе с другими данными конфигурации численного эксперимента.

Подготовка начальных условий

До запуска расчета переходных процессов обязательно нужно выполнить подготовку начальных условий – кнопка **Нач. условия**. После выполнения расчета стационарного режима появятся графики давлений и скоростей в двух верхних окнах соответственно (графики, соответствующие соседним трубам, изображаются разными цветами).

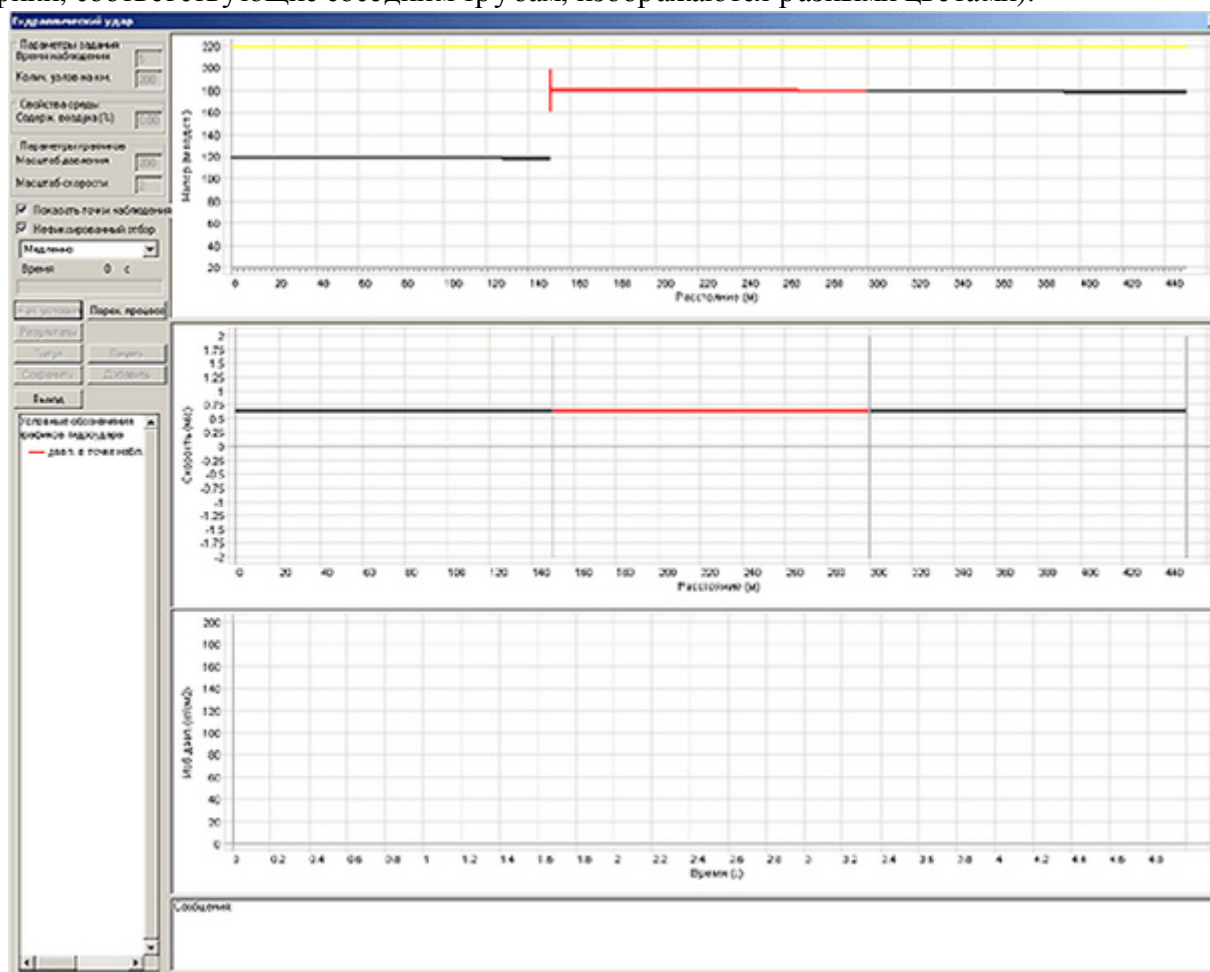


Рисунок 134. Окно визуализации расчетов

Помимо давления (точнее пьезометрический напор) на верхнем рисунке имеются графики земной поверхности и предельно допустимых давлений (желтая линия).



Внимание

Если из верхнего графика можно сделать вывод об опорожнении системы, то достоверность дальнейших расчетов не гарантируется. Следует уточнить исходные данные.

Расчет переходных процессов

Для запуска расчета переходных процессов следует нажать кнопку **Перех. процесс**. Во время расчета на верхних двух графиках можно наблюдать распространение волн разрежения и сжатия, а в нижнем окне происходит построение графиков зависимости давления от времени в выбранных точках наблюдения.

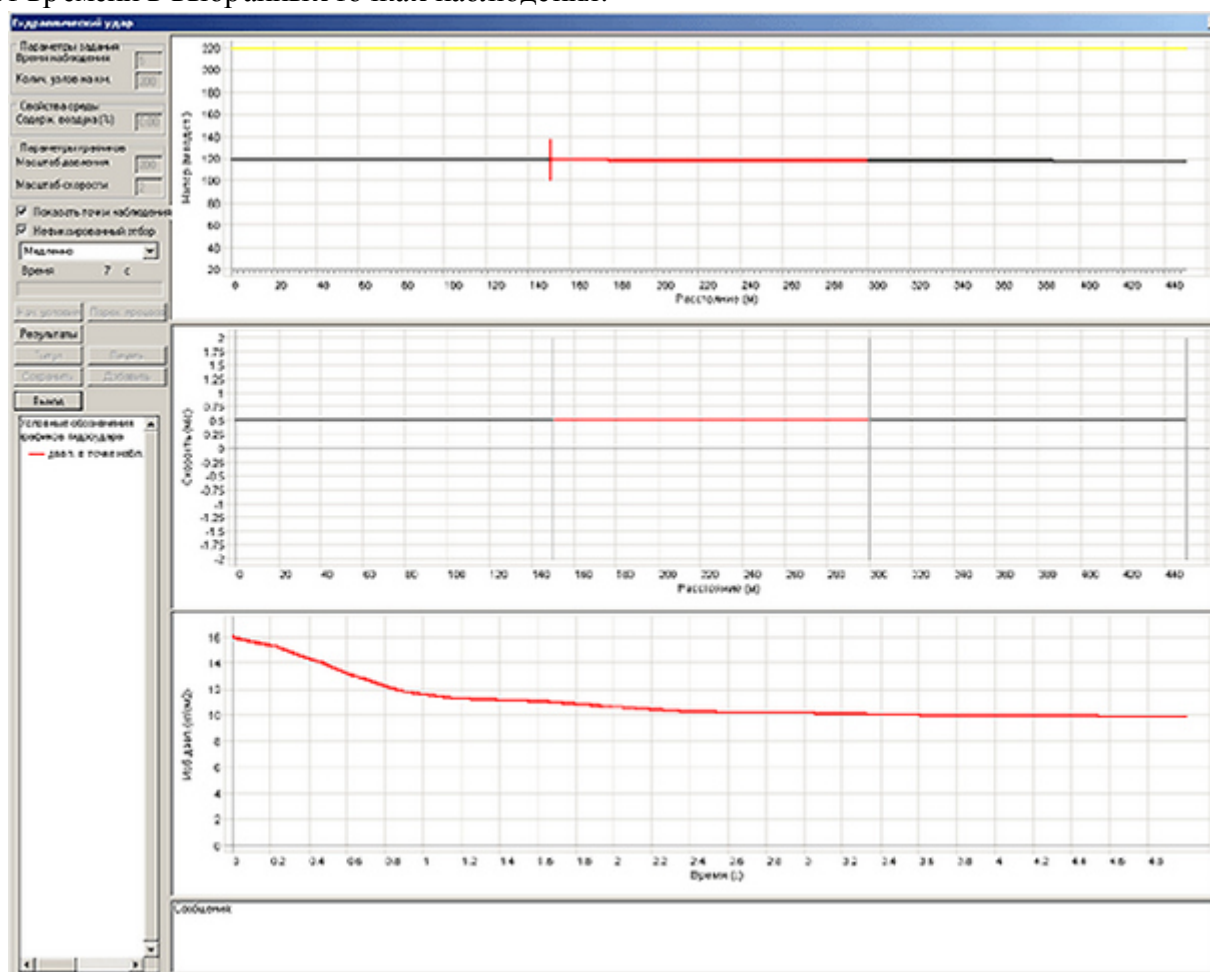


Рисунок 135. Окно визуализации расчетов

Просмотр результатов расчета

Для анализа результатов расчета можно вывести на экран графики наибольшего и наименьшего давлений в каждой точке маршрута наблюдений, достигнутых за время эксперимента (кнопка **Результаты**).

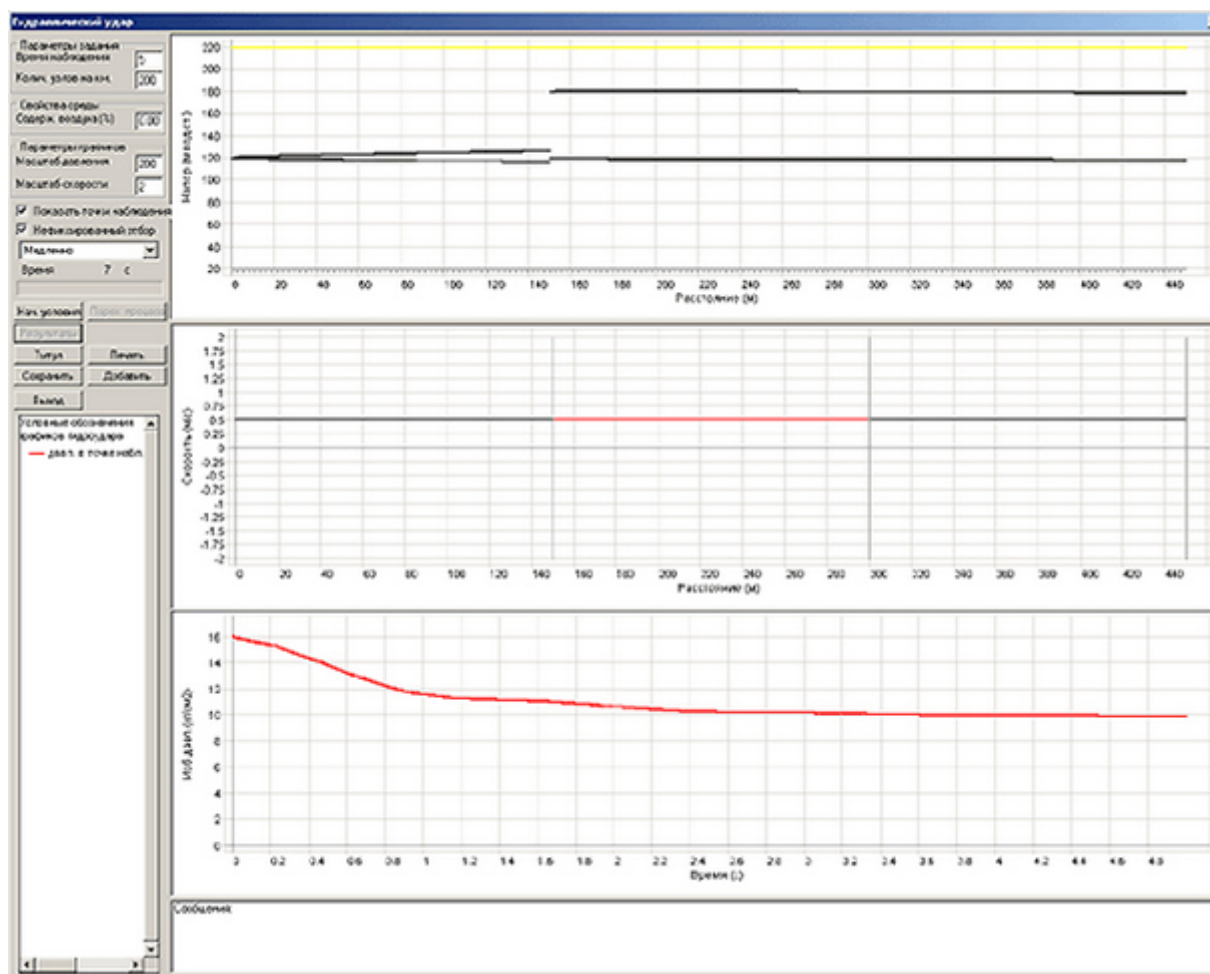


Рисунок 136. Окно визуализации расчетов

Отметим, что в процессе расчета переходного процесса программа выдает сообщения о превышении предельно допустимого давления и о срыве всасывания на входе насоса.

Полная информация о наибольшем и наименьшем давлении для всех участков (не только входящих в маршрут) записывается в базу данных и может быть проанализирована с помощью запросов. После чего (при необходимости визуализации результатов) можно выбрать новый маршрут и новые точки наблюдения, а затем повторить расчет.

Печать результатов

Наиболее важную графическую информацию можно вывести на принтер (кнопка **Печать**). Имеется возможность добавить к графикам комментарии (кнопка **Титул**). Там же предоставлена возможность выбора черно-белых графиков.

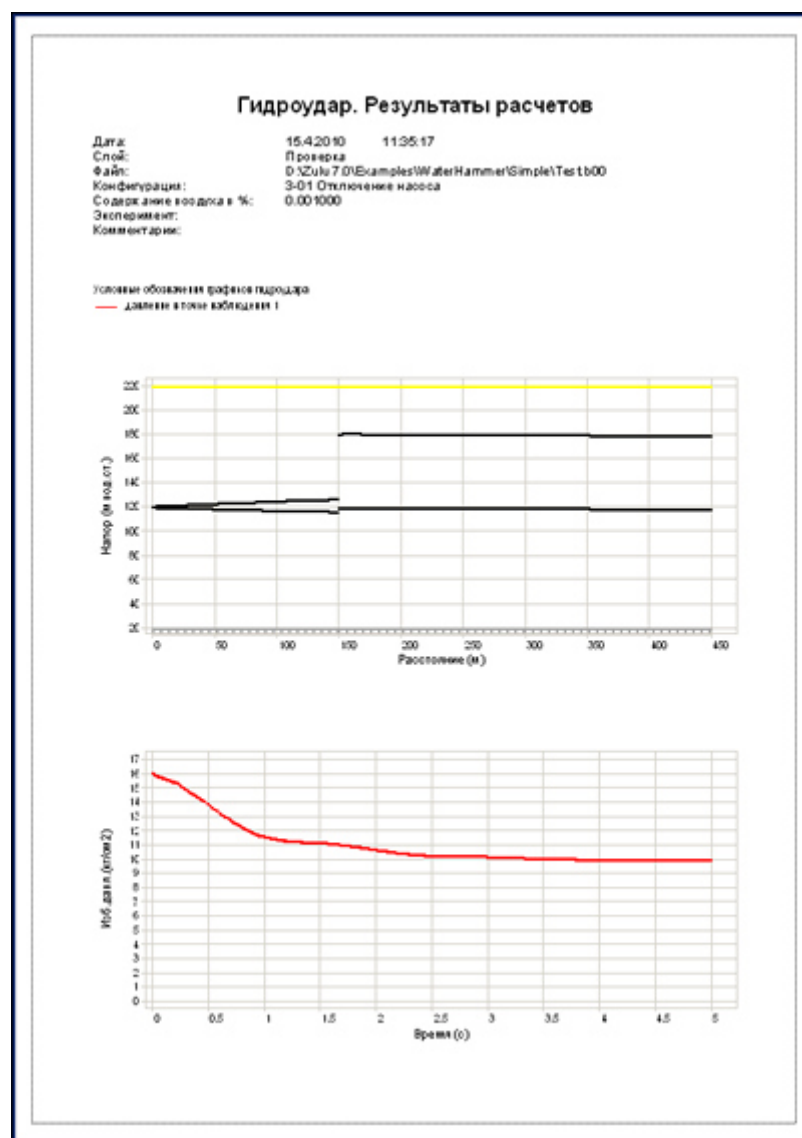


Рисунок 137. Окно визуализации расчетов

Возможные сообщения при проведении расчета

Предупреждение о достижении условно допустимого давления

В момент первого превышения допустимого давления в окне сообщений появляется предупреждение, но расчет при этом продолжается. По окончании расчета в базу данных по участкам записываются значения давлений, как наибольшего за время расчета, так и наименьшего. Кроме того, записываются координаты точек, в которых эти значения были достигнуты и соответствующие моменты времени.

Предупреждение о возникновении кавитации на входе насоса

В момент первого снижения давления на входе насоса ниже нормативного в окне сообщений появляется предупреждение, но расчет при этом продолжается.

Предупреждение о возможной потере точности: насос II

При появлении этого предупреждения рекомендуется проверить, не занижена ли величина момента инерции агрегата включающего ротор электродвигателя и рабочее колесо насоса.

Если момент инерции введен верно, то рекомендуется повысить точность расчетов (увеличить количество расчетных точек на километр).

Примеры расчета гидравлического удара

Далее вы сможете ознакомиться со следующими примерами расчета:

Простейшие примеры расчета переходных процессов

Следующие примеры иллюстрируют типичные переходные процессы при различных возмущениях:

- [«Закрытие задвижки»](#).
- [«Открытие задвижки»](#).
- [«Отключение насоса»](#).
- [«Включение насоса»](#).

Отметим, что большое количество примеров имеется в главе [«Обоснование методики»](#).

После иллюстрации расчетов приведен краткий анализ ([«Комментарии»](#)) наиболее характерных особенностей полученных результатов.

Для просмотра примеров выполним ряд действий. Загрузим в ГИС Zulu карту для этого выполним Windows-команду Пуск\Программы\Zulu 7.0\Водоснабжение\Примеры гидроудара 1.

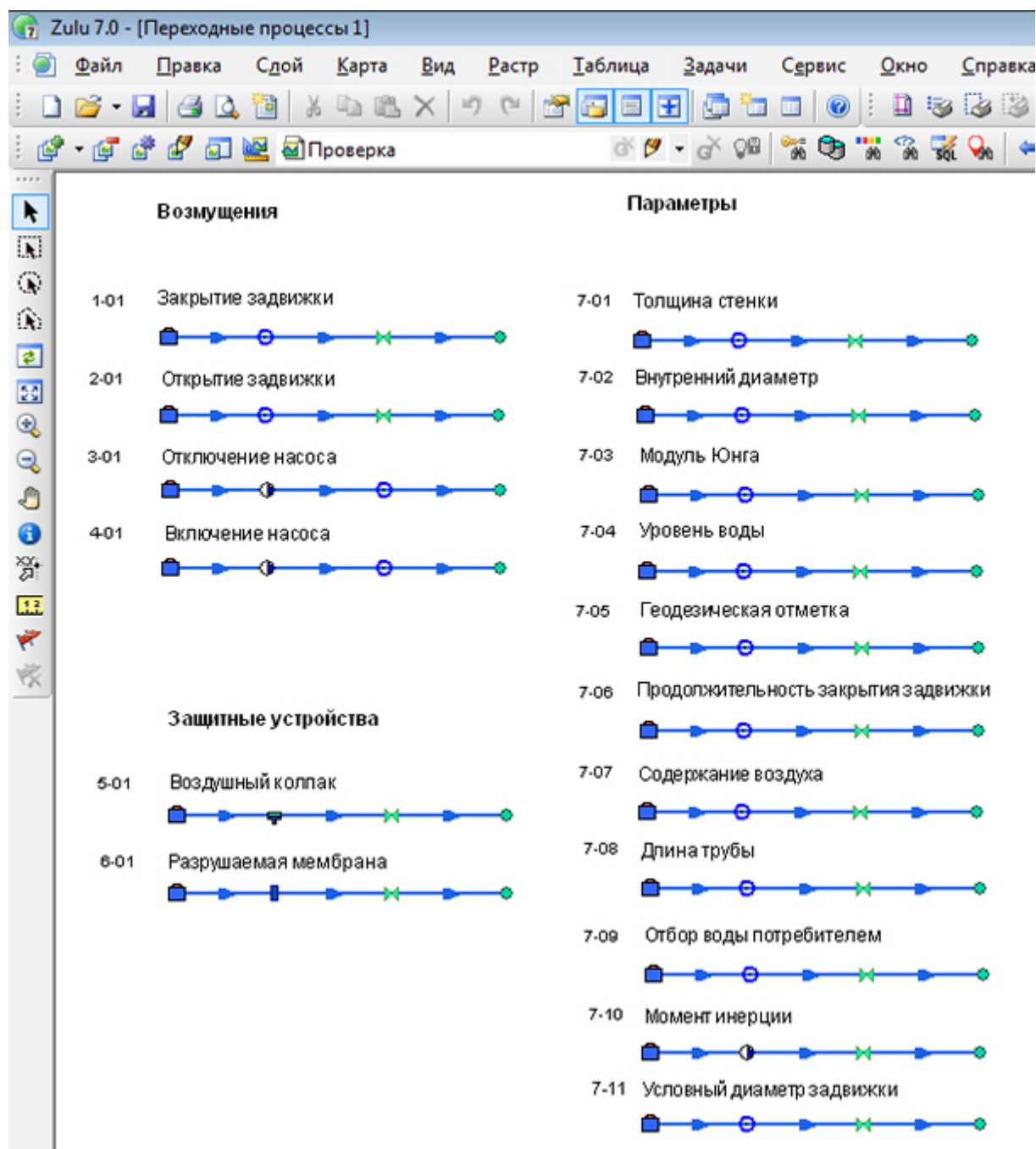



Рисунок . Карта с загруженным примером

Затем выберите команду главного меню Задачи/ZuluHydro или нажмите на панели инструментов кнопку . Откроется диалог гидравлических расчетов. Укажите вкладку *Гидроудар*.

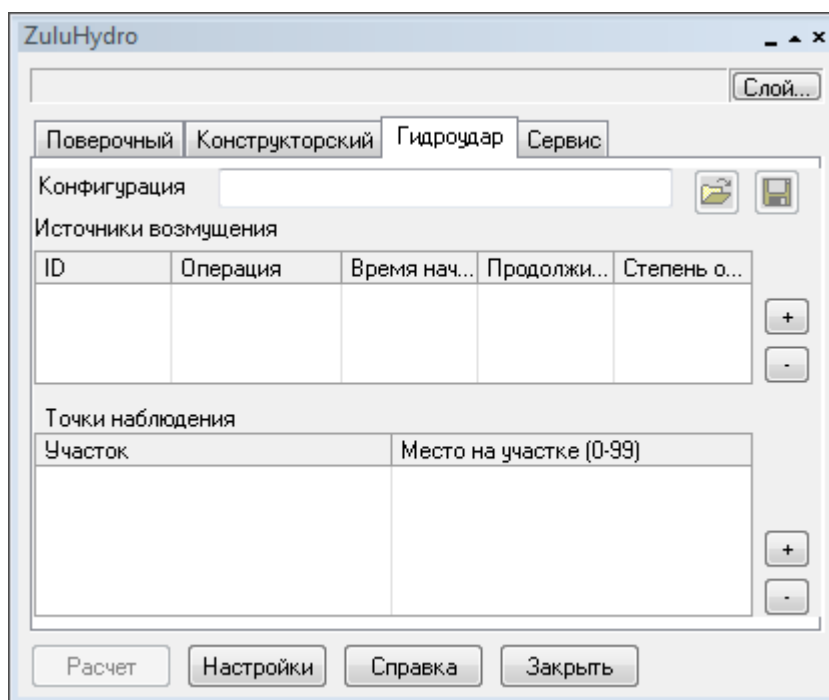


Рисунок 139. Вкладка Гидроудар

Нажмите кнопку **Слой..**, в открывшемся диалоге выберите слой *Проверка* и нажмите кнопку **ОК** чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог.

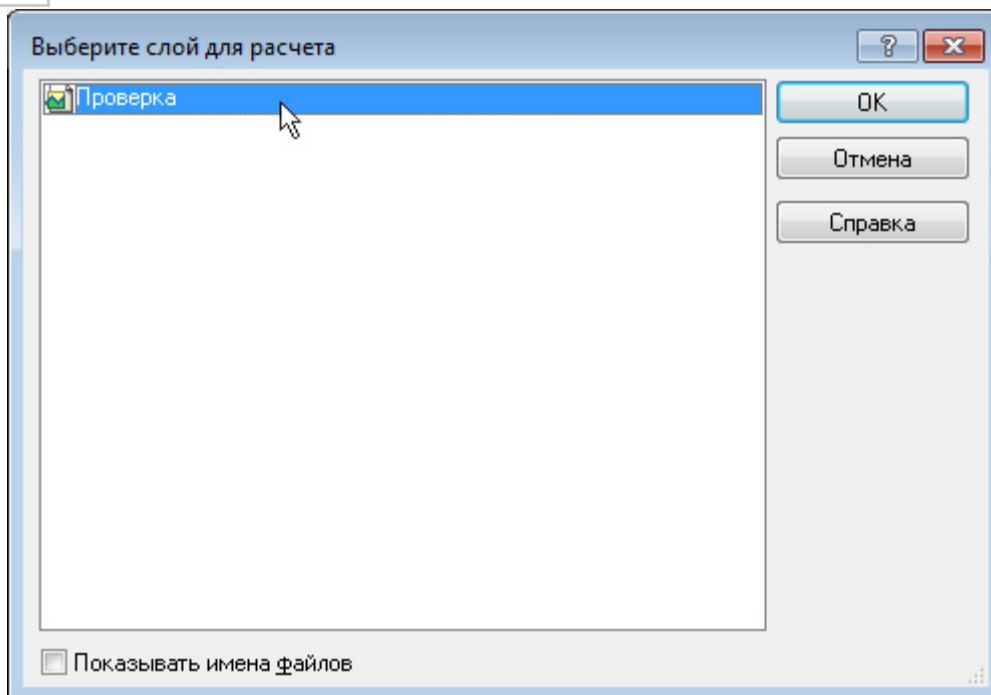



Рисунок 140. Диалог выбора слоя

С помощью кнопки  откройте список *Конфигурация* и выберите одну из конфигураций.

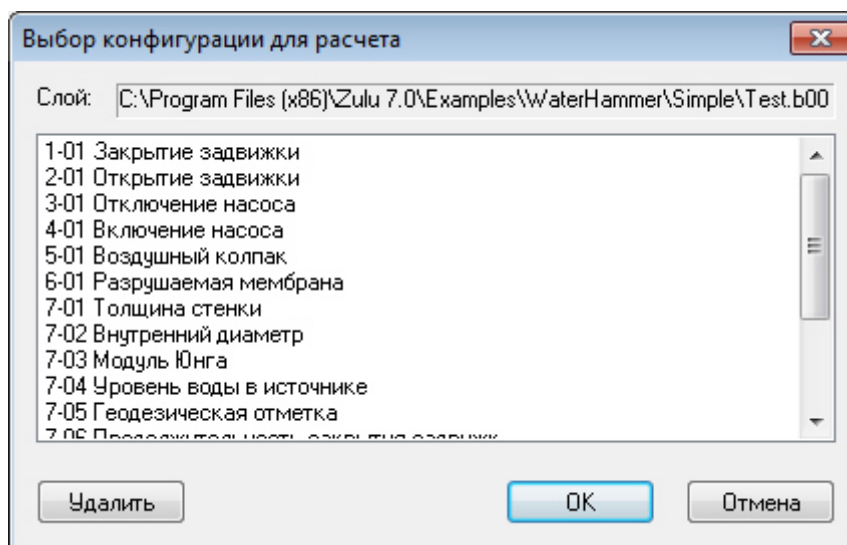


Рисунок 141. Диалог выбора конфигурации для расчета

Закрытие задвижки

При выборе первой конфигурации увидим:

1-01 Закрытие задвижки

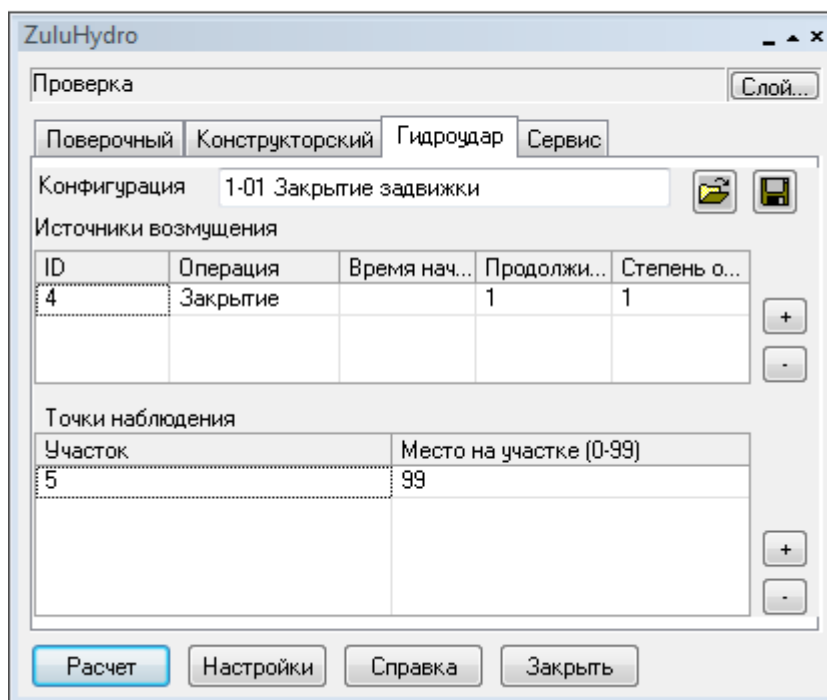


Рисунок 142. Конфигурация закрытия задвижки

На этом рисунке видно, что в выбранной конфигурации заданы:

- источник возмущения (ID = 4 задвижки, операция - закрытие, время начала выполнения операции - 0, продолжительность выполнения операции 1 секунда, степень открытия задвижки в начальный момент времени - 1);
- точка наблюдения (ID участка, на котором находится точка наблюдения, и расстояние от начала участка до точки наблюдения в процентах);
- маршрут для построения графиков (выделен красным).

Другие параметры данной конфигурации можно увидеть в следующем окне, которое вызывается нажатием кнопки **Расчет** на панели *Гидравлические расчеты*.

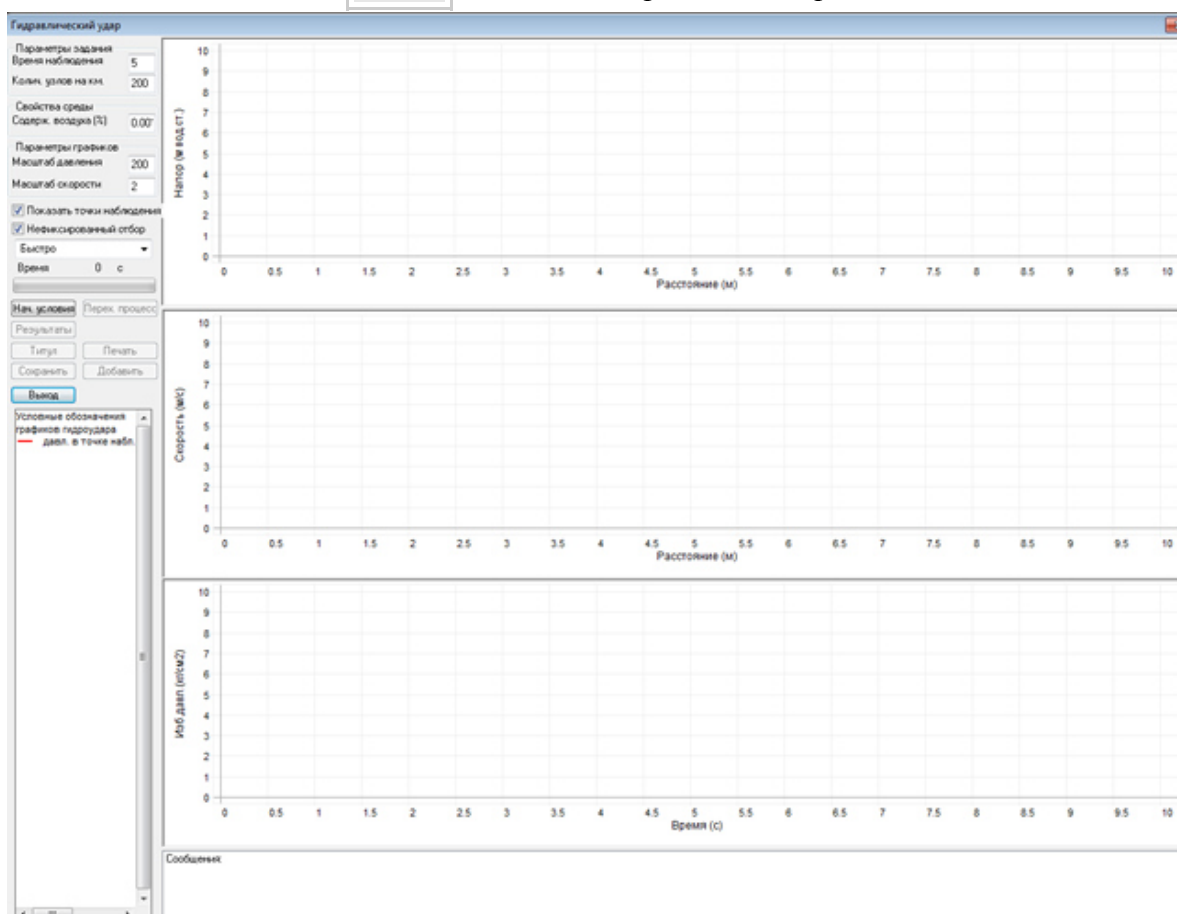


Рисунок 143. Панель расчета

Здесь мы видим параметры: время наблюдения, количество расчетных узлов на 1 километр, количество нерастворенного в воде воздуха (процент объема воздуха при атмосферном давлении), масштабы графиков давления и скорости течения жидкости.

Для расчета переходных процессов следует определить начальные условия, поэтому сначала нажимаем кнопку **Нач. условия**.

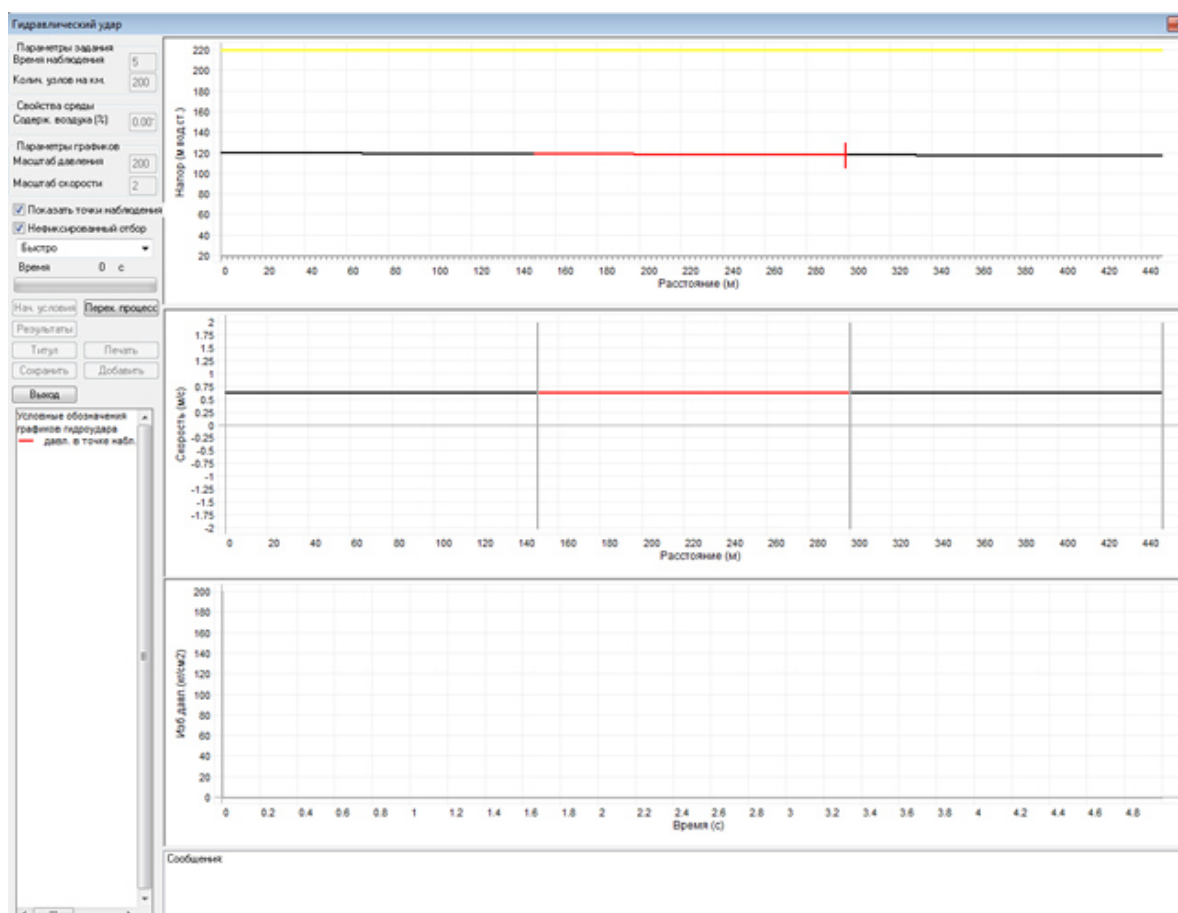


Рисунок 144. Начальные условия

После выполнения расчета стационарного режима появились графики давлений и скоростей в двух верхних окнах соответственно. В верхнем окне помимо давления имеются графики земной поверхности и предельно допустимых давлений.

Теперь можно нажать кнопку **Перех. процесс**. После выполнения расчетов увидим:

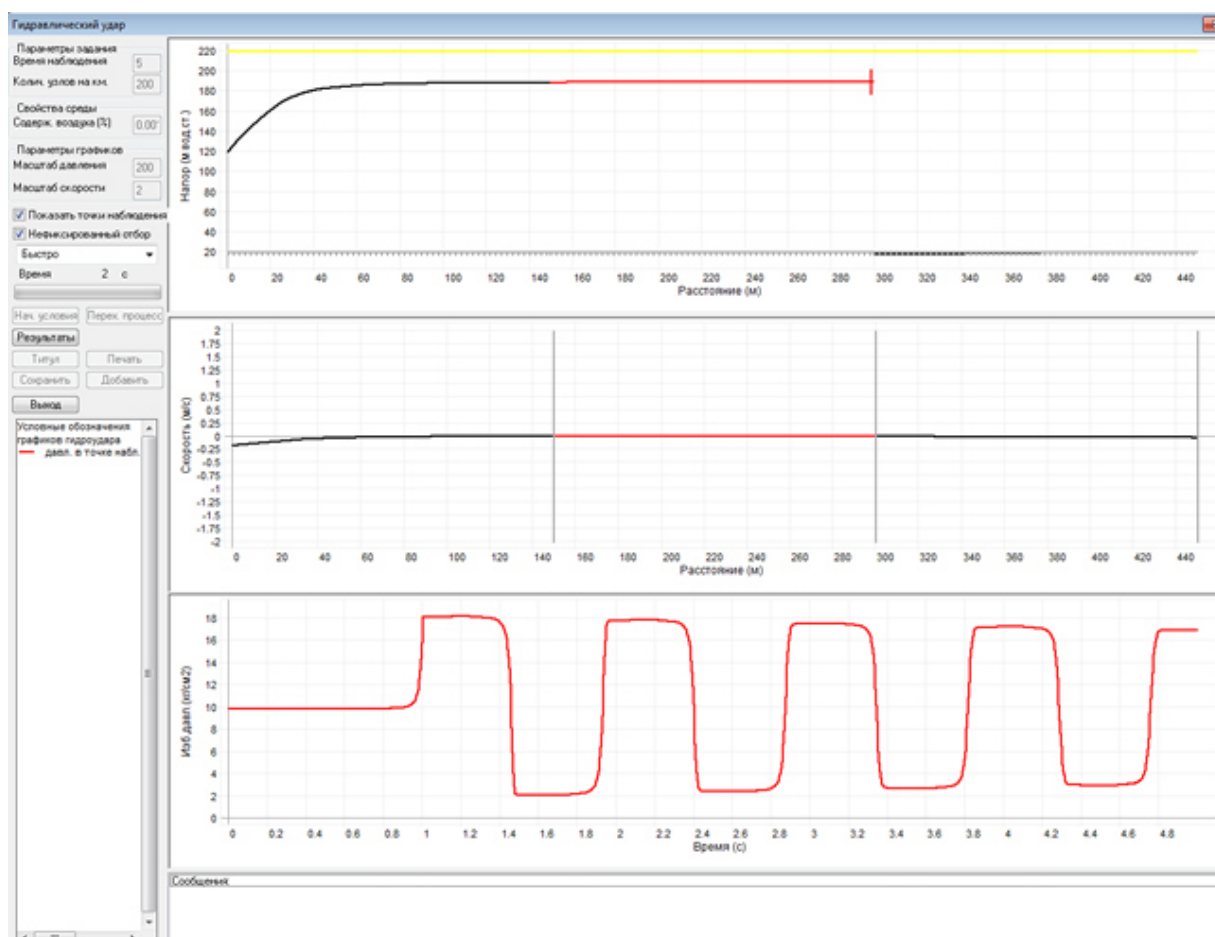


Рисунок 145. Переходной процесс

Для анализа результатов полезно вывести на экран наибольшее и наименьшее давление в каждой точке вдоль маршрута. Это осуществляется нажатием кнопки **Результаты**.

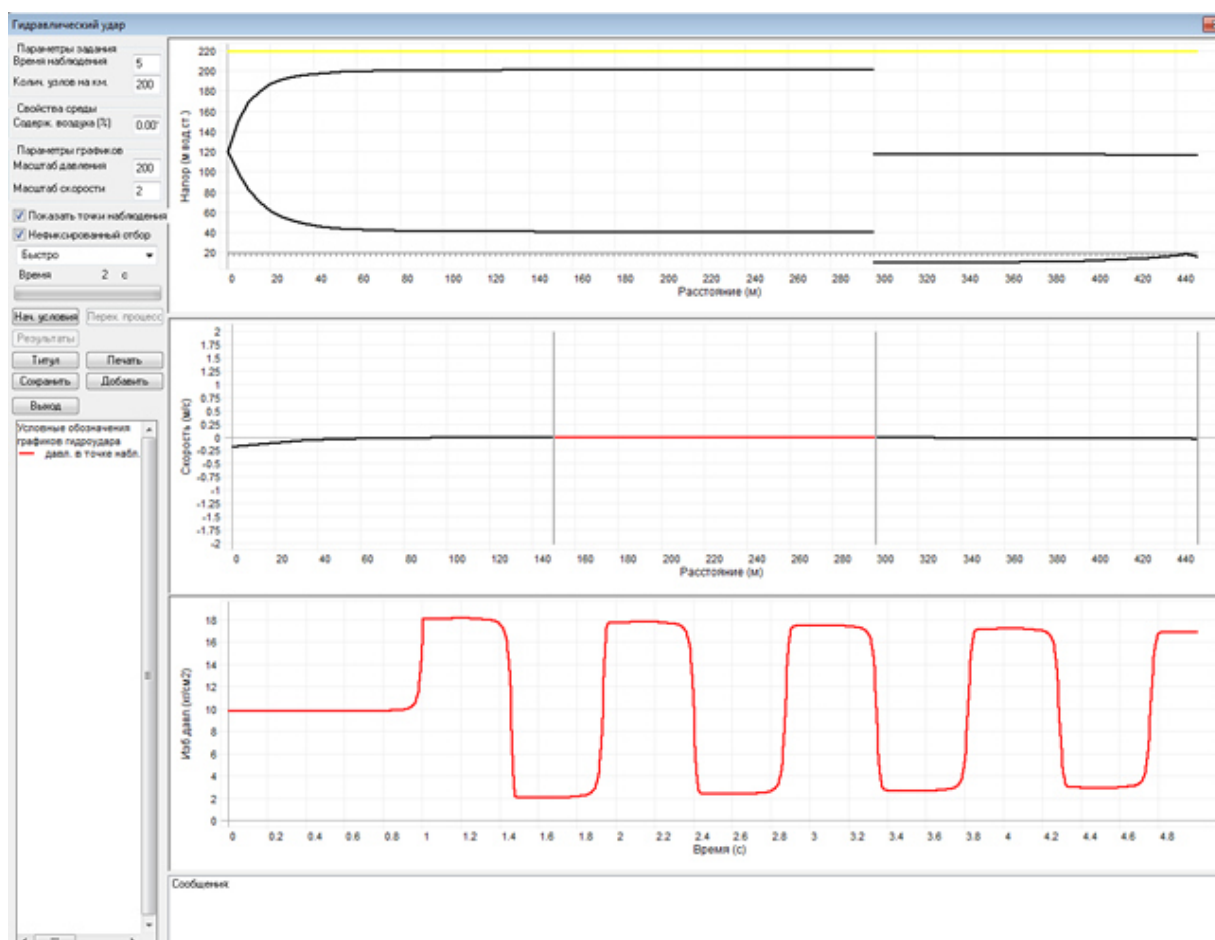


Рисунок 146. Результаты

На верхнем графике появились две новые кривые.

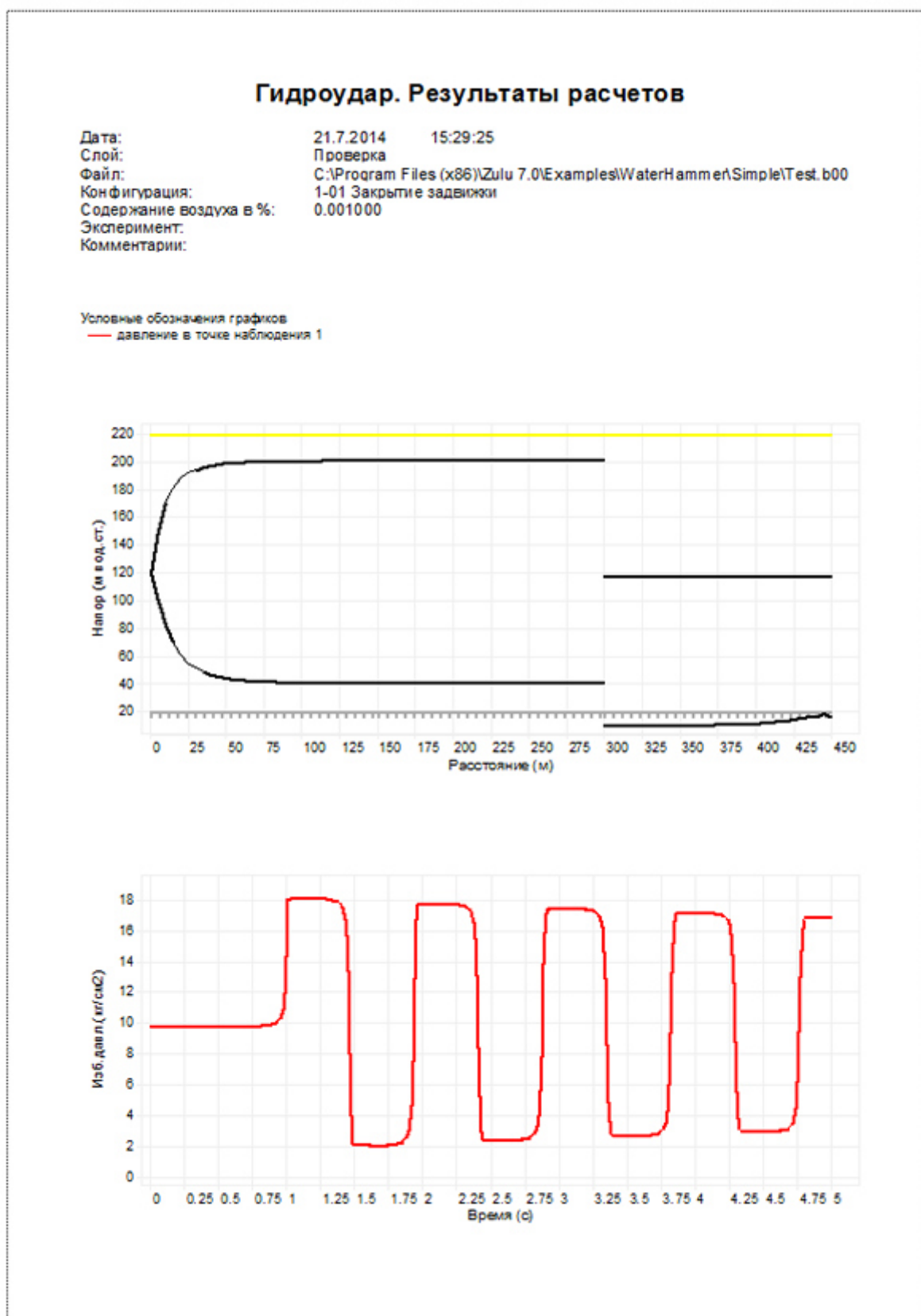


Рисунок 147. Результаты расчетов

Для распечатки наиболее важных результатов предусмотрена кнопка **Печать** и вспомогательная **Титул**. Последняя позволяет выбрать черно-белую печать и вывести необходимые сведения о численном эксперименте.

Открытие задвижки

При выборе второй конфигурации увидим:

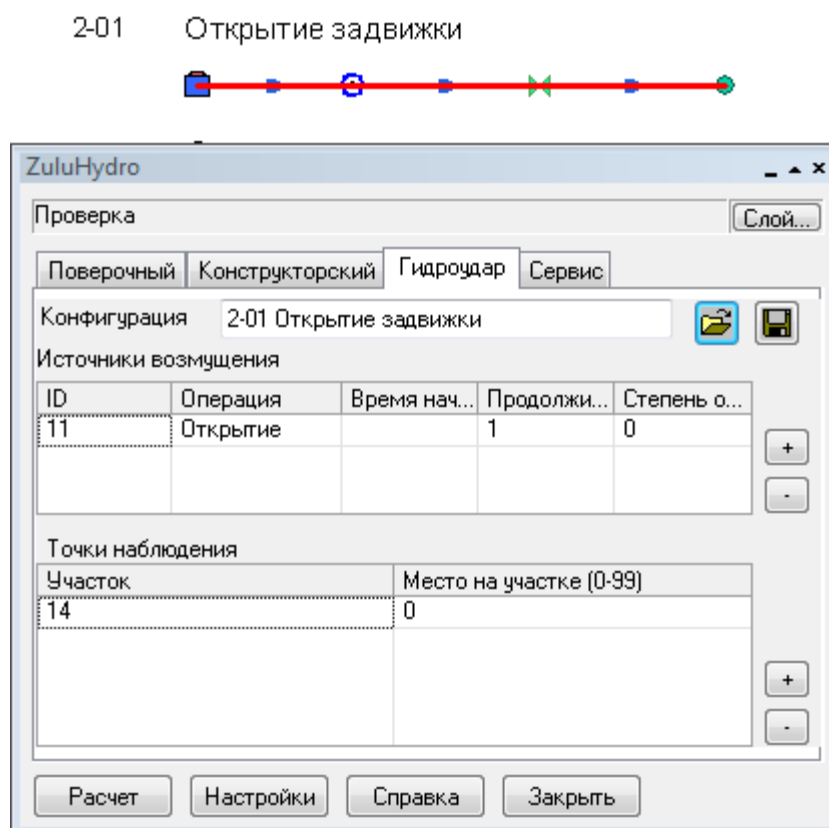


Рисунок 148. Открытие задвижки

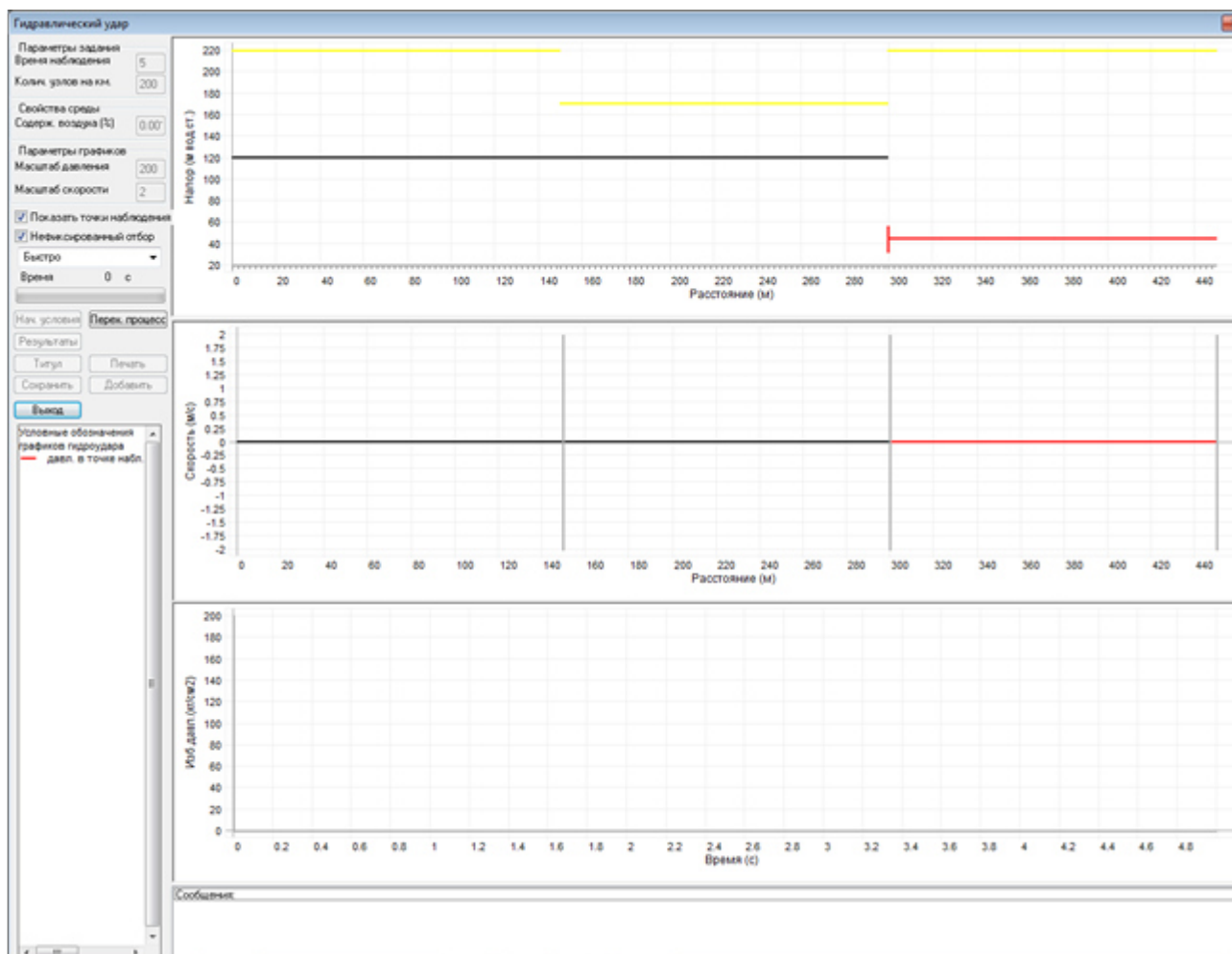


Рисунок 149. Начальные условия

Здесь в отличие от первой конфигурации назначена операция Открытие. Нажимаем кнопку **Расчет** и в появившемся окне кнопку **Нач. условия**.

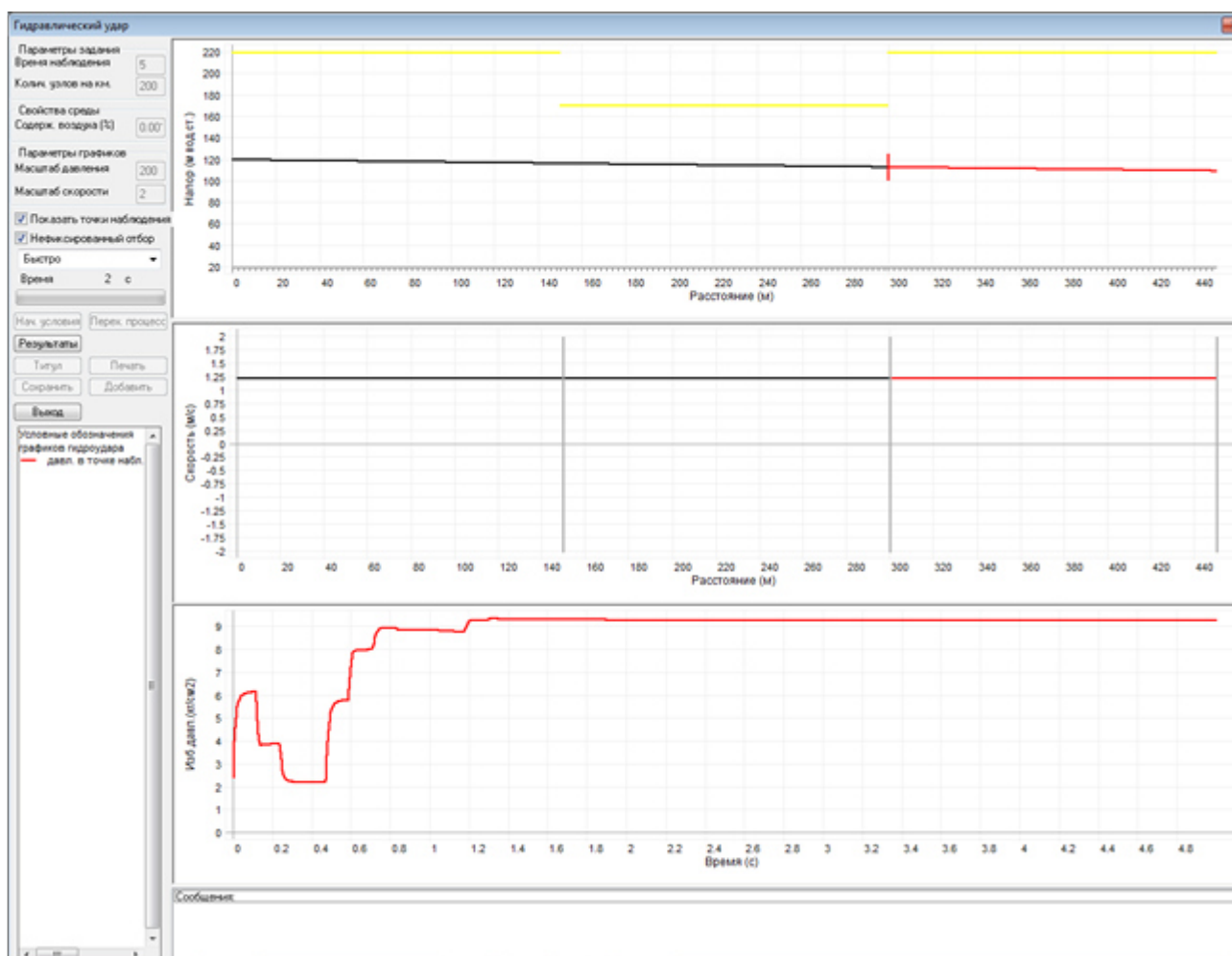


Рисунок 150. Переходной процесс

Нажимаем, как и в случае первой конфигурации кнопки **Перех. процесс** и **Результаты**.

Результаты расчетов выведем на печать в черно-белом варианте. Для этого нажмем кнопку **Печать** и уберем флажок напротив надписи *Цветная печать*.

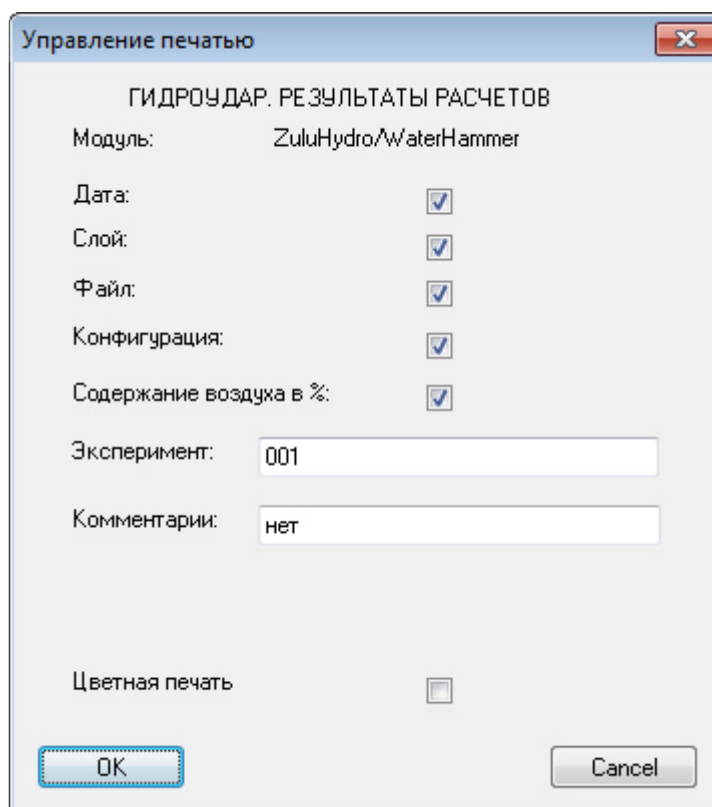


Рисунок 151. Настройки печати

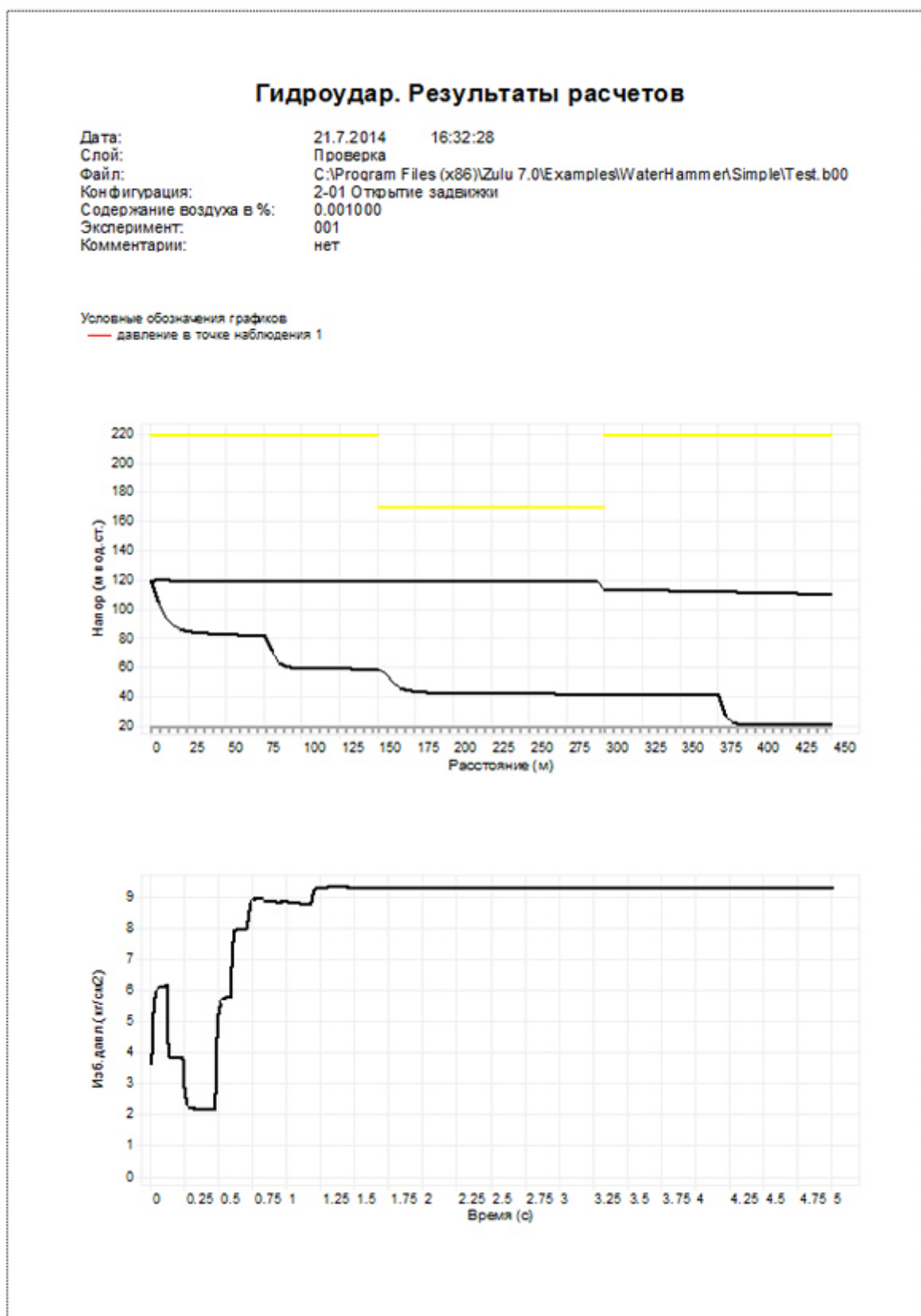


Рисунок 152. Результаты расчетов

Отключение насоса

При выборе третьей конфигурации увидим:

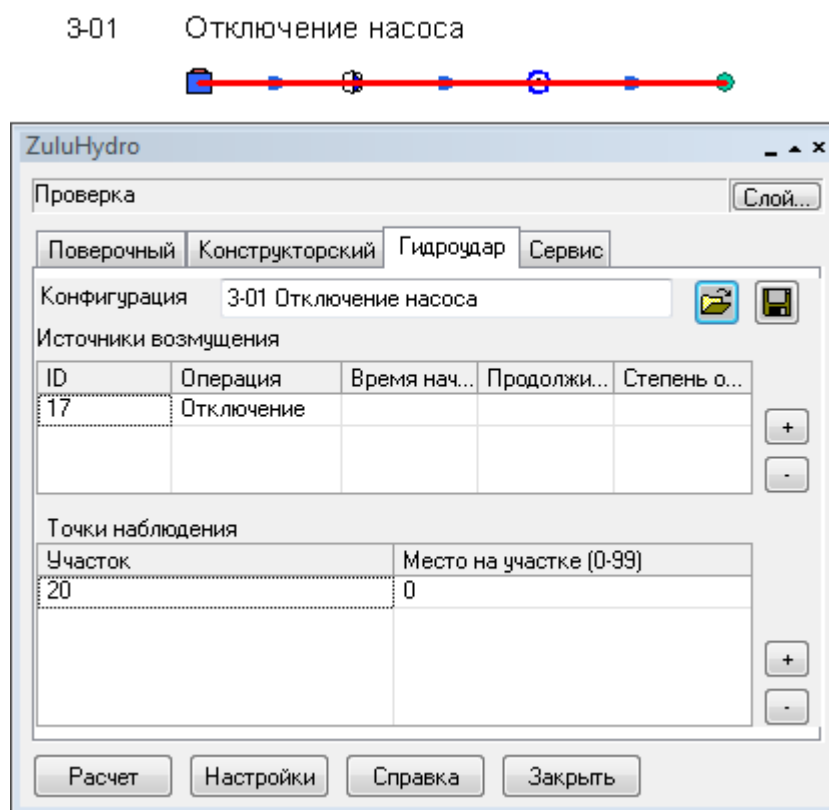


Рисунок 153. Отключение насоса

Для насоса, как источника возмущения стационарного процесса, при задании параметров нет нужды указывать продолжительность включения или отключения насоса, поскольку угловая скорость вращения ротора определяется в процессе решения дифференциального уравнения движения.

Нажимаем кнопку **Расчет** и в появившемся окне кнопку **Нач. условия**.

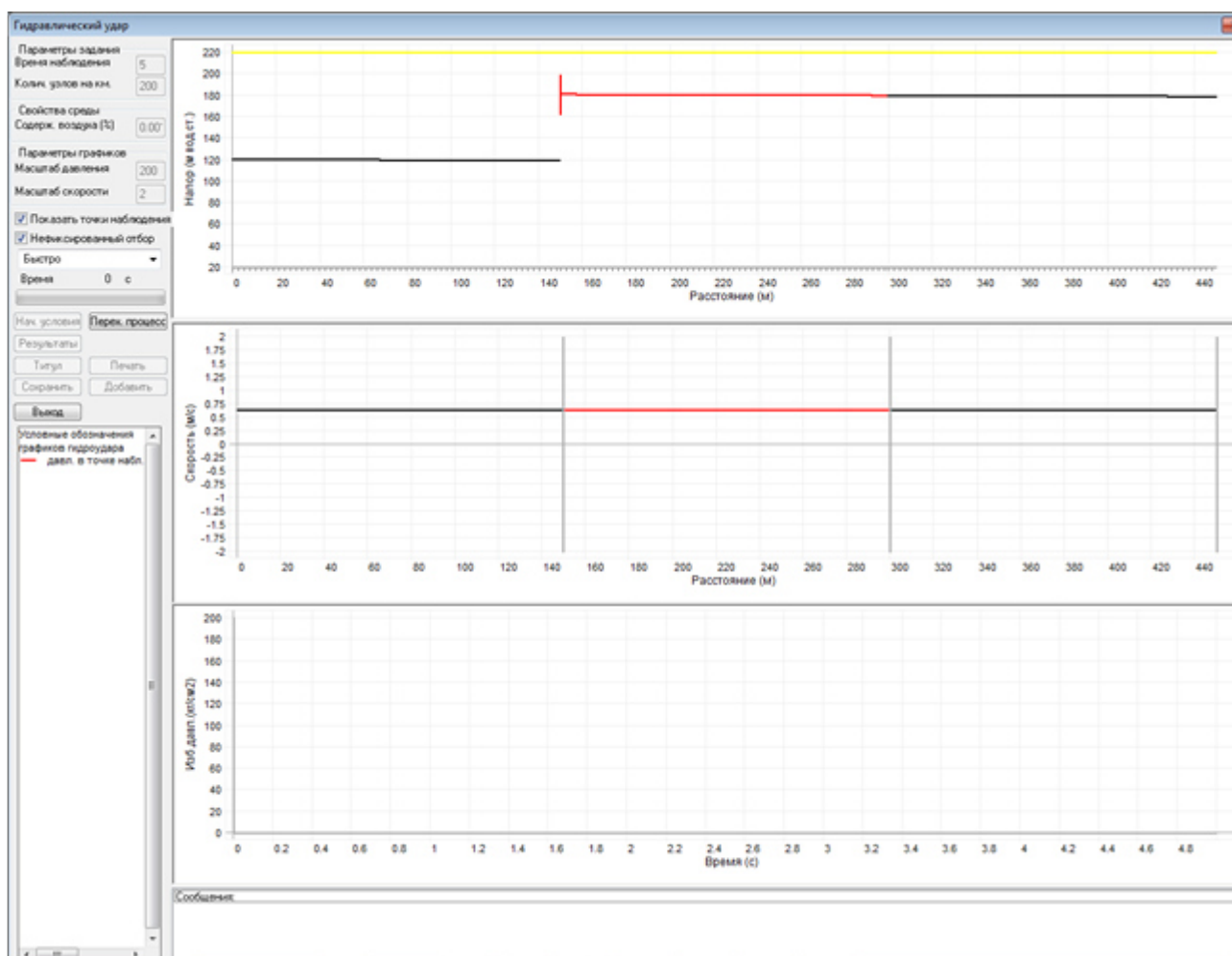


Рисунок 154. Начальные условия

Скачок давления на верхнем графике является следствием работы насоса.

Нажимаем, как и в случае первой конфигурации кнопки **Перех. процесс** и **Результаты**.

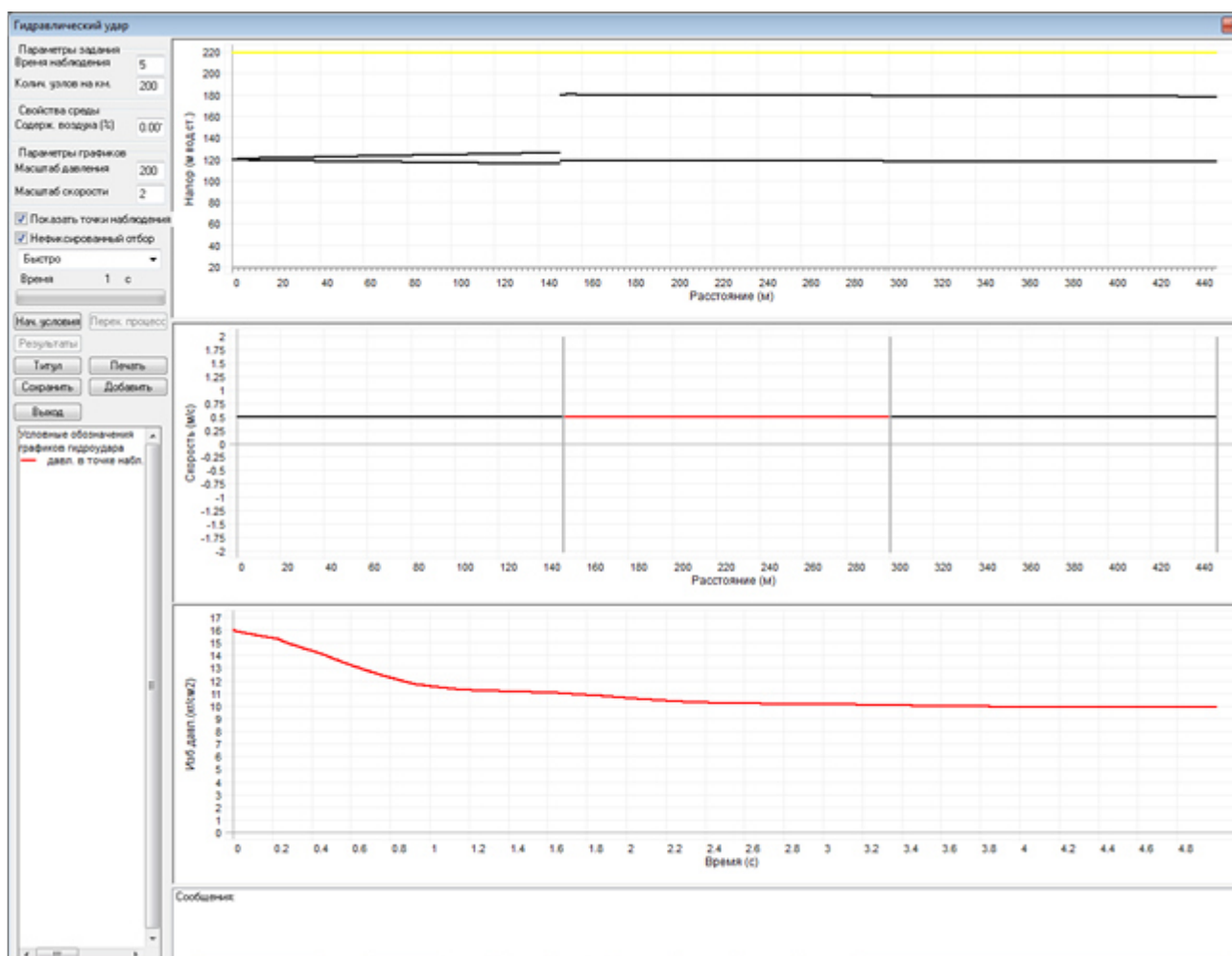


Рисунок 155. Результаты

Перед печатью результатов нажмем кнопку **Титул** и заполним поля: *Эксперимент* и *Комментарии*. После закрытия этого окна нажимаем **Печать**.

Включение насоса

При выборе четвертой конфигурации увидим:

4-01 Включение насоса



ZuluHydro

Проверка Слой...

Поверочный Конструкторский Гидроудар Сервис

Конфигурация 4-01 Включение насоса 📁 💾

Источники возмущения

ID	Операция	Время нач...	Продолжи...	Степень о...
25	Включение			

+
-

Точки наблюдения

Участок	Место на участке (0-99)
28	0

+
-

Расчет Настройки Справка Закреть

Рисунок 156. Включение насоса

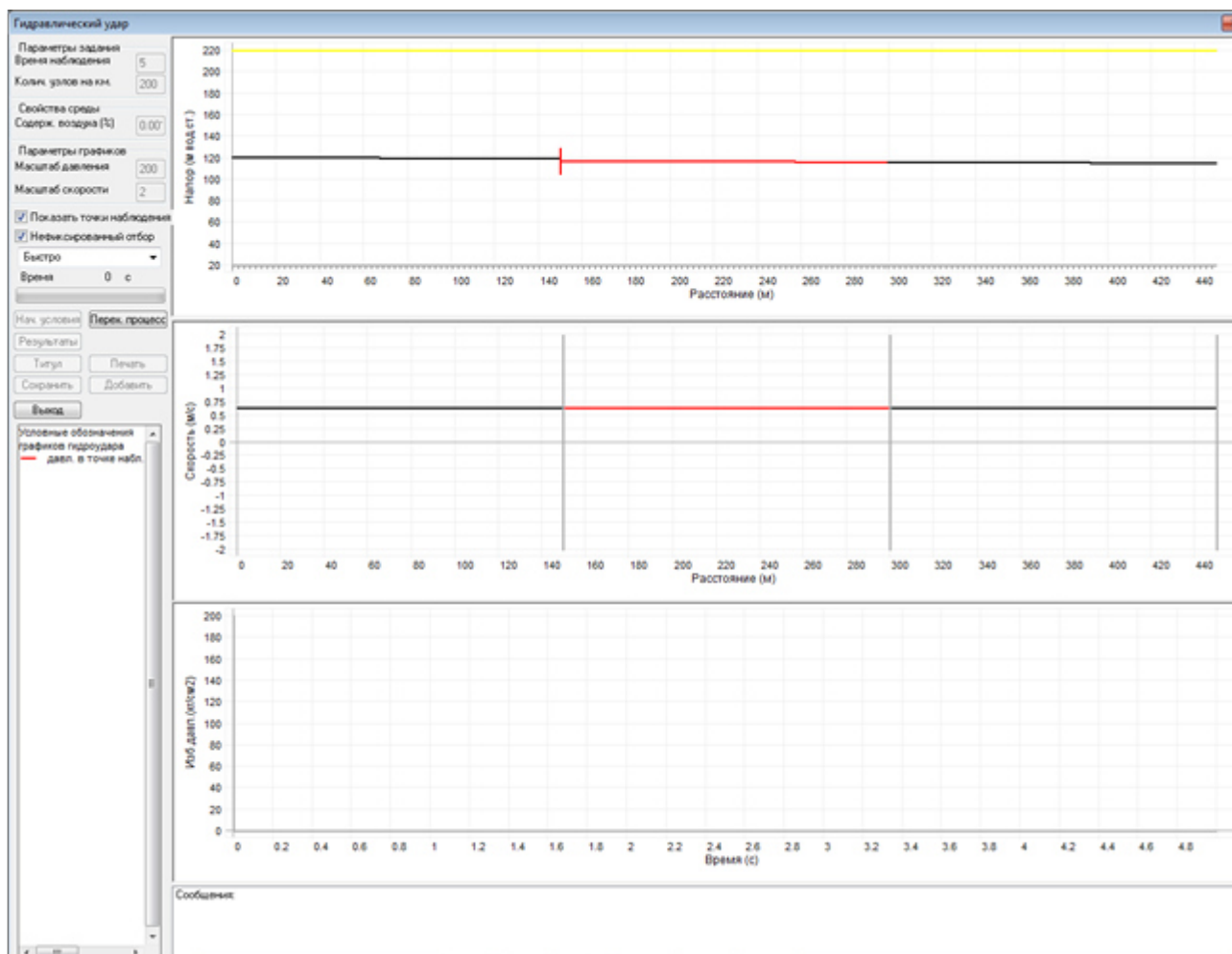


Рисунок 157. Начальные условия

Нажимаем кнопку **Расчет** и в появившемся окне кнопку **Нач. условия**.

Давление на верхнем графике не имеет заметных скачков, потому что насос выключен.

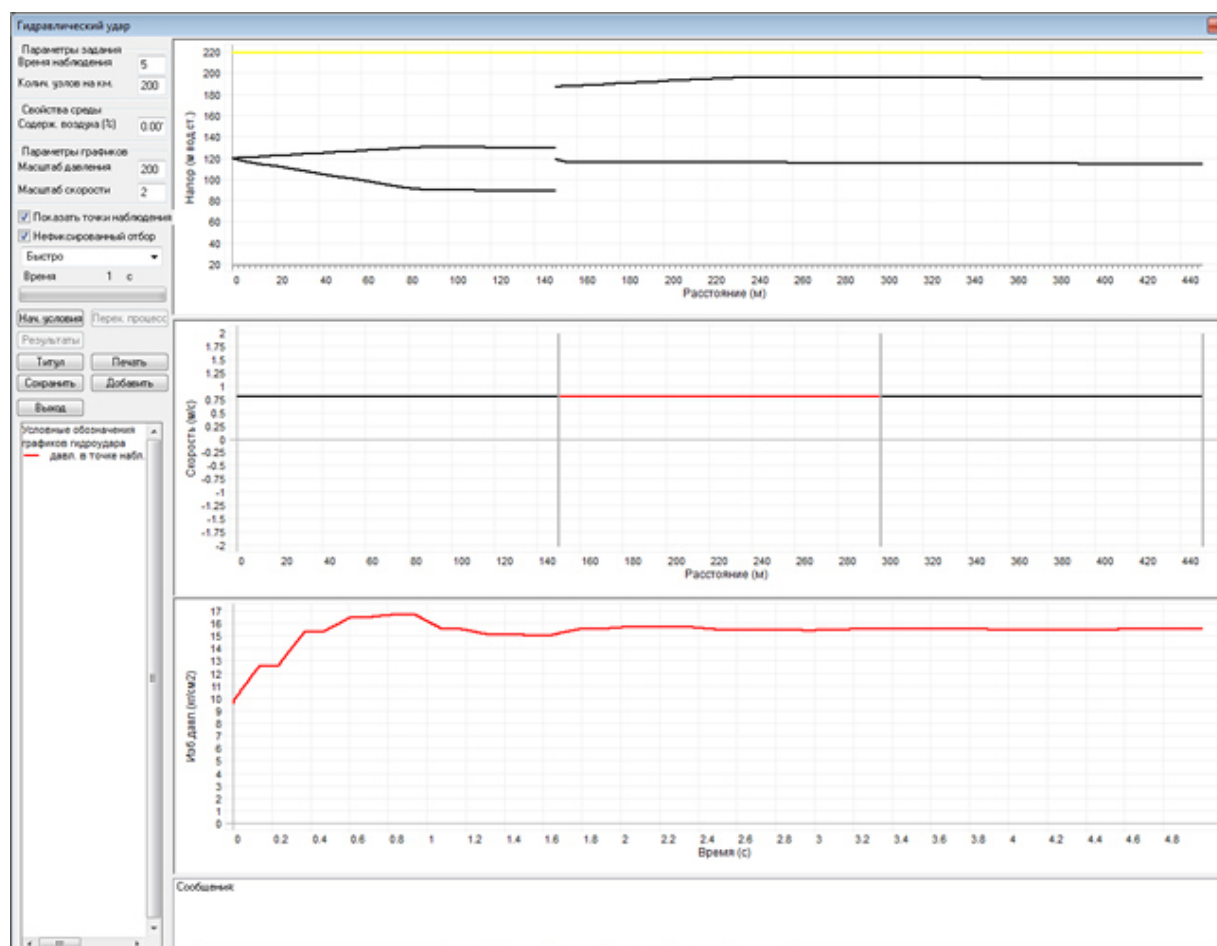


Рисунок 158. Результаты

Нажимаем, как и в случае первой конфигурации кнопки **Перех. процесс** и **Результаты**.

Перед печатью результатов нажмем кнопку **Титул** и заполним поля: **Эксперимент** и **Комментарии**.

После закрытия этого окна нажимаем **Печать**.

Комментарии

Выше приведены примеры простейших переходных процессов при различных возмущениях. Обратим внимание на некоторые очевидные особенности графиков.

В первом примере каждая «полуволна» соответствует времени пробега волны сжатия или разрежения от задвижки до резервуара и обратно. Легко подсчитать среднюю скорость распространения звуковых волн. Имеем 13.5 полуволн, расстояние туда и обратно 400 метров, время 4 секунды. Таким образом, средняя скорость равна $13.5 \cdot 400 / 4 = 1350$ м/сек. Как видим, скорость распространения волн мало отличается от скорости звука в воде без примеси воздуха 1425 м/сек. Объясняется это тем, что содержание неразтворенного воз-

духа в воде задано весьма малым, а толщина стенок труб слишком большой - 1 см. При уменьшении толщины стенок труб до 1 мм скорость распространения волн снижается до 1000 м/сек. Увеличение содержания нерастворенного воздуха в воде также приводит к значительному снижению скорости распространения волн сжатия.

Однако самое сильное влияние на скорость звука оказывает величина давления - при очень низких давлениях скорость может упасть до 20 м/сек.

По поводу величины повышения давления при закрытии задвижки можно заметить, что та величина, которую мы видим на экране (около 88 метров) хорошо согласуется с предсказанием по формуле Жуковского $[h] = cv/g = 13500.637/9.81 = 87.66$. Скорость течения жидкости v можно взять из среднего графика после вычисления начальных условий, а более точные значения записаны в базе данных по участкам.

Теперь по поводу других примеров. Во втором и четвертом примерах существенного повышения давления не наблюдается. Но следует понимать, что при наличии пузырей воздуха в конце трубопровода возможно катастрофическое повышение давления. Возможность моделирования таких ситуаций предусмотрена в нашей программе.

Примеры расчета переходных процессов (более сложные)

Следующие примеры иллюстрируют более сложные переходные процессы:

- [«Закрытие задвижки при наличии обратного клапана».](#)
- [«Включение второго насоса».](#)
- [«Имитация наличия воздушного пузыря в трубе».](#)
- [«Имитация разрыва трубы».](#)

В этом разделе не ставится цель провести анализ переходных процессов, а только обратить внимание пользователей на некоторые возможности, предоставляемые программой.

Примеры, которые описаны ниже, можно загрузить командой Пуск\Программы\Zulu 7.0\Водоснабжение\Примеры гидроудара 2.

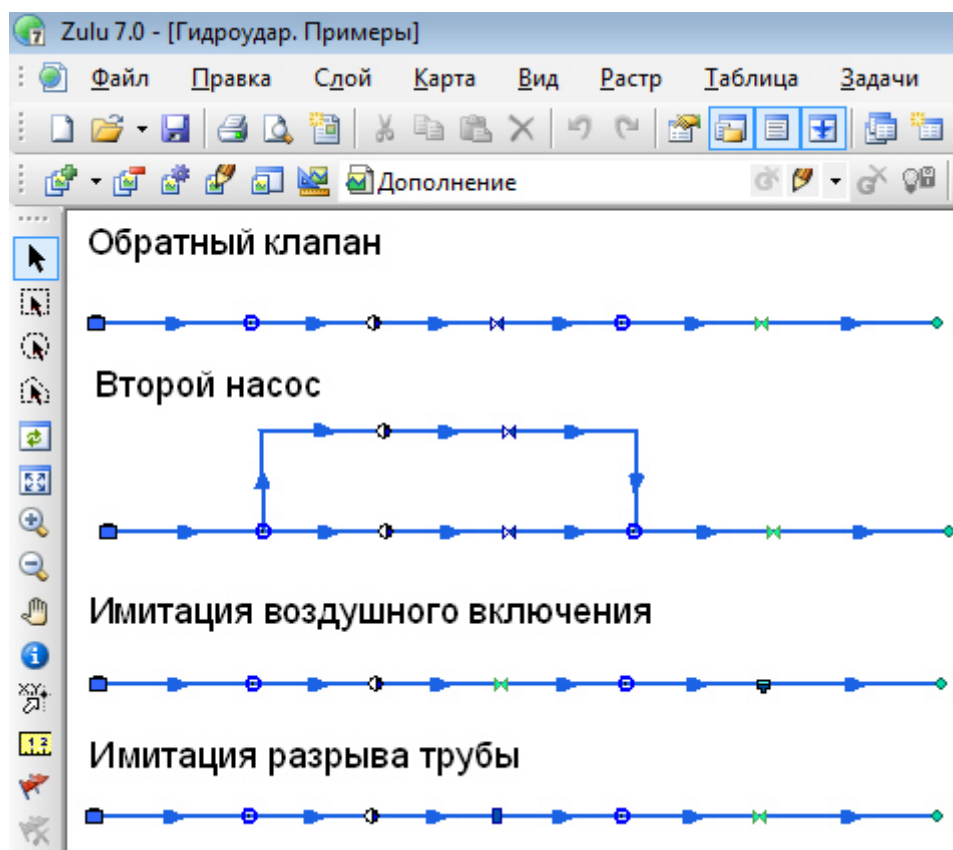


Рисунок 159. Примеры

Закрытие задвижки при наличии обратного клапана

Переходные процессы в сети порождаются закрытием задвижки. Точки наблюдения выбраны: перед самым обратным клапаном, перед задвижкой и сразу после нее.

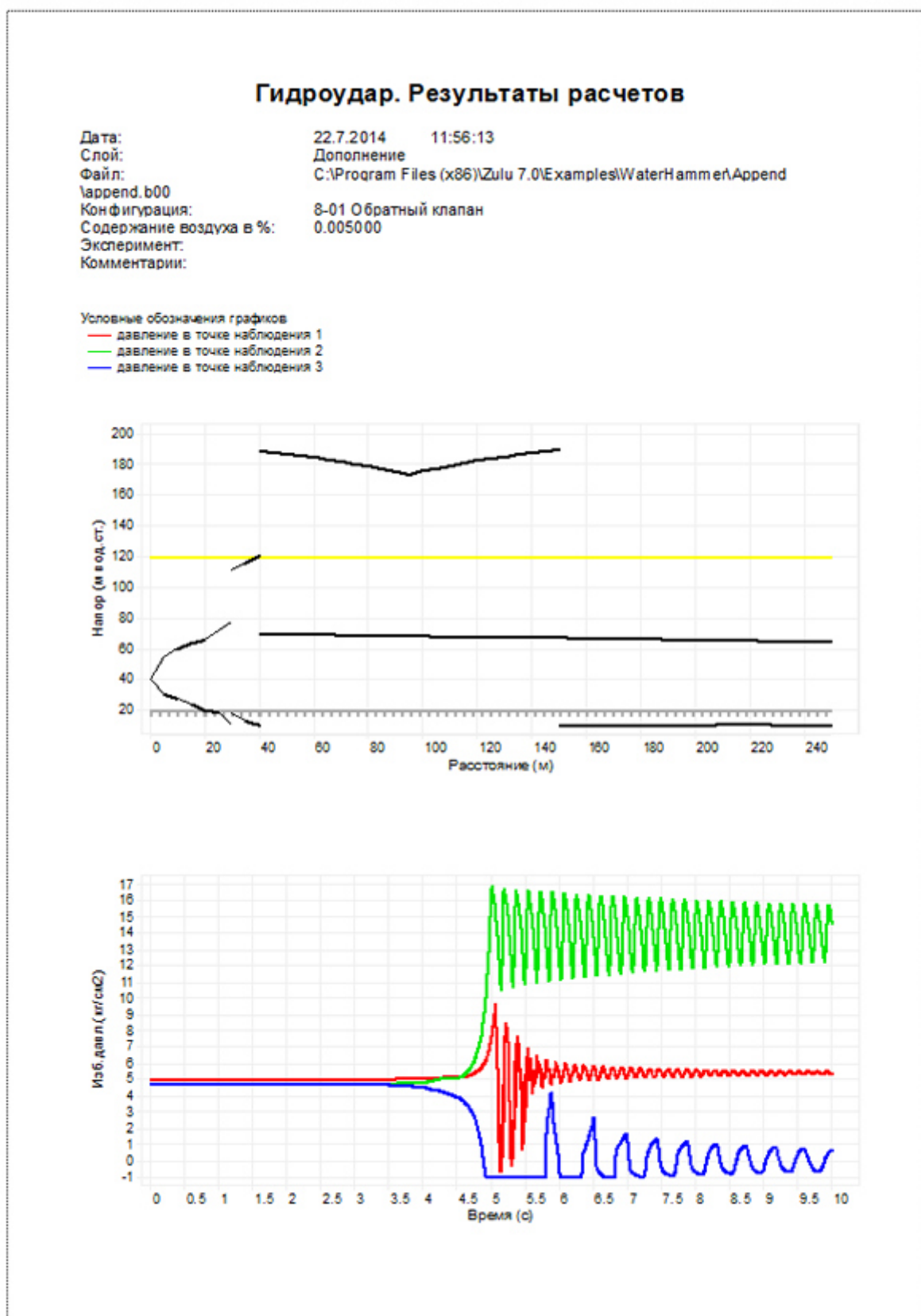


Рисунок 160. Результаты расчетов

Здесь зеленым цветом изображен график напора перед задвижкой, а нижний синий график описывает напор после задвижки.

Здесь же для сравнения нанесен серым цветом график напора перед задвижкой для сети в которой обратный клапан отсутствует.

Включение второго насоса

В начальный момент времени работает только один насос, а через 1 секунду включается второй насос. Обе точки наблюдения выбраны сразу после насосов.

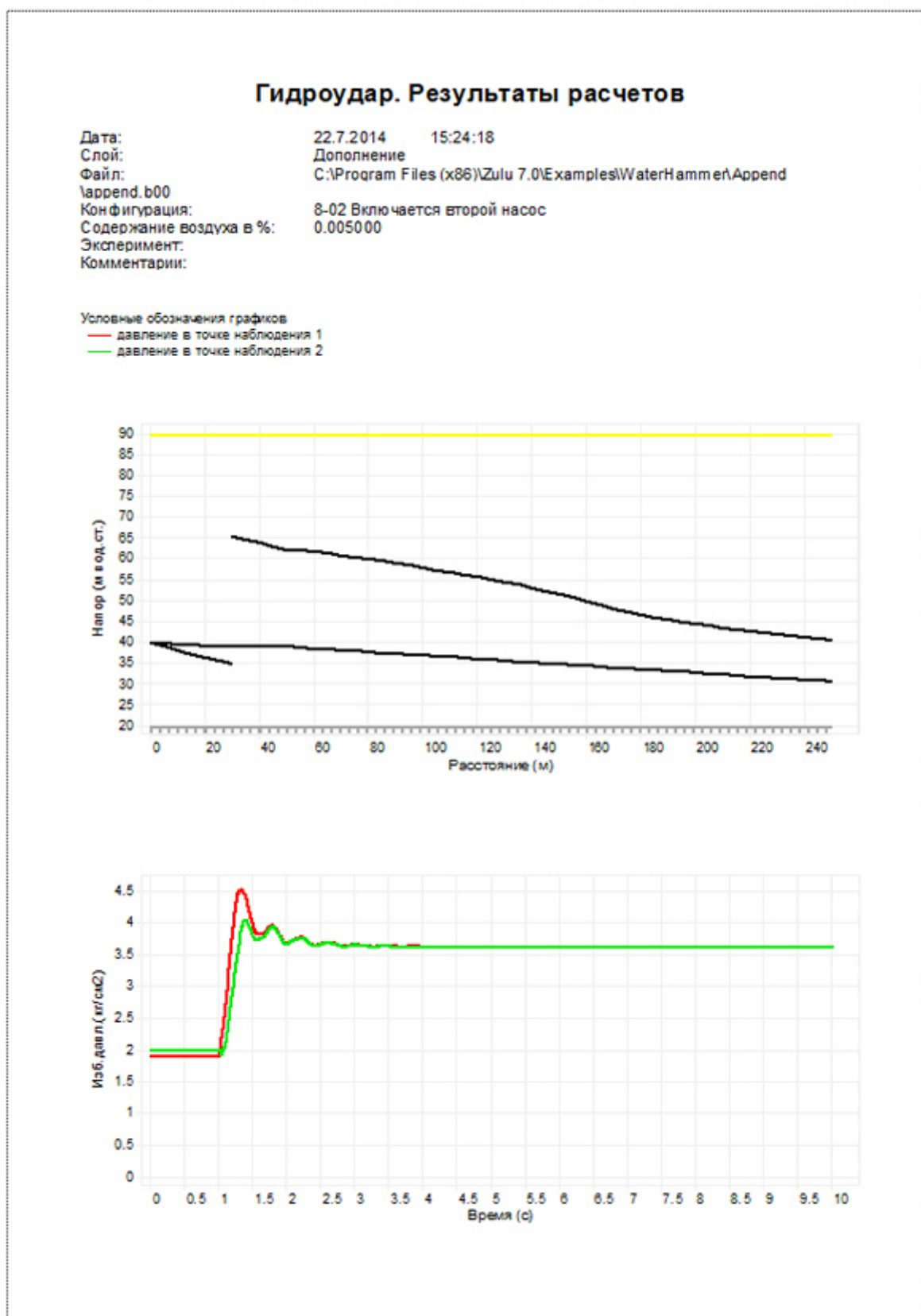


Рисунок 161. Результаты расчетов

Имитация наличия воздушного пузыря в трубе

В начальный момент времени насос работает на закрытую задвижку. Задвижка открывается и порождает переходный процесс. Для имитации воздушной полости в конце трубы используется воздушный колпак.

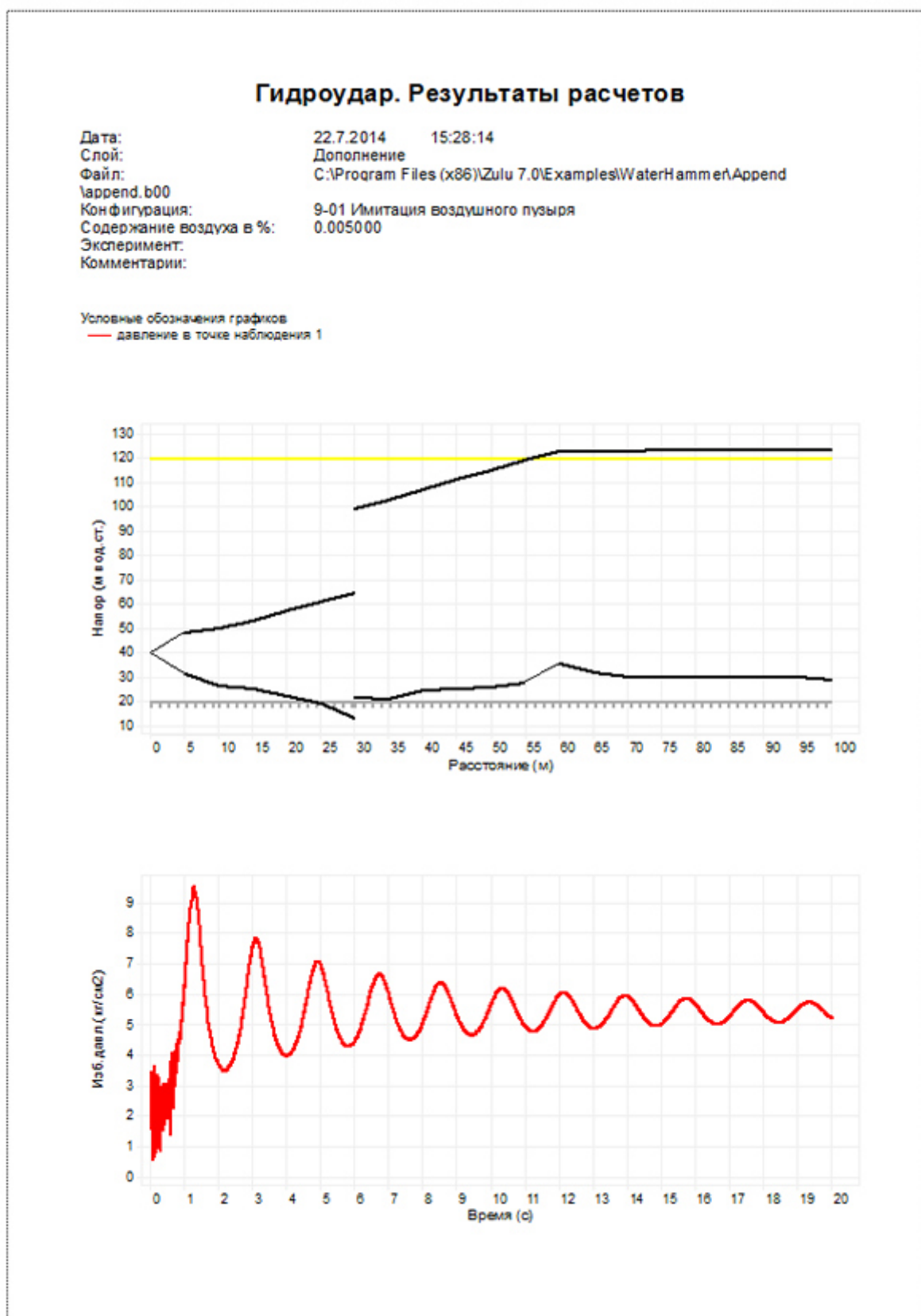


Рисунок 162. Результаты расчетов

Имитация разрыва трубы

Переходные процессы в сети порождаются закрытием задвижки. Для имитации разрыва трубы используется элемент - разрушаемая мембрана. Разрушение наступает при достижении давлением заданной величины. Площадь возникающего отверстия также задается пользователем.

Точки наблюдения выбраны перед задвижкой и после насоса.

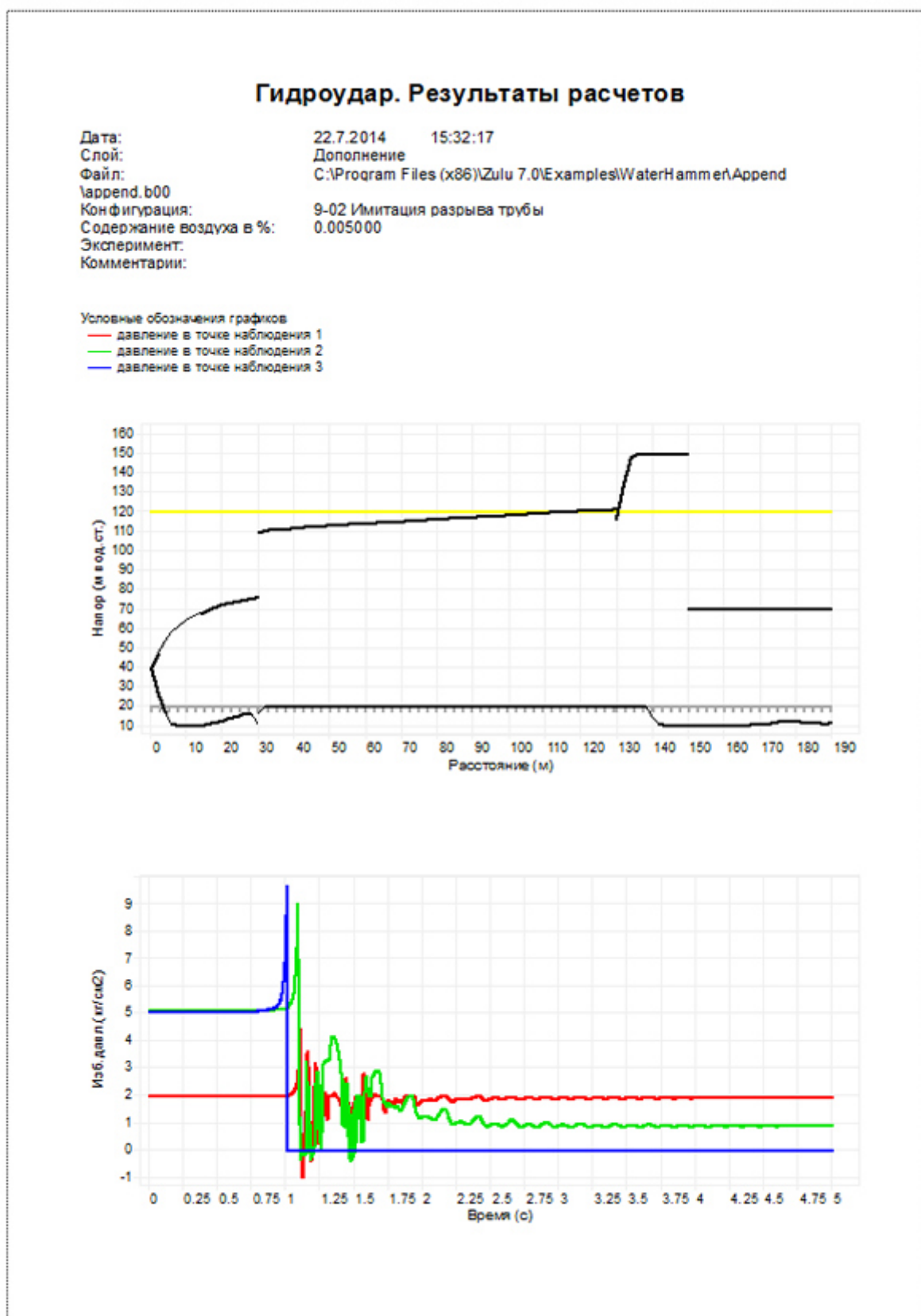


Рисунок 163. Результаты расчетов

Здесь для сравнения нанесен серым цветом график напора перед задвижкой в случае, когда разрушение не происходит. Этого можно добиться, увеличив в несколько раз давление разрушения.


Пример расчета переходных процессов (основной)

В этом примере производятся расчеты переходных процессов (в том числе возникновение гидравлического удара и влияние защитных устройств) в небольшой реальной сети.

Пример можно загрузить Windows командой Пуск\Программы\Zulu 7.0\Водоснабжение\Пример гидроудара 3 и выполнить расчеты (в том числе с помощью демонстрационной версии).

В этой сети имеются задвижки (в каждом колодце) и переходные процессы в воде, заполняющей систему будем вызывать закрытием задвижки id=125.

Отметим, что предварительно был выполнен конструкторский расчет и диаметры труб подобраны так, чтобы скорость течения воды была около 1 метра в секунду.

Выберите команду главного меню Задачи\ZuluHydro или нажмите на панели инструментов кнопку , откройте вкладку *Гидроудар*. Нажмите кнопку **Слой**, выберите слой Пример водопроводной сети.

Нажав кнопку  выберите конфигурацию.

Для визуализации результатов расчета выбраны три точки наблюдения за изменением давления в сечении, а именно, первая в месте подключения воздушного колпака, вторая и третья сразу до и после колодца в котором находится задвижка id=125.

Маршрут для наблюдения за бегущими волнами и построения экстремальных значений выбран от источника через воздушный колпак и до наиболее удаленного потребителя.

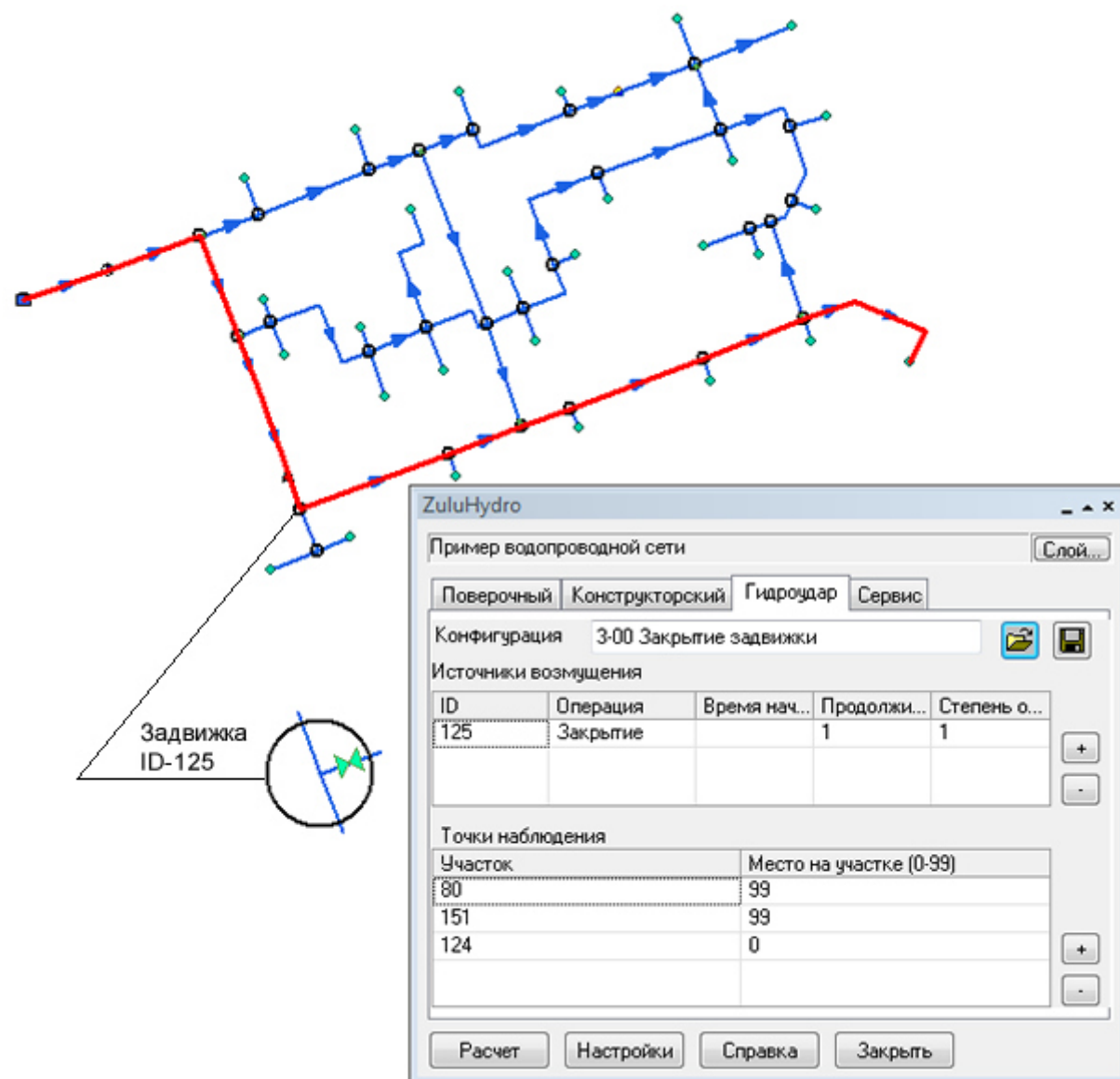


Рисунок 164. Сеть для расчета

Для получения достаточно сильного гидравлического удара назначено время закрытия задвижки равное 1 секунде, степень открытия 100 процентов.

В результате расчетов получим:

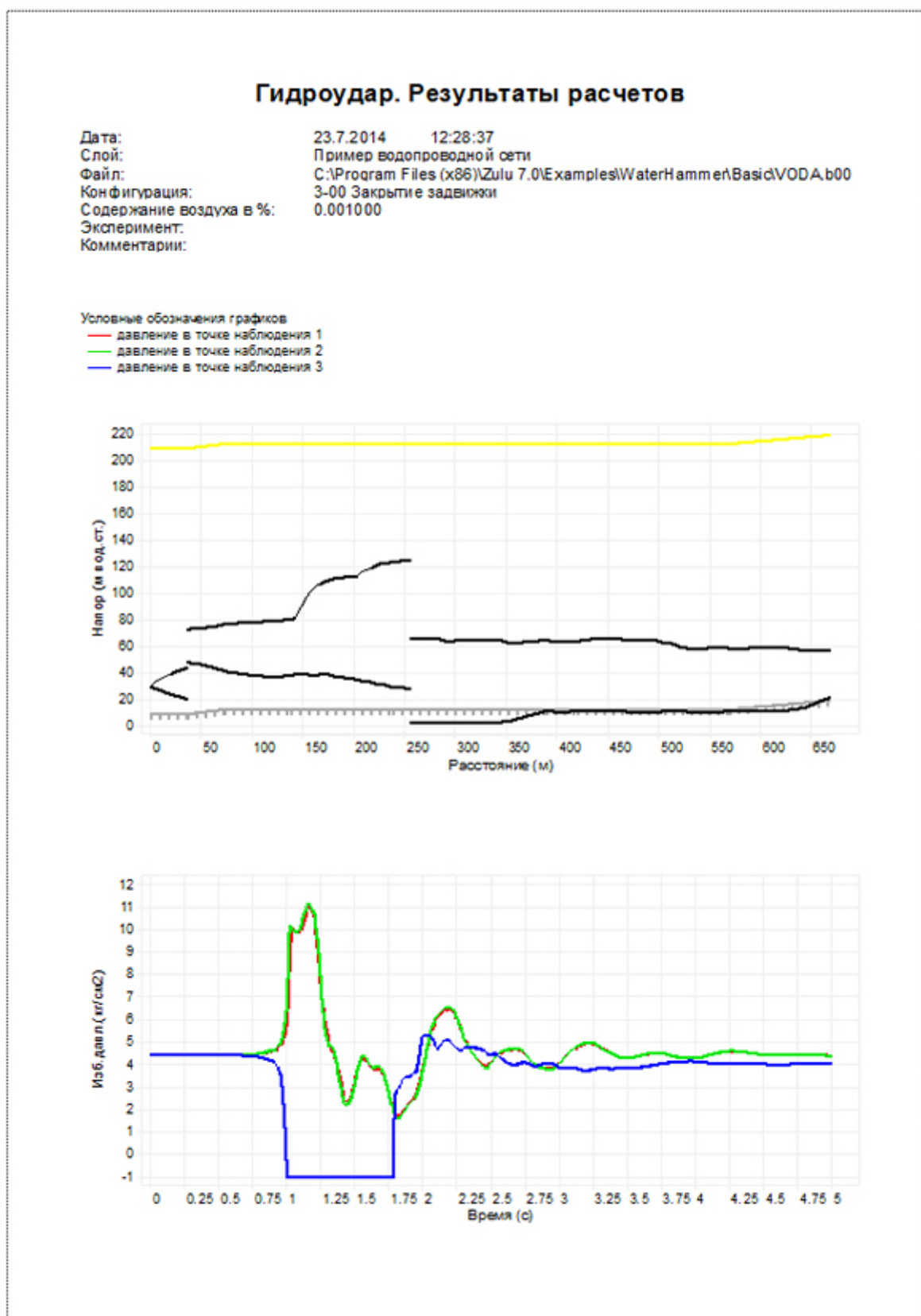


Рисунок 165. Результаты расчетов

Из верхнего графика видно, что сразу за закрывающейся задвижкой возникает зона пониженного давления (График полного напора расположен ниже геодезической отметки. Напомним, что на геодезической отметке абсолютное давление равно атмосферному, а избыточное давление равно нулю.), причем как легко убедиться давление упало до величины давления насыщенных паров. Действительно, подведем указатель мыши к графику и на всплывающей подсказке увидим, что напор достигал за время эксперимента величины 3,01:

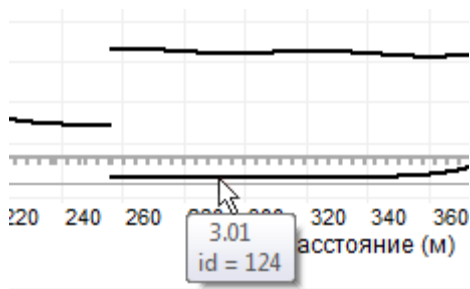


Рисунок 166. Результаты расчетов

Если учесть, что уровень геодезической отметки равен 13 метрам, то вычитание дает величину избыточного давления -9.99 (здесь знак минус). Для получения абсолютного давления в метрах прибавим величину атмосферного давления 10 м и получаем 10 миллиметров, т.е. величину порядка давления насыщенных паров в вакууме над поверхностью воды.

Таким образом, возникает опасность подсоса неочищенных грунтовых вод в систему водоснабжения.

Еще более сильный гидравлический удар возникает в случаях, когда в момент закрытия выбранной задвижки одна или несколько других задвижек уже закрыты.

Коммутационные задачи

Цель расчета

Коммутационные задачи предназначены для анализа изменений вследствие отключения задвижек или участков сети. В результате выполнения коммутационной задачи определяются объекты, попавшие под отключение. При этом производится расчет объемов воды, которые возможно придется сливать из трубопроводов водопроводной сети. Результаты расчета отображаются на карте в виде тематической раскраски отключенных участков и потребителей и выводятся в отчет.

Перед началом работы полезно ознакомиться с окном коммутационных задач:

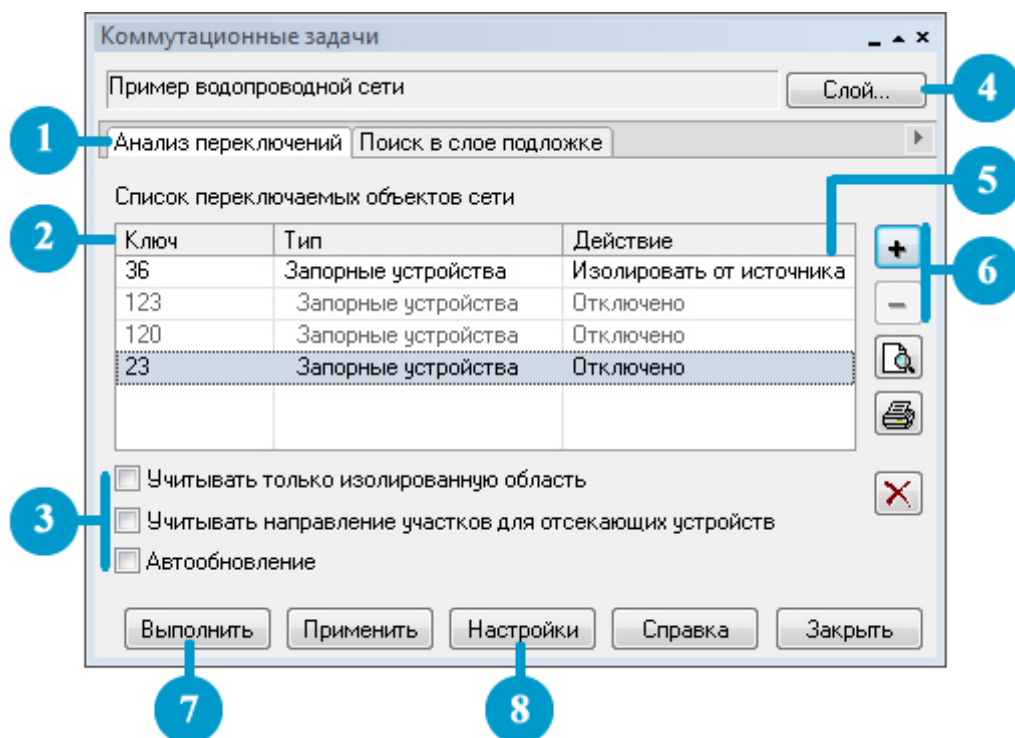



Рисунок 167. Диалог Коммутационные задачи

1. Вкладка выбора расчета *Анализ переключений* или *Поиск в слое подложке*.
2. Список переключаемых объектов водопроводной сети.
3. Дополнительные опции расчета.
4. Кнопка выбора слоя.
5. Выбор действия с объектом (отключение, изолирования от источника).
6. Кнопка добавления и кнопка удаления объектов в список переключений.
7. Кнопка запуска расчета.
8. Кнопка открытия окна настроек.

Для запуска коммутационных задач:

1. Выполните команду главного меню *Задачи\Коммутационные задачи* или на панели инструментов нажмите кнопку . Появится диалоговое окно *Коммутационные задачи*:

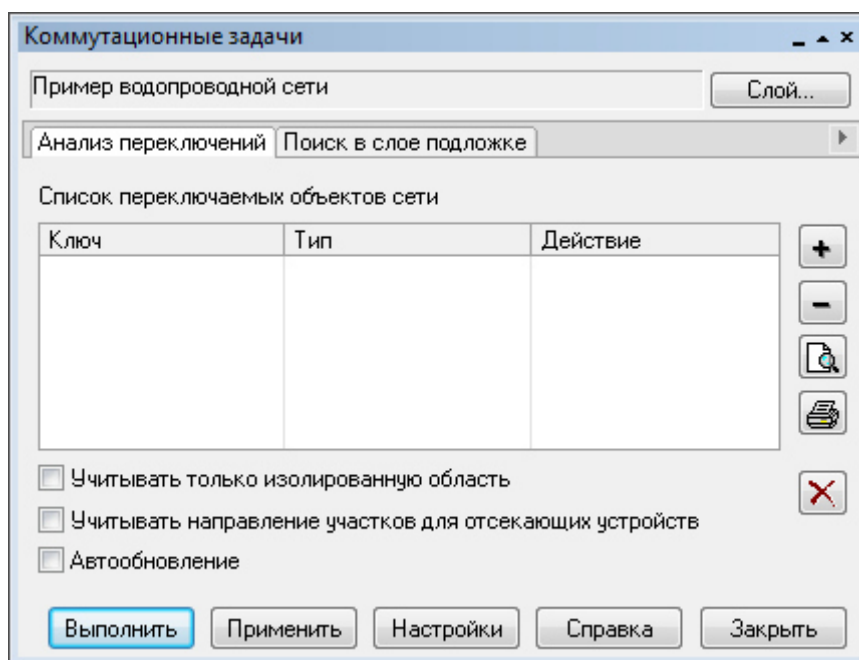


Рисунок 168. Диалог Коммутационные задачи

2. Нажмите кнопку **Слой...** и в появившемся диалоговом окне с помощью левой кнопки мыши выберите слой водопроводной сети. Нажмите кнопку **ОК**. Далее можно провести анализ переключений (подробней см. [«Анализ переключений»](#)) или поиск в слое-подложке (подробней см. [«Поиск в слое-подложке»](#)).

Анализ переключений позволяет рассчитать изменения в сети вследствие отключения или изолирования заданных объектов сети (участков, арматуры и т.д). Результаты расчета отображаются на карте в виде тематической раскраски и выводятся в отчет.



При анализе переключений определяется, какие объекты попадают под отключения, и включает в себя:

- вывод информации по отключенным объектам сети;
- расчет суммарных объемов воды;
- отображение результатов расчета на карте в виде тематической раскраски;
- вывод табличных данных в отчет, с последующей возможностью их печати, экспорта в формат MS Excel или HTML.

Запуск анализа переключений

Для запуска анализа переключений:

1. Запустите *Коммутационные задачи* (см. [«Запуск расчета»](#)).
2. Выберите вкладку *Анализ переключений*.
3. Нажмите кнопку **Настройки** для вызова диалога настроек программы (подробнее о настройках можно узнать в разделе [«Настройки»](#)).

4. В режиме Выделить  выберите на карте запорное устройство (участок), для которого будет производиться отключение (слой при этом должен быть активным, либо удерживайте при выделении объекта клавиши **Ctrl+Shift**).
5. На панели коммутационных задач нажмите кнопку . Выбранный объект добавится в список переключаемых объектов сети в диалоговом окне:

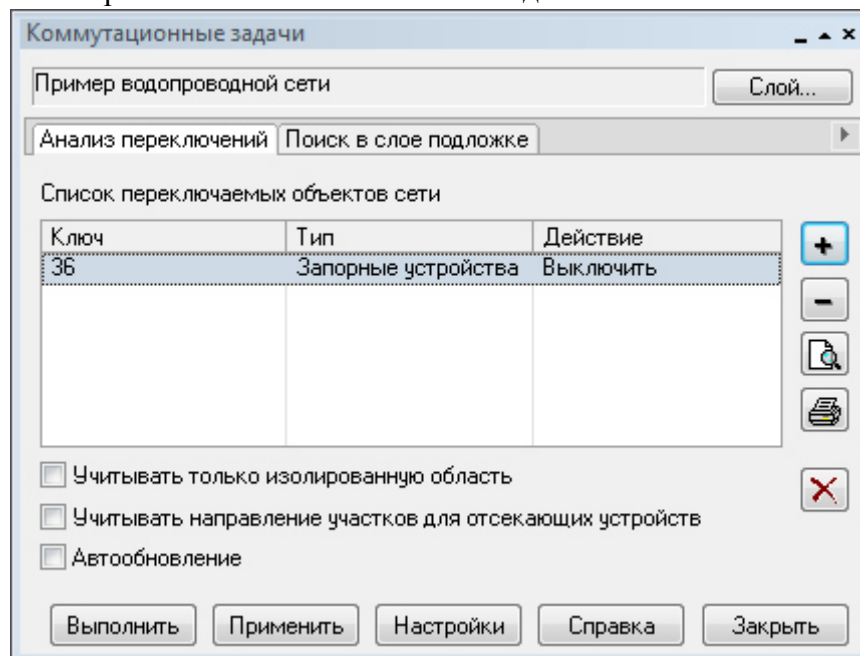



Рисунок 169. Список переключаемых объектов

Если объект в список добавлен ошибочно то для его удаления надо выделить его в списке и нажать кнопку . При передвижении по списку, на карте автоматически выделяется соответствующий объект.

6. Выберите в поле *Действие* необходимый вид переключения. Этот пункт выполнять при необходимости.

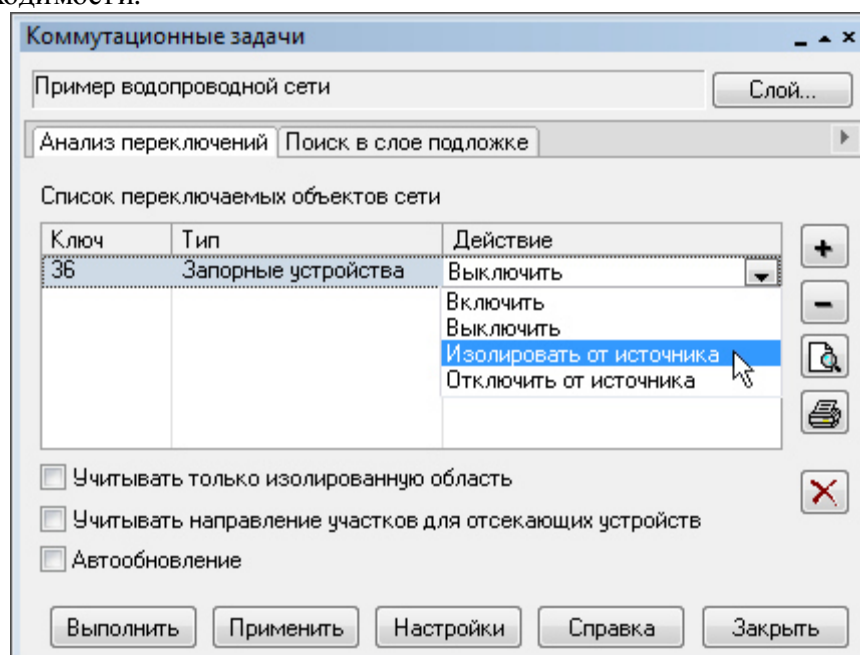
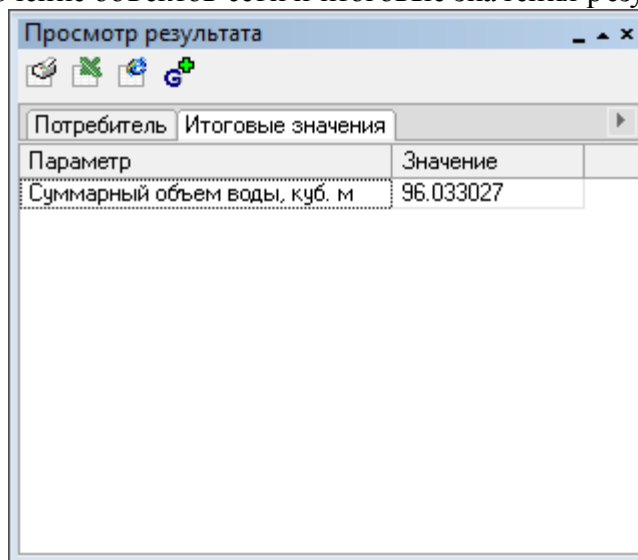


Рисунок 170. Работа в окне Коммутационные задачи

Виды переключений:

- Включить - режим объекта устанавливается на «Включен»;
- Выключить - режим объекта устанавливается на «Выключен»;
- Изолировать от источника - режим объекта устанавливается на «Выключен». При этом автоматически добавляется в список и переводится в режим отключения вся изолирующая объект от источника запорная арматура;
- Отключить от источника - режим объекта устанавливается на «Выключен». При этом автоматически добавляется в список и переводится в режим отключения вся отключающая объект от источника запорная арматура.

7. Нажмите кнопку **Выполнить**. В результате выполнения задачи произойдет окраска сети и появится браузер *Просмотр результата*, содержащий табличные данные результатов расчета. Подробнее о работе с браузером результатов расчета можно узнать в разделе [«Результаты расчета»](#). Вкладки браузера содержат таблицы появившихся под отключение объектов сети и итоговые значения результатов расчета.



Потребитель	Итоговые значения
Параметр	Значение
Суммарный объем воды, куб. м	96.033027

Рисунок 171. Окно результатов расчета

При необходимости можно удалить раскраску с карты с помощью кнопки .

Поиск в слое-подложке позволяет осуществить поиск в заданном слое (обычно слой зданий) - подложке объектов, местоположение которых совпадает с местоположением потребителей в слое сети. Результаты поиска отображаются на карте в виде тематической раскраски объектов слоя-подложки и выводятся в отчет.

Для поиска:

1. Выберите вкладку *Поиск в слое подложке*.

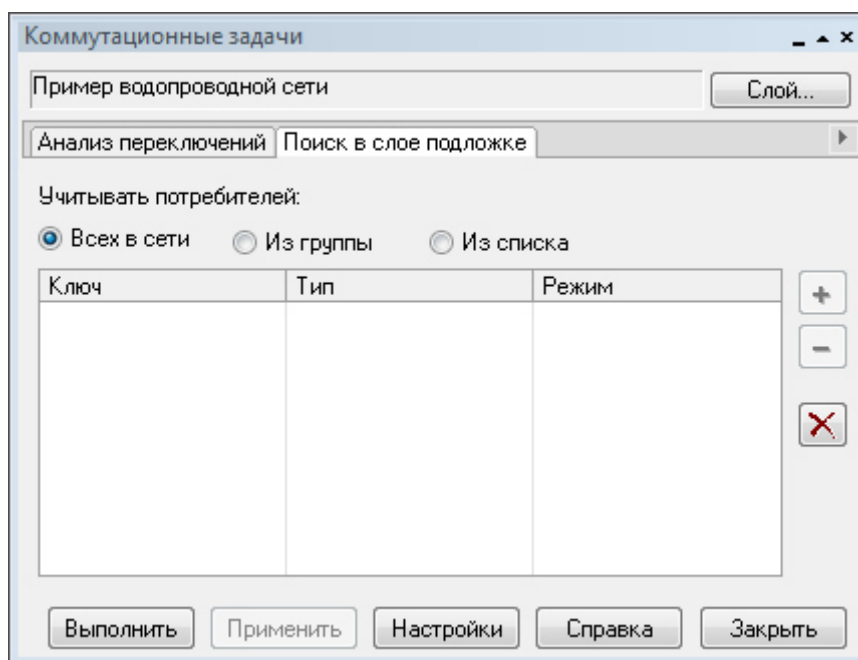







Рисунок 172. Поиск в подложке

2. Выберите с помощью переключателей *Учитывать потребителей* необходимые условия поиска:
 - *Всех в сети* – поиск будет осуществляться для всех потребителей в слое сети, дополнительных настроек производить не надо, и можно сразу производить поиск;
 - *Из группы* – поиск будет осуществляться для потребителей, входящих в текущую группу в слое сети;
 - *Из списка* – поиск будет осуществляться для потребителей, которых пользователь добавит в список. Для этого сначала следует выделить в режиме  на карте потребителя, для которого необходимо произвести поиск, затем нажать кнопку  на панели диалога. Выбранный потребитель добавится в список в диалоговом окне. Таким же образом добавьте в список всех необходимых для поиска потребителей (подробнее о работе со списком можно ознакомиться в разделе [«Работа со списком объектов»](#)).
3. Нажмите кнопку .

В результате выполнения задачи появится браузер *Просмотр результата*, содержащий табличные данные результатов поиска (подробнее о браузере можно узнать в разделе [«Результаты расчета»](#)) и выполнится раскраска слоя - подложки в зависимости от режимов потребителей и выбранных настроек.

Каждая запись результирующей таблицы соответствует потребителю и соответствующему объекту слоя подложки и содержит заданные в настройках поля из баз данных, а также информацию о текущем режиме потребителя. При необходимости вы можете удалить раскраску с помощью кнопки .

Для вызова диалога *Настройки* :

1. Откройте диалоговое окно Коммутационные задачи (, [«Запуск расчета»](#)).
2. Нажмите кнопку **Настройки**.

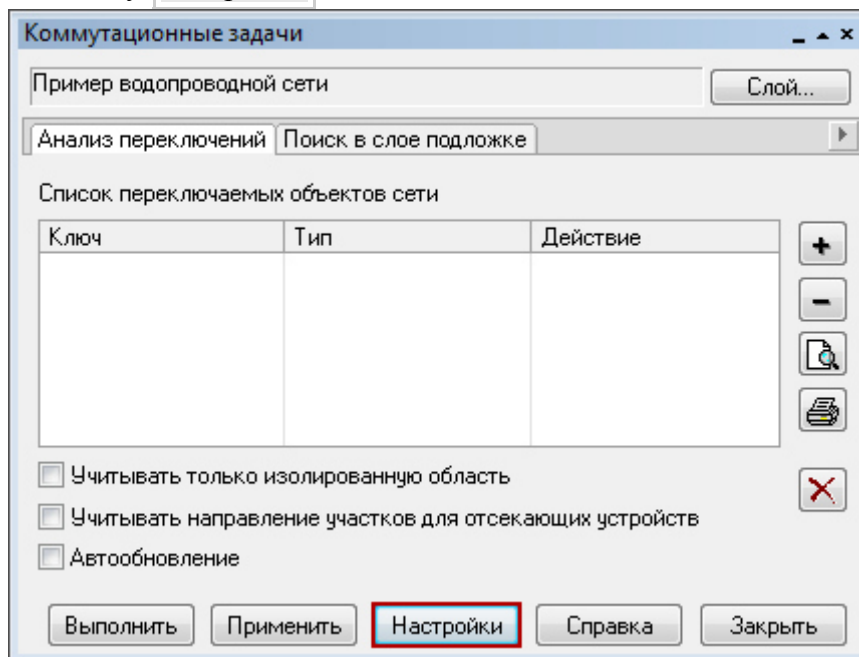


Рисунок 173. Настройки коммутационных задач

Открывшийся диалог настроек имеет следующие вкладки:

- [«Слой сети»](#)
- [«Анализ переключений»](#)
- [«Слой подложка»](#)
- [«Раскраска»](#)

Слой сети

Для настройки расчета в списке *Выберите слой сети* надо выбрать нужный слой сети и в списке *Выберите вид сети* указать вид сети (Водопроводная сеть). Затем нажать кнопку **ОК**.

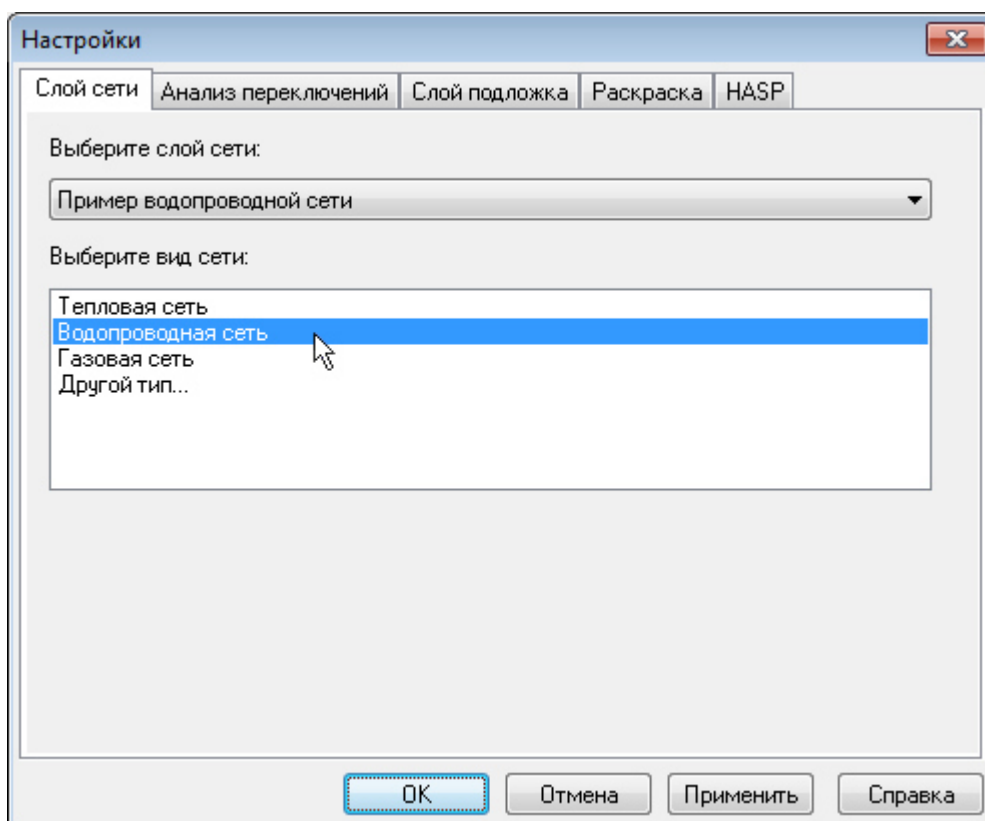






Рисунок 174. Вкладка «Слой сети» диалога «Настройки»

Анализ переключений

В списке *Выберите типы объектов сети, участвующие в анализе* отображается перечень всех типов для выбранного слоя сети. Для того чтобы определенный тип элементов сети вошел в отчет по поиску изменений в сети, необходимо включить его в списке типов и выбрать нужные поля для вывода в отчет.

Для включения типа в отчет с помощью левой кнопки мыши установите флажок рядом с нужным объектом.

При выделении названия объекта в верхней части окна, в списке *Доступные поля* отобразится список всех полей базы данных выбранного объекта, которые могут быть включены в отчет. В списке *Поля для вывода* отобразится список полей, которые были выбраны для включения в отчет.

Для включения нужных полей в отчет следует выделить необходимые поля в левом списке, и нажать кнопку . Выбранные поля перейдут в правый список. Для того чтобы добавить сразу все поля нужно нажать кнопку . И наоборот, с помощью кнопок  и  поля удаляются из правого списка.

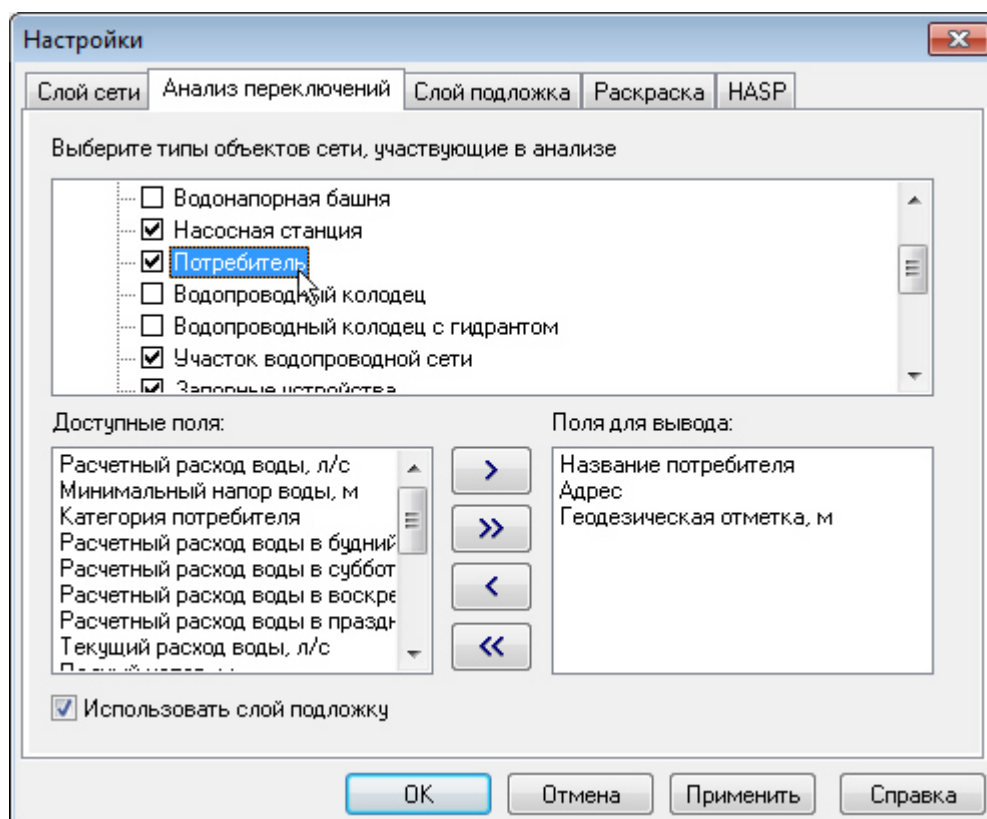


Рисунок 175. Вкладка «Анализ переключений» диалога «Настройки»

Слой подложка

Слой-подложка – это слой, в котором будет осуществляться поиск и раскраска объектов, попадающих под потребителей сети (обычно слой зданий).

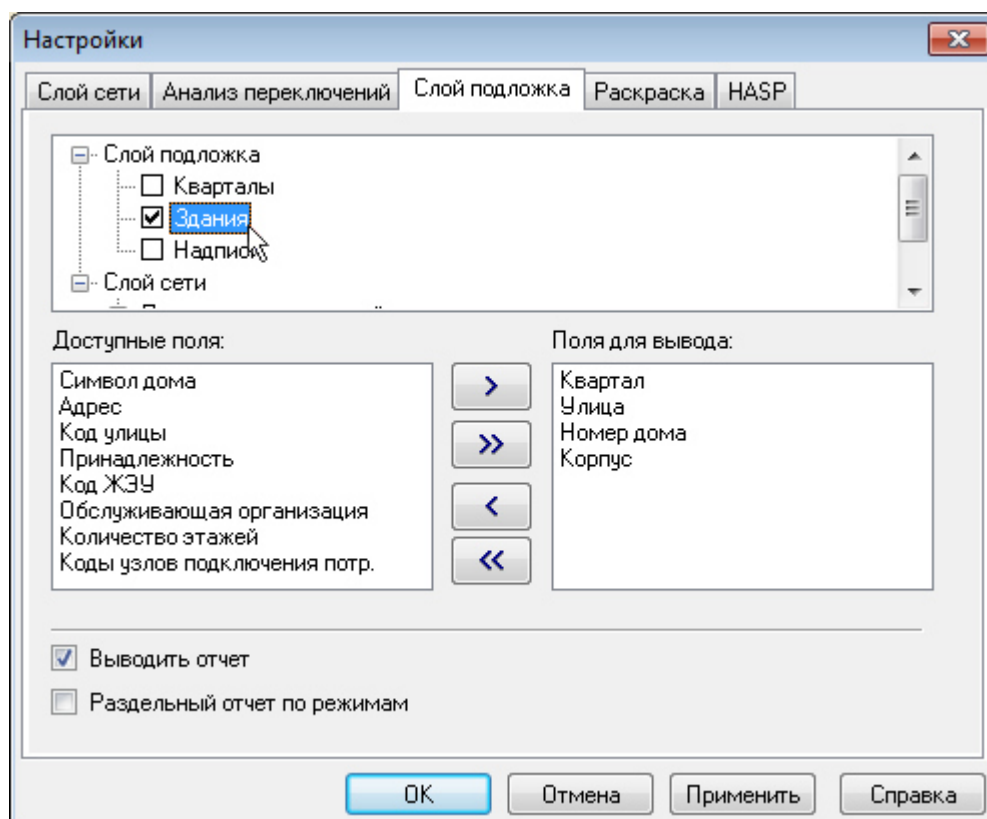


Рисунок 176. Вкладка «Слой подложка» диалога «Настройки»

В диалоге настроек выберите вкладку *Слой подложка*. Для выбора слоя подложки следует установить флажок рядом с требуемым слоем в верхнем списке вкладки.

Объекты выбранного слоя подложки будут раскрашены в зависимости от состояния потребителя изображенного на этом объекте, например, здания будут окрашены под выключенными потребителями:

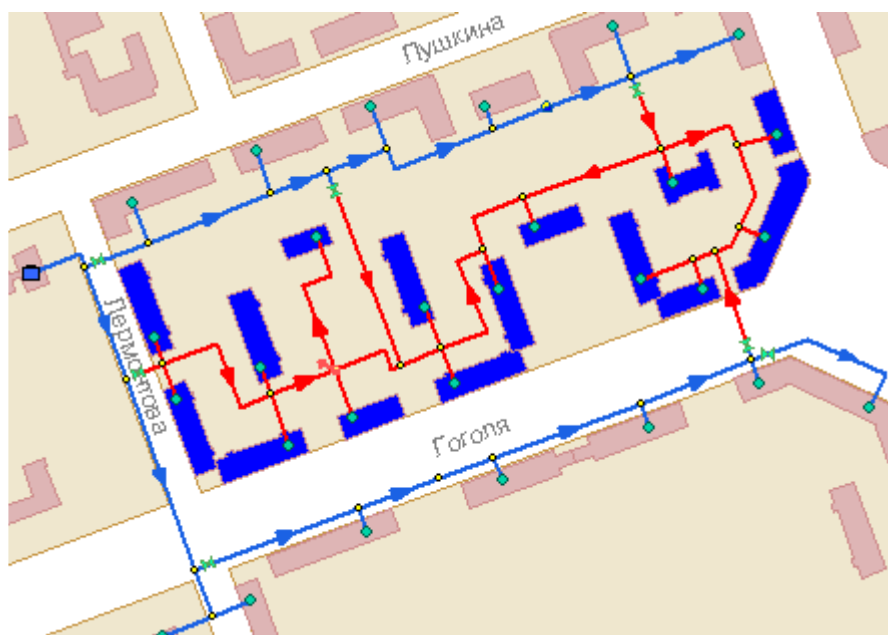


Рисунок 177. Отображение отключений на тематической раскраске

Для того чтобы получить информацию о зданиях, попавших под отключение следует установить флажок *Выводить отчет*.

Для того чтобы получить информацию по объектам из слоя подложки следует выделить курсором название слоя подложки, в списке *Доступные поля* вкладки отобразятся поля, которые могут быть добавлены в отчет. В списке *Поля для вывода* отобразится список полей, которые были выбраны для включения в отчет.

Для включения нужных полей в отчет выделите поля в списке *Доступные поля* и нажмите кнопку **>**. Выбранные поля перейдут в список *Поля для вывода*. Для того чтобы добавить сразу все поля нажмите кнопку **>>**. И наоборот, вы можете с помощью кнопок **<** и **<<** удалять поля из правого списка.

При установленном флажке *Раздельный отчет по режимам* в браузере *Просмотр результата* результаты поиска группируются в отдельные таблицы, в зависимости от режимов потребителей.

Раскраска

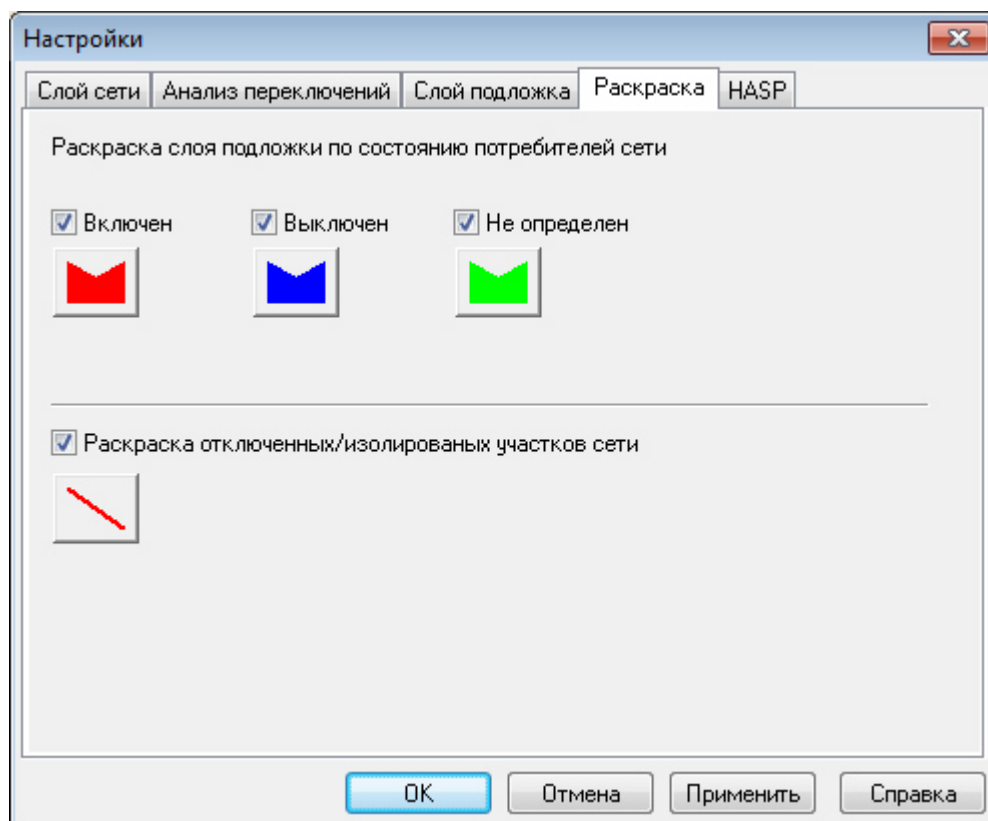


Рисунок 178. Вкладка «Раскраска» диалога «Настройки»

В верхней части диалога под строкой *Раскраска слоя подложки по состоянию потребителей сети* задаются стили и цвета заливки площадных объектов слоя подложки в зависимости от режима соответствующих потребителей. Заданный стиль для состояния используется только при установке соответствующего флажка. Для задания стиля и цвета заливки нужного режима нажмите кнопку под названием состояния. В открывшемся диалоге выберите нужные параметры:

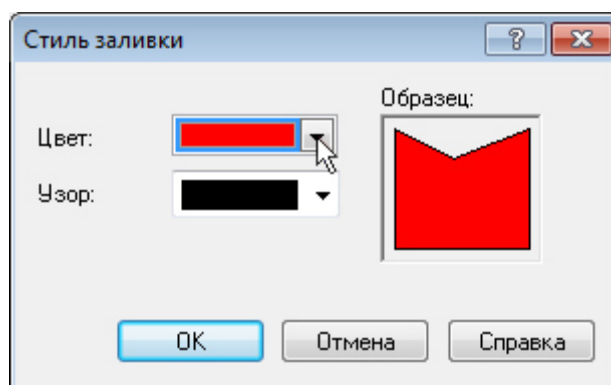


Рисунок 179. Настройка раскраски площадных объектов

Режим *Не определен* соответствует ситуации, когда на один объект слоя подложки попадает несколько потребителей с разными режимами.

При установке флажка *Раскраска отключенных/изолированных участков сети* также задается стиль и цвет участков сети отключенных/изолированных от источников. Для задания нужного стиля и цвета нажмите кнопку под флажком. В появившемся диалоге выберите нужные параметры.

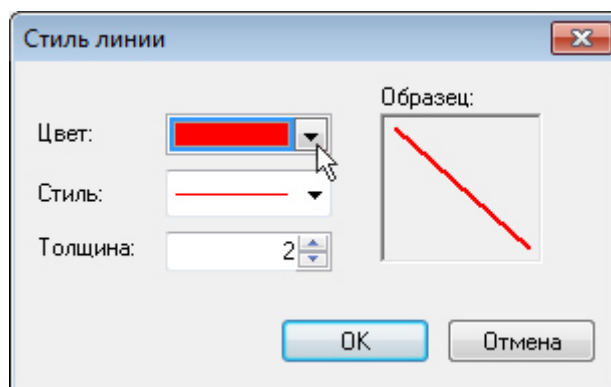





Рисунок 180. Раскраска отключенных/изолированных участков сети



В список объектов вы можете добавлять необходимые объекты из активного слоя карты. Для этого надо:

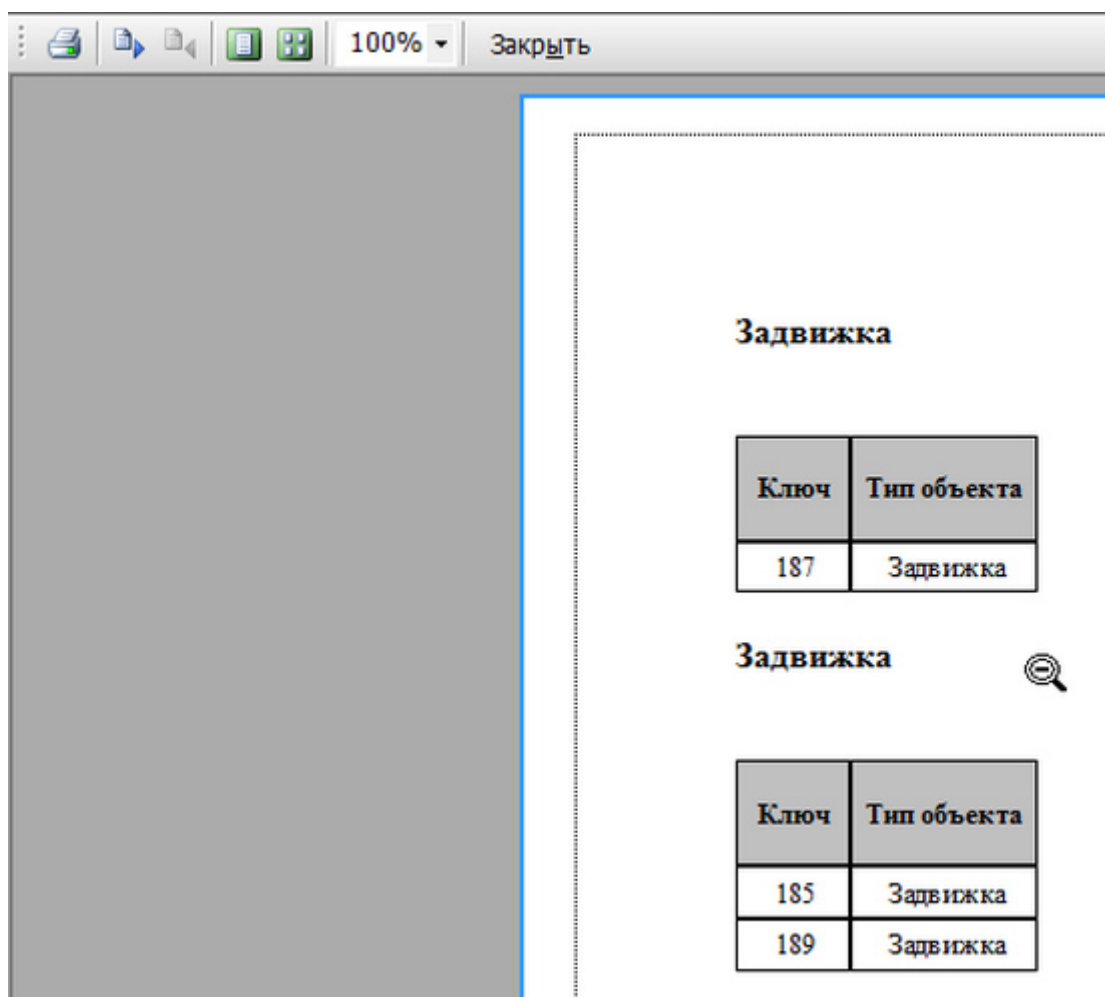
1. В режиме Выделить  выберите на карте запорное устройство (участок), для которого будет производиться отключение (слой при этом должен быть активным, в противном случае требуется удерживать при выделении объекта **Ctrl+Shift**).
2. Нажмите кнопку . Объект будет добавлен в список.

Для удаления объекта из списка:

1. Выберите его в списке.
2. Нажмите кнопку .

При передвижении по списку, на карте автоматически выделяется соответствующий объект. Если объект не попадает в видимую область карты, то вид устанавливается таким образом, чтобы объект оказался в центре карты.

При выбранной вкладке *Анализ переключений*, с помощью кнопок  и  вы можете просмотреть и распечатать отчет по списку объектов. Поля для подготовки отчета берутся из настроек соответствующего типа объекта сети (подробнее о настройке анализа переключений можно узнать в разделе [«Настройки»](#)).

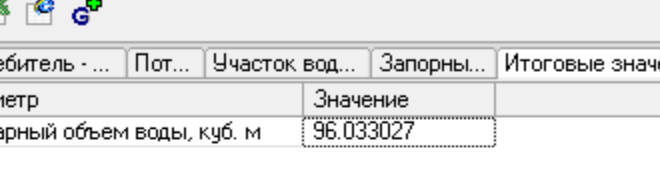


Ключ	Тип объекта
187	Задвижка

Ключ	Тип объекта
185	Задвижка
189	Задвижка

Рисунок 181. Отчет по списку отключаемых объектов

После запуска анализа переключений на экране сразу появляется окно с результатами расчета, показанное на рисунке ниже. Вкладки окна содержат таблицы попавших под отключение объектов сети (если указано в настройках) и итоговые значения результатов расчета.



Просмотр результата

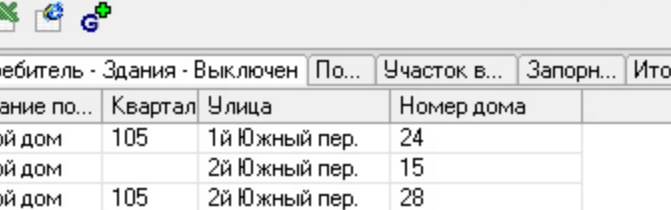
Потребитель - ... Пот... Участок вод... Запорны... Итоговые значения

Потребитель - ...	Итоговые значения
Суммарный объем воды, куб. м	96.033027

Рисунок 182. Окно результатов расчета

Навигация

Окно *Просмотр результата* содержит табличные данные результатов расчета, а также таблицы попавших под отключения объектов. Для того, чтобы сделать активной нужную таблицу щелчком левой кнопкой мыши выберите соответствующую вкладку, например, *Потребитель*, как показано ниже.



Просмотр результата

Потребитель - Здания - Выключен По... Участок в... Запорн... Итого...

Название по...	Квартал	Улица	Номер дома
Жилой дом	105	1й Южный пер.	24
Жилой дом		2й Южный пер.	15
Жилой дом	105	2й Южный пер.	28
Жилой дом	105	2й Южный пер.	32
Жилой дом	105	2й Южный пер.	33
Жилой дом	105	2й Южный пер.	34
Жилой дом		2й Южный пер.	36
Жилой дом	105	2й Южный пер.	3
Жилой дом	105	2й Южный пер.	4
Жилой дом	105	2й Южный пер.	5
Жилой дом	105	2й Южный пер.	6
Жилой дом	105	3й Южный пер.	14
Жилой дом	105	3й Южный пер.	17
Жилой дом	105	3й Южный пер.	17

Рисунок 183. Поиск выключенного объекта на карте

При выделении записи в таблице, на карте автоматически выделяется соответствующий объект. Если объект не попадает в видимую область карты, то вид устанавливается таким образом, чтобы объект оказался в центре карты.



Примечание

Имеется возможность из объектов, попавших под подключение создать группу (выделить их на карте). Для выделения объектов надо открыть вкладку со списком объектов и нажать кнопку добавить в группу -

Печать отчета

Для создания отчета по табличным данным результатов расчета:

1. Перейдите на нужную вкладку. (*Потребитель, Итоговые значения* и т.д.).
2. Нажмите кнопку . Появится диалог создания отчета:

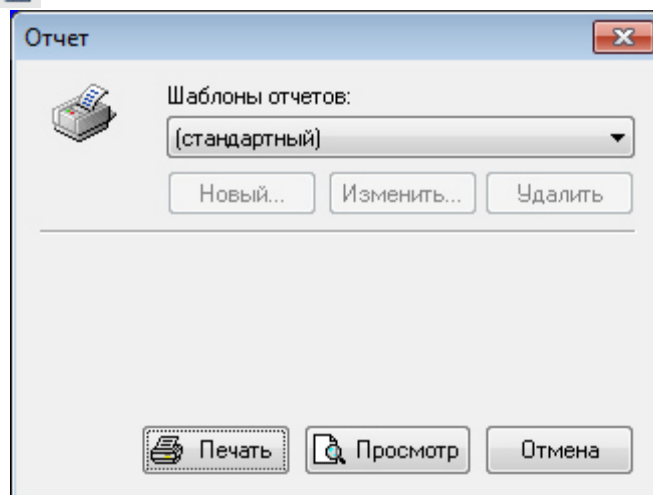


Рисунок 184. Диалог создания отчета

3. Для предварительного просмотра отчета нажмите кнопку **Просмотр**. Для печати отчета нажмите кнопку **Печать**.

Экспорт в MS Excel

Для экспорта в электронную таблицу MS Excel табличных данных результатов расчета:

1. Нажмите кнопку . Появится диалог экспорта в MS Excel.
2. В строке *Путь к книге Excel* нажмите кнопку **Обзор** и укажите путь и имя сохраняемого файла. В поле *Имя листа* введите имя листа, в который будут сохранены данные:

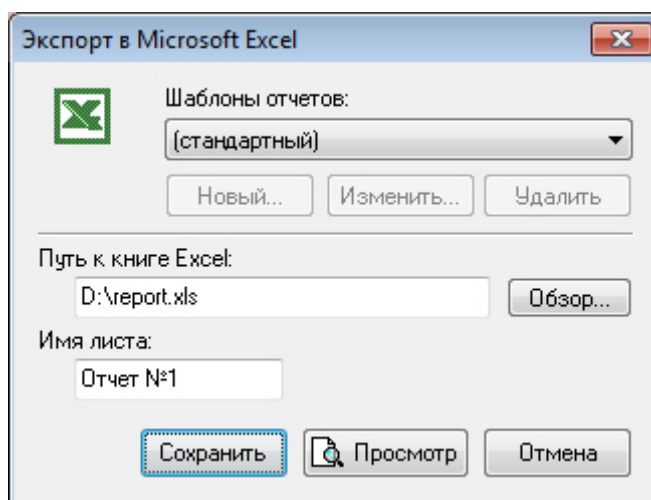



Рисунок 185. Диалог экспорта в Excel

3. Для предварительного просмотра отчета нажмите кнопку **Просмотр**.
4. Нажмите кнопку **Сохранить**.

Экспорт в HTML

Для экспорта в HTML страницу табличных данных результатов расчета:

1. Нажмите кнопку , появится диалог экспорта в HTML.
2. В строке *Имя файла* нажмите кнопку **Обзор** и укажите путь и имя создаваемого HTML файла:

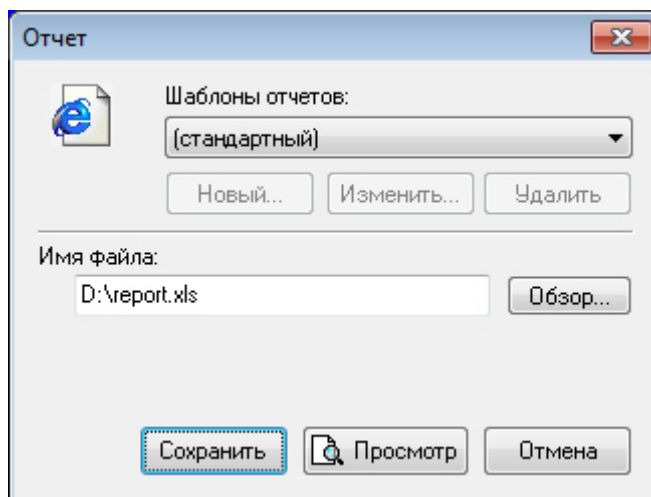


Рисунок 186. Диалог экспорта в Html

3. Для предварительного просмотра отчета нажмите кнопку **Просмотр**.
4. Нажмите кнопку **Сохранить**.

Перед запуском расчета полезно познакомиться с окном пьезографика:

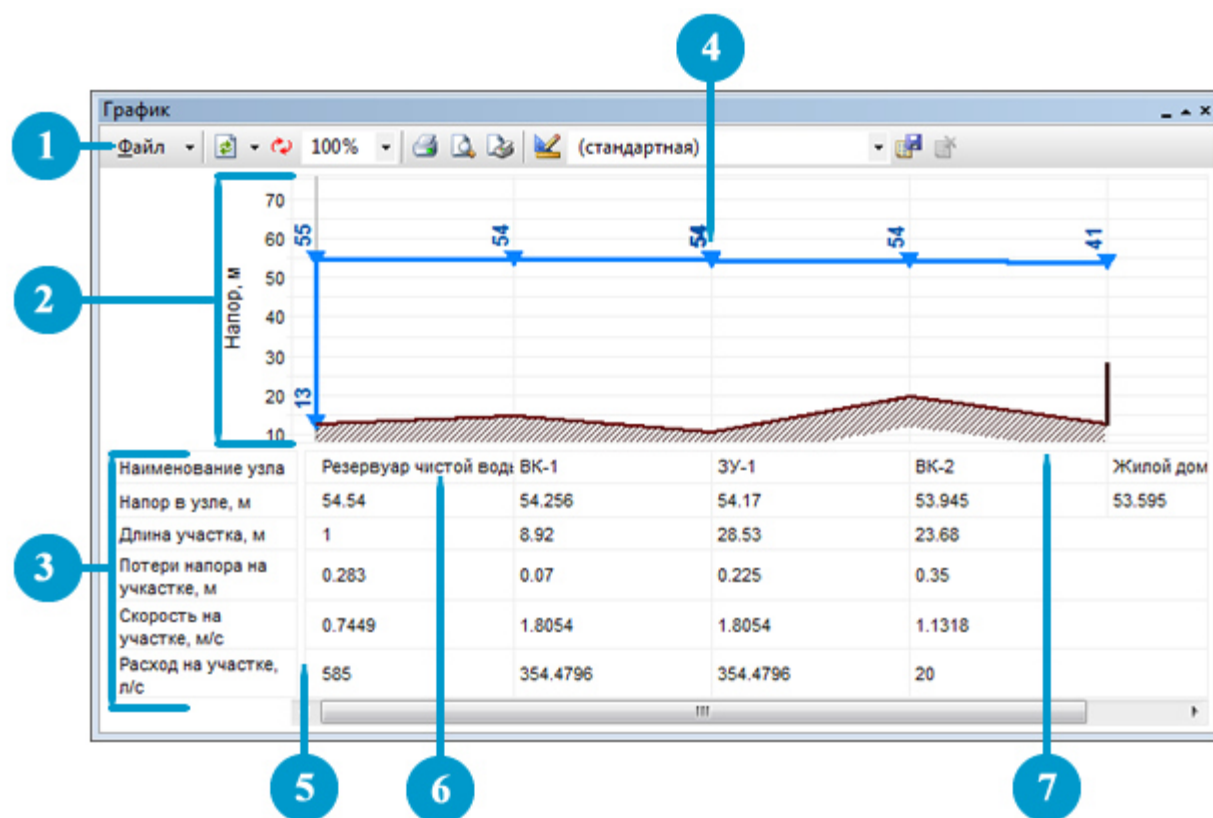


Рисунок 187. Знакомство с окном пьезографика

1. Панель инструментов пьезометрического графика.
2. Область линейного графика.
3. Область шкального графика.
4. Обозначение объекта водопроводной сети на графике (узел линейного графика).
5. Планка изменения размера области заголовка шкального графика.
6. Ячейка с наименованием объекта указанным выше на графике.
7. Перемещаемая планка изменения размеров областей шкального и линейного графиков.

Условные обозначения по-умолчанию:

- линия давления синим цветом;
- линия поверхности земли коричневым цветом со штриховкой снизу;
- линия, обозначающая высоту здания потребителя (вертикальной жирной коричневой линией).

Для того чтобы построить пьезометрический график:

1. Нажмите на панели навигации кнопку **Поиск пути**
2. Подведите курсор мыши к начальному объекту (например, к насосу) и нажмите левую кнопку мыши, после чего на выбранном объекте будет установлен красный флажок:



Рисунок 188. Установка начала пути для пьезографика

3. При существовании нескольких маршрутов до конечного узла (в кольцевых сетях) установите флажки на промежуточных узлах сети. Если необходим самый короткий путь, то достаточно указать первую и последнюю точку. Также можно указать участки, по которым не будет проходить маршрут. Для этого, удерживая клавишу **Ctrl**, щелкните левой кнопкой мыши по тем участкам, по которым не будет проходить маршрут, они отметятся красным крестиком.

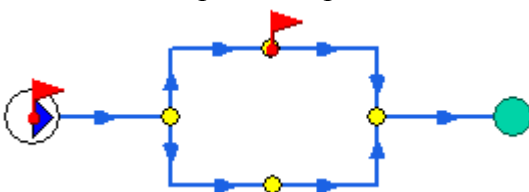


Рисунок 189. Установка промежуточной точки пути для пьезографика

4. Подведите курсор к конечному узлу и установите флажок двойным нажатием левой кнопки мыши, в результате на конечном узле будет установлен флажок, а выбранный маршрут для построения графика высветится красным цветом:

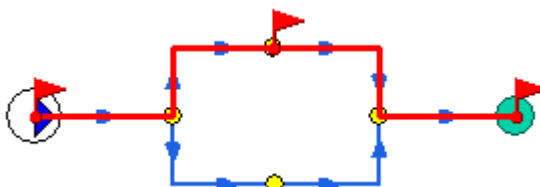


Рисунок 190. Путь для построения пьезографика

5. Для построения графика и открытия окна пьезометрического графика на панели инструментов нажмите кнопку **Пьезометрический график**

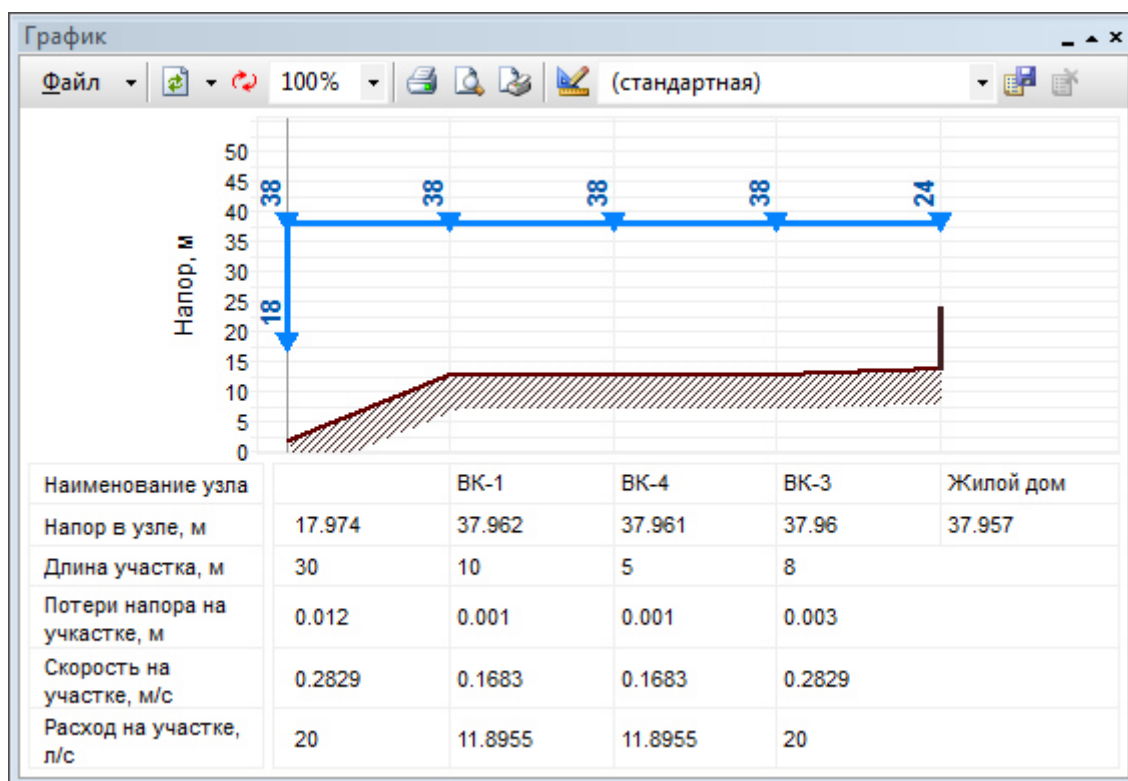



Рисунок 191. Окно пьезометрического графика

Панель инструментов пьезометрического графика

- - кнопка обновления или добавления графика. Для выбора нажмите и в открывшемся меню выберите требуемый пункт:
 - Обновить для перестроения графика после изменения пути или после изменения параметров;
 - Добавить для добавления нового графика к существующему, при этом первый график будет отображаться затененным цветом.
- - кнопка разворота пьезометрического графика. Меняются местами начало и конец пути графика;
- 75% - изменение размера графика. Для выбора размера нажать и выбрать желаемый размер в процентах от исходного;
- - кнопка выбора принтера и запуска печати пьезометрического графика;
- - кнопка предварительного просмотра страницы распечатываемого пьезометрического графика;
- - кнопка редактирования макета страницы, изменение ориентации листа, изменения размера полей страницы;
- - кнопка изменения или создания шаблона графика;
- Пример - окно выбора шаблона пьезометрического графика, для выбора нажмите и в открывшемся меню выберите требуемый шаблон, по умолчанию используется стандартный;
- - кнопка сохранения нового шаблона пьезометрического графика;

-  - кнопка удаления шаблона пьезометрического графика. Маршрут строится автоматически, достаточно указать его начальный и конечный узлы. Если путей от одного узла до другого может быть несколько, то достаточно указать ряд промежуточных узлов.

Для того чтобы какой-либо пьезометрический график всегда можно было открыть для просмотра, имеется возможность сохранить график в файл.

Для сохранения графика:

1. После построения пьезометрического графика выберите в диалоговом окне *График* меню **Файл|Сохранить** (для сохранения копии графика **Файл|Сохранить как**).
2. В появившемся диалоговом окне укажите путь и в строке *Имя файла* задать имя для сохраняемого графика.
3. Нажмите кнопку **Сохранить**.

Для открытия ранее сохраненного графика:

1. В диалоговом окне *График* выберите пункт меню **Файл|Открыть**.
2. В появившемся окне укажите файл для открытия и нажмите кнопку **Открыть**.

К сохраняемому графику можно добавить комментарий или примечание, для этого:

1. В диалоговом окне *График* выберите пункт меню **Файл|Варианты**.
2. В появившемся окне *Варианты графика* нажмите кнопку **Добавить**, после чего появится окно, в котором будет предложено внести комментарий к графику.
3. Введите комментарий, нажмите кнопку **ОК**.
4. Нажмите кнопку **Закреть** для окончания ввода комментариев.

После добавления комментариев пьезографик обязательно надо сохранить.

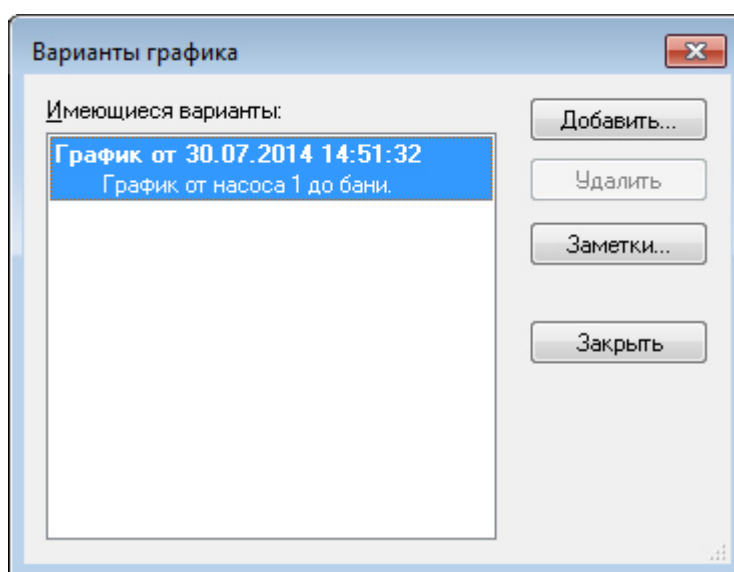


Рисунок 192. Варианты графика

Для сохранения графика в Microsoft Word™ или Excel™ сначала надо график скопировать, а затем вставить в нужный файл.

1. Чтобы скопировать весь пьезографик, в любом месте пьезометрического графика нажмите правую клавишу мыши, после чего в открывшемся контекстном меню выберите пункт Выделить все. В результате весь график выделится рамкой.

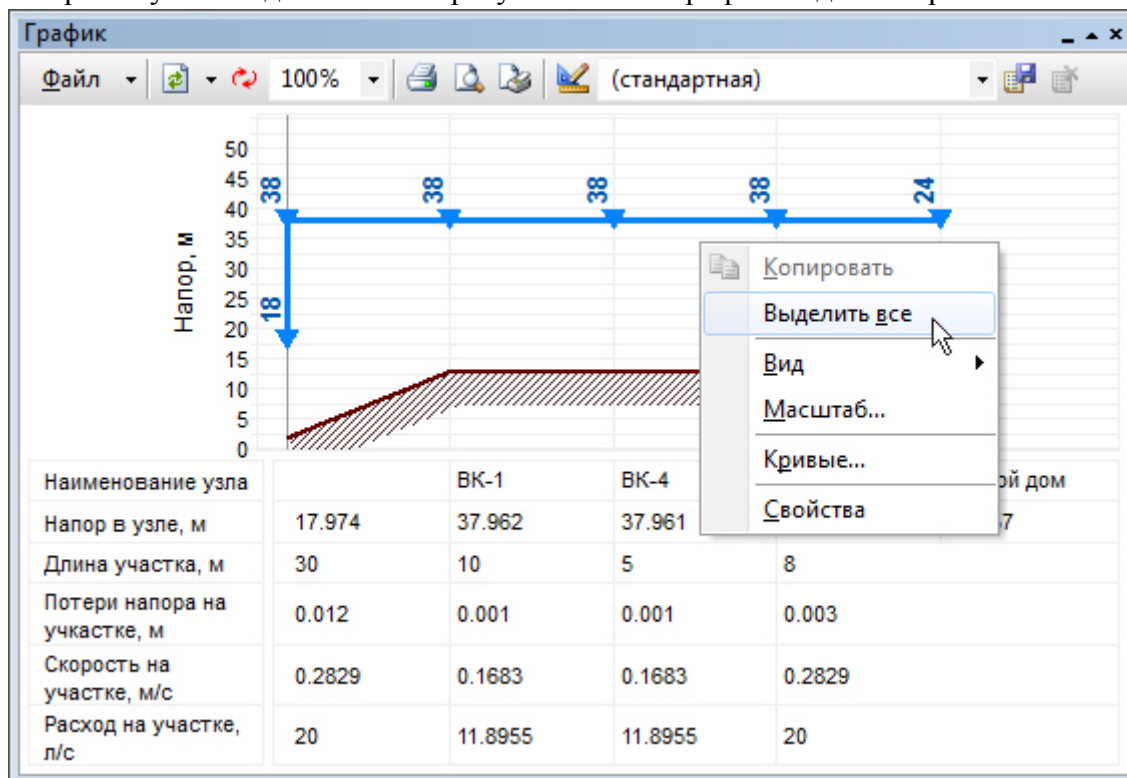


Рисунок 193. Выделение всего пьезометрического графика

Если нужно копировать только шкальную часть пьезометрического графика то для этого выделите область таблицы графика, которую необходимо перенести, нажав на левую клавишу мыши и удерживая ее растяните область копирования до необходимых размеров:

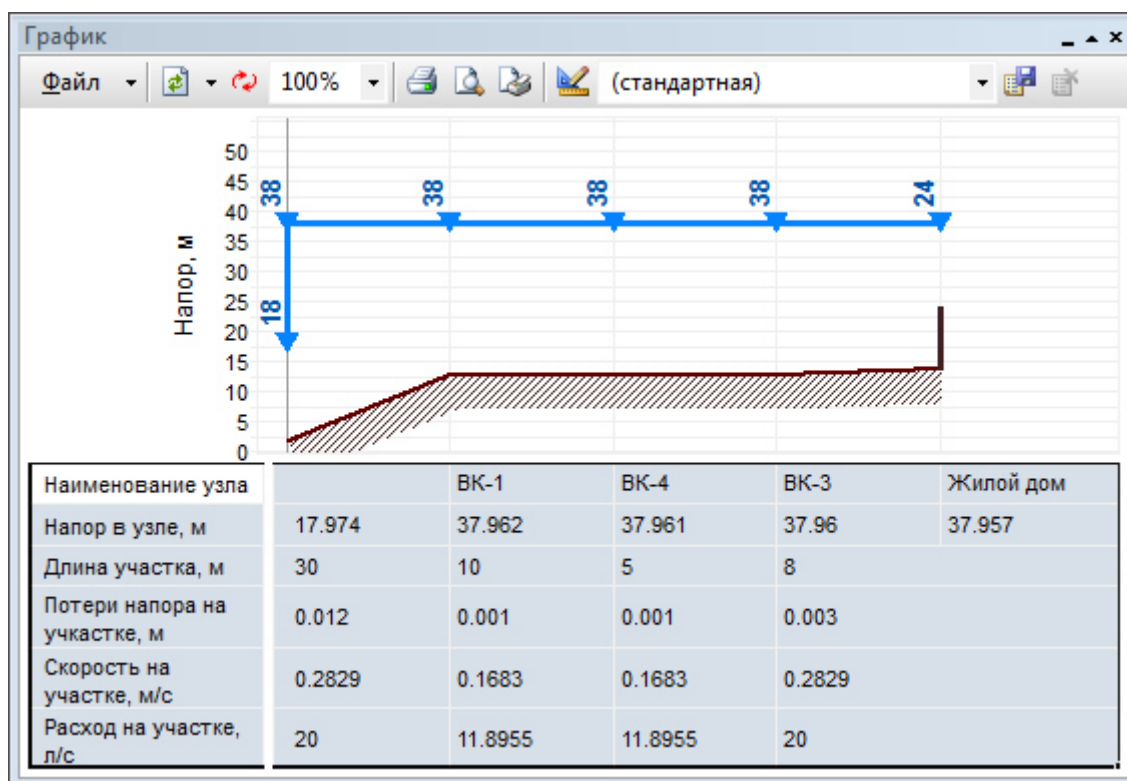


Рисунок 194. Выделение области таблицы

2. При копировании всего пьезографика нажмите правую кнопку мыши в любом месте графика, а при копировании только шкальной части щелкните правой кнопкой в выделенной области и в появившемся контекстном меню выберите пункт Копировать.
3. Для того чтобы вставить скопированный график откройте программу, например Word или Excel, установите курсор в необходимое место документа, нажмите правую кнопку мыши и в открывшемся контекстном меню выберите пункт Вставить.



Система позволяет экспортировать пьезометрический график в форматы BMP (*.bmp) и Enhanced Metafile (*.emf).

Для экспорта пьезометрического графика:

1. В окне *График* выберите пункт меню Файл|Экспорт....
 2. В появившемся диалоговом окне в строке *Имя файла* задайте имя и путь для нового файла.
 3. В строке *Тип файла* выберите тип файла, который нужно получить в результате экспорта.
 4. Нажмите кнопку Сохранить.
 5. При экспорте в формат bmp можно дополнительно изменить параметры экспортируемого файла:
 - *Формат* (монохромный рисунок, 256-цветный рисунок, 24-разрядный рисунок);
 - *Размер документа* (ширина (мм), высота (мм), разрешение (dpi)).
- При экспорте в формат emf можно изменить только размеры документа.

6. Нажмите кнопку ОК.

Пьезометрические графики можно совмещать (накладывать друг на друга), для этого:

1. Постройте первый пьезографик (см. [«Построение пьезометрического графика»](#)) или откройте ранее сохраненный график (см. раздел [«Сохранение пьезометрического графика»](#)).
2. Отметьте новый путь для построения второго графика или используйте оставшийся.
3. В окне *График* нажать на  кнопки  и в открывшемся меню выбрать пункт *Добавить*. После чего новый график будет наложен на предыдущий. При этом первый график будет прорисован более тусклым цветом, а второй график более ярким:

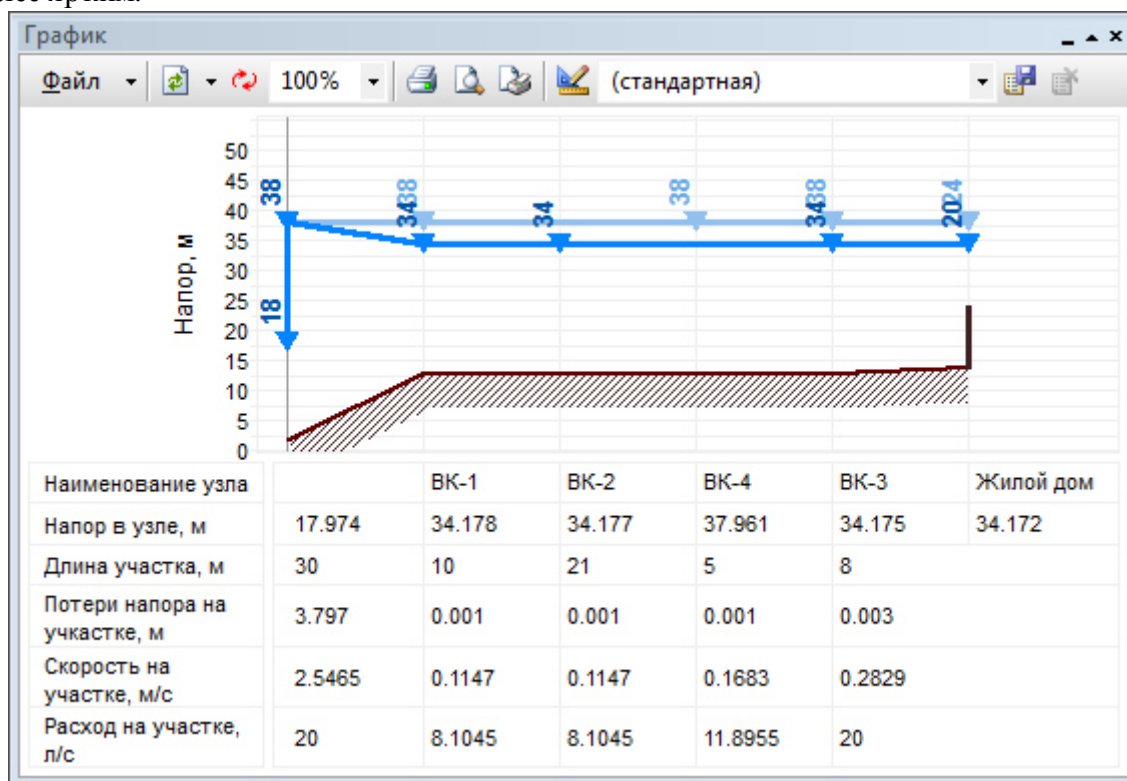


Рисунок 195. Совмещение пьезометрических графиков

Большинство наиболее необходимых настроек пьезометрического графика можно изменить с помощью контекстного меню, вызываемого нажатием правой кнопки мыши в области окна *График*.

Быстрая настройка графика с помощью контекстного меню позволяет:

1. [«Выделение пьезографика»;](#)
2. [«Изменение внешнего вида пьезографика»;](#)
3. [«Изменение масштаба пьезографика»;](#)
4. [«Настройка кривых пьезографика»;](#)
5. [«Изменений свойства пьезографика».](#)

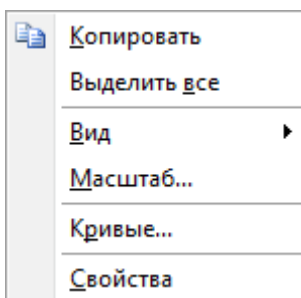


Рисунок 196. Быстрые настройки графика

Выделение пьезографика

Выделить всю область пьезографика можно с помощью пункта Выделить все контекстного меню. Выделение может понадобиться для дальнейшего копирования и вставки пьезографика в какую либо программу, например в Microsoft Word™ или Microsoft Excel™ (подробней см. раздел [«Сохранение пьезометрического графика в Ms Word и Excel»](#)).

Изменение внешнего вида пьезографика

При выборе пункта Вид контекстного меню откроется дополнительное меню со следующими опциями:

1. Затенять при наложении - при совмещении нескольких пьезометрических графиков можно выбрать будет ли построенный ранее график затеняться или нет (подробней о совмещении графиков можно узнать в разделе [«Совмещение пьезометрических графиков»](#)).
2. Таблица - с помощью данной опции можно включать и выключать отображение табличной (или шкальной) области графика.
3. Скрывать ячейки - с помощью данной опции можно скрыть частично видимые ячейки таблицы (в случае их наложения друг на друга).
4. Показать/убрать колонки... - с помощью данной опции имеется возможность скрыть или отобразить колонки по объектам, отображенным в шкальной области графика. При выборе данной опции появится окно со списком колонок пьезографика, для отображения колонки напротив ее названия должна быть установлена галочка, в противном случае колонка не отображается.

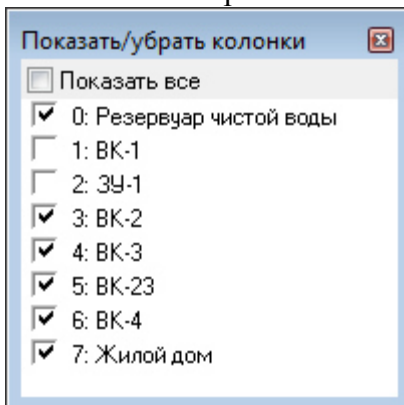


Рисунок 197. Диалог Показать/убрать колонки...

Изменение масштаба пьезографика

При выборе пункта Масштаб контекстного меню откроется дополнительное окно настройки масштаба графика, в котором можно определить масштаб для осей X и Y:

- без масштаба (равномерные отсчеты);
- подбирать масштаб автоматически;
- соблюдать определенный масштаб (в окошке справа необходимо указать этот масштаб).

Помимо настройки осей имеется возможность включения или отключения отображения нулевой геодезической отметки на графике. Для ее отключения надо снять флажок *Всегда включать ноль в диапазон шкалы*, для включения нуля наоборот установить флажок.

Настройка кривых пьезографика

При выборе опции Кривые откроется дополнительное окно со списком всех кривых графика:

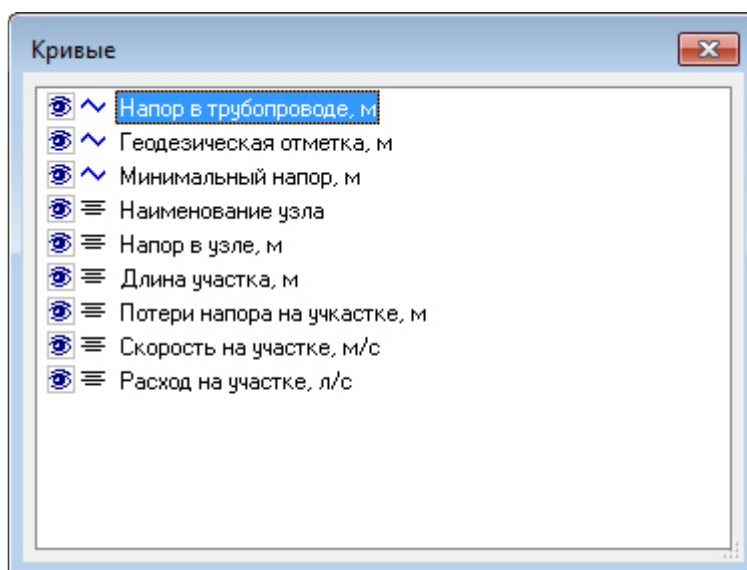


Рисунок 198. Список кривых пьезометрического графика

Для того чтобы скрыть или отобразить ранее скрытую кривую надо сделать щелчок левой кнопкой мыши слева от названия кривой на значке «глаза».



Двойной щелчок левой кнопкой мыши на названии кривой откроет диалоговое окно по настройке кривой.

Изменений свойства пьезографика

Свойства пьезографика можно изменить, выбрав пункт контекстного меню *Свойства* (подробней о свойствах пьезографика можно узнать в разделе [«Создание нового шаблона пьезометрического графика»](#)).

По умолчанию пьезографик строится по стандартному шаблону, со стандартными настройками, но в системе имеется возможность создать новый шаблон с необходимыми параметрами.

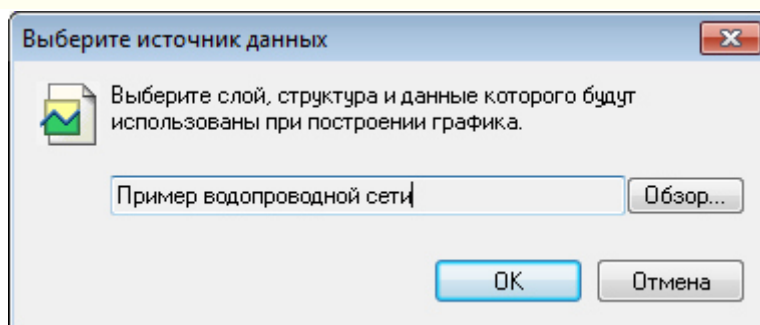
Для создания нового шаблона:

1. Установите курсор в окне выбора шаблона графика и задайте новое имя шаблона **Пример**. Нажмите кнопку  для сохранения нового шаблона.
2. Нажмите кнопку редактора шаблона  и выберите слой редактируемого пьезометрического графика.



Примечание

По умолчанию указывается тот слой, который является активным в загруженной карте.



3.

4. Рисунок 199. Окно выбора слоя

- 5.
6. После выбора слоя нажмите **ОК**.

После нажатия **ОК** появится следующее окно:

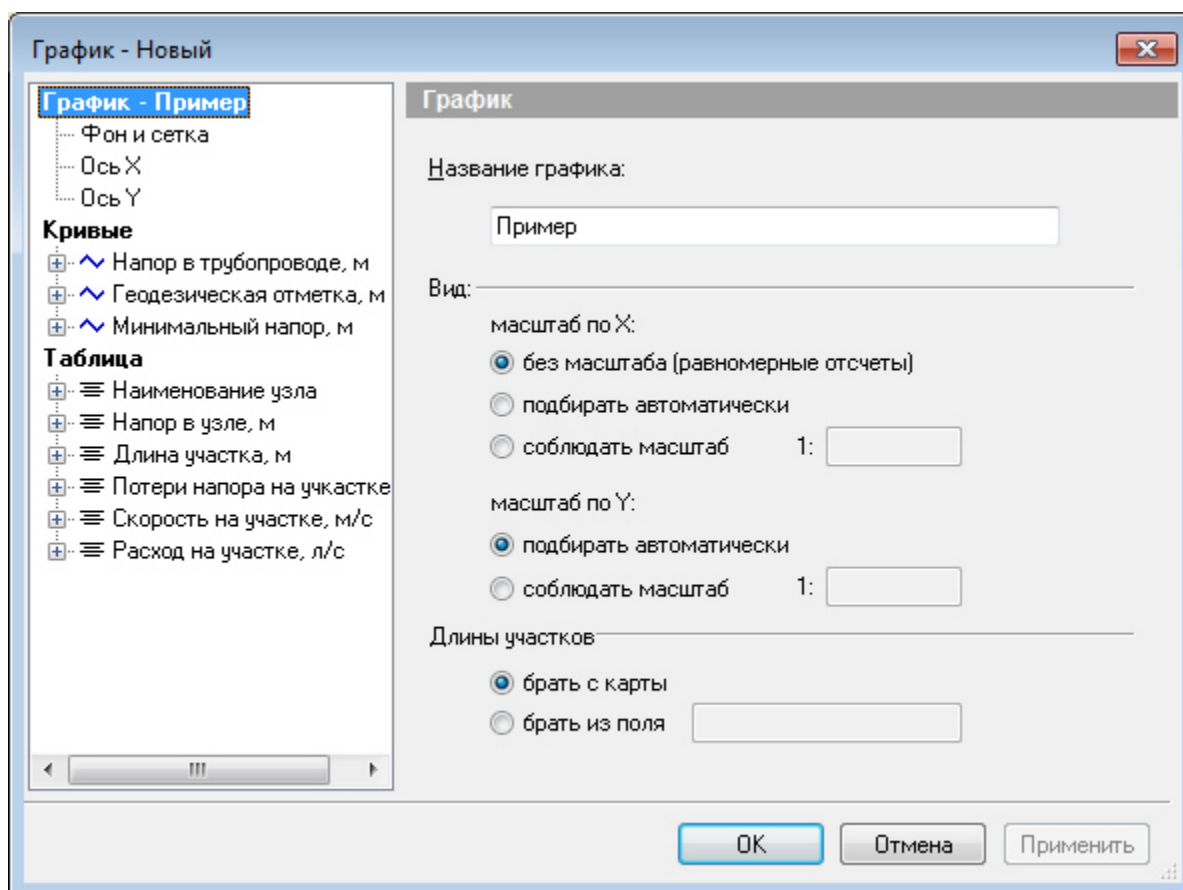


Рисунок 200. Конструктор пьезометрического графика

В левой части диалогового окна располагается дерево настроек, которое состоит из трех разделов:

1. [«Раздел График»](#).
2. [«Раздел Кривые»](#).
3. [«Раздел таблица»](#).

Раздел График

Установив курсор на заголовок *График* можно настроить масштабирование графика: масштабировать вручную, автоматически по оси X и Y или вообще не придерживаться масштаба, а использовать равномерные отсчеты. При масштабировании графика выбирается способ определения длины участка - по масштабу с карты или по значению, записанному в поле базы данных по участкам сети. Ниже показан пример графика использующего автоматический подбор масштаба по оси X и Y.

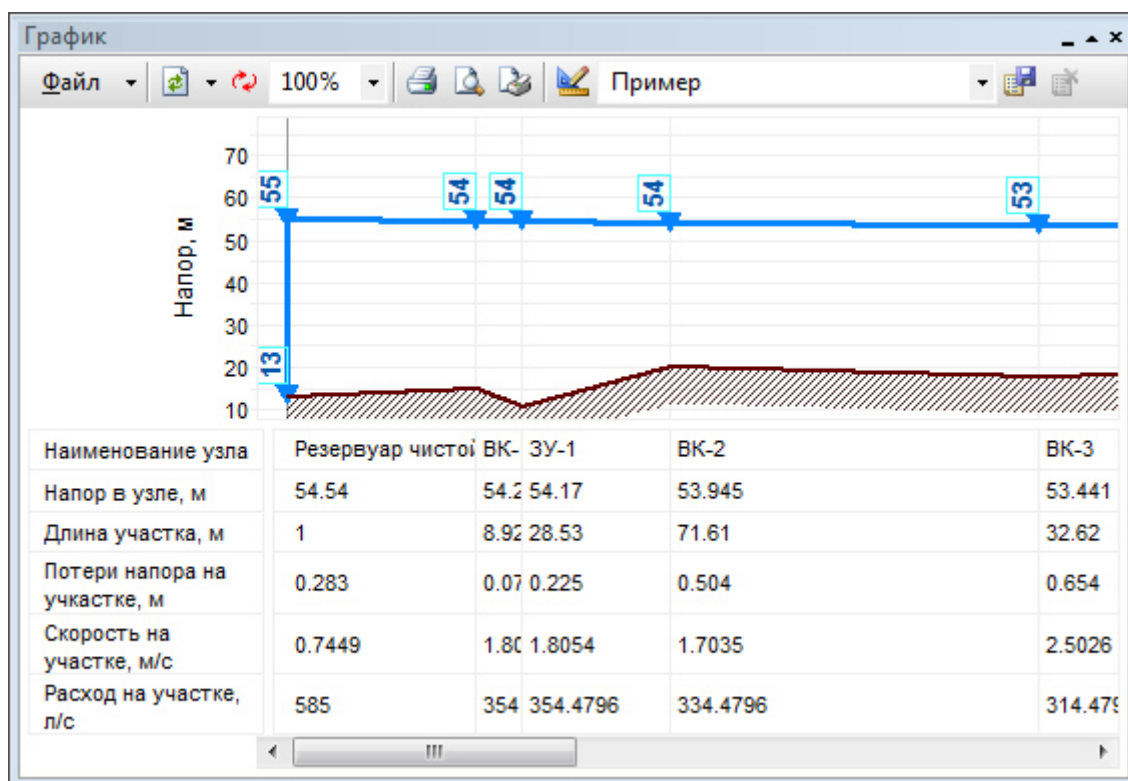


Рисунок 201. Пример автоматического масштаба графика

При желании задать масштаб графика вручную необходимо установить маркер напротив строки *Соблюдать масштаб* и в поле справа ввести с клавиатуры требуемый масштаб, после чего нажать кнопку **Применить**.

Установив курсор на подзаголовок *Фон и сетка*, можно задать параметры отображения фона и сетки графика.

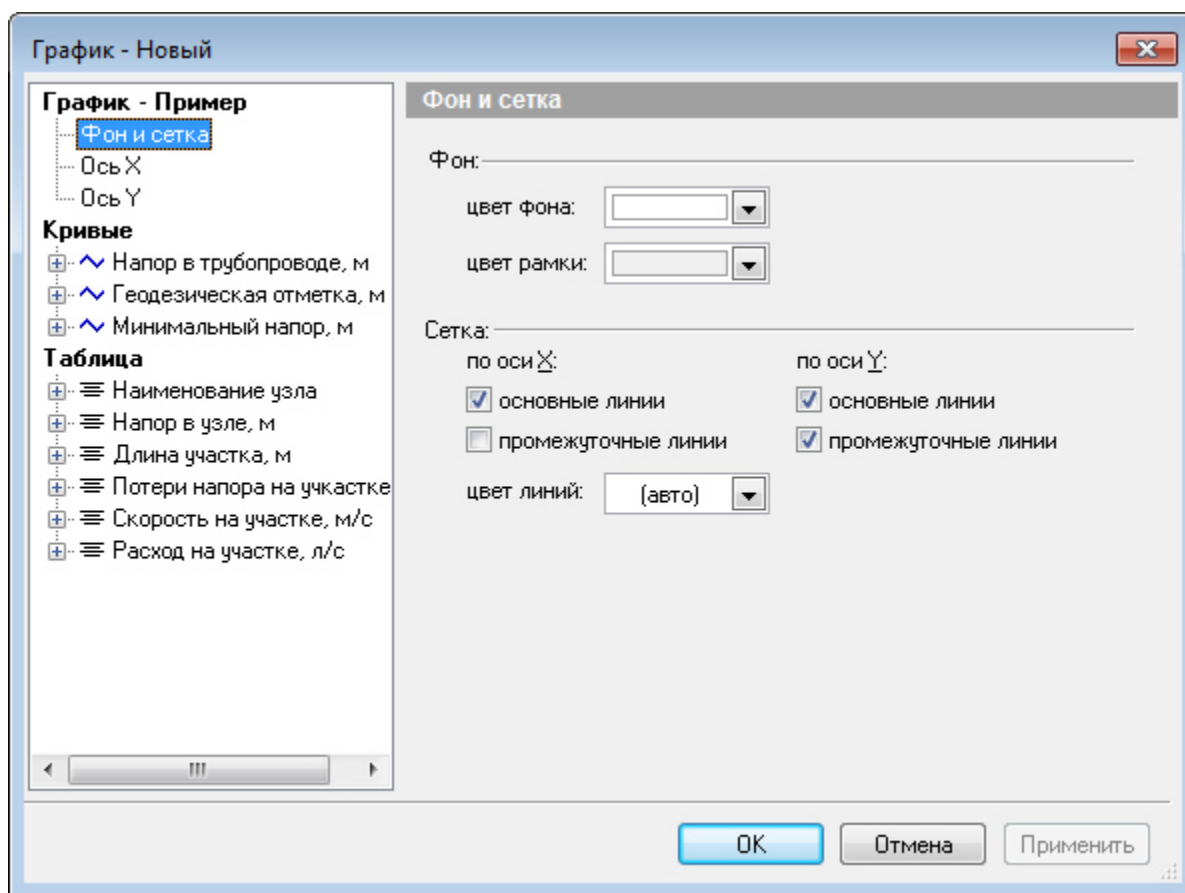


Рисунок 202. Настройка фона и сетки

Установив курсор мыши на подзаголовок Ось X или Ось Y можно изменить параметры отображения осей X и Y, такие как: стиль линии отображающей ось, количество и внешний вид делений оси, внешний вид заголовка шкалы.

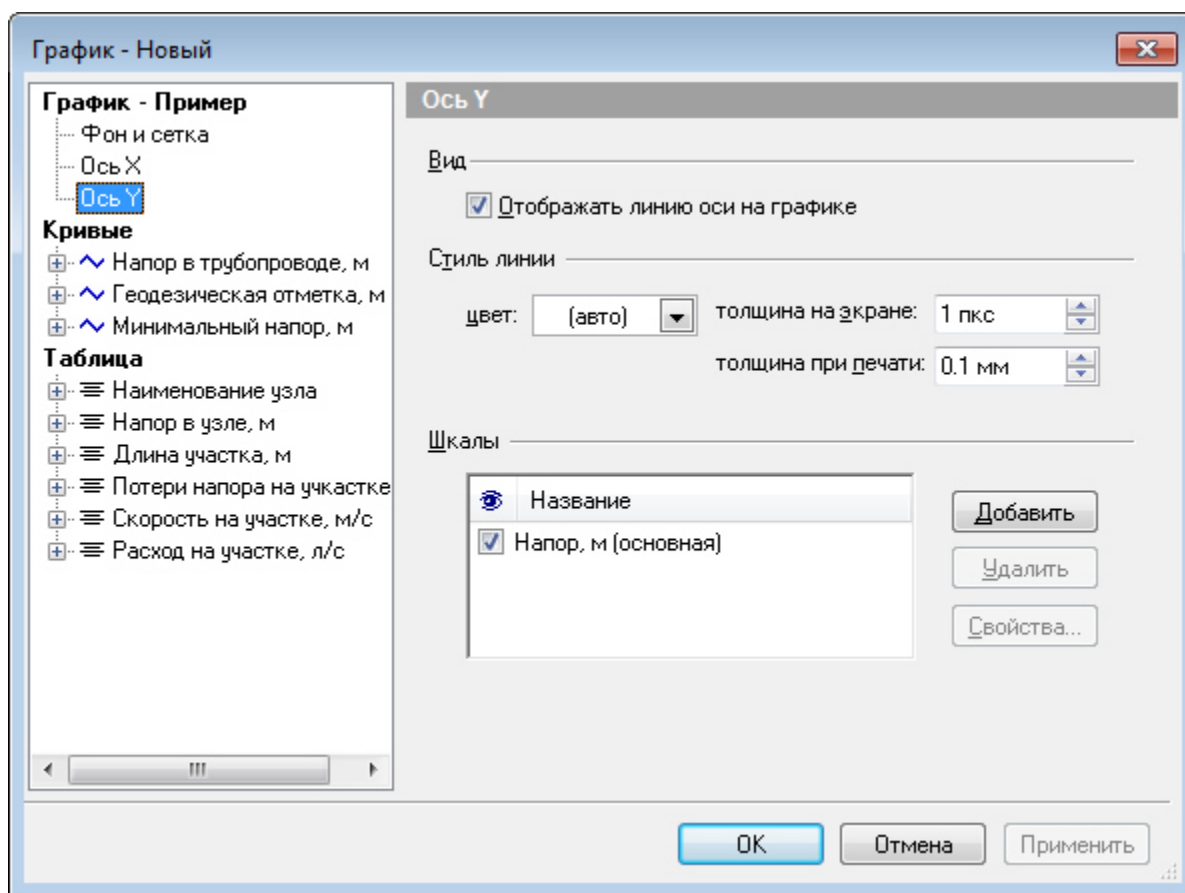


Рисунок 203. Настройка оси Y

Шкала

Так же имеется возможность провести дополнительные настройки шкалы. Для этого следует в окне, которое появляется при выделении оси в правой нижней части окна сделать двойной щелчок левой кнопкой мыши по шкале *Напор, м (основная)*. Откроется окно настроек шкалы:

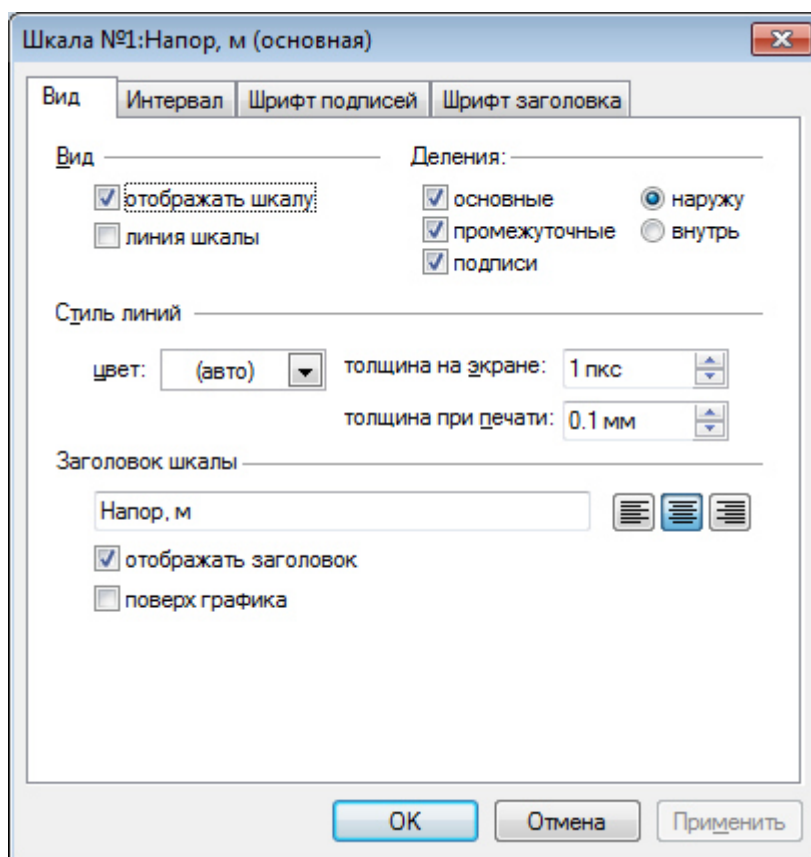


Рисунок 204. Настройка шкалы пьезографика

Окно настроек шкалы имеет следующие вкладки:

- *Вид* – в этой вкладке настраивается внешний вид шкалы (цвет линии, толщина, деления шкалы), а также задается заголовок шкалы;
- *Интервал* – позволяет настроить интервал значений (максимальное, минимальное значение, цена промежуточных делений), а также выбрать размерность шкалы. Интервал значений по оси X нельзя изменить при выбранном режиме *без масштаба (равномерные отсчеты)*. При выборе подзаголовка *Интервал для оси Y* в разделе *Дополнительно* можно включить\отключить функцию *Всегда отображать ноль в диапазоне шкалы*. При убранном флажке ноль отображаться не будет, при этом минимальное значение шкалы Y будет подобрано автоматически. Данная функция удобна при больших значениях геодезических отметок;
- *Шрифт подписей* – в этой вкладке настраивается внешний вид подписей шкалы (шрифт, начертание, размер, цвет);
- *Шрифт заголовка* – в этой вкладке настраивается внешний вид заголовка шкалы (шрифт, начертание, размер, цвет).

Раздел Кривые

При установке курсора на заголовок *Кривые* можно выбрать состав отображаемых кривых на пьезометрическом графике. При желании скрыть какую либо кривую необходимо убрать флажок слева от наименования требуемой кривой.

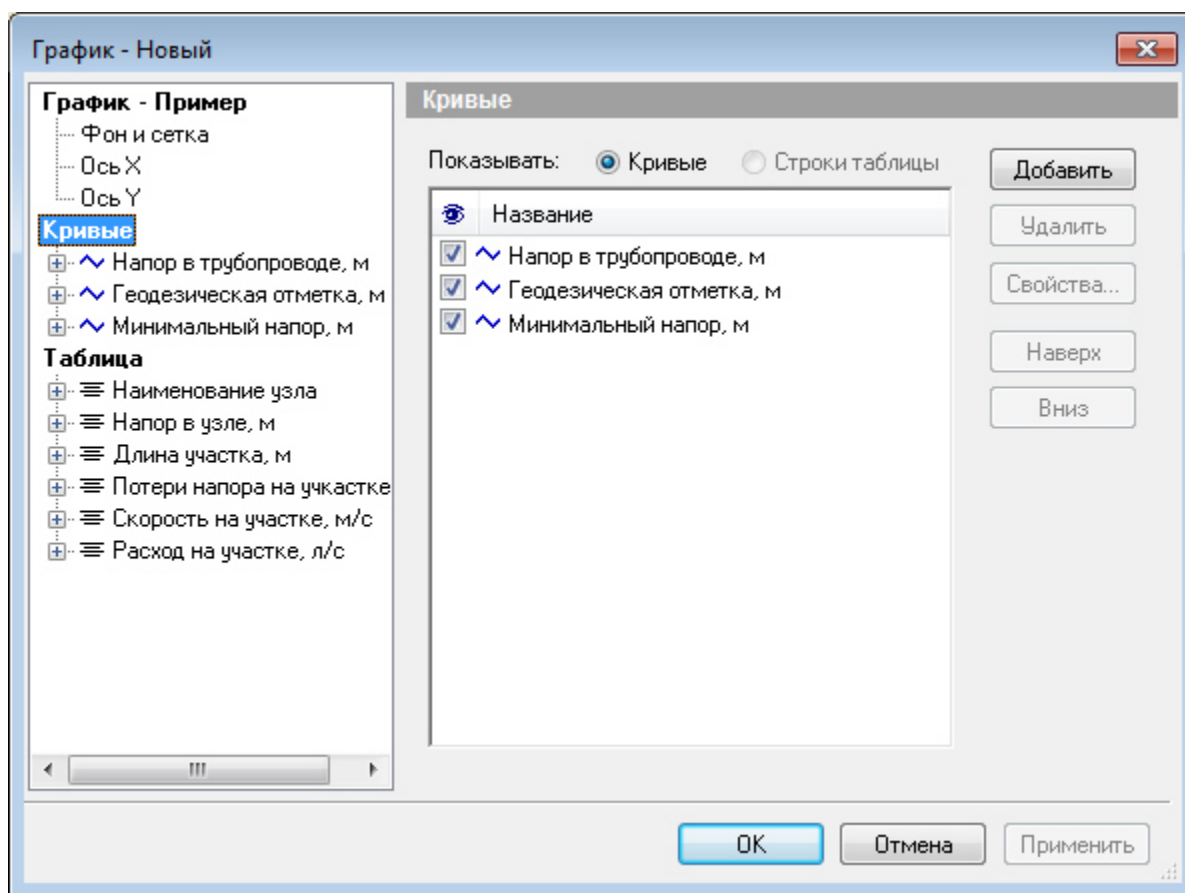


Рисунок 205. Настройка кривых пьезометрического графика

При установке курсора на подзаголовок с наименованием кривой, например *Напор в трубопроводе*, можно отредактировать вид, название кривой и выбрать шкалу к которой привязана данная кривая.

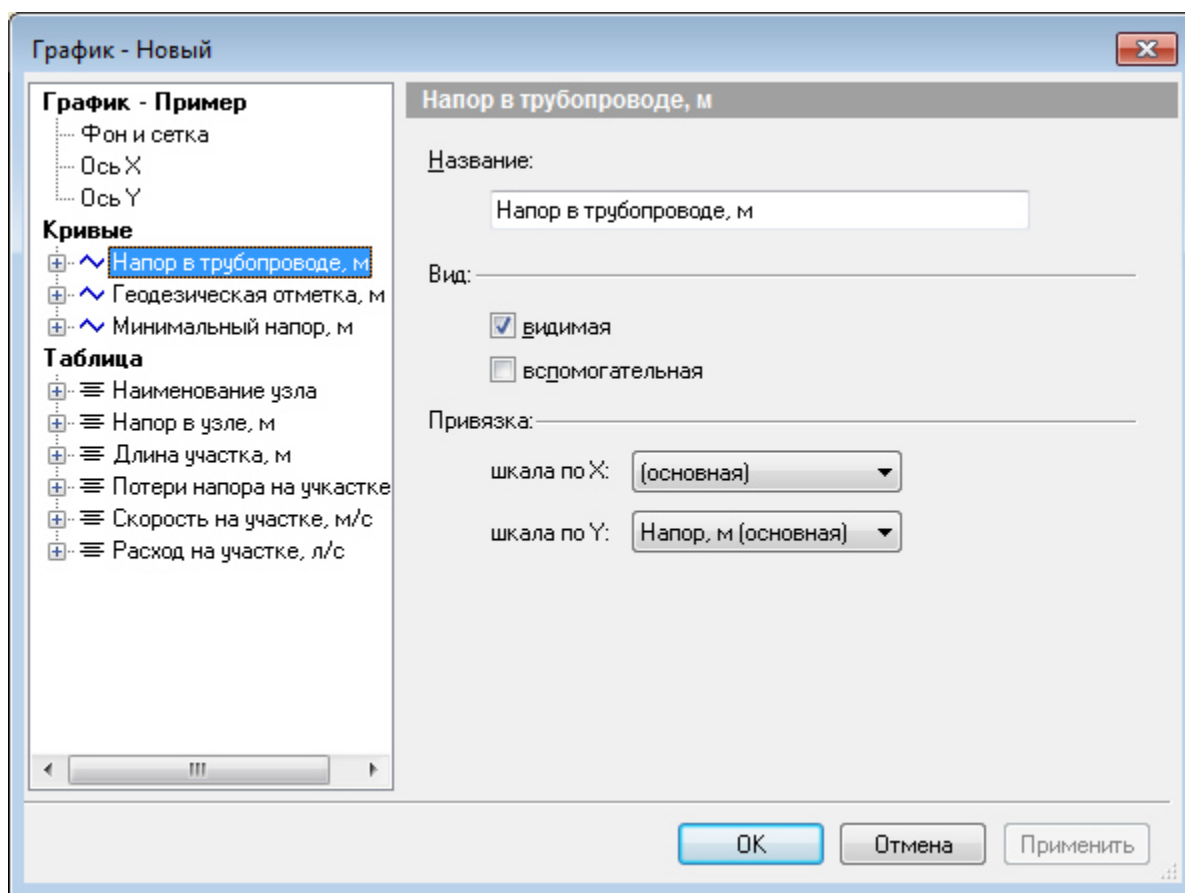


Рисунок 206. Настройка кривой

При установке курсора на подзаголовок *Объекты* можно выбрать объекты водопроводной сети, для которых будут отображаться точки кривой.

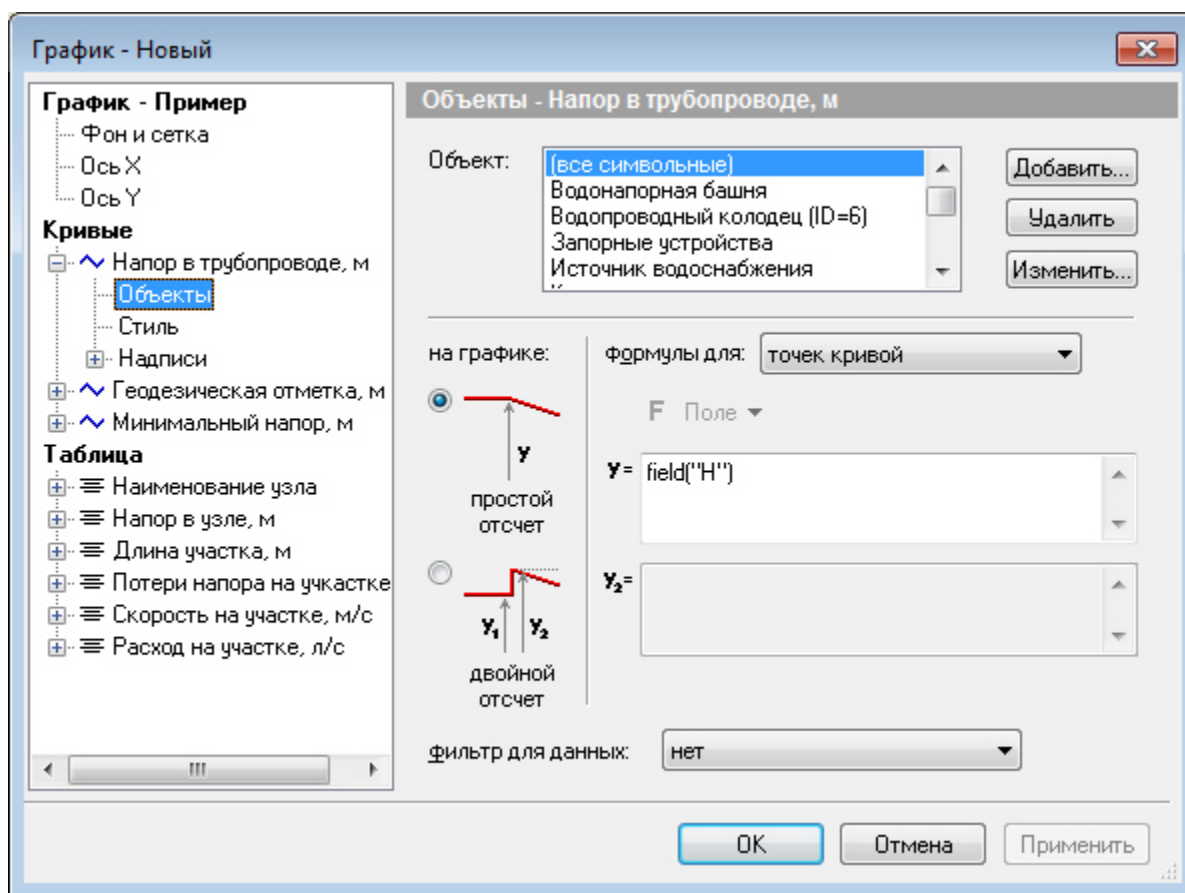


Рисунок 207. Подраздел «Объекты»

При установке курсора на подзаголовок *Стиль* имеется возможность определить внешний вид выбранной кривой. Можно настроить цвет, толщину кривой, а также отображение узлов кривой.

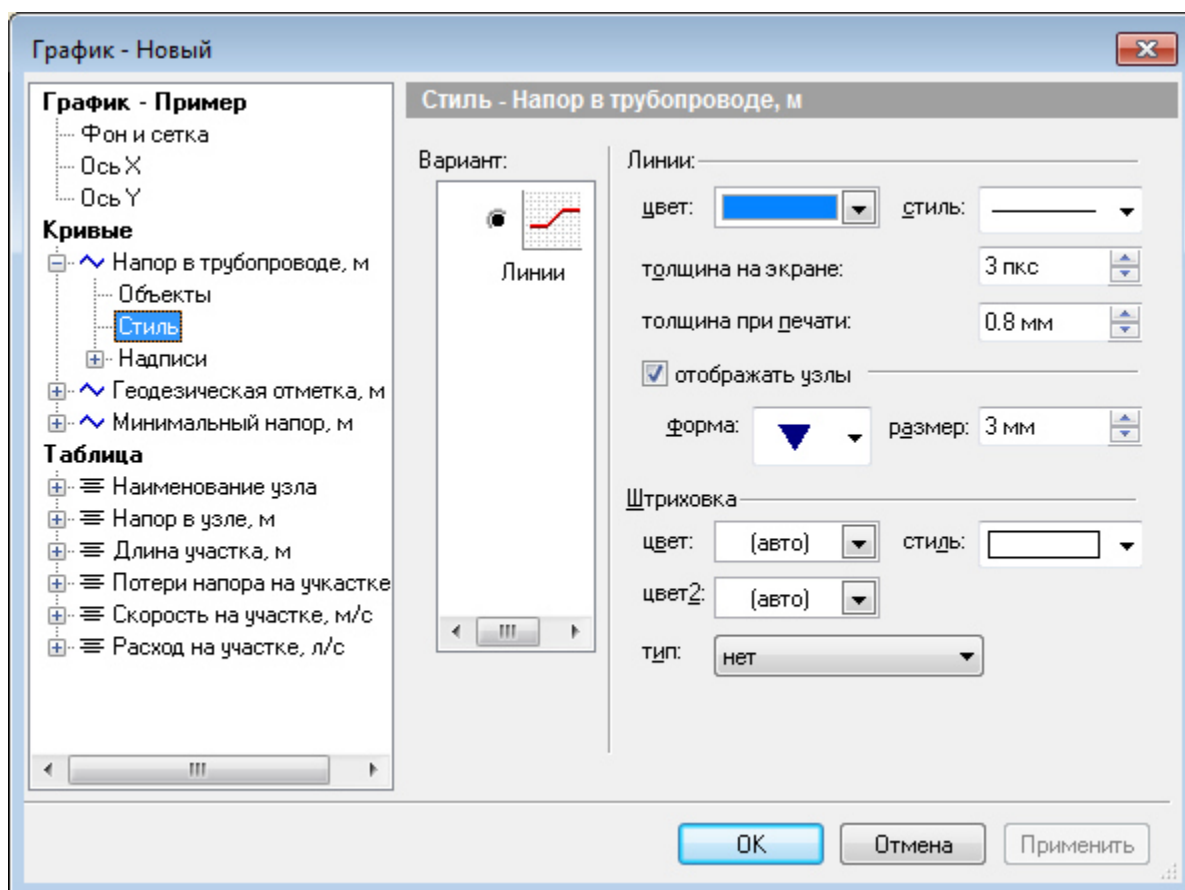


Рисунок 208. Подраздел «Стиль кривой»

Отображение узлов

Для отображения узлов на пьезографике необходимо установить флажок *Отображать узлы*. Можно указать форму узла (выбрать в выпадающем окошке *форма*), и в окошке *размер* задать размеры выбранного символа.

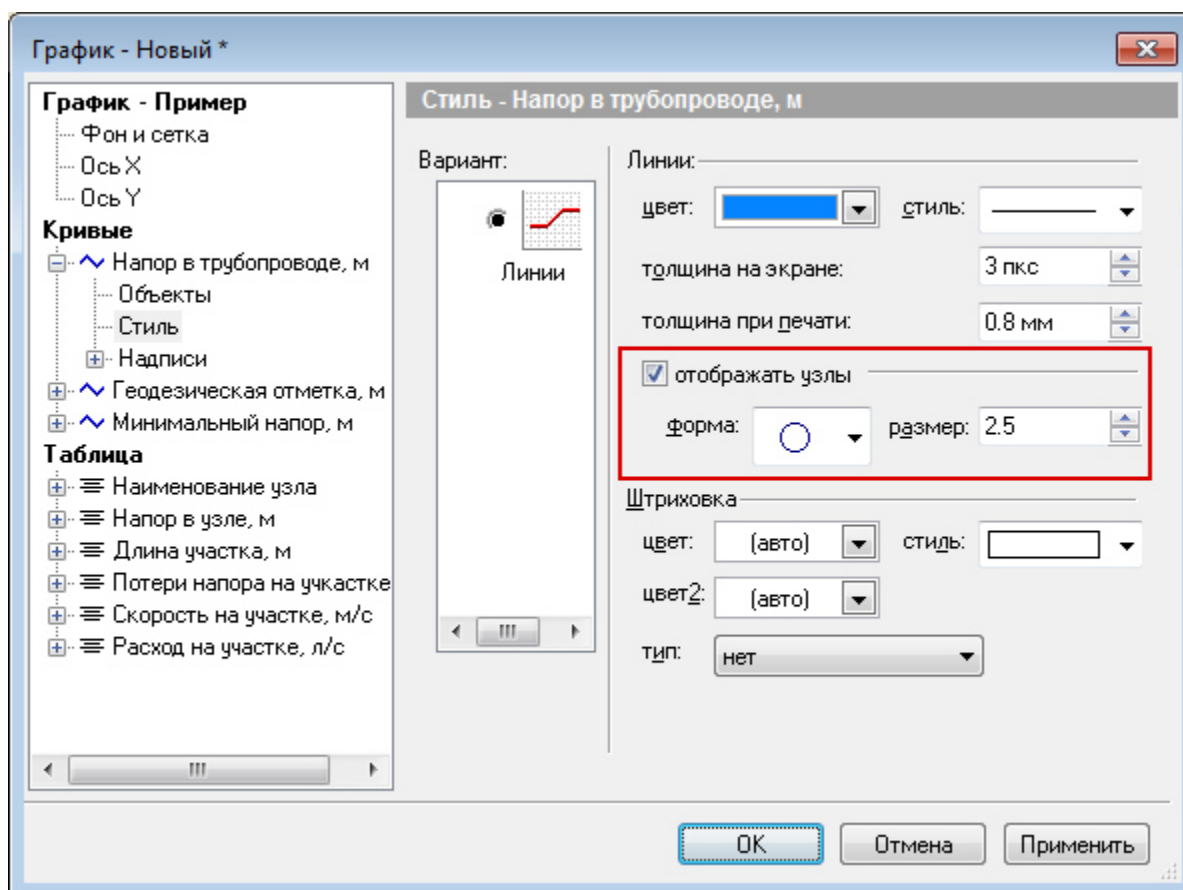


Рисунок 209. Включение отображения узлов на кривой

Штриховка

В разделе Штриховка можно указать область и внешний вид штриховки, для этого выбрать тип штриховки:

- нет;
- до оси X;
- до другой кривой;
- на заданную ширину.

При выборе типа на заданную ширину ниже необходимо указать в миллиметрах ширину штриховки, а при выборе типа до другой кривой необходимо указать кривую, до которой будет осуществляться штриховка. В окошке *цвет* можно выбрать - цвет штриховки, в окошке *стиль* - стиль отображения штриховки.

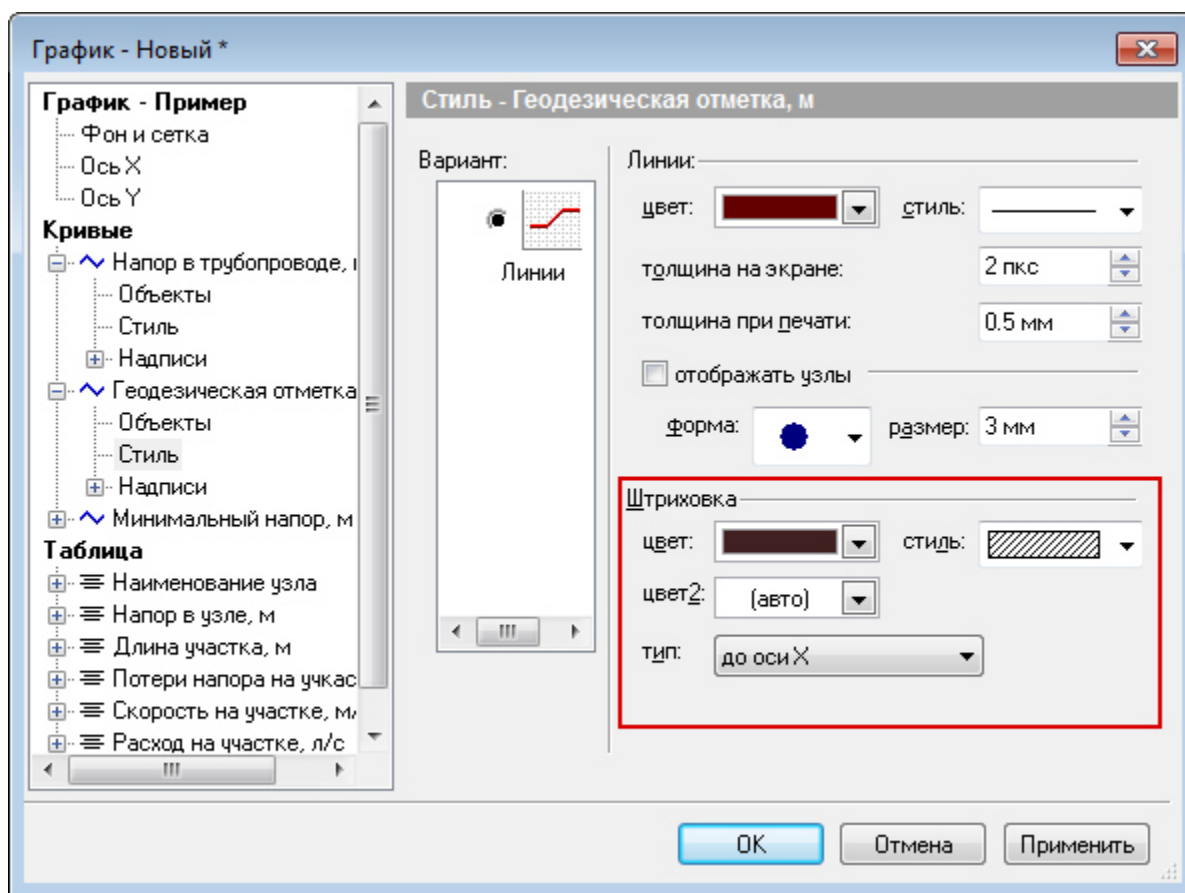


Рисунок 210. Настройка штриховки

Ниже на рисунке можно увидеть результат штриховки от кривой *Геодезическая отметка* до кривой *X*.

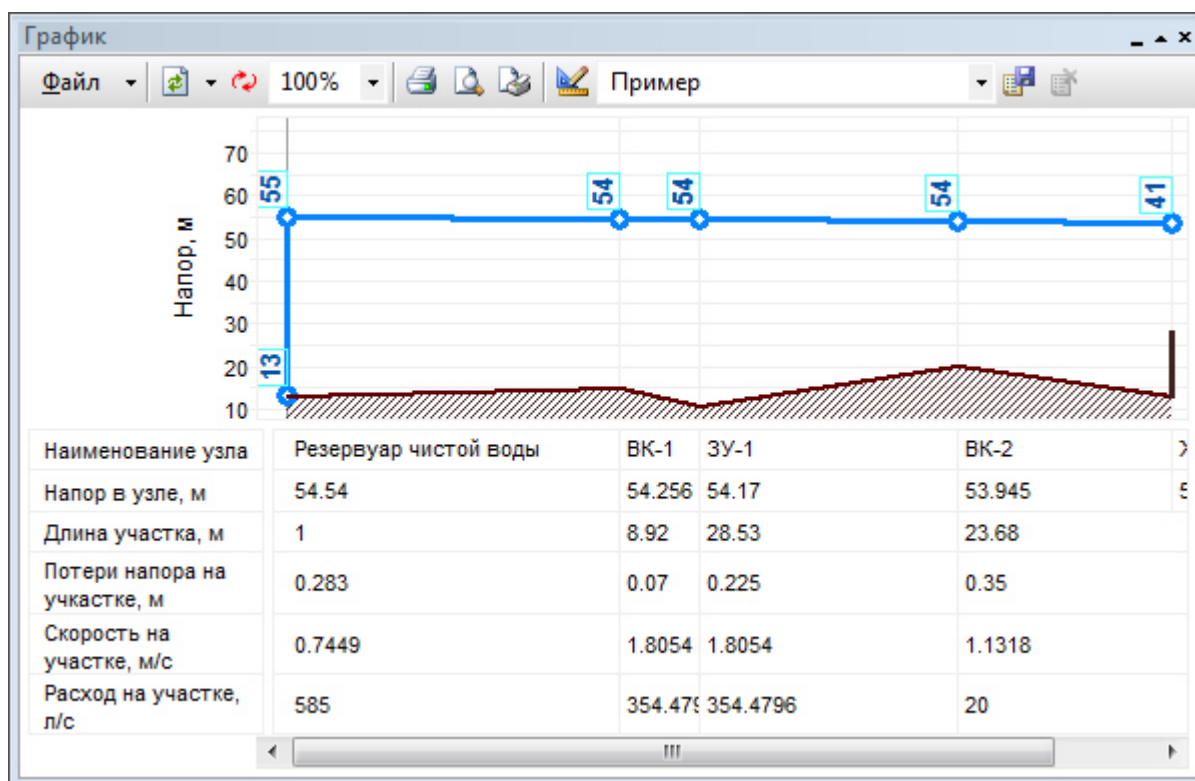


Рисунок 211. Пример графика со штриховкой

Надписи на пьезометрическом графике

При установке курсора на подзаголовок *Надписи* можно включить и настроить отображение надписей на пьезометрическом графике. В строке вариант выбирается тип надписи:

- нет надписей;
- простые бирки;
- бирки с тенью.

В строке цвет фона и цвет рамки выбирается цвет фона и рамки надписи. В окне наклон выбирается ориентация надписи относительно точки на графике, т.е. указывается на сколько градусов необходимо повернуть надпись. Значение вводится либо с клавиатуры либо задается с помощью левой кнопки мыши путем перемещения красной точки на шкале. Опция Округлять значения позволяет округлять выводимые значения до указанных знаков после запятой.

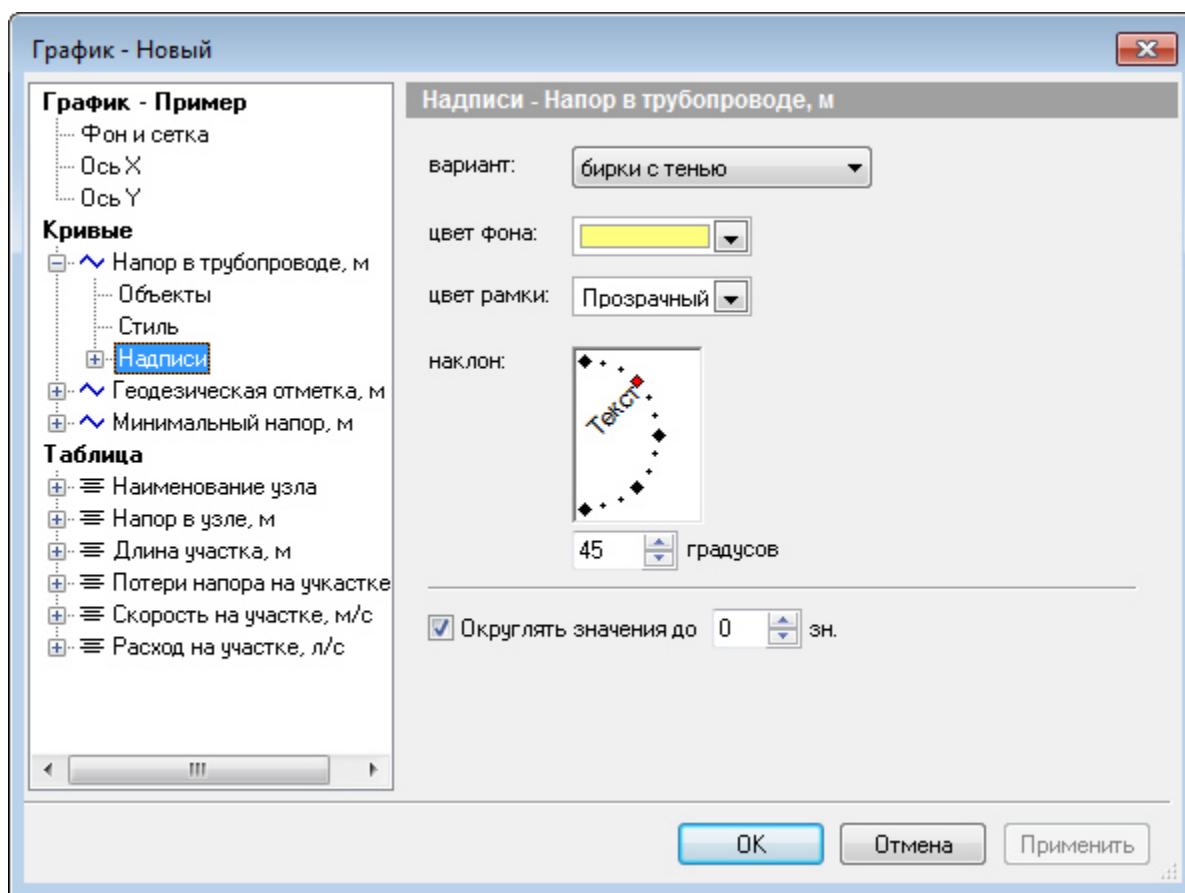


Рисунок 212. Настройка подписей кривой

На рисунке, приведенном ниже можно увидеть результат включения режима отображения надписей на графике.

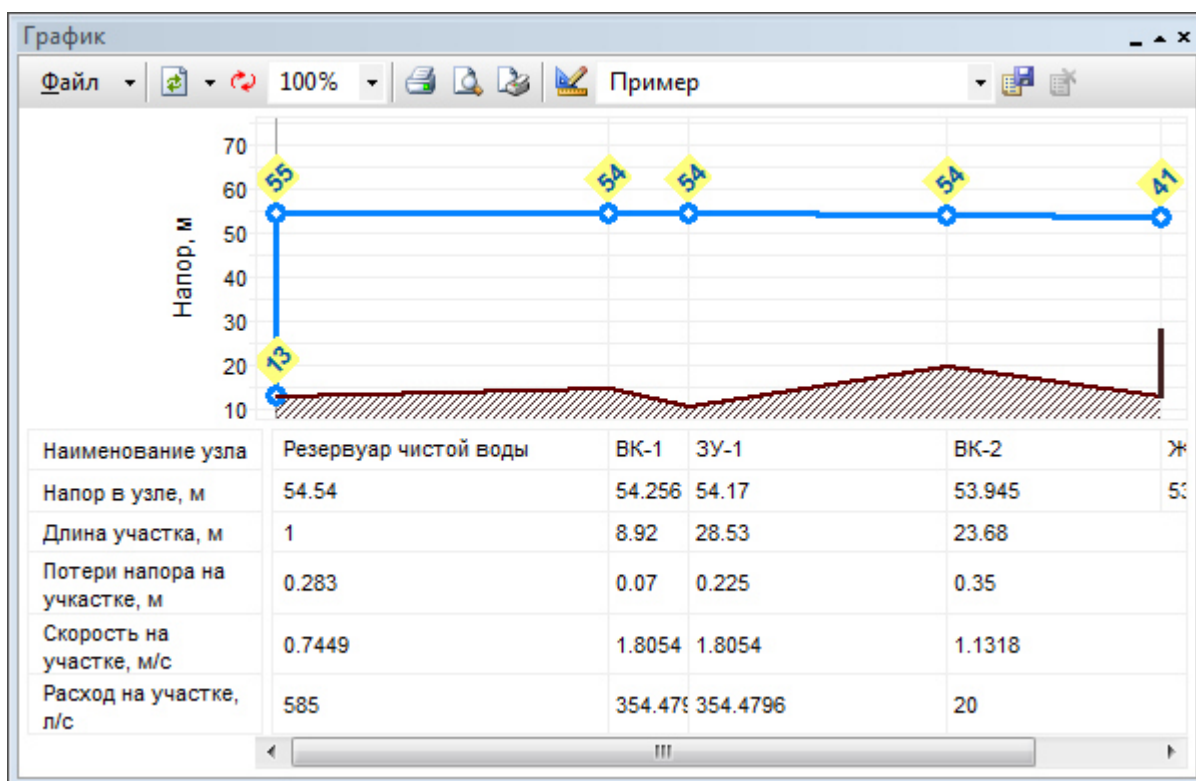


Рисунок 213. Пример графика с надписями

Установив курсор на подзаголовок *Шрифт* можно настроить параметры шрифта выводимых на график надписей.

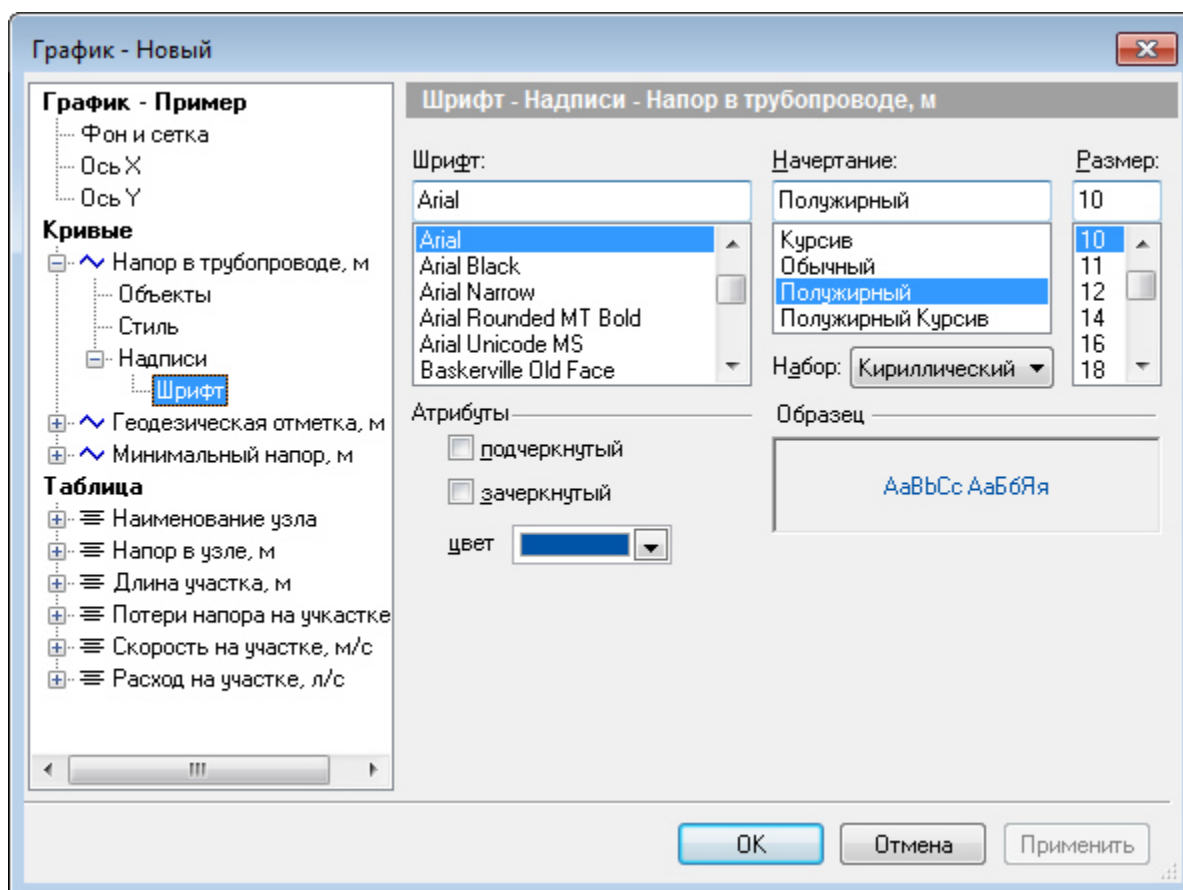


Рисунок 214. Настройка шрифта надписей

Раздел таблица

При установке курсора на заголовок *Таблица* можно настроить отображаемые значения в табличной части пьезометрического графика. При желании скрыть какое-либо значение необходимо убрать галочку слева от наименования требуемого значения.

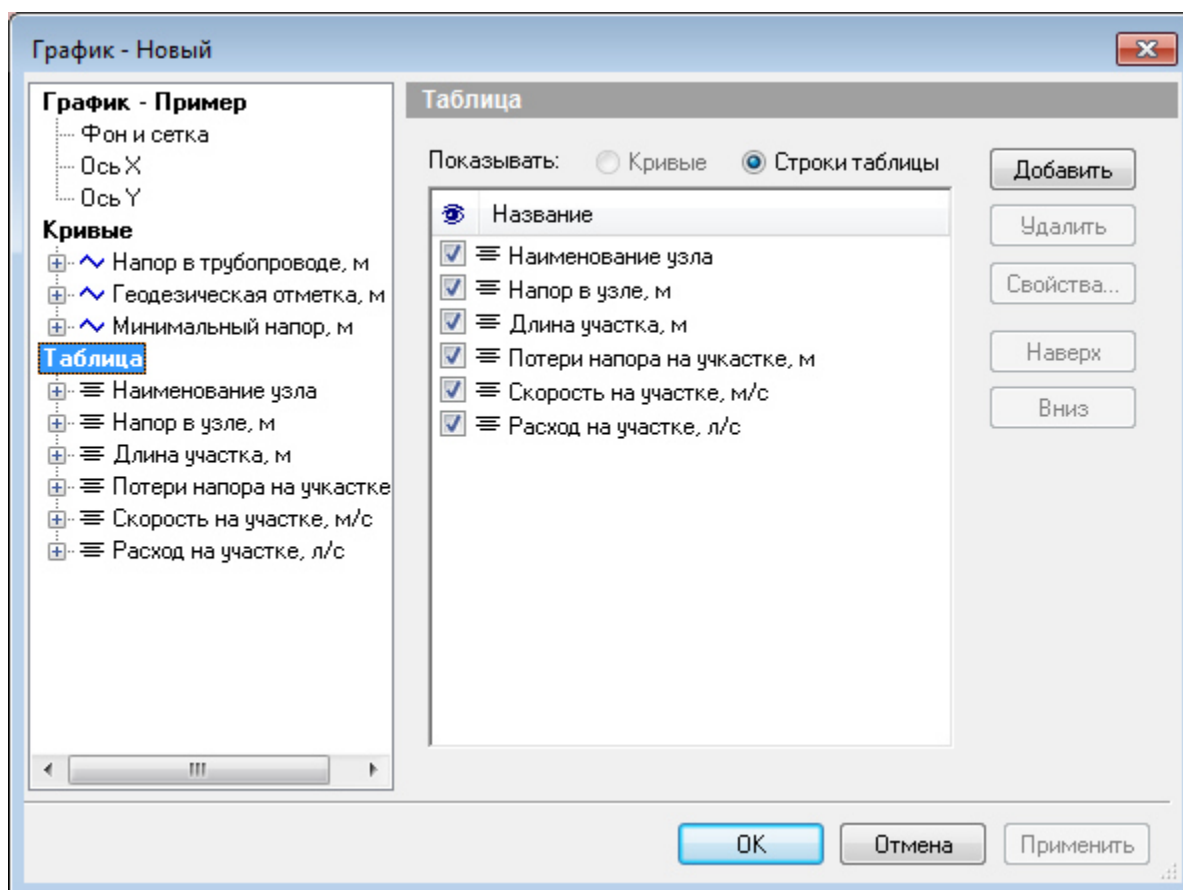


Рисунок 215. Настройка табличных данных графика

При установке курсора на подзаголовок с наименованием кривой, например Наименование узла, можно отредактировать вид (видимая или невидимая) и название значений в табличной части графика.

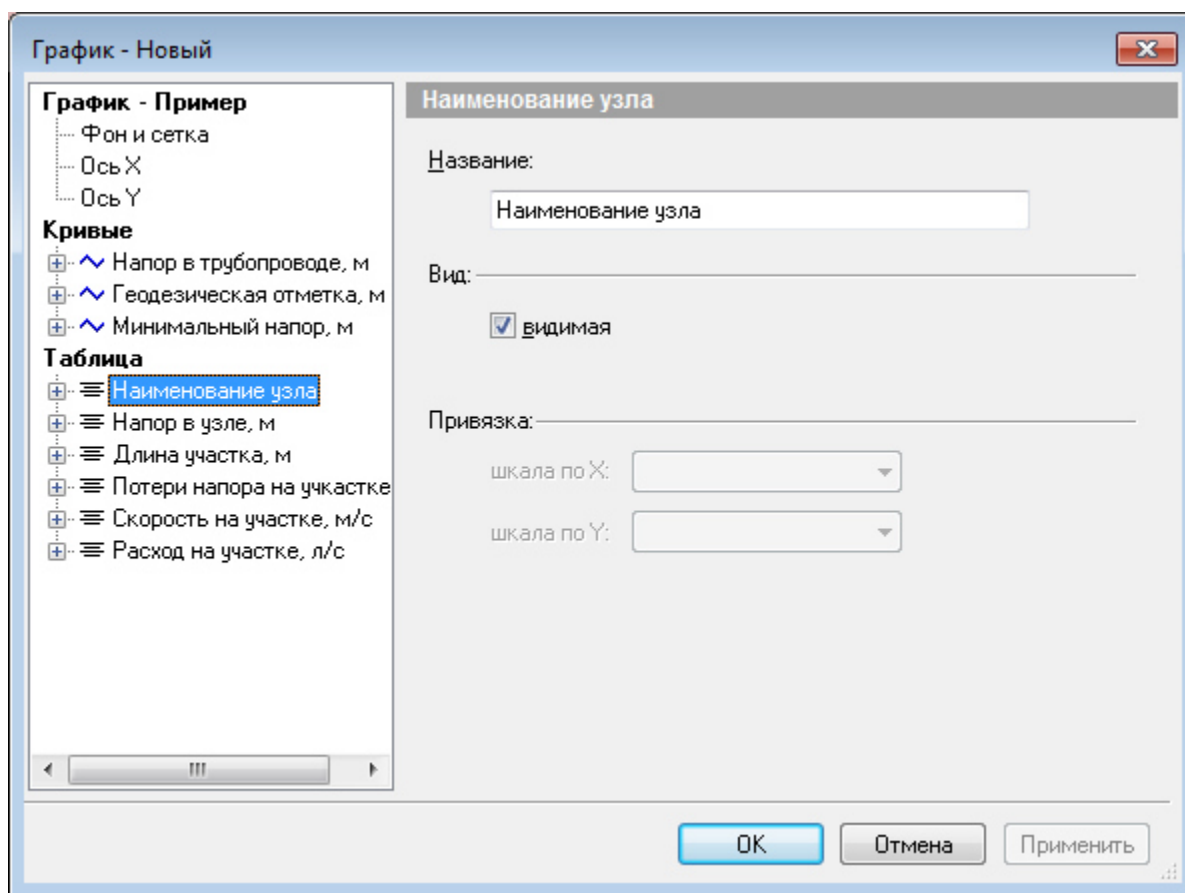


Рисунок 216. Настройка Таблицы. Вкладка «Общие»

При установке курсора на подзаголовок *Объекты* можно выбрать объекты сети, для которых будут отображаться значения полей баз данных в шкальной части графика.

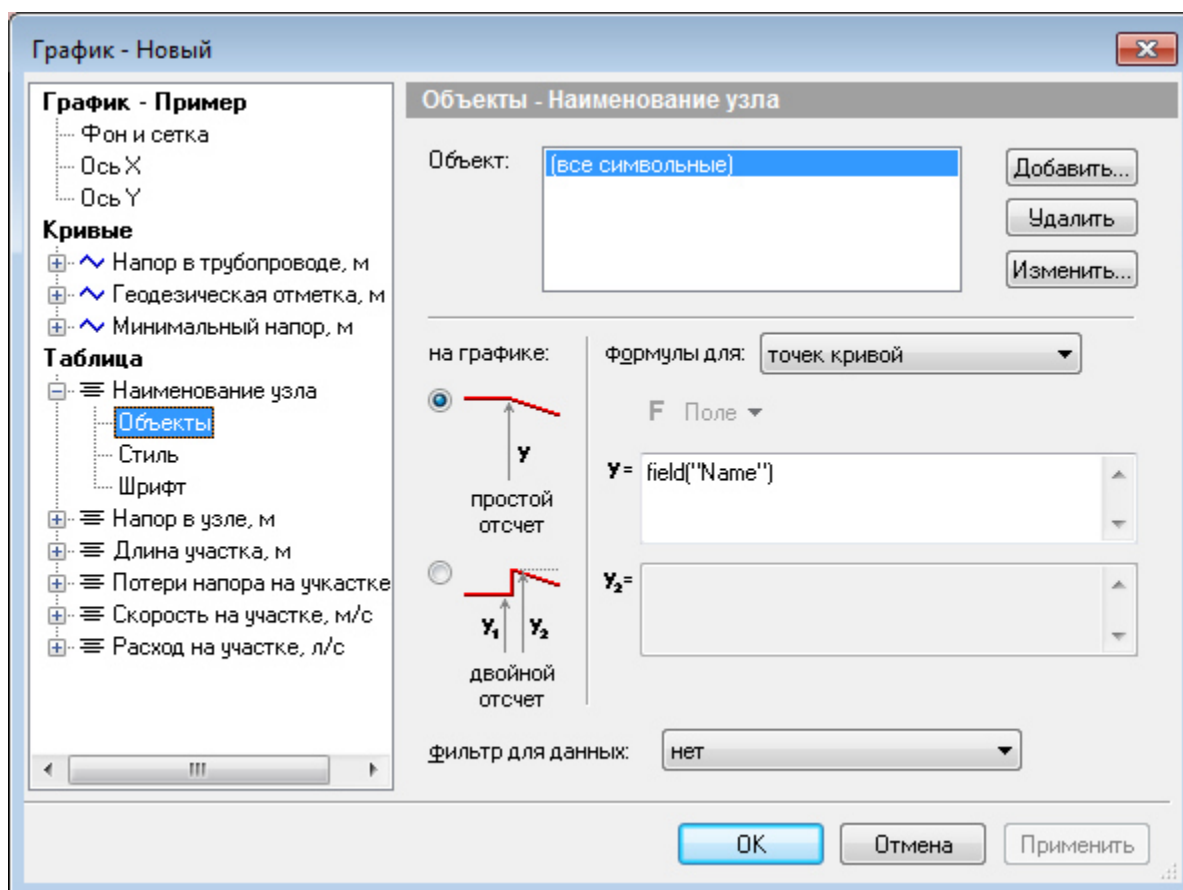


Рисунок 217. Настройка Таблицы. Вкладка «Объекты».

Установив курсор на подзаголовок *Стиль* можно настроить ориентацию значений в ячейках, количество знаков после запятой для значений, выводимых в таблицу значений. А также задать цвет фона для строки, содержащей определенные значения.

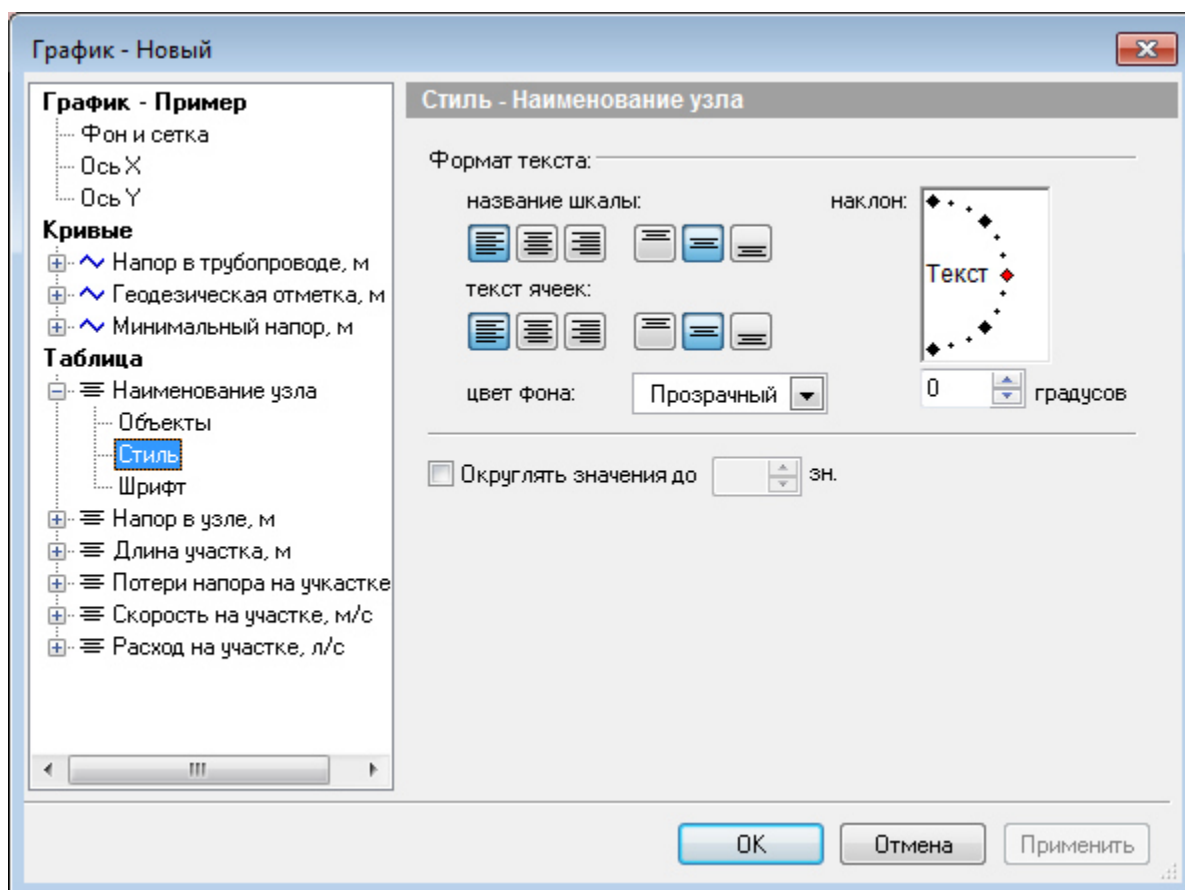


Рисунок 218. Настройка Таблицы. Вкладка «Стиль»

На рисунке, приведенном ниже можно увидеть результат настройки стиля ячеек для всех значений и цвета фона для строки *Напор в узле*.

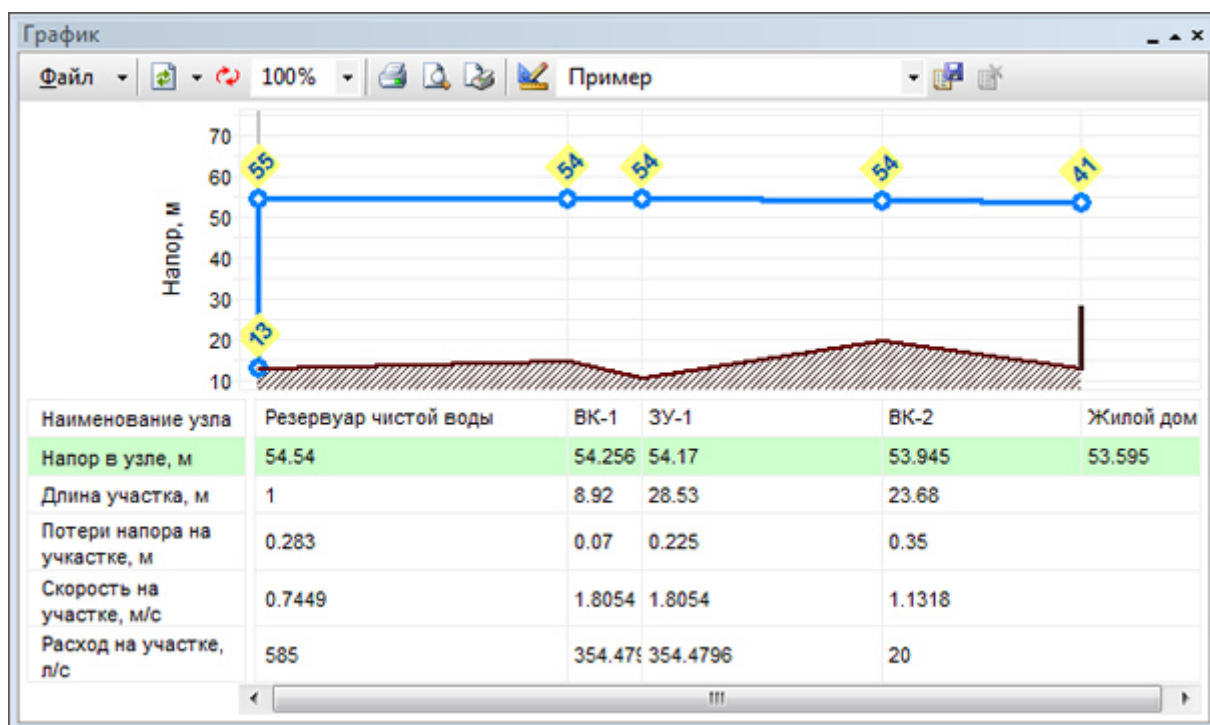


Рисунок 219. Пример настройки табличных данных

Установив курсор на подзаголовок *Шрифт* можно настроить параметры шрифта выводимых в таблицу значений. Данные параметры можно изменять для всех значений таблицы.

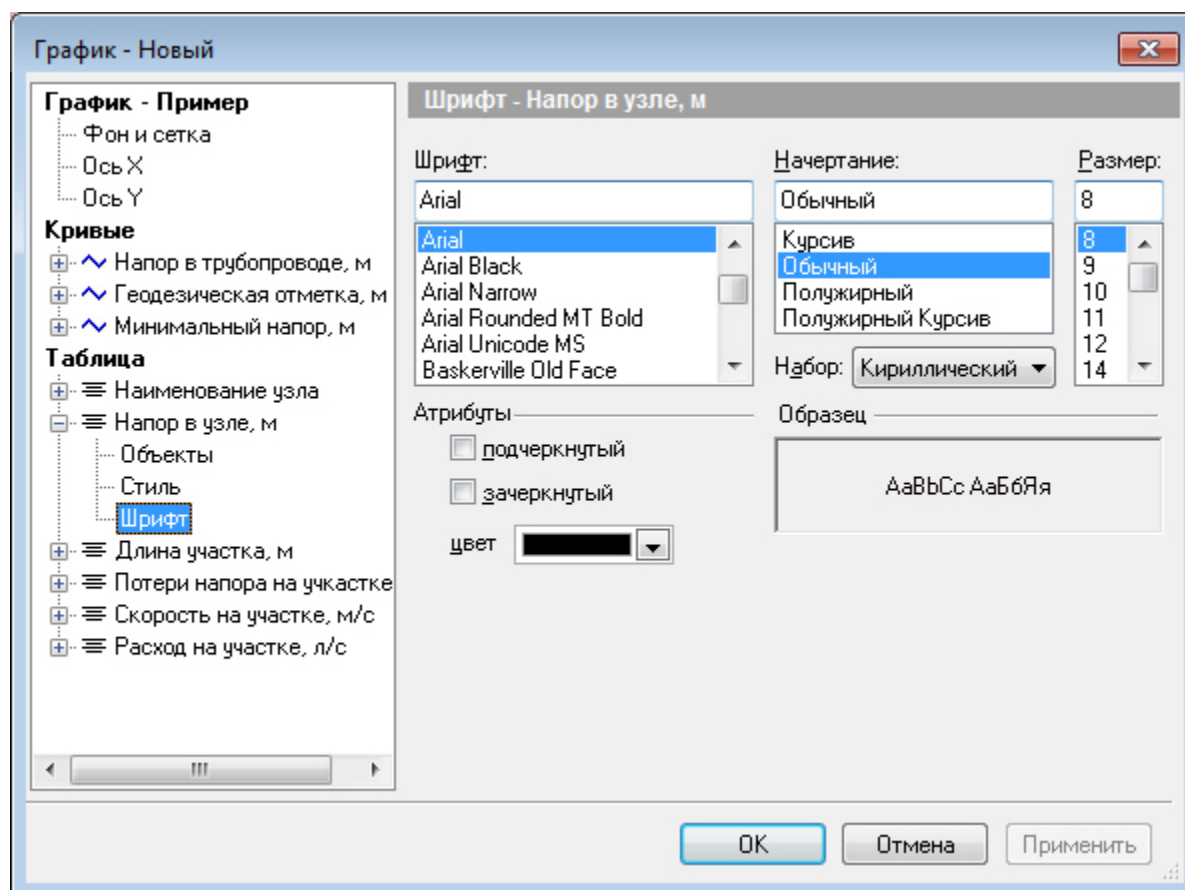




Рисунок 220. Настройка таблицы. Вкладка Шрифт

После редактирования шаблона пьезометрического графика нажать **ОК** для выхода из редактора шаблона и нажать  для сохранения изменений.

При использовании **сетевого** ключа защиты HASP для полноценной работы пьезометрического графика необходимо указать опцию **Производить опрос сетевого ключа**.

Для того чтобы включить данную опцию следует:

1. Открыть окно пьезометрического графика, нажав кнопку Пьезометрический график .
2. В окне *График* выбрать пункт меню Файл|Настройки....

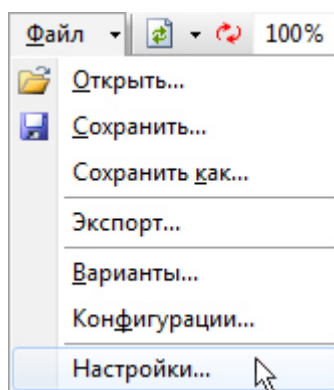


Рисунок 221. Настройки графика

3. В появившемся окне можно установить/снять опцию *Производить опрос сетевого ключа*.

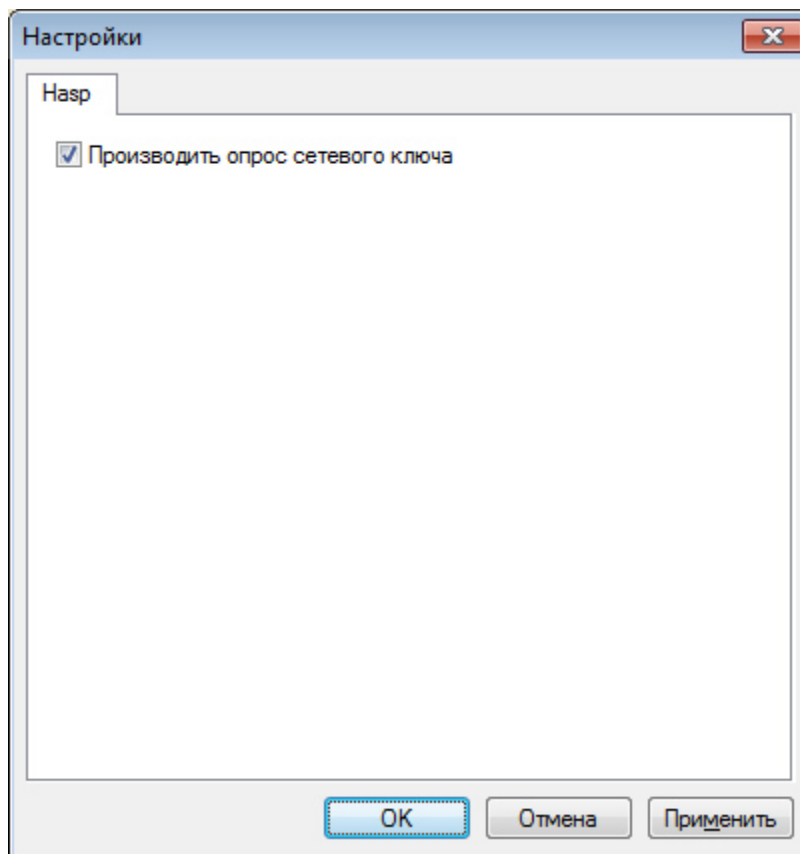


Рисунок 222. Настройка HASP пьезометрического графика

4. Нажмите кнопку ОК чтобы сохранить изменения и закрыть окно.

Возможные ошибки расчетов

После запуска расчета система может выдать ряд ошибок, ошибки бывают нескольких типов:

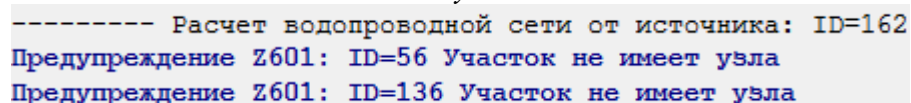
- [«Ошибки по топологии сети»;](#)
- [«Ошибки по семантической информации»;](#)
- [«Ошибки по результатам расчета»;](#)
- [«Остальные ошибки».](#)

При этом, пока не будут устранены ошибки первых двух типов, расчет не запустится. Для того чтобы определить по какому объекту выдана ошибка, выполните двойной щелчок левой кнопкой мыши по строке с ошибкой, после чего объект, по которому выдана ошибка, замигает. Если ошибка связана с семантикой, то откроется окно семантической информации и курсор встанет на строку, в которой необходимо внести или исправить информацию.

Далее, для исправления ошибки, необходимо (в зависимости от ее типа) либо исправить графическую информацию (отредактировать сеть), либо семантическую (внести или исправить данные в базе).

Во всех приведенных далее ошибках XX - индивидуальный номер объекта (ID или Sys), автоматически присваиваемый при прорисовке сети.

1. Ошибка Z001: ID=XX Участок не имеет узла



```
----- Расчет водопроводной сети от источника: ID=162
Предупреждение Z601: ID=56 Участок не имеет узла
Предупреждение Z601: ID=136 Участок не имеет узла
```

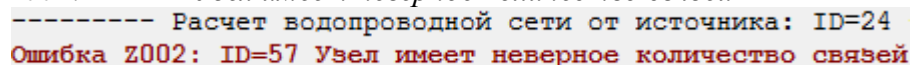
Рисунок 223. Ошибка Участок не имеет узла

Данная ошибка скорее является не ошибкой, а предупреждением, поэтому она выводится синим цветом и не является причиной остановки расчета.

Такое предупреждение будет выведено при неправильном нанесении сети, когда начальный или конечный узел участка не связан с каким-либо объектом, хотя при этом визуально может казаться, что участок связан с точечным объектом.

Для проверки связности всей сети воспользуйтесь разделом [«Контроль ошибок при вводе»](#). Для исправления ошибки воспользуйтесь разделом [«Перепривязка участка»](#).

2. Ошибка Z002: ID=XX Узел имеет неверное количество связей



```
----- Расчет водопроводной сети от источника: ID=24
Ошибка Z002: ID=57 Узел имеет неверное количество связей
```

Рисунок 224. Узел имеет неверное количество связей

Данная ошибка выводится при неправильном нанесении сети, в том случае, когда к объекту присоединено недопустимое количество участков. Например, потребитель - это узловый элемент, который может быть связан только с одним участком. Ниже представлен рисунок на котором:

- а - неправильное отображение потребителя и трубопровода, проходящего через здание транзитом;
- б - правильная прорисовка.

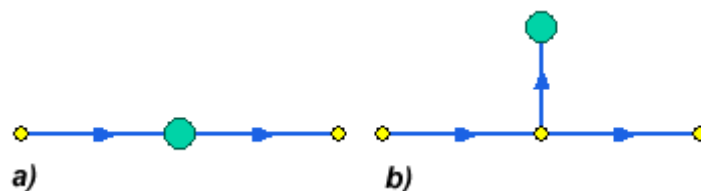


Рисунок 225. Узел имеет неверное количество связей

Такая же ошибка может быть выведена по насосной станции, так как в нее может входить и выходить только один участок. Причем входящий участок идет со стороны магистрали, а выходящий участок ведет к конечным потребителям. На рисунке ниже показано:

- а - неправильное отображение насосной станции и подключенных к ней двух потребителей;
- б - правильная прорисовка.

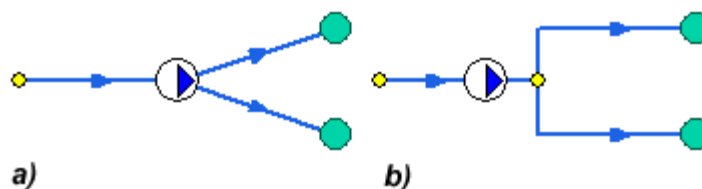


Рисунок 226. Узел имеет неверное количество связей

Аналогичным образом должны отображаться дросселирующие узлы и задвижки - то есть один участок должен входить в объект и один выходить.

3. Ошибка Z021: ID=XX В данный узел один участок должен входить, другой - выходить

----- Расчет водопроводной сети от источника: ID=24 -----

Ошибка Z011: ID=64 В данный узел один участок должен входить, другой - выходить

Рисунок 227. Ошибка Z011

Данная ошибка выводится при неправильном нанесении сети, в том случае, когда в объект входят или выходят более одного участка (подробней о направлении трубопроводов можно узнать в разделе см. раздел [«Направление движения воды в трубопроводах»](#)). На рисунке ниже показано:

- а - неправильное отображение насосной станции (сразу два участка входят);
- б - правильная прорисовка.

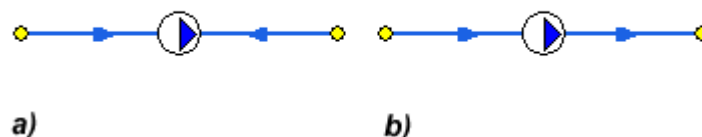


Рисунок 228. Неправильное направление участков

Направление участков следует соблюдать так у следующих объектов: регулятор, локальное сопротивление, обратный клапан, разрушаемая мембрана.

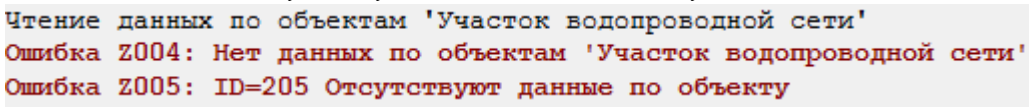
4. *Ошибка Z016: ID=XX В источник может входить только один участок*
Такая ошибка может быть выведена в том случае, если в источник входит больше одного участка. Для устранения ошибки надо убрать участок, входящий в источник, или развернуть его (см. раздел [«Направление движения воды в трубопроводах»](#)).
 5. *Ошибка Z017: ID=XX Из источника должен выходить хотя бы один участок*
Данная ошибка может образоваться в том случае, если из источника не выходит ни один участок. Для устранения ошибки надо нанести участок, выходящий из источника, или развернуть участок входящий в источник (см. раздел [«Направление движения воды в трубопроводах»](#)).
1. *Ошибка Z004: Нет данных по объектам 'Участок водопроводной сети'*
Ошибка Z005: ID=XX Отсутствуют данные по объекту


Рисунок 229. Ошибки Z004 и Z005

Приведенные выше ошибки полностью идентичны, они означают что либо по участку, либо по какому другому объекту не были внесены данные в базу. Для исправления ошибки необходимо открыть окно семантической информации по объекту и занести исходные данные по нему.

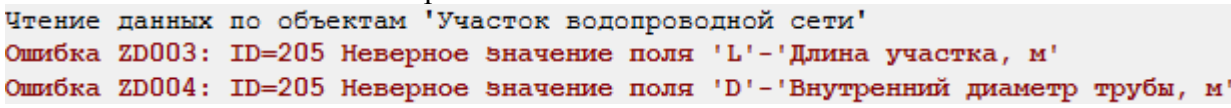
2. *Ошибка ZD003: ID=XX Неверное значение поля*


Рисунок 230. Ошибка неверное значение поля

На рисунке сверху выведены ошибки, связанная с неверным значением поля *Длина участка, м* и поля *Внутренний диаметр трубы, м*. В обоих случаях XX – индивидуальный номер объекта (ID или Sys), автоматически присваиваемый объекту при прошивке сети.

Данная ошибка выводится при наличии некорректных данных или при отсутствии исходной информации хотя бы в одной строке необходимой для расчетов. Для устранения ошибки необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по сообщению, после чего откроется окно семантической информации по объекту с неверными или отсутствующими данными, и курсор встанет на поле, где необходимо ввести или исправить информацию.

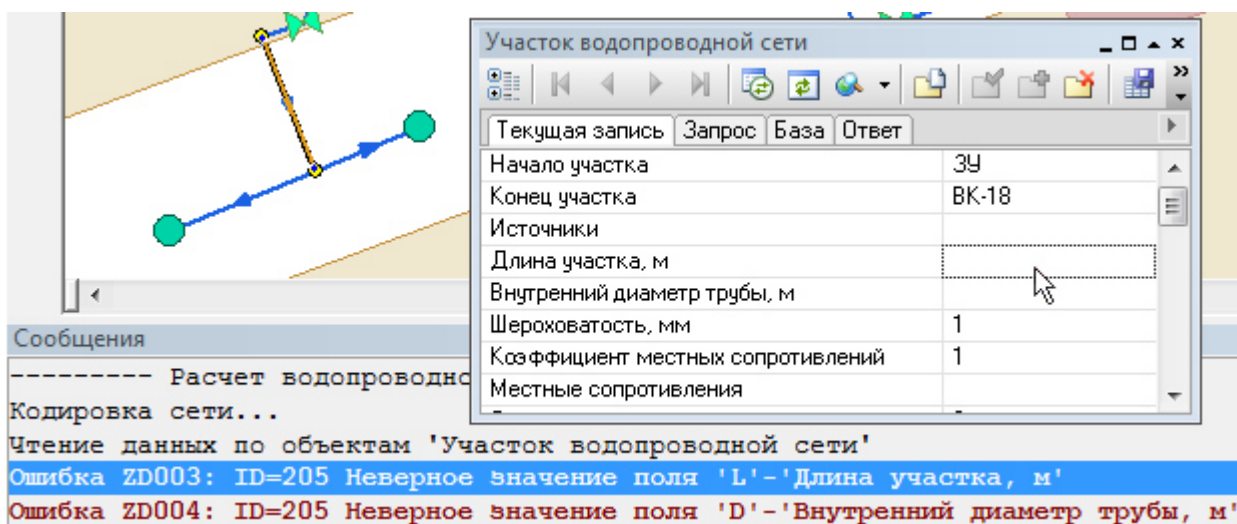


Рисунок 231. Исправление ошибки с неверным значением поля

1. Предупреждение Z604: ID=XX Недостаточно напора на потребителе (YY м)
САМЫЙ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ: ID=XX Нехватка напора: ZZ
Предупреждение Z604: ID=85 Недостаточно напора на потребителе (1.696 м)
САМЫЙ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ: ID=85 Нехватка напора: 1.696

Рисунок 232. Сообщение о самом плохом потребителе

Данное предупреждение может появиться после проведения поверочного расчета. Оно возникает в том случае, если по результатам у потребителя недостаточно напора, т.е. напор у него меньше минимального.

Где, YY и ZZ - значение напора которого не хватает, м, а ID (XX) – индивидуальный номер потребителя для которого нехватка напора максимальна.

Дважды щелкните левой кнопкой мыши по сообщению о самом плохом потребителе: соответствующий потребитель замигает на экране.

Данная ошибка может вызвана несколькими причинами:

- а. Некорректными данными. Если величина нехватки напора выходит за рамки реальных значений для данной сети, то имеет место ошибка при вводе исходных данных или ошибка при нанесении схемы сети на карту. Следует проверить правильно ли были занесены следующие данные:
 - По источнику водоснабжения:
 - Высота воды в источнике - проверить значение величины высоты воды в источнике.
 - Параметры трубопроводов:
 - Диаметры трубопроводов - проверить правильность занесения диаметров трубопроводов, например, был введен диаметр 0.05 м вместо 0.5 метра;
 - Заращение трубопроводов - проверить значение заращения трубопроводов, данная величина сильно влияет на гидравлический режим сети, так как уменьшает диаметр трубопровода. Например, если диаметр 0.032 м, а заращение задано 5 мм, то фактический диаметр трубопровода будет $32 - (5+5) = 22$ мм. Если заращение неизвестно, то данное значение задается равным 0;
 - Гидравлическое сопротивление - при наличии сопротивления участков трубопроводов, которые получают в результате замеров, программа не учитывает значения диаметров, шероховатостей, заращения и местные сопротивления трубопроводов. Задать сопротивления следует только при наличии результатов произведенных замеров.

Данные ошибки можно обнаружить с помощью построения пьезометрических графиков, например:

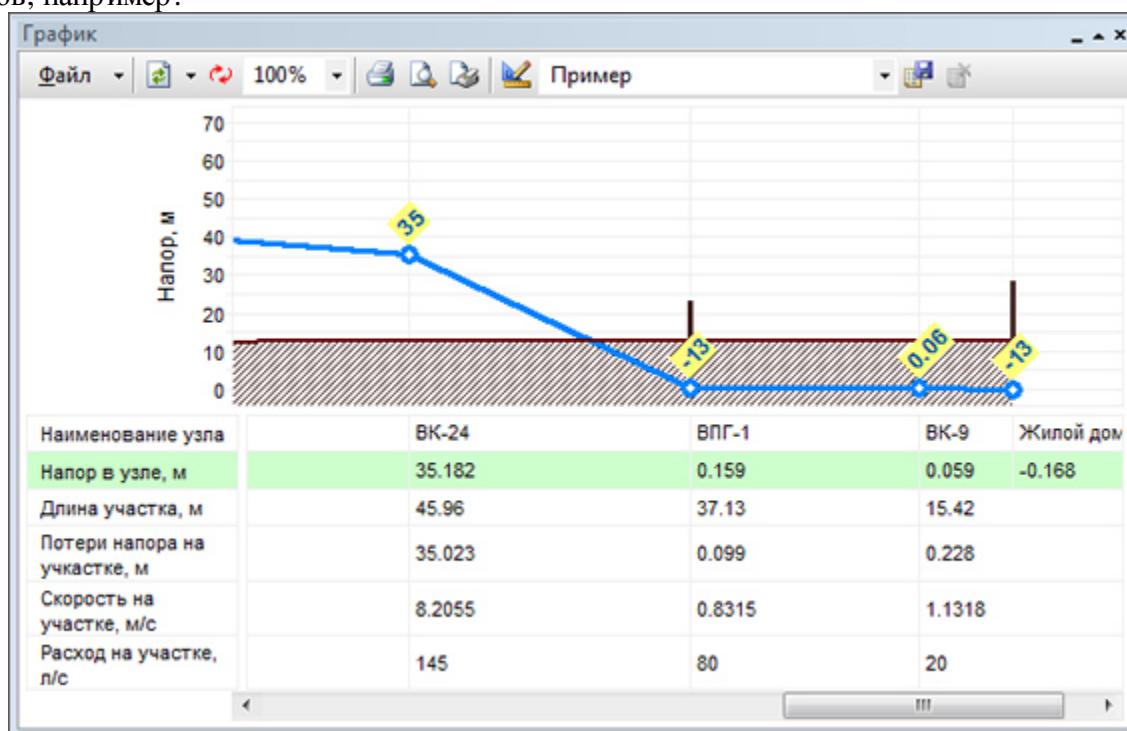


Рисунок 233. Обнаружение ошибки с помощью пьезометрического графика

На данном графике видно, что на одном из участков сети имеет место большое падение напора, очень высокие удельные линейные потери в трубопроводе. Причину можно обнаружить, если взглянуть в базе данных на диаметры трубопроводов;

- По потребителям водопроводной сети:
 - Расчетный расход воды на потребителей – проверить правильно ли был задан расчетный расход воды на потребителе;
 - б. Гидравлическим режимом сети.
- Если ошибки при вводе исходных данных отсутствуют, но нехватка напора существует и имеет реальное для данной сети значение, то в этой ситуации определение причины нехватки и способ ее устранения осуществляет сам специалист, работающий с данной водопроводной сетью.

1. Ошибка Z022: Не выбран ни один источник для расчета.

Ошибка Z022: Не выбран ни один источник для расчета

Рисунок 234. Ошибка, не выбран источник для расчета

Данная ошибка появляется, если в панели гидравлических расчетов ZuluHydro не был отмечен ни один источник. Чтобы отметить источник рассчитываемой сети нужно левой клавишей мыши установить галочку в окне напротив наименования источника. Если в слое несколько источников воды, не связанных между собой, то можно выделить только нужные:

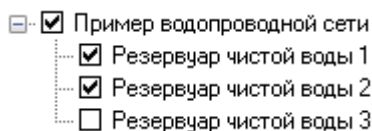



Рисунок 235. Выбор источника для расчета

Автоматическое занесение длины с карты

При нанесении водопроводной сети на карту в масштабе, поле *Длина участка* можно заполнить автоматически для всех участков водопроводной сети. Длины участков можно определять как с учетом, так и без учета геодезических отметок начального и конечного узла. При запуске операции автоматического определения длин участков пользователю будет предложено стоит ли учитывать геодезические отметки.

Данная операция выполняется только для тех участков, у которых не введена длина. Если же в поле *Длина участка* стоит какое-либо число, то никаких изменений для этого участка не произойдет. Т.е. введенные значения (или первоначально считанные с карты) перезаписываться не будут.

Для занесения длины с карты:

1. Выберите команду главного меню *Задачи/ZuluHydro* или нажмите на панели инструментов кнопку . На экране появится окно водопроводных расчетов.

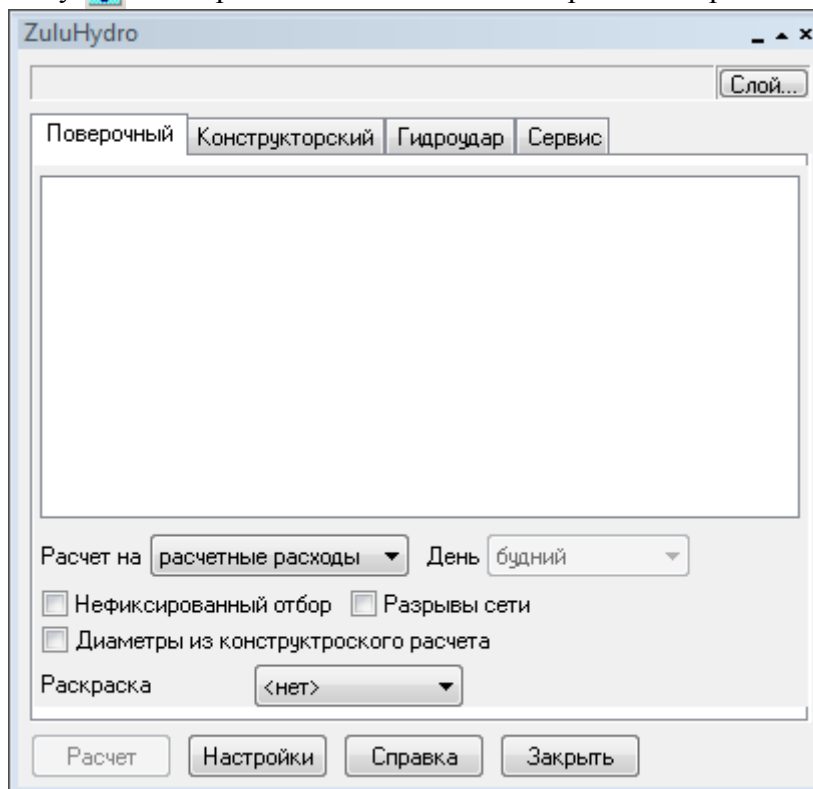


Рисунок 236. Окно гидравлических расчетов ZuluHydro

2. Нажмите кнопку *Слой...* и выберите из списка слой водопроводной сети.

3. Перейдите на вкладку *Сервис*.
4. Нажмите кнопку *Длины участков с карты*:

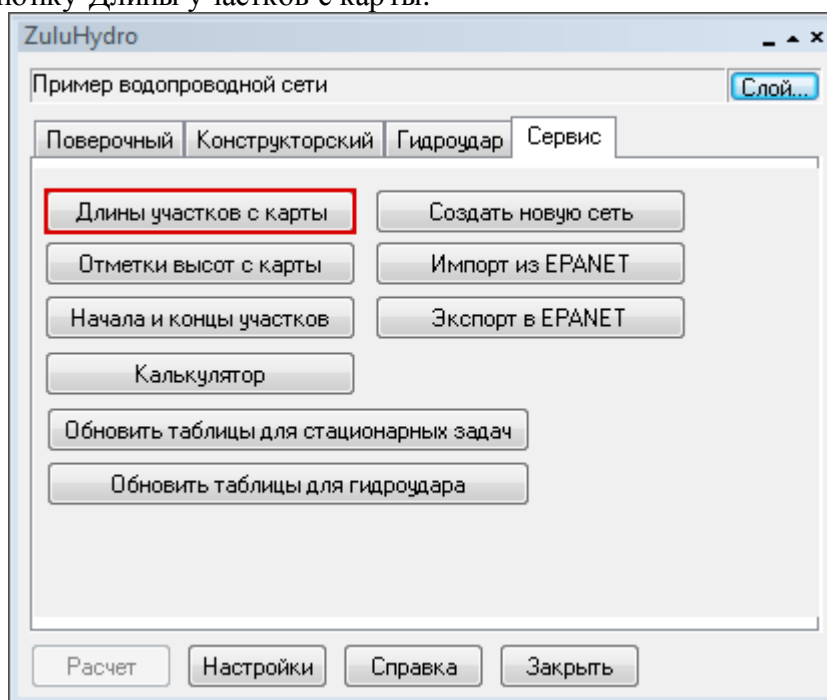


Рисунок 237. Вкладка *Сервис*

5. В открывшемся окне выберите, следует ли учитывать геодезические отметки объектов водопроводной сети. Программа считает длины участков с нанесенной на карту расчетной схемы в соответствии с масштабом и запишет данные в базу данных по участкам в поле *Длина участка*.




Важно

Данная операция выполняется только для тех участков, у которых длина не введена.

Если заданы наименования узловых объектов сети (водопроводных колодцев, потребителей, насосных станций и др.), то для участков водопроводной сети можно автоматически заполнить поля *Наименование начала участка* и *Наименование конца участка*. Имя начального узла будет наименованием начала участка, а имя конечного узла – наименованием конца участка.

Для проведения данной операции:

1. Выберите команду главного меню *Задачи/ZuluHydro* или нажмите или нажмите на панели инструментов кнопку . На экране появится окно гидравлических расчетов.

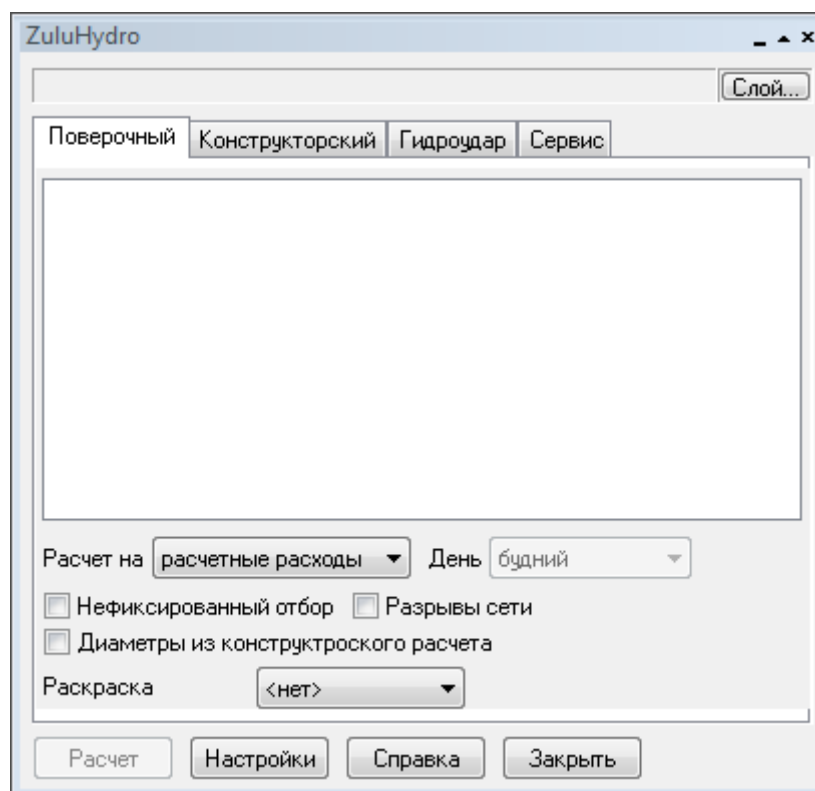
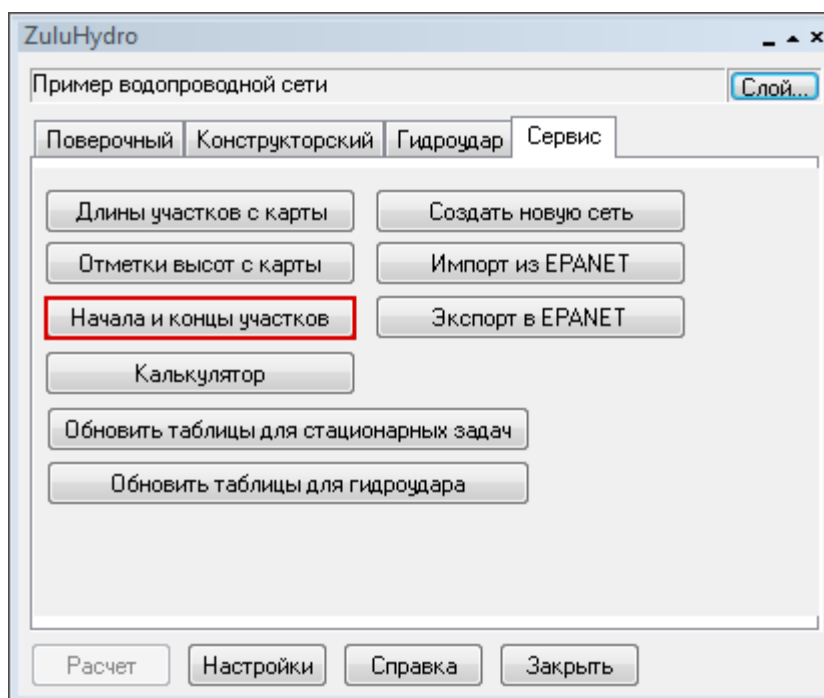



Рисунок 238. Окно гидравлических расчетов ZuluHydro

2. Нажмите кнопку Слой... и выберите из списка слой водопроводной сети.
3. Перейдите на вкладку *Сервис*.
4. Нажмите кнопку Начала и концы участков, после чего система автоматически заполнит поля *Наименование начала участка* и *Наименование конца участка* для всех участков.




5.

Рисунок 239. Вкладка «Сервис»

	Важно
При повторном использовании данной операции, происходит перезапись полей <i>Наименование начала участка</i> и <i>Наименование конца участка</i> .	

При наличии слоя рельефа, геодезические отметки всех объектов водопроводной сети можно автоматически считать с карты. Для этого:

1. Выберите команду главного меню **Задачи|ZuluHydro** или нажмите или нажмите на панели инструментов кнопку . На экране появится окно гидравлических расчетов.

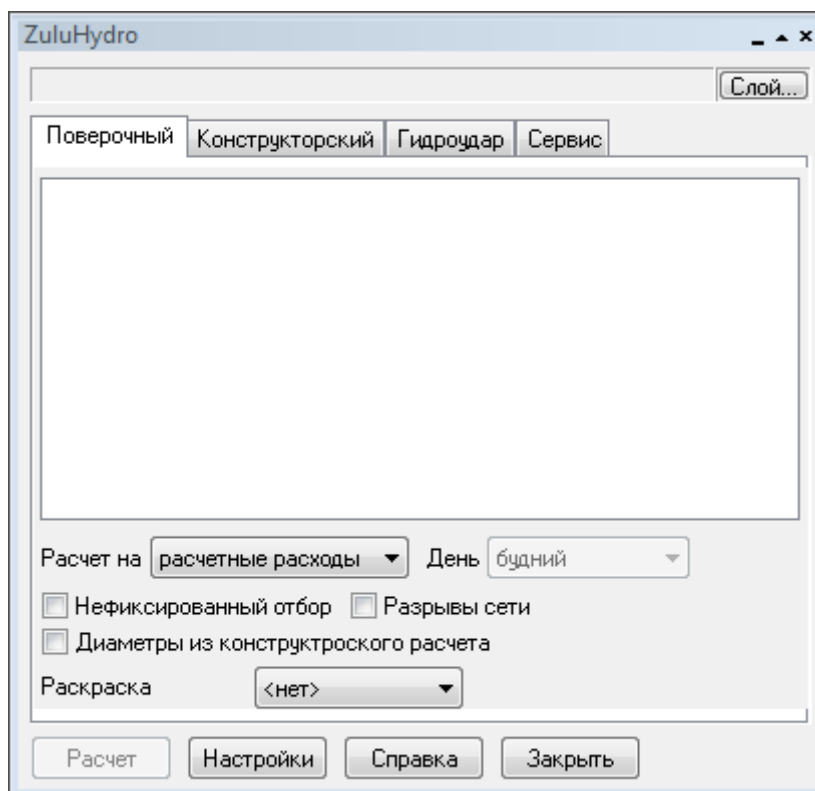


Рисунок 240. Окно гидравлических расчетов ZuluHydro

2. Нажмите кнопку **Слой...** и выберите из списка слой водопроводной сети.
3. Перейдите на вкладку *Сервис*.
4. Нажмите кнопку **Отметки высот с карты**, в результате автоматически заполнится поле геодезическая отметка для всех объектов сети.

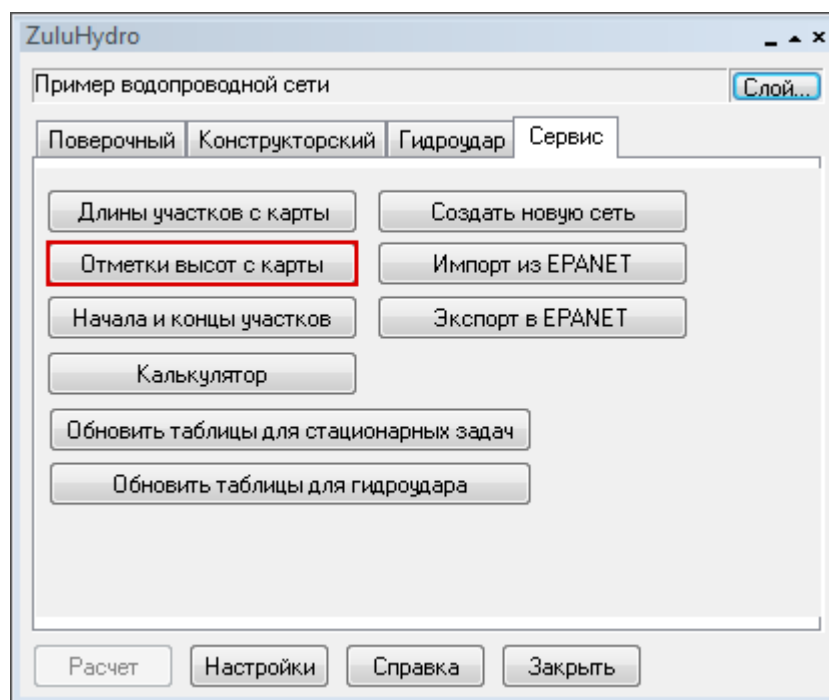


Рисунок 241. Вкладка «Сервис»

Отображение семантической информации на карте

Общие сведения

Для удобства анализа результатов расчета можно выводить атрибутивные данные по объектам на карту. Одновременно на карту можно выводить надписи по всем объектам, для каждого типа по своему шаблону. Надпись может быть по-разному расположена относительно объекта, сориентирована под произвольным углом и иметь различные стили.

	Примечание
	Надписи (бирки) обновляются автоматически, при обновлении значений в базе данных и карты.

В надписи по одному объекту могут участвовать значения разных его полей, которые можно выводить в одну или несколько строк, сопровождая каждое из полей своим шрифтом, цветом, префиксом и постфиксом. Можно выводить надписи по всем объектам, для каждого типа по своему варианту. Также имеется возможность одновременно подключать к каждому типу объектов слоя сразу несколько вариантов надписей.

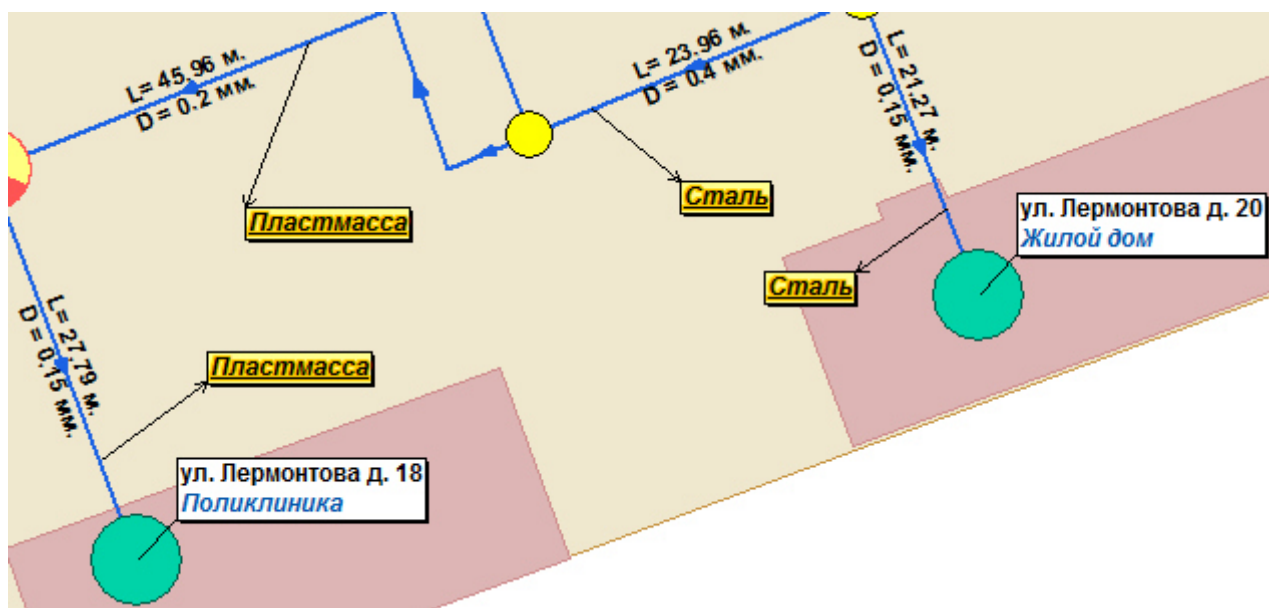


Рисунок 289. Пример использования бирок для водопроводной сети

Примечание

Подробнее о работе в редакторе можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu в разделе «Вывод данных на карту» http://politerm.com.ru/zuludoc/label_overview.htm.
Видеоурок по созданию надписей для потребителей (с рамкой) можно посмотреть по следующей ссылке: <http://politerm.com.ru/video-tutorials/MapLabelCreatePotr.htm>.
Видеоурок по созданию надписей для участков (вдоль линии) можно посмотреть по следующей ссылке: <http://politerm.com.ru/video-tutorials/MapLabelCreateUch.htm>.

Тематическая раскраска

Общие сведения

Информация, внесенная в семантические базы данных, а также полученная в результате расчетов, может использоваться для тематической раскраски сети (изменения внешнего вида объектов). Раскраска позволяет проанализировать результаты расчета, а также наглядно выделить определенные объекты на карте.


Раскраску сети можно произвести двумя способами:

1. **«Раскраска с помощью встроенных фильтров»** - позволяет окрасить водопроводную сеть с помощью встроенных тематических фильтров после проведения поверочного расчета в зависимости от:
 - влияния источников на сеть (если количество источников больше 1);
 - скорости движения воды в трубопроводе;
 - величины напора в трубопроводе;
 - времени прохождения воды от источника до узла.

2. [«Раскраска с помощью собственного фильтра»](#)- позволяет окрасить любые объекты сети с помощью самостоятельно созданного нового тематического фильтра. Например, раскрасить трубопроводы в зависимости от расхода воды на участках.

Запуск раскраски

Для того чтобы раскрасить сеть нужно:

1. После успешного проведения поверочного расчета, в окне *ZuluHydro* в строке *Раскраска* нажать кнопку . В открывшемся меню выбрать параметр, в зависимости от которого нужно произвести раскраску сети:

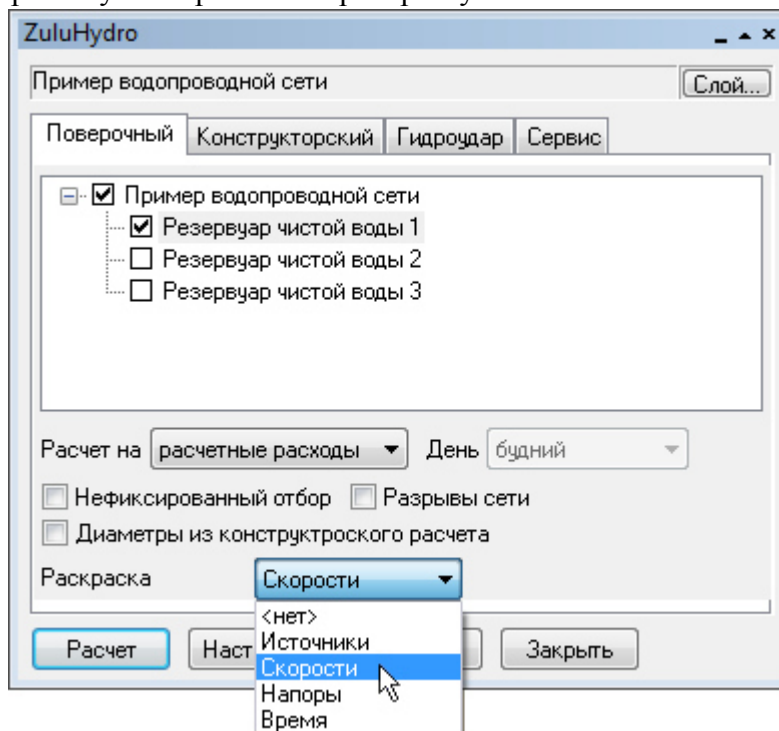


Рисунок 290. Раскраска с помощью встроенных фильтров

2. После выбора параметра сеть окрасится в соответствии с заданными настройками (о настройках можно узнать в разделе [«Настройки раскраски»](#)).

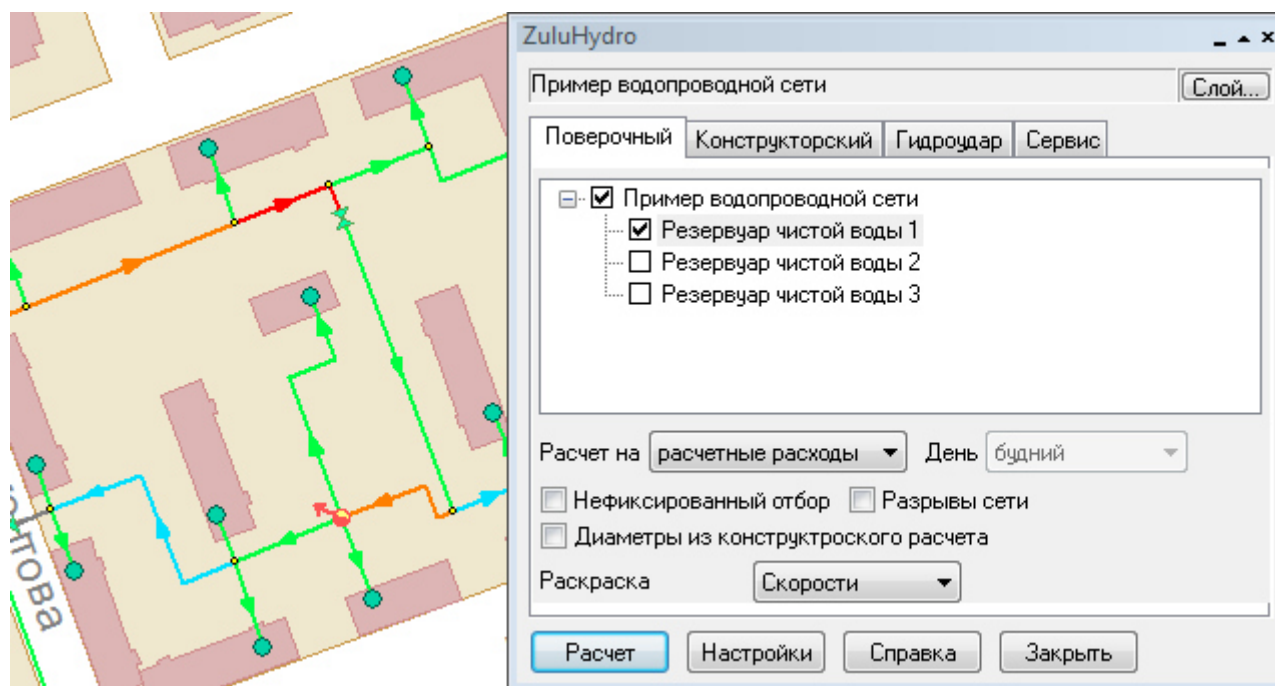


Рисунок 291. Раскраска с помощью встроенных фильтров




Важно

Окрасить сеть с помощью встроенных фильтров можно только после успешного проведения поверочного расчета.

Настройки раскраски

Для того чтобы настроить тематический фильтр раскраски сети нужно:

1. Выбрать команду главного меню **Задачи\ZuluHydro** или нажать на панели инструментов кнопку .
2. Нажать кнопку **Слой...** и выбрать слой водопроводной сети.
3. Нажать кнопку **Настройки**.
4. Выбрать закладку **Раскраска**.

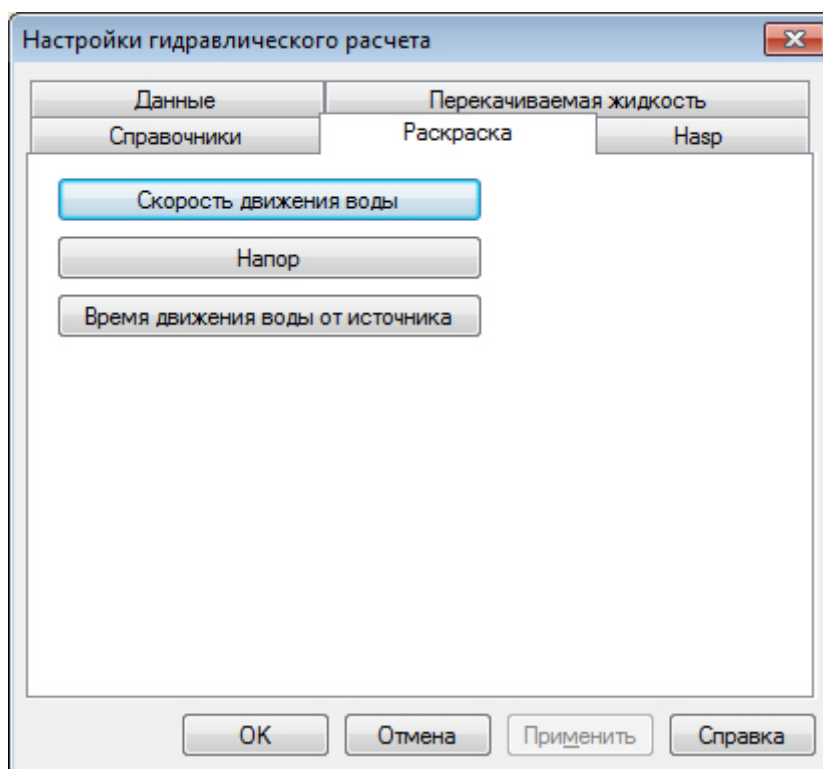


Рисунок 292. Настройки раскраски

5. Выбрать тип настраиваемого параметра, нажав на соответствующую кнопку, например **Скорость движения воды**.
6. В появившемся окне задать или изменить значения параметров V2 (V1 заполняется автоматически) и указать соответствующий этому диапазону значений цвет окраски:

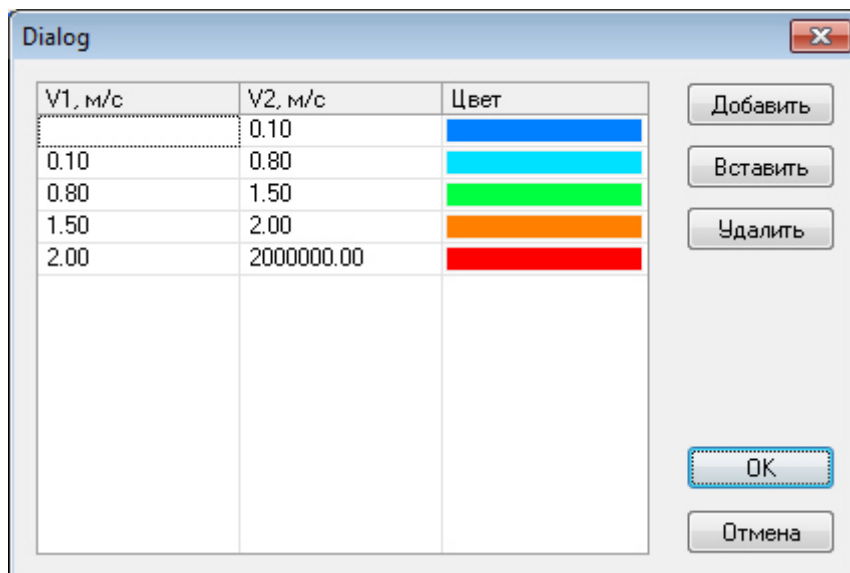


Рисунок 293. Настройка цветов для окраски

Кнопка **Добавить** служит для добавления пункта в конец списка. Для того чтобы вставить строчку перед определенным полем, необходимо выделить это поле, и нажать кнопку **Вставить**, перед выделенным полем появится новая строка.

7. Нажать кнопку **ОК** для сохранения настроек.

Создание нового тематического файла

Система предусматривает возможность создания своего собственного фильтра по окраске объектов сети в зависимости от любого параметра семантической базы данных этих объектов. Создать, записать и отредактировать тематический фильтр можно в редакторе фильтров. Для вызова редактора следует выбрать пункт меню системы **Карта\Тема\Редактор фильтра**. На экране появится диалог редактора.

Зададим тематическую раскраску для участков, длина которых больше и меньше 50 метров.

Сначала необходимо создать тематический фильтр, для этого следует:

1. В меню **Карта** выбрать команду **Тема\Редактор фильтра**.
2. Нажать кнопку **Слой**, и в появившемся окне выбора файла указать слой водопроводной сети.
3. В строке **Шаблон** ввести имя шаблона. (Например, Окраска по длине).
4. Из открывающегося списка **База** выбрать базу данных **Участок водопроводной сети**.
5. В строке **Имя** задать название первого условия. (Например, Длина меньше 50 метров).
6. В разделе набора условий в строке **Длина участка, м** ввести: <50.



Примечание

Синтаксис условий запроса аналогичен синтаксису в окне запросов по семантической базе данных.

7. Указать тип объекта, выбрав вкладку **Линейные**. В разделе **Линии** задать цвет, стиль и толщину линий трубопровода:

Тематический фильтр

Слой:

Шаблон: -1

Условие

Имя: 1 из 1

База: Запрос:

Начало участка	
Конец участка	
Источники	
Длина участка, м	<50
Внутренний диаметр трубы, м	
Шероховатость, мм	
Коэффициент местных сопротивлений	
Местные сопротивления	
Сумма коэф. местных сопротивлений	

Цвет:

Стиль:

Толщина на экране:

Толщина при печати:

☐ Невидимый объект ☐ Невидимая надпись

Рисунок 294. Создание тематического фильтра

8. Для ввода следующего запроса нажать стрелку в разделе .
9. В строке *Имя* задать название второго условия: *Длина больше 50 метров*.
10. В строке *Длина участка, м* ввести: *>50*.
11. В разделе *Линии* задать стиль, цвет и толщину трубопровода.
12. Сохранить шаблон (кнопка).

Тематический фильтр

Слой: Пример водопроводной сети

Шаблон: Окраска по длине -1

Условие

Имя: Длина больше 50 метров 2 из 2

База: Участок водопроводной сети Запрос: Основной

Начало участка	
Конец участка	
Источники	
Длина участка, м	>50
Внутренний диаметр трубы, м	
Шероховатость, мм	
Коэффициент местных сопротивлений	
Местные сопротивления	
Сумма коэфф. местных сопротивлений	

Площадные Линейные Символьные

Цвет: [Orange]

Стиль: (не менять)

Толщина на экране: 2

Толщина при печати: 2

Невидимый объект

Невидимая надпись

Справка

Закрыть

Рисунок 295. Создание тематического фильтра, 2-ое условие

Теперь на основе тематического фильтра создаётся тематический файл:

1. В меню **Карта** выбрать пункт **Тема\Создать**.
2. В открывающемся списке **Слой** нажать на стрелку (▼) и выбрать слой водопроводной сети.
3. В строке **Фильтр** нажать стрелку (▼) и выбрать фильтр, созданный на предыдущем этапе (Окраска по длине).
4. В строке **Тема** стереть надпись <Новая> и написать пользовательское название темы, например, также Окраска по длине.
5. Отметить опцию **Подключить к карте**, нажать кнопку **ОК**.

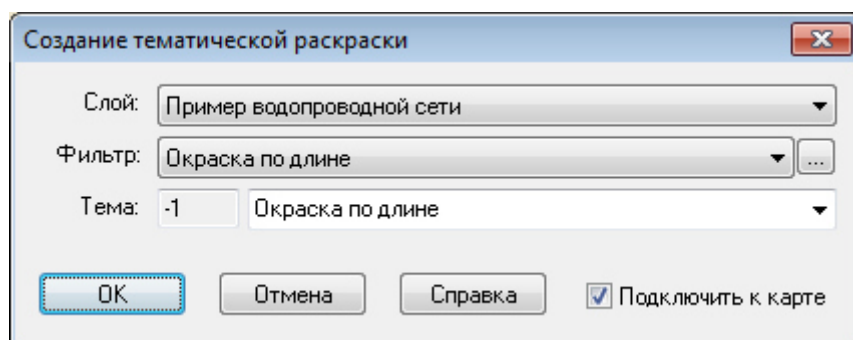


Рисунок 296. Создание тематического файла

На экране отобразится созданная тематическая раскраска:

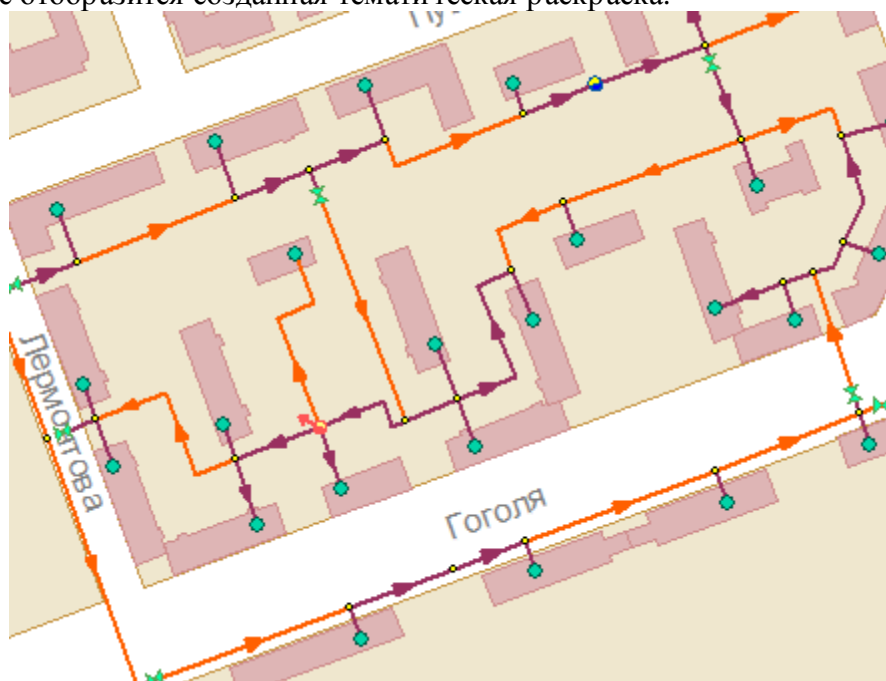


Рисунок 297. Сеть с тематической окраской

Редактирование тематического файла

Для редактирования тематической окраски надо:

1. В меню **Карта** выбрать команду **Тема|Редактор фильтра**.
2. Нажать на кнопку **Слой**, и в появившемся окне выбора файла указать слой водопроводной сети.
3. В строке **Шаблон** выбрать имя шаблона, который нужно отредактировать (Например, окраска по сети).
4. Изменить необходимые параметры.
5. Нажать кнопку **ОК** для сохранения изменений.



Важно

После редактирования тематического фильтра, тематический файл надо обновить.

Как это сделать можно узнать в разделе [«Подключение тематической окраски»](#).

Подключение тематической окраски

Для подключения тематической окраски необходимо:

1. Выбрать пункт меню **Карта\Тема\Подключить**. Откроется окно *Тематические раскраски*.
2. Дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по названию раскраски. Двойной щелчок устанавливает (снимает) галочку с раскраски. Галочка означает, что окраска будет подключена к карте:

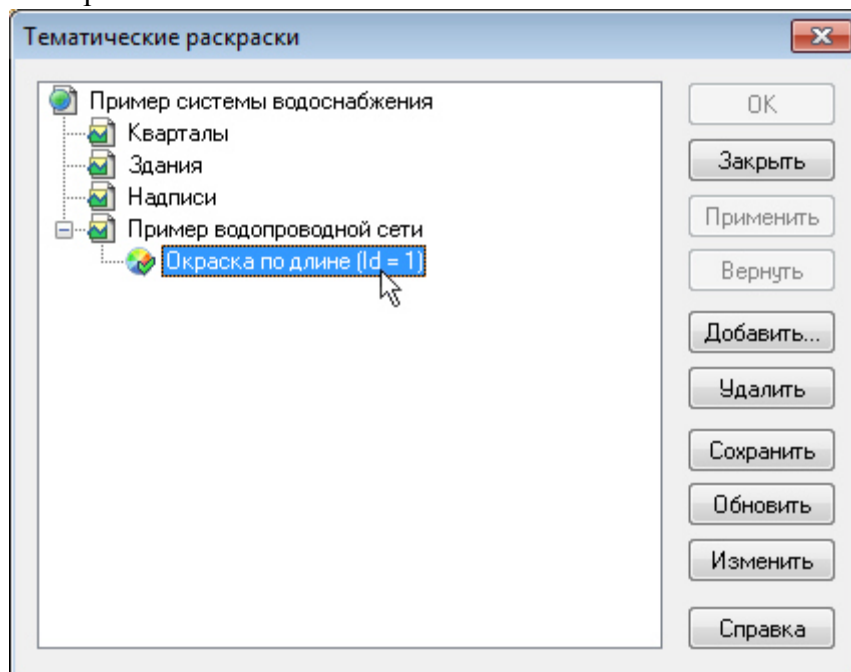


Рисунок 298. Подключение тематической раскраски

3. После выбора необходимой раскраски и её подключения (отключения) нажмите кнопку **ОК** для сохранения.

Обновление тематической окраски

После расчета или после изменения исходных данных необходимо окрасить сеть повторно, для этого нужно:

1. Выбрать пункт меню **Карта\Тема\Подключить**. Откроется окно *Тематические раскраски*.
2. Выделить раскраску левой кнопкой мыши.
3. Нажать кнопку **Обновить**.
4. Нажать кнопку **ОК** для закрытия окна.

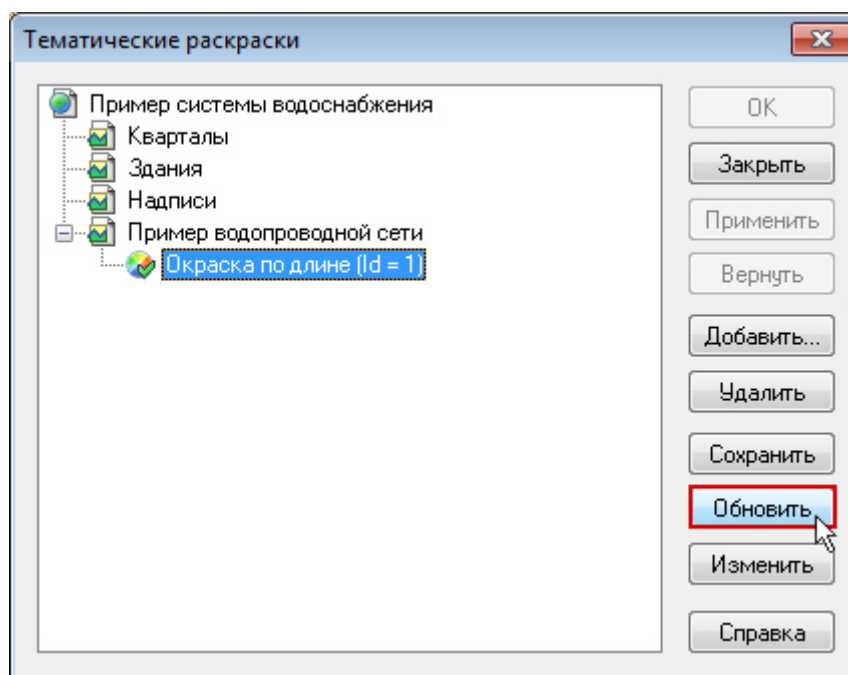


Рисунок 299. Обновление тематической окраски

Пример создания тематического фильтра

Создать, записать и отредактировать тематический фильтр можно в редакторе фильтров. Для вызова редактора следует выбрать пункт меню системы **Карта\Тема\Редактор фильтра**. На экране появится диалог редактора.

Зададим тематическую раскраску для потребителей, у которых полный напор больше 40 метров, для этого надо следует сначала создать тематический фильтр:

1. В меню **Карта** выбрать команду **Тема\Редактор фильтра**.
2. Нажать кнопку **Слой** и в появившемся окне выбрать слой водопроводной сети.
3. В строке **Шаблон** ввести: Полный напор больше 40.
4. В строке **Имя** задать название условия, например так же Полный напор больше 40.
5. Из списка **База** выбрать объект сети, в данном случае Потребитель.
6. В разделе набора условий в строке **Полный напор, м** ввести: >40.
7. Так как потребитель является символьным объектом, то в нижнем разделе надо выбрать вкладку **Символьные**.
8. Нажать **Новый символ** и нарисовать символ в редакторе. Более подробное описание работы в графическом редакторе символов можно рассмотреть в справочном пособии по работе с ГИС Zulu в разделе [Векторный слой\Структура слоя\Символы\Редактор символов](#).
9. В строке **Размер** установить значение 40.

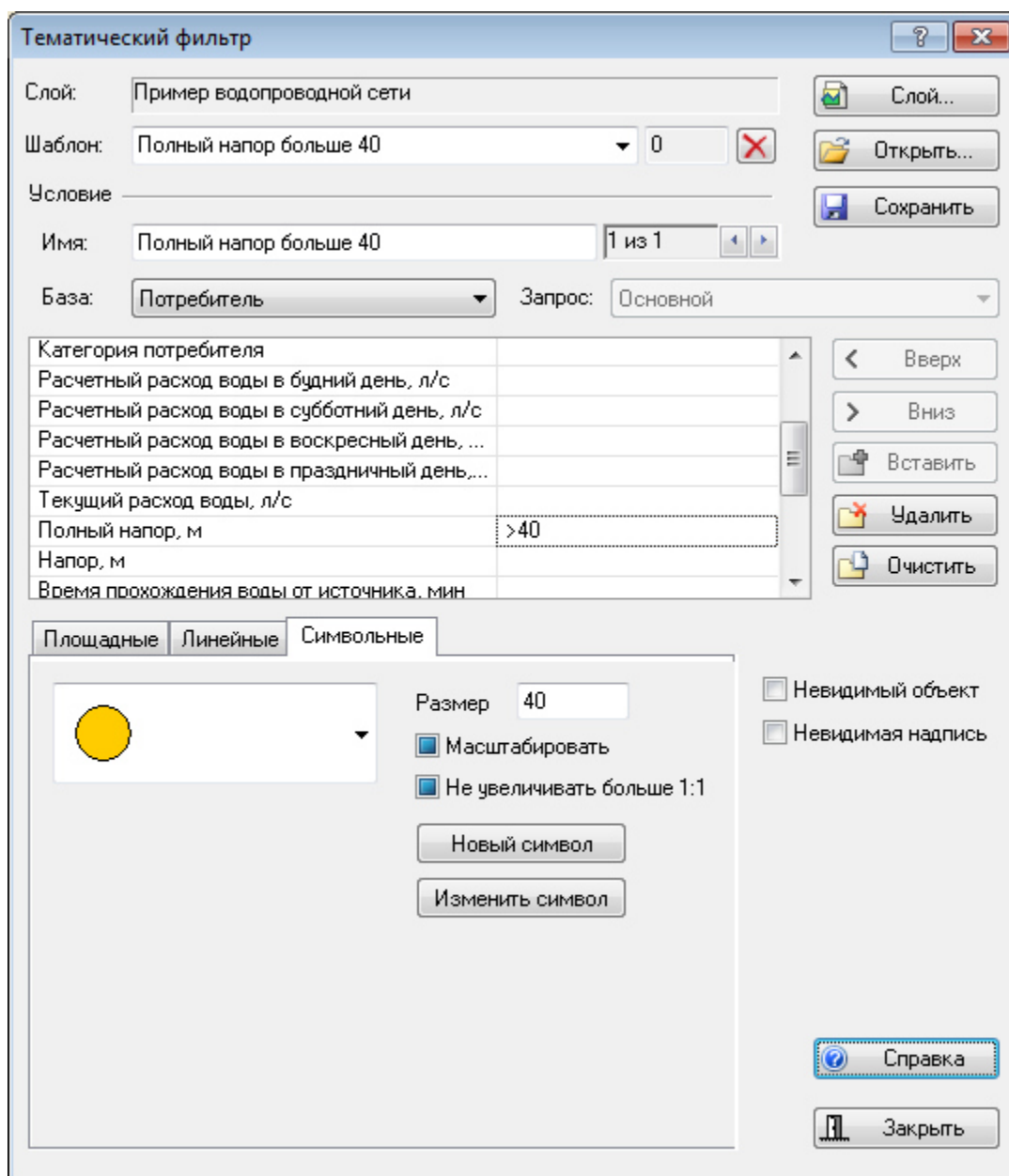


Рисунок 300. Пример создания тематического фильтра

10. Сохранить шаблон (кнопка **Сохранить**).
11. Заккрыть окно создания тематического фильтра (кнопка **Заккрыть**).

Теперь следует на основе выбранного фильтра **создать тематический файл**, для этого надо:

1. В меню **Карта** выбрать пункт **Тема|Создать**.
2. В открывающемся списке **Слой** нажать на стрелку (▼) и выбрать слой **Пример водопроводной сети**.
3. В строке **Фильтр** нажать на стрелку (▼) и выбрать файл фильтра (**Полный напор больше 40**).

4. В строке *Тема* стереть надпись <Новая> и ввести пользовательское название темы, например Потребители.
5. Включить опцию *Подключить к слою*.

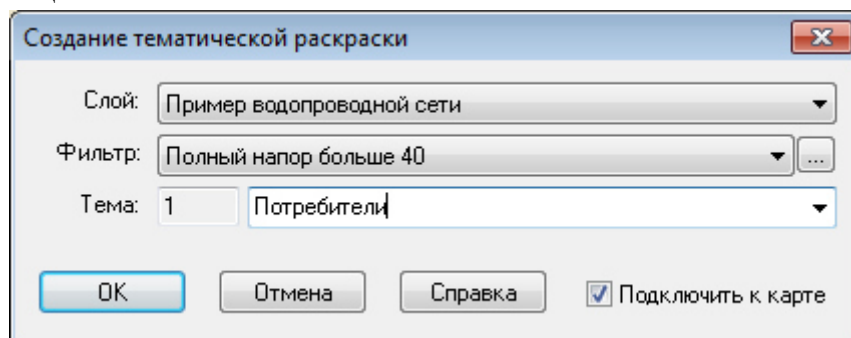


Рисунок 301. Пример создания тематического файла

6. Нажать кнопку **ОК**, после чего на экране отобразится созданная тематическая раскраска для потребителей:

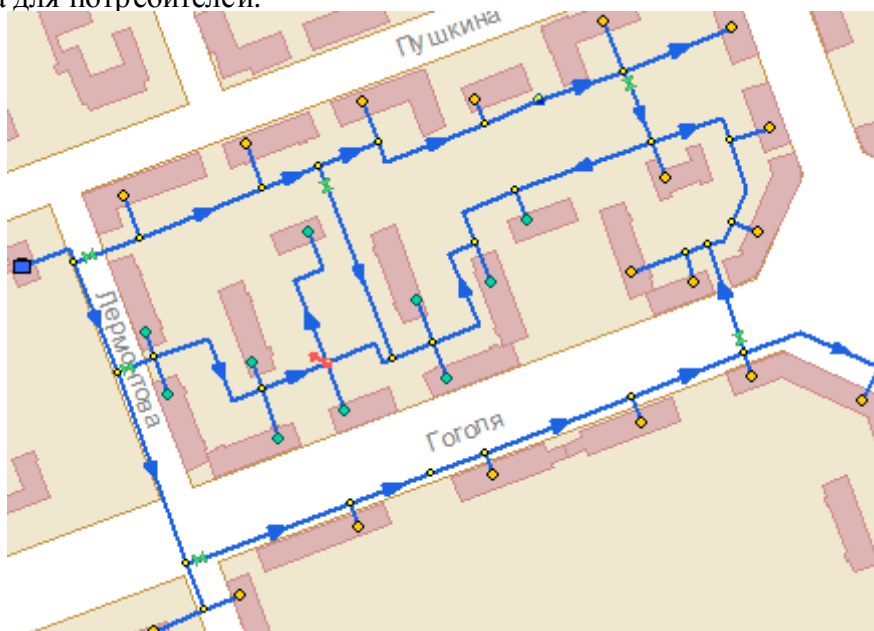



Рисунок 302. Пример подключенной тематической раскраски

Таблицы баз данных элементов водопроводной сети


В таблицах используются следующие сокращенные обозначения

Поле	Значение	Обозначение
Тип данных:	Исходные данные	И
	Обязательные	О
	Необязательные, информативные	Н
	Результаты расчета	Р
Тип поля	Числовой	Ч

Поле	Значение	Обозначение
	Текстовый Дата	Т Д
	Примечание Например ИН - означает что данное поле содержит исходную информацию, которая задается пользователем, данная информация не является обязательной для проведения расчетов, а является дополнительной информацией для пользователя. ИО - означает что данное поле содержит исходную информацию, которая задается пользователем и является обязательной для проведения расчетов. Помимо этого могут встречаются следующие обозначения: ИО* - означает, что данное поле должно быть обязательно заполнено только для проведения поверочного расчета. ИО** - означает что данное поле должно быть обязательно заполнено только для проведения конструкторского расчета. ИО*** - означает что данное поле должно быть обязательно заполнено только для проведения расчета гидравлического удара.	

Источник водоснабжения

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
1	Name	Наименование источника	Задается пользователем, например, Северный.	ИН
2	Adres	Адрес источника	Задается пользователем.	ИН
3	Nist	Номер источника	Задается пользователем цифрой, например, 1, 2, 3 и т.д. по количеству источников водоснабжения на предприятии. После выполнения расчетов присвоенный номер источника будет прописан у всех объектов, которые будут запитаны от него.	ИО
4	H_geo	Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси (верха) трубы, выходящей из данного источника. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа») или задана по умолчанию (см. «Настройка использования исходных данных»).	ИО
5	H	Высота воды в источнике, м	Задается высота уровня воды в источнике от поверхности земли (то есть от заданной геодезической отметки).	ИО
6	D	Диаметр выходного отверстия, м	Задается пользователем при совместном расчете сетей с гидравлически не связанными зонами, т.е. когда объект Источник одновременно	ИН

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			менно рассматривается как поставщик воды в свою сеть и как потребитель воды из другой сети. Например, сборная сеть от скважин заполняет резервуар чистой воды, который является источником для города. При изображении сети участок, поставляющий воду в Источник должен быть единственным и должен в него входить (по стрелке).	
7	Hw	Высота выходного отверстия, м	Задается пользователем при совместном расчете сетей с гидравлически не связанными зонами, т.е. когда объект Источник одновременно рассматривается как поставщик воды в свою сеть и как потребитель воды из другой сети. Высота задается относительно геодезической отметки Источника.	ИН
8	H	Статический уровень давления воды в скважине, м		
9	H	Динамический уровень давления воды в скважине, м		
10	H	Глубина погружения насоса, м		
11	G	Производительность скважины, л/с		
12	Mark	Марка насоса	Задается пользователем марка насоса, установленного на сети. Причем, чтобы занести марку необходимо выбрать ее из Справочника по насосам (см. раздел «Справочник по насосам»). Для заполнения этой строки нажмите на кнопку  . Кнопка будет видна только, когда активна правая часть данной строки.	ИН
13	Npump	Количество параллельных насосов	Задается пользователем количество параллельно работающих насосов на источнике в расчетный момент времени. По умолчанию в этом поле стоит - 1шт.	ИН
14	II	Момент инерции агрегата насос-электромотор, кг*м ²	Данное поле используется при проведении расчета гидравлического удара.	ИО***
15	Wmotor	Мощность электро-	Данное поле используется при проведении	ИО***

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
		тора, кВт	расчета гидравлического удара.	
16	Hin	Полный напор на выходе, м	Определяется в результате расчета.	P
17	Pin	Напор на выходе, м	Определяется в результате расчета.	P
18	G	Расход воды, л/с	Определяется в результате расчета.	P
19	Gm3	Расход воды, м³/ч	Определяется в результате расчета.	P

Водонапорная башня

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
1	Name	Наименование водопроводной башни	Заполняется пользователем, например ВБ-22 и т.д.	ИН
2	Nist	Номер источника	Задается цифрой, например 1, 2, 3 и т.д. по количеству источников на предприятии. После выполнения расчетов номер башни будет прописан у всех объектов, которые будут запитаны от нее.	ИО
3	Adres	Адрес	Задается пользователем.	ИН
4	H_geo	Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси (верха) трубы, выходящей из водонапорной башни. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа») или задана по умолчанию (см. «Настройка использования исходных данных»).	ИО
5	H	Высота воды в башне, м	Задается пользователем.	ИО
6	Hmax	Отметка воды максимальная, м	Задается пользователем.	ИО
7	Hmin	Отметка воды минимальная, м	Задается пользователем.	ИО
8	Vzapas	Объем запаса воды в башне, м³	Задается пользователем.	ИО
9	G	Расход воды, л/с	Определяется в результате расчета.	P
10	Gm3	Расход воды, м³/ч	Определяется в результате расчета.	P
11	Gcon	Конструкторский	Определяется в результате конструкторского расче-	P

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
		расход, л/с	та.	
12	Hin	Полный напор, м	Значение суммы напора в узле и геодезической отметки. Эта величина определяется в результате выполнения конструкторского или поверочного расчетов.	P
13	Pin	Напор, м	Значение напора в узле определяется в результате выполнения конструкторского или поверочного расчетов.	P

Контррезервуар

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
1	Nist	Номер источника	Задается цифрой, например 1, 2, 3 и т.д. по количеству источников на предприятии. После выполнения расчетов номер контррезервуара будет прописан у всех объектов, которые будут запитаны от него.	ИО
2	Name	Наименование контррезервуара	Заполняется пользователем, например КР-3 и т.д.	ИН
3	Adres	Адрес	Задается пользователем.	ИН
4	H_geo	Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси (верха) трубы, выходящей из контррезервуара. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа») или задана по умолчанию (см. «Настройка использования исходных данных»).	ИО
5	H	Высота воды в резервуаре, м	Задается пользователем.	ИО
6	Hmax	Отметка воды максимальная, м	Задается пользователем.	ИО
7	Hmin	Отметка воды минимальная, м	Задается пользователем.	ИО
8	Vzapas	Объем запаса воды, м ³	Задается пользователем.	ИО
9	G	Расход воды, л/с	Определяется в результате расчета.	P
10	Gm3	Расход воды, м ³ /ч	Определяется в результате расчета.	P
11	Gcon	Конструкторский	Определяется в результате конструкторского расчета.	P

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
		расход, л/с	та.	
12	Hin	Полный напор, м	Значение суммы напора в узле и геодезической отметки. Эта величина определяется в результате выполнения конструкторского или поверочного расчетов.	P
13	Pin	Напор, м	Значение напора в узле определяется в результате выполнения конструкторского или поверочного расчетов.	P

Узел водопроводной сети (водопроводные колодцы, разветвления)

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
1	Name	Наименование колодца	Задается пользователем, например ВК - 21а.	ИН
2	Adres	Адрес	Задается пользователем.	ИН
3	H_geo	Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси (верха) трубы, выходящей из колодца. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа») или задана по умолчанию (см. «Настройка использования исходных данных»).	ИО
4	H	Полный напор, м	Значение суммы напора в узле и геодезической отметки. Эта величина определяется в результате выполнения конструкторского или поверочного расчетов.	P
5	P	Напор, м	Значение напора в узле определяется в результате выполнения конструкторского или поверочного расчетов.	P
6	Time	Время прохождения воды от источника, мин	После выполнения гидравлического расчета записывается время прохождения воды от источника до данного узла.	P
7	Dist	Путь пройденный от источника, м	После выполнения гидравлического расчета записывается путь, пройденный от источника до данного узла.	P
8	Sist	Источники	После выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д., соответствующая номеру источника от которого запитывается	P

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			данный узел водопроводной сети.	

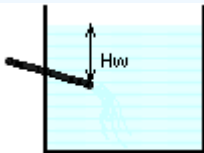
Водопроводный колодец с гидрантом (пожарные гидранты, водопроводные колонки)

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
1	Name	Наименование колодца	Задается пользователем, например ВК - 21а.	ИН
2	H_geo	Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси (верха) трубы, выходящей из колодца. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа») или задана по умолчанию (см. «Настройка использования исходных данных»).	ИО
3	Gr	Расчетный расход воды, л/с	Задается пользователем значение расчетного расхода воды на пожарный гидрант или водопроводную колонку.	ИО
4	G	Текущий расход воды, л/с	Значение текущего расхода воды на пожарный гидрант определяется в результате выполнения поверочного расчета.	Р
5	Hmin	Минимальный напор воды, м	Задается пользователем значение минимального напора в узле, может быть задан по умолчанию (см. «Настройка использования исходных данных»).	ИО
6	H	Полный напор, м	Значение суммы напора в узле и геодезической отметки. Эта величина определяется в результате выполнения конструкторского или поверочного расчетов.	Р
7	P	Напор, м	Значение напора в узле определяется в результате выполнения конструкторского или поверочного расчетов.	Р
8	Time	Время прохождения воды от источника, мин	После выполнения гидравлического расчета записывается время прохождения воды от источника до данного узла.	Р
9	Dist	Путь пройденный от источника, м	После выполнения гидравлического расчета записывается путь, пройденный от источника до данного узла.	Р
10	Sist	Источники	После выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника от которого запитывается данный узел.	Р

Потребитель


№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
1	Name	Название потребителя	Задается пользователем, например жилой дом, школа, и т.д.	ИН
2	Adres	Адрес	Задается пользователем, например ул. Воронежская д.33	ИН
3	H_geo	Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси (верха) трубы, выходящей из потребителя. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа») или задана по умолчанию (см. «Настройка использования исходных данных»).	ИО
4	Gr	Расчетный расход воды, л/с	Задается пользователем по проектным данным расчетный расход воды в сутки максимального водопотребления.	ИО
5	Hmin	Минимальный напор воды, м	Задается пользователем по проектным данным.	ИО
6	Type	Способ задания потребителя	Выбирается пользователем из открывающегося списка: 0 - Фиксированный отбор. Отбор воды с расходом, заданным в поле Gr (Расчетный расход воды, л/с) при расчете по расчетным расходам, либо из полей Gwork (Расчетный расход воды в будний день, л/с), Gsaturday (Расчетный расход воды в субботний день, л/с), Gsunday (Расчетный расход воды в воскресный день, л/с), Gholiday (Расчетный расход воды в праздничный день, л/с) при расчете по суточному графику. Давление на потребителе определяется при расчете. 1 - Фиксированный напор. Заданный напор берется из поля Hmin (Минимальный напор воды, м). Отбор воды на потребителе определяется при расчете. 2 - Ограниченный отбор. Если напор на потребителе больше или равен минимально необходимому (поле Hmin), то отбор воды на потребителе равен расчетному расходу (аналогично коду 0). При нехватке напора расход будет определяться по сопротивлению потребителя, вычисляемому по расчетному расходу и минимально необходимому напору. 3 - Излив через отверстие. Текущий расход воды и давление на потребителе определяется сопротивлением отверстия, вычисляемым по диаметру вы-	ИО

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			ходного отверстия (поле D) и уровнем воды над отверстием (поле Hw). 4 - Вычисляемое сопротивление. Текущий расход воды и давление на потребителе определяется его сопротивлением, вычисляемом при расчетном расходе и минимально необходимом напоре.	
7	Use_type	Категория потребителя	Задается пользователем категория данного потребителя. Это поле заполняется только в случае проведения расчета с учетом графика водопотребления (неравномерности потребления воды). При проведении поверочного расчета на расчетные расходы воды в сутки максимального водопотребления нет необходимости заполнять это поле (см. раздел «Справочник суточного графика водопотребления»).	ИО
8	Gwork	Расчетный расход воды в будний день, л/с	Задается пользователем расчетный расход воды в будний день (в л/с) с целью проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (см. раздел «Справочник суточного графика водопотребления»).	ИО
9	Gsaturday	Расчетный расход воды в субботний день, л/с	Задается пользователем расчетный расход воды в субботний день (в л/с) с целью проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (см. раздел «Справочник суточного графика водопотребления»).	ИО
10	Gsunday	Расчетный расход воды в воскресный день, л/с	Задается пользователем расчетный расход воды в воскресный день (в л/с) с целью проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (см. раздел «Справочник суточного графика водопотребления»).	ИО
11	Gholiday	Расчетный расход воды в праздничный день, л/с	Задается пользователем расчетный расход воды в праздничный день (в л/сек) с целью проведения поверочного расчета с учетом графика водопотребления (см. раздел «Справочник суточного графика водопотребления»).	ИО
12	G	Текущий расход воды, л/с	Определяется по результатам расчета.	Р
13	H	Полный напор, м	Определяется по результатам расчета.	Р
14	P	Напор, м	Определяется по результатам расчета.	Р
15	Time	Время прохождения воды от ис-	После выполнения гидравлического расчета записывается время прохождения воды от источника	Р

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
		точника, мин	до данного узла.	
16	Dist	Путь пройденный от источника, м	После выполнения гидравлического расчета записывается путь, пройденный от источника до данного узла.	Р
17	Sist	Источники	После выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника от которого запитывается данный потребитель.	Р
18	D	Диаметр выходного отверстия, м	Задается пользователем в том случае, если потребление воды происходит изливом из отверстия с заданным диаметром в атмосферу или под уровень, заданной высоты. Для этого в поле Туре - Способ задания потребителя необходимо выбрать Излив через отверстие (3).	ИО
19	Hw	Уровень воды, м	<p>Задается пользователем в том случае, если потребление воды происходит изливом из отверстия с заданным диаметром под уровень, заданной высоты. Если уровень воды равен 0, то излив происходит в атмосферу.</p>  <p>Для этого в поле Туре - Способ задания потребителя необходимо выбрать Излив через отверстие (3).</p>	ИО

Насосная станция

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
1	Name	Наименование насосной станции	Записывается наименование насосной станции или насоса, например, насосная станция №1, и т.д.	ИН
2	H_geo	Геодетическая отметка, м	Задается отметка оси (верха) трубы, на которой установлен данный насос. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. «Автоматическое занесение геодетических отметок объектов сети со слоя рельефа») или задана по умолчанию	ИО

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			(см. «Настройка использования исходных данных»).	
3	Type	Способ задания насоса	Задается способ задания насоса. Если значение поля Type = 0, то насосная станция задается как обычная насосная станция, для нее так же понадобится задать марку насоса, количество насосов и т.д. Если значение поля Type = 1, то насосная станция задается давлением после насоса. В этом случае объект ведет себя как комбинация насоса и регулятора давления. При таком способе задания работы насоса марка насоса, количество насосов и т.д. игнорируются и в расчете используется только заданное давление на выходе.	ИО
4	Mark	Марка насоса	Задается пользователем марка установленного насоса. Чтобы занести марку необходимо выбрать ее из Справочника по насосам. Для заполнения этой строки нажмите на кнопку  . Кнопка будет видна только, когда активна правая часть данной строки (подробней см. «Справочник по насосам»). Данное поле будет использоваться для расчета только в том случае если в поле Способ задания насоса стоит 0.	ИО
5	Hr	Номинальный напор развиваемый насосом	Задается пользователем значение напора, развиваемого насосом. Например, если задать номинальный напор развиваемый насосом равным 30 м, и при расчете определится что до насоса напор 20 м, то на выходе из насоса мы в итоге получим 50 м. Это поле заполняется только в том случае если не известна марка насоса, и следовательно не заполнялось поле Mark (Марка насоса). Данное поле будет использоваться для расчета только в том случае если в поле Способ задания насоса стоит 0.	ИО
6	Pr	Номинальный напор после насоса, м	Задается пользователем в том случае, когда известно давление после насоса. Задаваемое значение не должно включать в себя величину геодезической отметки. Например если задать номинальный напор 30м, при этом геодезическая отметка будет 10м, то в ре-	ИО

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			зультате расчета после насоса напор получится 40м. Т.е. при данном способе задания насоса он будет вести себя как комбинация насоса и регулятора давления. Данное поле будет использоваться для расчета только в том случае если в поле Способ задания насоса стоит 1.	
7	G	Текущий расход воды, л/с	Определяется в результате расчета.	P
8	H	Полный напор на выходе, м	Определяется в результате расчета.	P
9	Hin	Полный напор на входе, м	Определяется в результате расчета.	P
10	Pin	Напор на входе, м	Определяется в результате расчета	P
11	P	Напор на выходе, м	Определяется в результате расчета	P
12	Time	Время прохождения воды от источника, мин	После выполнения гидравлического расчета записывается время прохождения воды от источника до данного узла.	P
13	Dist	Путь пройденный от источника, м	После выполнения гидравлического расчета записывается путь, пройденный от источника до данного узла.	P
14	Sist	Источники	После выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3 и т.д. соответствующая номеру источника от которого запитывается данная насосная станция.	P
15	Npump	Количество параллельно работающих насосов, шт	Задается пользователем количество параллельно работающих насосов на насосной станции в расчетный момент времени. По умолчанию в этом поле стоит - 1 шт.	ИО
16	Vpump	Частота вращения насоса, об/мин	Задается пользователем для насосов с QH характеристикой.	ИО
17	Nwork	График работы насосов по будним дням	Задается пользователем график работы насосов в течении буднего дня, т.е. сколько будет работать насосов на насосной станции в каждый час. Поле заполняется только в случае проведения расчета с учетом графика водопотребления (неравномерности потребления воды).	ИО

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			Поле будет использовано для расчета если в поле Mark (Марка насоса) вписана конкретная марка установленного насоса. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный режим работы насоса (см. раздел «Справочник суточного графика работы насосов»).	
18	Vwork	График частоты вращения по будним дням	Задается пользователем график частоты вращения насосов в течении буднего дня. Поле заполняется только в случае проведения расчета с учетом графика водопотребления (неравномерности потребления воды). Поле будет использовано для расчета если в поле Mark (Марка насоса) вписана конкретная марка установленного насоса. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный режим работы насоса (см. раздел «Справочник суточного графика работы насосов»).	ИО
19	Pwork	График напоров после насоса по будним дням	Задается пользователем график напоров насоса по будним дням. Поле заполняется только в случае проведения расчета с учетом графика водопотребления (неравномерности потребления воды). Поле используется для расчета только в том случае, если в поле Способ задания насоса (Type) задана 1. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный график напоров после насоса (см. раздел «Справочник суточного графика напоров после насосов»).	ИО
20	Nsaturday	График работы насосов по субботным дням	Задается пользователем график работы насосов в течении субботного дня, т.е. сколько будет работать насосов на насосной станции в каждый час. Поле заполняется только в случае проведения расчета с учетом графика водопотребления (неравномерности потребления воды). Поле будет использовано для расчета если в поле Mark (Марка насоса) вписана конкретная марка установленного насоса. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный режим работы насоса (см. раздел «Справочник суточного	ИО

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			графика работы насосов»).	
21	Vsaturday	График частоты вращения по субботным дням	Задается пользователем график частоты вращения насосов в течении субботного дня. Поле заполняется только в случае проведения расчета с учетом графика водопотребления (неравномерности потребления воды). Поле будет использовано для расчета если в поле Mark (Марка насоса) вписана конкретная марка установленного насоса. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный режим работы насоса (см. раздел «Справочник суточного графика работы насосов»).	ИО
22	Psaturday	График напоров после насоса по субботным дням	Задается пользователем график напоров насоса по субботным дням. Поле заполняется только в случае проведения расчета с учетом графика водопотребления (неравномерности потребления воды). Поле используется для расчета только в том случае, если в поле Способ задания насоса (Туре) задана 1. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный график напоров после насоса (см. раздел «Справочник суточного графика напоров после насосов»).	ИО
23	Nsunday	График работы насосов по воскресным дням	Задается пользователем график работы насосов в течении воскресного дня, т.е. сколько будет работать насосов на насосной станции в каждый час. Поле заполняется только в случае проведения расчета с учетом графика водопотребления (неравномерности потребления воды). Поле будет использовано для расчета если в поле Mark (Марка насоса) вписана конкретная марка установленного насоса. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный режим работы насоса (см. раздел «Справочник суточного графика работы насосов»).	ИО
24	Vsunday	График частоты вращения по воскресным дням	Задается пользователем график частоты вращения насосов в течении воскресного дня. Поле заполняется только в случае проведения расчета с учетом графика водопотребле-	ИО

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			ния (неравномерности потребления воды). Поле будет использовано для расчета если в поле Mark (Марка насоса) вписана конкретная марка установленного насоса. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный режим работы насоса (см. раздел «Справочник суточного графика работы насосов»).	
25	Psunday	График напоров после насоса по воскресным дням	Задается пользователем график напоров насоса по воскресным дням. Поле заполняется только в случае проведения расчета с учетом графика водопотребления (неравномерности потребления воды). Поле используется для расчета только в том случае, если в поле Способ задания насоса (Type) задана 1. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный график напоров после насоса (см. раздел «Справочник суточного графика напоров после насосов»).	ИО
26	Nholiday	График работы насосов по праздничным дням	Задается пользователем график работы насосов в течении праздничного дня, т.е. сколько будет работать насосов на насосной станции в каждый час. Поле заполняется только в случае проведения расчета с учетом графика водопотребления (неравномерности потребления воды). Поле будет использовано для расчета если в поле Mark (Марка насоса) вписана конкретная марка установленного насоса. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный режим работы насоса (см. раздел «Справочник суточного графика работы насосов»).	ИО
27	Vholiday	График частоты вращения по праздничным дням	Задается пользователем график частоты вращения насосов в течении праздничного дня. Поле заполняется только в случае проведения расчета с учетом графика водопотребления (неравномерности потребления воды). Поле будет использовано для расчета если в поле Mark (Марка насоса) вписана конкретная марка установленного насоса. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный режим рабо-	ИО


№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			ты насоса (см. раздел «Справочник суточного графика работы насосов»).	
28	Pholiday	График напоров после насоса по праздничным дням	Задается пользователем график напоров насоса по праздничным дням. Поле заполняется только в случае проведения расчета с учетом графика водопотребления (неравномерности потребления воды). Поле используется для расчета только в том случае, если в поле Способ задания насоса (Туре) задана 1. Причем чтобы занести график работы насосов необходимо открыть окно Суточный график напоров после насоса (см. раздел «Справочник суточного графика напоров после насосов»).	ИО
29	Npump_min	Минимальное количество работающих насосов, шт	Задается минимальное количество работающих на водопроводную сеть насосов, установленных на данной насосной станции. По умолчанию в этом поле стоит - 1 шт.	ИО
30	Npump_max	Максимальное количество работающих насосов, шт	Задается максимальное количество работающих на водопроводную сеть насосов, установленных на данной насосной станции. По умолчанию в этом поле стоит - 1 шт.	ИО
31	П	Момент инерции агрегата насос-электромотор, кг/м ²	Поле используется только при проведении расчета гидроудара. Задается момент инерции агрегата насос-электромотор.	ИО***
32	Wmotor	Мощность электромотора, кВт	Поле используется только при проведении расчета гидроудара. Задается мощность электромотора.	ИО***

Запорная арматура


№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
1	Name	Наименование арматуры	Задается пользователем, например Задвижка № 22	ИН
2	H_geo	Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси (верха) трубы, на которой установлено данное запорное устройство. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. «Автоматическое занесение геодезических отме-	ИО

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			ток объектов сети со слоя рельефа) или задана по умолчанию (см. «Настройка использования исходных данных»).	
3	Mark	Марка	Задается пользователем марка установленной запорной арматуры. Причем чтобы занести марку необходимо выбрать ее из Справочника по запорной арматуре (см. раздел «Справочник по запорной арматуре»).	ИО
4	D	Условный диаметр, м	Задается пользователем диаметр установленной на сети запорной арматуры.	ИО
5	Percent	Степень открытия, % или град.	Задается пользователем степень открытия арматуры в долях (от 0 до 1). Сопротивление соответствующее степени открытия можно просмотреть в Справочнике по запорной арматуре (см. раздел «Справочник по запорной арматуре»).	ИО
6	H	Полный напор на выходе, м	Определяется в результате расчета.	P
7	G	Текущий расход воды, л/с	Определяется в результате расчета.	P
8	Hin	Полный напор на входе, м	Определяется в результате расчета.	P
9	Pin	Напор на входе, м	Определяется в результате расчета.	P
10	P	Напор на выходе, м	Определяется в результате расчета.	P
11	Time	Время прохождения воды от источника, мин	Определяется в результате расчета.	P
12	Dist	Путь пройденный от источника, м	После выполнения гидравлического расчета записывается путь, пройденный от источника до данного узла.	P
13	Sist	Источники	После выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника от которого запитывается данный объект	P
14	DH	Потери напора, м	Определяется в результате расчета.	P

Участок водопроводной сети

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
1	Begin_uch	Начало участка	Задается наименование начала участка (наименование узла, водопроводного колодца, с которого данный участок начинается), например ВК-15. Может быть внесено автоматически (подробней см. раздел «Автоматическое занесение начала и конца участков»).	ИН
2	End_uch	Конец участка	Задается наименование конца участка (наименование узла, водопроводного колодца, в котором данный участок заканчивается), например ВК-16. Может быть внесено автоматически (подробней см. раздел «Автоматическое занесение начала и конца участков»).	ИН
3	Sist	Источники	После выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника от которого запитывается данный участок водопроводной сети.	Р
4	L	Длина участка, м	Задается длина участка в плане, например 100, 150 м. Данное поле можно заполнить автоматически, сняв длину участка с карты в масштабе (см. раздел «Автоматическое занесение длины с карты»).	ИО
5	D	Внутренний диаметр трубы, м	Задается внутренний диаметр трубопровода, например 0.05; 0.1; 0.15; 1.2 м.	ИО
6	Ke	Шероховатость, мм	Задается пользователем шероховатость, например, 1, 2, 3 мм, может быть задана по умолчанию (см. раздел «Настройка использования исходных данных»).	ИО
7	Kz	Коэффициент местных сопротивлений	Задается пользователем в долях от единицы, например, 1.1, 1.2. При этом действительная длина участка водопроводной сети увеличивается соответственно на 10 или 20 %, может быть задан по умолчанию (см. раздел «Настройка использования исходных данных»).	ИО
8	Zeta	Местные сопротивления	Задаются местные сопротивления установленные на участках водопроводной сети. Для задания местных сопротивлений надо встать на поле Местные сопротивления и в правой части строки нажать кнопку  . Более подробно о местных сопротивлениях	ИО

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			можно узнать в разделе «Справочник по местным сопротивлениям» .	
9	ZetaSum	Сумма коэфф. местных сопротивлений	После выполнения расчетов в строку Сумма местных сопротивлений будет записано суммарное значение местных сопротивлений установленных на участке.	ИО
10	Zarost	Заращение трубопровода, мм	Задается пользователем заращение трубопровода, например, 1 мм. При этом внутренний диаметр трубопровода уменьшается, что приводит к увеличению потери напора на участке водопроводной сети.	ИО
11	S	Гидравлическое сопротивление, $\text{м}/(\text{т}/\text{ч})^2$	Задается пользователем гидравлическое сопротивление участка водопроводной сети. Данная величина задается для уточнения математической модели в случае, если были проведены замеры расхода воды и давления в начале и конце участка сети. По этим данным определяется S. При задании данного параметра именно он будет участвовать в расчетах и значения суммы коэффициентов местных сопротивления, шероховатости и заращения не учитываются.	ИО
12	G	Расход воды на участке, л/с	Определяется в результате расчета.	Р
13	Gm3	Расход воды на участке, $\text{м}^3/\text{ч}$	Определяется в результате расчета.	Р
14	DH	Потери напора на участке, м	Определяется в результате расчета.	Р
15	dHud	Удельные линейные потери, мм/м	Определяется в результате расчета.	Р
16	V	Скорость движения воды на участке, м/с	Определяется в результате расчета.	Р
17	Kbreak	Место разрыва (0-1)	После моделирования аварий на трубопроводе записывается место разрыва в процентах от его длины, начиная с начала участка (см. раздел «Моделирование аварий на трубопроводе»).	Р
18	Hbreak	Напор в точке разрыва, м	Определяется после моделирования аварий на трубопроводе (см. раздел «Моделирование аварий на трубопроводе»).	Р

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
19	Gbreak	Утечка, м ³ /ч	Определяется после моделирования аварий на трубопроводе (см. раздел «Моделирование аварий на трубопроводе»).	P
20	Drek	Диаметр трубы (конструкторский), м	Определяется в результате конструкторского расчета.	P
21	Ke_con	Шероховатость (конструкторский), мм	Задается пользователем шероховатость новой трубы, например, 1, 2, 3 мм.	ИО**
22	Tubes	Материал трубопровода	Задается пользователем материал трубопровода, например, сталь, чугун, полиэтилен. Для занесения марки необходимо выбрать ее из Справочника по трубам. Чтобы заполнить эту строку нажмите на кнопку  . Кнопка будет видна только, когда активна правая часть данной строки (см. раздел «Справочник по трубам»).	ИО**
23	Vopt	Оптимальная скорость (конструкторский), м/с	Задается пользователем оптимальная скорость воды на данном участке (например 1, 1.2, 1.5 м/с) для проведения конструкторского расчета по скоростям (см. раздел «Запуск конструкторского расчета»).	ИО**
24	dHud_con	Удельные линейные потери (конструкторский), мм/м	Задается пользователем оптимальные линейные потери на данном участке (например 20 - 30 мм/м) для проведения конструкторского расчета по удельным линейным потерям (см. раздел «Запуск конструкторского расчета»).	ИО**
25	Epipe	Модуль Юнга материала трубы, кг/см ²	Это поле используется только при проведении расчета гидроудара. Задается пользователем модуль Юнга материала данного участка трубы, например для стали 2*10 ⁶ кг/см ² .	ИО***
26	del	Толщина стенки трубы, м	Это поле используется только при проведении расчета гидроудара. Задается пользователем толщина стенки трубы, например 3, 4, 5 мм	ИО***
27	Hdestr	Условно допустимое давление, м	Это поле используется только при проведении расчета гидроудара. Задается пользователем условно допустимое давление на данном участке, например 160 м.	ИО***
28	SurgeXmax	Расстояние от начала уч. до точки макс.	Определяется в результате выполнения расчетов гидроудара расстояние от начала уча-	P

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
		напора, м	стка до точки максимального напора (начало и конец участка определяется направлением стрелки на нем).	
29	SurgeTmax	Время возникновения макс. напора, ч	Определяется в результате выполнения расчетов гидроудара время возникновения максимального напора на данном участке.	P
30	SurgeHmax	Максимальный напор, м	Определяется в результате выполнения расчетов гидроудара максимальный напор на данном участке.	P
31	SurgeXmin	Расстояние от начала уч. до точки мин. напора, м	Определяется в результате выполнения расчетов гидроудара расстояние от начала участка до точки минимального напора на данном участке (начало и конец участка определяется направлением стрелки на нем).	P
32	SurgeTmin	Время возникновения мин. напора, ч	Определяется в результате выполнения расчетов гидроудара время возникновения минимального напора на данном участке.	P
33	SurgeHmin	Минимальный напор, м	Определяется в результате выполнения расчетов гидроудара минимальный напор на данном участке.	P
34	DFixed	Фиксированный диаметр (конструкторский)	Если в данном поле будет установлена 1, то на данном участке диаметр в результате конструкторского расчета НЕ будет подбираться, а будет использоваться диаметр, указанный в поле Внутренний диаметр трубы. Если в поле установлен 0, или ничего не записано, то в результате конструкторского расчета для участка будет подобран диаметр.	ИО**

Регулятор давления (расхода)

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
1	Name	Название узла	Записывается наименование регулятора, например Р №1, и т.д.	ИН
2	H_geo	Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси трубы, проходящей через данный регулятор. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа») или задана по умолчанию (см. «Настройка ис-	ИО

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			пользования исходных данных»).	
3	Hreg	Регулируемый параметр	Задается пользователем значение регулируемого параметра, т.е. та величина до которой необходимо понизить давление (расход) после данного регулятора.	ИО
4	Kreg	Коэффициент пропускной способности, м ³ /ч	Задается пользователем коэффициент пропускной способности регулятора (по паспортным данным устройства).	ИО
5	H	Полный напор на выходе, м	Определяется в результате расчета.	Р
6	Hin	Полный напор на входе, м	Определяется в результате расчета.	Р
7	P	Напор на выходе, м	Определяется в результате расчета.	Р
8	Time	Время прохождения воды от источника, мин	После выполнения гидравлического расчета записывается время прохождения воды от источника до данного узла.	Р
9	Dist	Путь пройденный от источника, м	После выполнения гидравлического расчета записывается путь, пройденный от источника до данного узла.	Р
10	Sist	Источники	После выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника от которого запитывается данный объект.	Р
11	Pin	Напор на входе, м	Определяется в результате расчета.	Р
12	G	Текущий расход воды, л/с	Определяется в результате расчета.	Р

Обратный клапан

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
1	Name	Имя узла	Записывается наименование обратного клапана, например ОК №1, и т.д.	ИН
2	Adres	Адрес	Задается пользователем, например Толстого ул., д.17, кор.2.	ИН
3	H_geo	Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси трубы, проходящей через данный обратный клапан. Она может автоматически	ИО

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			быть считана со слоя рельефа (см. «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа») или задана по умолчанию (см. «Настройка использования исходных данных»).	
4	Kz	Коэффициент местного сопротивления	Задается пользователем коэффициент местного сопротивления обратного клапана, например 1.	ИО
5	D	Условный диаметр, м	Задается пользователем условный диаметр установленного на сети обратного клапана.	ИО
6	G	Текущий расход, л/с	Определяется в результате расчета.	P
7	Hin	Полный напор на входе, м	Определяется в результате расчета.	P
8	H	Полный напор на выходе, м	Определяется в результате расчета.	P
9	Pin	Напор на входе, м	Определяется в результате расчета.	P
10	P	Напор на выходе, м	Определяется в результате расчета.	P
11	Time	Время прохождения воды от источника, мин	После выполнения гидравлического расчета записывается время прохождения воды от источника до данного узла.	P
12	Dist	Путь пройденный от источника, м	После выполнения гидравлического расчета записывается путь, пройденный от источника до данного узла.	P
13	Sist	Источники	После выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника от которого запрашивается данный объект.	P
14	DH	Потери напора, м	Определяется в результате расчета.	P

Разрушаемая мембрана

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
1	Name	Наименование узла	Записывается наименование разрушаемой мембраны, например РМ №1, и т.д.	ИН
2	Adres	Адрес	Задается пользователем, например Толстого ул.,	ИН

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			д.17, кор.2.	
3	H_geo	Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси трубы, проходящей через данную мембрану. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа») или задана по умолчанию (см. «Настройка использования исходных данных»).	ИО
4	Kz	Коэффициент местного сопротивления	Задается коэффициент местного сопротивления.	ИО
5	D	Диаметр отводной трубы, м	Задается диаметр отводной трубы.	ИО
6	L	Длина отводной трубы, м	Задается длина отводной трубы.	ИО
7	Pdestroy	Максимальное давление, м	Задается пользователем из характеристики данного устройства предельно допустимое значение давления.	ИО
8	H	Полный напор, м	Определяется в результате расчета.	Р
9	P	Напор, м	Определяется в результате расчета.	Р
10	Time	Время прохождения воды от источника, мин	После выполнения гидравлического расчета записывается время прохождения воды от источника до данного узла.	Р
11	Dist	Путь пройденный от источника, м	После выполнения гидравлического расчета записывается путь, пройденный от источника до данного узла.	Р
12	Sist	Источники	Определяется в результате расчета.	Р

Локальное сопротивление

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
1	Name	Наименование узла	Записывается наименование локального сопротивления, например ЛС №1, и т.д.	ИН
2	Adres	Адрес	Задается пользователем, например Толстого ул., д.17, кор.2.	ИН
3	H_geo	Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси трубы, проходящей через данное локальное сопротивление. Она может автоматически	ИО

№	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле	Тип
			быть считана со слоя рельефа (см. «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа») или задана по умолчанию (см. «Настройка использования исходных данных»).	
4	Kz	Коэффициент местного сопротивления	Задается коэффициент местного сопротивления.	ИО
5	D	Условный диаметр, м	Задается условный диаметр локального сопротивления.	ИО
6	G	Текущий расход, л/с	Определяется в результате расчета.	P
7	Hin	Полный напор на входе, м	Определяется в результате расчета.	P
8	H	Полный напор на выходе, м	Определяется в результате расчета.	P
9	Pin	Напор на входе, м	Определяется в результате расчета.	P
10	P	Напор на выходе, м	Определяется в результате расчета.	P
11	Time	Время прохождения воды от источника, м	После выполнения гидравлического расчета записывается время прохождения воды от источника до данного узла.	P
12	Dist	Путь пройденный от источника, м	После выполнения гидравлического расчета записывается путь, пройденный от источника до данного узла.	P
13	DH	Потеря напора, м	Определяется в результате расчета.	P
12	Sist	Источники	Определяется в результате расчета.	P

Формулы

Водопроводная сеть представляет собой топологический связный ориентированный взвешенный граф, т.е. структуру, состоящую из конечного числа вершин (источник, насосная станция, водонапорная башня, водопроводный колодец, резервуар), связанных между собой дугами - ориентированными ребрами (участками). В связном графе каждая его вершина соединяется некоторой цепью ребер с любой другой вершиной. В качестве веса выступает - гидравлическое сопротивление участка.

При выполнении расчетов системы водоснабжения (конструкторского или поверочного) необходимо выбрать такие режимы работы этой системы, при которых обеспечиваются критические значения основных ее показателей расходов и напоров, а также экономически целесообразные диаметры трубопроводов.

Значительный объем работы составляют поверочные гидравлические расчеты системы. После выбора диаметров трубопроводов число и характер случаев, на которые должна быть рассчитана система, определяется ее типом, данными о предполагаемом режиме водопотребления и требованиями надежности.

При решении конструкторской задачи наиболее сложной является расчет кольцевой сети. При этом в основу расчета сети положено потокораспределение, обеспечивающее наиболее рациональное решение задачи определения диаметров труб ее участков. Начальное потокораспределение находится при идеальных условиях, т.е. при максимальных диаметрах всех трубопроводов и заведомо большом напоре на источнике водоснабжения. Одним из основных условий, предъявляемых к начальному потокораспределению, является удовлетворение требований надежности. Под надежностью сети понимается ее свойство при любых случайных событиях, требующих выключения из работы отдельных участков, подавать потребителям воду в количествах не ниже установленных пределов. После определения начального потокораспределения по заданным значениям скоростей определяются диаметры труб всех участков. Для назначения диаметров перемычек, которые при нормальной работе системы нагружены весьма слабо или совсем не работают, следует принимать расход, перебрасываемый по перемычке в случае аварии. Этот расход будет меньше идущего по магистрали, например на 30%. Диаметр перемычки может быть подобран и после, при выполнении поверочных расчетов его можно назначить из конструктивных соображений, например, принять на один порядок ниже диаметра магистрали по соответствующему стандарту используемых труб. При наличии в сети водопроводной башни за основной расчетный случай для определения диаметров труб следует принимать работу в часы наибольшего транзита воды в башню. Правильность выбора диаметров транзитных магистралей, а также назначения диаметров перемычек и мало нагруженных линий проверяют путем проведения специальных поверочных расчетов для случаев работы системы при авариях на участках сети и при подаче пожарных расходов. В тоже время все расчеты в области теории надежности систем водоснабжения сводятся фактически к выполнению серии поверочных расчетов, показывающих удовлетворяет ли проектируемая система существующим нормативным требованиям. Так, например, при любой аварии на водопроводной сети общее снижение расхода воды к объекту не должно быть ниже 30 %.

При наличии нескольких источников (водопитателей) может быть допущено снижение расхода к объекту по отдельным магистралям сети до 50 % от нормального, а к наиболее неблагоприятно расположенной точке объекта до 25 % нормального, т.е. на 75 %. При этом свободный напор в сети в такой точке должен быть не менее 10 м. Следует помнить, что поверочные расчеты различных режимов работы сети, в том числе и в аварийных, проводят при известных диаметрах и сопротивлениях сети.

В общем случае количество расчетных режимов зависит от назначения водопровода, взаимного расположения водопроводных сооружений и других факторов.

Расчеты сети, как правило, осуществляются на экстремальные или средние режимы эксплуатации. Так, сети объединенного хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода рассчитываются на подачу воды в сутки максимального водопотребления для следующих периодов: максимального часового расхода с учетом подачи воды на тушение внутреннего пожара (основной расчетный случай); максимального часового расхода с учетом подачи воды на тушение внутреннего и наружного пожаров (поверочный случай).

Расчеты на средние условия работы сети производятся в тех случаях, когда решается задача технико-экономического сравнения различных вариантов водопроводных сетей и выбора оптимального. Для отдельных водопроводных сетей поверочные расчеты выполняются также в связи с оценкой обеспеченности водой наиболее ответственных потребителей при аварийных выключениях различных участков трубопроводов. В условиях Крайнего Севера, где непрерывное движение воды является одной из основных мер, предупреждающих замерзание трубопроводов, большое значение имеет расчет сети в режиме подачи минимального часового расхода в сутки наименьшего водопотребления. Этот расчет позволяет выявить участки трубопроводов, где скорости движения воды минимальны.

Основные уравнения

Целью гидравлического расчета является определение расходов воды и потерь давления на каждом участке гидравлической сети и давлений в каждом узле.

К началу выполнения гидравлического расчета считаются известными:

1. Сопротивления участков водопроводной сети.
2. Расходы в узлах сети.
3. Действующие напоры на источниках и насосных станциях.

Для вычисления искомых величин используются законы Кирхгофа:

- Сумма расходов втекающих в каждый узел равна нулю (или утечке).
- Сумма падений давления на всех участках замкнутого цикла равна нулю (или сумме действующих напоров).

Эти два фундаментальных закона следует дополнить эмпирической зависимостью падения давления (или напора) на участке сети от расхода:

$$\Delta P = f(q)$$

Рисунок 303. (1)

Для всех трубопроводных сетей считается оправданным использование зависимости вида [13]

$$f(q) = s |q|^{\beta-1} q$$

Рисунок 304. (2)

В частности, для водопроводной сети принято использовать функцию $f(q) = s |q| q$, где s - постоянный коэффициент, называемый сопротивлением.



Примечание

Гидравлическое сопротивление зависит от скорости течения жидкости (точнее от числа Рейнольдса), а, следовательно, и от расхода, но эта зависимость слабая и ее легко учесть.

С использованием матрицы инцидентности графа сети первую систему уравнений Кирхгофа можно записать в виде [13]:

$$A \cdot q = G$$

Рисунок 305. (3)

Здесь **A** - матрица инцидентности без последней строки, **q** - вектор расходов на участках, **G** - вектор утечек в узлах.

Вторая система уравнений Кирхгофа может быть получена из системы уравнений, выражающих закон Ома для каждого участка сети:

$$A^T \cdot P = H - S f(q)$$

Рисунок 306. (4)

Здесь **P** – вектор давлений в узлах, **H** – вектор действующих на участках напоров, **S** – диагональная матрица сопротивлений участков, верхний индекс **T** означает транспонирование матрицы.

Пусть для графа сети выбрано остовное (от слова остов) дерево, тогда ему соответствует определенная система базисных циклов, описываемая матрицей **B**. Умножая последнее соотношение на матрицу **B** слева и, учитывая, что $B \cdot A^T = 0$, получим вторую систему уравнений Кирхгофа [13]

$$B \cdot S f(q) = B \cdot H$$

Рисунок 307. (5)

Решение системы уравнений

В системе уравнений (3) и (5) уравнения (3) линейны, а уравнения (5) – нелинейные. Решение такой системы нелинейных уравнений можно искать численно, используя метод Ньютона. При этом время, требуемое для решения, пропорционально третьей степени числа неизвестных. Для достаточно больших трубопроводных сетей описанный подход требует слишком больших затрат машинного времени. Для ускорения процесса решения

еще Кирхгофом предложен метод контурных расходов. В качестве неизвестных величин выбираются контурные расходы, точнее расходы на участках сети (хордах) не входящих в остовное дерево. Количество хорд значительно меньше, чем количество узлов или участков.

Перепишем систему (3), (5) в виде:

$$\begin{cases} A_t \cdot q_t + A_c \cdot q_c = G, \\ B_t \cdot S_t \cdot f(q_t) + S_c \cdot f(q_c) = B \cdot H \end{cases}$$

Рисунок 308. (6)

- где нижним индексом “t” отмечены величины, относящиеся к участкам, образующим дерево (tree), а индексом “c” – к хордам (chord).

Матрица A_t обратима, поэтому первое уравнение можно преобразовать к виду:

$$q_t = B_t^T \cdot q_c + A_t^{-1} \cdot G$$

Рисунок 309. (7)

Линеаризация оставшихся уравнений с учетом этого соотношения дает:

$$K \cdot \Delta q_c = F$$

Рисунок 310. (8)

- где $K = B_t \cdot S_t \cdot f'(q_t) \cdot B_t^T + S_c \cdot f'(q_c)$ – матрица Кирхгофа, а правая часть вычисляется по формуле:

$$F = B \cdot S_t \cdot f(q_t) + S_c \cdot f(q_c) - B \cdot H$$

Рисунок 311. (9)

В соответствии с этим для решения системы нелинейных алгебраических уравнений имеем рекуррентную формулу:

$$q_c^{(N+1)} = q_c^{(N)} - K^{-1} \cdot F$$

Рисунок 312. (10)

Можно показать, что матрица **K** симметрична и положительно определена, поэтому для решения уравнения можно применить метод Холецкого [14].

Хранение и обработка информации производится не в матричной форме, а в виде списков. Соответствующие алгоритмы описаны в книге [14]. В этой же книге приведен ряд программ, где представлено обращение разряженной матрицы методом Холецкого.

На основании решения представленных выше уравнений производится расчет потокораспределения в сети. В результате расчета определяются:

1. расходы и потери напора по участкам сети;
2. напоры во всех узлах сети;
3. фактические напоры у потребителей.

Если в результате расчета у какого-либо потребителя фактический напор получится меньше, чем требуемый, то значение этой разницы запоминается и на экран монитора выдается сообщение “Заданного напора на источнике не достаточно”. Пользователю предлагается альтернатива:

- закончить расчет без изменения напора;
Данный путь может быть принят, если на источнике задан реальный напор. После завершения расчетов следует проанализировать причину недостатка напора у потребителей.
- задать новый напор на источнике;
Пользователь соглашается с тем значением напора, которое необходимо добавить для нормальной работы сети. В этом случае произойдет пересчет потокораспределения и напоров во всех узлах сети.
Данный путь может быть использован для выбора оптимального напора на источнике. С этой целью перед началом расчета в качестве исходных данных задается заведомо малое значение напора, которое в дальнейшем пересчитывается.

Поверочный расчет водопроводной сети

Целью поверочного расчета является определение потокораспределения в водопроводной сети, подачи и напора источников при известных диаметрах труб и отборах воды в узловых точках.

Таким образом, при поверочном расчете известными величинами являются:

1. Диаметры и длины всех участков сети и, следовательно, их гидравлических сопротивлений;
2. Фиксированные узловые отборы воды;
3. Напорно-расходные характеристики всех источников;
4. Геодезические отметки всех узловых точек.

В результате поверочного расчета должны быть определены:

1. Расходы и потери напора во всех участках сети;
2. Подачи источников;
3. Пьезометрические напоры во всех узлах системы.

К поверочным расчетам следует отнести расчет системы на случай тушения пожара в час наибольшего водопотребления и расчеты сети и водопроводов при допустимом снижении подачи воды в связи с авариями на отдельных участках. Эти расчеты необходимы для оценки работоспособности системы в условиях, отличных от нормальных, для выявления возможности использования в этих случаях запроектированного насосного оборудования, а также для разработки мероприятий, исключающих падение свободных напоров и снижение подачи ниже предельных значений.

Расчет системы на случай тушения пожара. При этом расчете проверяют соответствие принятых диаметров линий сети увеличенным расходам воды, пропускаемым во время тушения пожара. Если в результате расчета будет обнаружено, что линии сети работают при скоростях, отличных от экономических, то это не должно вызывать опасений, поскольку работа системы в указанном режиме непродолжительна и поэтому не оказывает заметного влияния на экономичность работы системы в целом. Однако, если потери напора в трубах при пропуске увеличенных расходов возрастают настолько, что приводят к необходимости создания насосной станцией напоров, опасных для сохранности трубопроводов, то диаметры отдельных участков со значительными потерями необходимо заменить на большие. Как правило, такая замена не влечет за собой пересчета сети на случай наибольшего водопотребления. По результатам расчета сети определяют возможность использования в указанный момент выбранного ранее насосного оборудования и необходимость отключения водонапорной башни.

Расход воды на наружное пожаротушение обычно прикладывается к наиболее удаленной от источника узловой точке водопроводной сети (водопроводный колодец с пожарным гидрантом). Расход воды на внутреннее пожаротушение наносится на схему в районе расположения здания (узловая точка, водопроводный колодец с пожарным гидрантом), наиболее неблагоприятного в противопожарном отношении.

Расчеты сети на случай аварий на отдельных участках. В соответствии с рекомендациями СНиП следует проверить работоспособность системы при аварии на сети. В случае аварии на одной из линий сети необходимо, чтобы в диктующей точке свободный напор был не меньше 10 м, а подача воды на хозяйственно-питьевые нужды города снижалась не более чем на 30%. Очевидно, что если указанные требования будут выполняться при наиболее нагруженном режиме работы системы, то при всех других режимах, когда потери напора в сети меньше, их выполнение будет гарантировано. Этот режим будет иметь место в часы наибольшего водопотребления.

Вычисление исходных данных

- [«Определение гидравлических потерь на участках водопроводной сети»;](#)
- [«Шероховатость и зарастание трубопровода»;](#)
- [«Основные формулы для определения местных потерь напора».](#)

Определение гидравлических потерь на участках водопроводной сети

Расход воды в системе водоснабжения связан с сечением трубы и скоростью движения следующей зависимостью:

$$G = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot V$$

Рисунок 313. (11)

- где V - скорость движения воды в трубе, м/с;
- d - внутренний диаметр трубы, м.

Отсюда

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\pi \cdot V}}$$

Рисунок 314. (12)

Очевидно, что для определения диаметра трубы кроме расчетного расхода необходимо знать (или задавать) скорость движения воды V .

Практически не представляется возможным установить какие-либо обоснованные пределы колебания расчетной скорости движения воды в трубах, исходя из чисто технических соображений [1]. Между тем, легко видеть, что изменение скорости (при заданном расчетном расходе) существенно влияет на экономические показатели системы водоснабжения. Из приведенной выше формулы видно, что с увеличением скорости диаметр водопровода уменьшается, что обуславливает снижение его строительной стоимости. В свою очередь увеличение скорости влечет за собой увеличение потерь напора в водопроводной сети. Потери напора при движении воды по трубам пропорциональны их длине и зависят от диаметра труб, расхода воды (скорости течения), характера и степени шероховатости стенок труб (т.е. от материала труб) и от области гидравлического режима их работы. Основной формулой инженерной гидравлики, связывающей все указанные характеристики, является формула Дарси-Вейсбаха:

$$h_{\text{л}} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Рисунок 315. (13)

- где $h_{\text{л}}$ - линейные потери напора, м;
- λ - коэффициент гидравлического сопротивления;
- l и d - длина и диаметр трубы, м;
- V - скорость движения воды, м/с;
- g - ускорение свободного падения, м/с².

Режим движения жидкости определяется числом Рейнольдса

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

Рисунок 316. (14)

- Re - безразмерное число Рейнольдса;
- V - характерный параметр, скорость движения воды в трубе, м/с;
- d - характерный параметр, внутренний диаметр трубопровода, м;
- $\nu = 1.3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ - кинематический коэффициент вязкости воды при температуре воды 10 °С.

Смена режимов движения происходит при критических числах Рейнольдса $Re_{кр}$.

Критерием режима движения служат следующие неравенства:

Ламинарный режим

$$Re < Re_{кр.1}$$

Рисунок 317. (15)

При $Re_{кр.1} \leq 2300$, коэффициент гидравлического сопротивления λ можно определить по формуле Колбрука-Уайта

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log_{10} \left(\frac{k_s}{3.77 \cdot d} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} \right)$$

Рисунок 318. (16)

- Где k_s коэффициент эквивалентной шероховатости, м.

Область перемежающейся турбулентности

$$Re_{кр.1} < Re < Re_{кр.2}$$

Рисунок 319. (17)

Коэффициент гидравлического сопротивления можно определить по формуле

$$\lambda = 0.0025 \cdot Re^{1/3}$$

Рисунок 320. (18)



Примечание

При смене режимов движения жидкости и $Re < Re_{кр}$ сопротивление трубопроводов практически незначительно отклоняется от закономерностей, соответствующих ламинарному режиму движения.

Возможные расхождения при расчете коэффициента гидравлического сопротивления λ по различным формулам, предложенным авторами

Ф.А.Шевелевым А.Д. Альтшулем, Г.А. Муриным, Б.Л.

Шифринсоном, Колбруком-Уайтом при $Re < Re_{кр}$ незначительны по сравнению с теми ошибками, которые обычно имеют место вследствие неопределенности в выборе значения шероховатости или степени зарастания трубопровода.

При расчете коэффициента гидравлического сопротивления λ в случае, когда $Re > Re_{кр}$ наиболее целесообразно на наш взгляд использовать зависимость Колбрука-Уайта.

Шероховатость и зарастание трубопровода

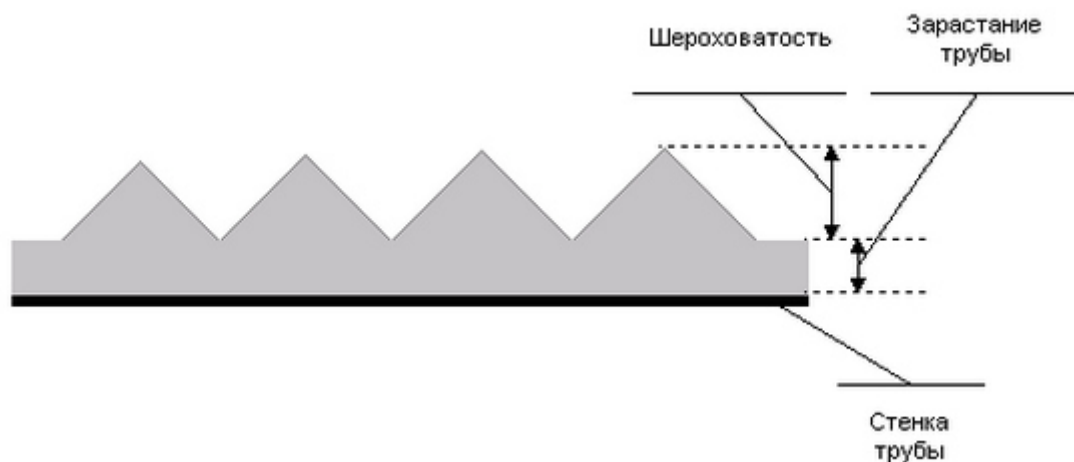


Рисунок 321. Шероховатость и зарастание трубопровода

Пропускная способность трубопроводов в период эксплуатации снижается, вследствие коррозии и образования отложений на трубах. При этом происходит изменение шероховатости трубопровода и его зарастание (уменьшение поперечного сечения). Увеличение шероховатости и зарастание приводит к уменьшению диаметра трубопровода и как следствие к увеличению потерь напора. Меньше всего этому явлению подвержены асбоцементные, стеклянные и пластмассовые трубы. Сложность физических, химических и биологических явлений, определяющих изменение шероховатости труб и их зарастание, приводит

к необходимости ориентироваться на некоторые средние показатели, которые в первом приближении можно оценить по формуле [5]:

$$k_t = k_s + \delta \cdot t$$

Рисунок 322. (19)

- k_s - коэффициент эквивалентной шероховатости для новых труб в начале эксплуатации, мм;
- k_t - коэффициент эквивалентной шероховатости через t лет эксплуатации, мм;
- δ - ежегодный прирост абсолютной шероховатости, мм в год, зависящий от физико-химических свойств подаваемой по ним воды.

По А.Г. Камерштейну, природные воды разбиваются на пять групп, каждая из которых определяет характер и интенсивность снижения пропускной способности трубопровода:

Группа	Коррозионное воздействие	Характеристика природных вод	Ежегодный прирост абсолютной шероховатости, мм в год
Группа 1	Слабое	Слабоминерализованные некоррозионные воды с показателем стабильности от – 0.2 до + 0.2; вода с незначительным содержанием органических веществ и растворенного железа.	0.005 – 0.05 (в среднем 0.025)
Группа 2	Умеренное	Слабоминерализованные некоррозионные воды с показателем стабильности до – 1.0; воды, содержащие органические вещества и растворенное железо в количестве, меньшем 3 г/м ³ .	0.055 – 0.18 (в среднем 0.07)
Группа 3	Значительное	Весьма коррозионные воды с показателем стабильности от – 1.0 до 2.5, но с малым содержанием хлоридов и сульфатов (меньше 100 – 150 г/м); воды с содержанием железа больше 3 г/м ³ .	0.18 – 0.4 (в среднем 0.20)
Группа 4	Сильное	Коррозионные воды с отрицательным показателем стабильности, но с большим содержанием сульфатов и хлоридов (больше 500 – 700 г/м); необработанные воды с большим содержанием органических веществ.	0.4 – 0.6 (в среднем 0.51)
Группа 5	Очень сильное	Воды, характеризующиеся значительной карбонатной и малой постоянной плотностью с показателем стабильности более 0.8; сильноминерализованные и коррозионные воды с плотным осадком более 2000 г/м ³ .	0.6 – 3.0

Заращение трубопровода можно измерять при выполнении реконструкции трубопроводов или ежегодных ремонтах при помощи обычной линейки (рисунок выше), а увеличение шероховатости определять по выше изложенной методике.

Значения коэффициента эквивалентной шероховатости для новых труб приведены в таблице ниже.

Тип трубы	Состояние трубы	Коэффициент эквивалентной шероховатости трубы, мм	Среднее значение коэффициента эквивалентной шероховатости трубы, мм
Бесшовные стальные трубы	Новые и чистые	0.01 – 0.02	0.014
Стальные сварные трубы	Новые и чистые	0.03 – 0.1	0.06
Чугунные трубы	Новые асфальтированные	0 – 0.16	0.12
Чугунные трубы	Новые без покрытия	0.2 – 0.5	0.3
Асбестоцементные	Новые	0.05 – 0.1	0.085
Железобетонные	Новые виброгидропрессованные	0 – 0.05	0.03
Железобетонные	Новые центрифугированные	0.15 – 0.3	0.2
Пластмассовые	Новые, технически гладкие	0 – 0.002	0.001
Стеклянные	Новые, технически гладкие	0 – 0.002	0.001
Алюминиевые	Новые, технически гладкие	0 – 0.002	0.001

Общие потери в трубопроводе, с учетом потерь в местных сопротивлениях могут быть определены по формуле:

$$H_{\text{об.}} = h_{\text{л}} + h_{\text{м}} = (1.05 - 1.1) \cdot h_{\text{л}}$$

Рисунок 323. (20)

- где 1.05-1.1 - коэффициент, учитывающий потери в местных сопротивлениях.

Основные формулы для определения местных потерь напора

Местные потери напора обуславливаются преодолением местных сопротивлений, создаваемых фасонными частями, арматурой и прочим оборудованием трубопроводных сетей. Потери напора в местных сопротивлениях вычисляются по формуле Вейсбаха:

$$h_{\text{м}} = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Рисунок 324. (21)

• где ξ - безразмерный коэффициент местного сопротивления.
Местное сопротивление частично открытой запорной арматуры зависит от степени ее открытия. Под степенью открытия задвижки понимают отношение $\beta = \frac{a}{d}$, где **a** - высота открытия задвижки; **d** - внутренний диаметр трубы. Потери напора могут быть определены по общей формуле:

$$h_{\text{м}} = \xi_{\text{зод}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Рисунок 325. (22)

В этой формуле значение коэффициента сопротивления задвижки (для простой задвижки) установленной на прямой трубе круглого поперечного сечения, принимается по таблице (3) в зависимости от степени открытия β .

При полном открытии задвижки ($\beta=1.0$) в зависимости от их конструкции, значения коэффициентов местных сопротивлений обычно составляет $\xi_{\text{зод}}=0.05 - 0.15$.

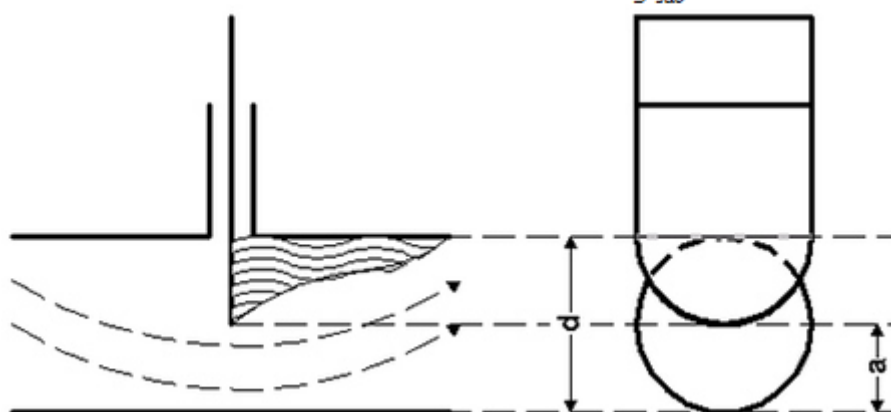


Рисунок 326. Здвижка

β	1	0.963	0.897	0.817	0.74	0.664	0.582	0.483	0.4	0.31
$\xi_{\text{зод}}$	0.05	0.1	0.15	0.2	0.5	1	1.5	2	5	10
β	0.258	0.212	0.182	0.163	0.146	0.137	0.127	0.111	0.107	0.078
$\xi_{\text{зод}}$	15	20	25	30	35	40	45	50	100	120
										100000

Конструкторский расчет водопроводной сети

Целью конструкторского расчета водопроводной сети является определение диаметров трубопроводов обеспечивающих пропуск расчетных расходов воды при обеспечении заданных напоров у потребителей.

Под расчетным режимом работы сети понимают такие возможные сочетания отбора воды и подачи ее насосными станциями, при которых имеют место наибольшие нагрузки для отдельных сооружений системы, в частности водопроводной сети. К нагрузкам относят расходы воды и напоры (давления).

Водопроводную сеть нельзя рассчитывать изолированного от всего комплекса гидравлически взаимосвязанных сооружений системы подачи и распределения воды.

При выполнении конструкторского расчета водопроводной сети необходимо иметь следующие данные:

- Конфигурацию сети.
- Длины участков.
- Коэффициенты шероховатости трубопроводов.
- Сумма коэффициентов местных сопротивлений для каждого участка.
- Геодезические отметки узлов сети.
- Отборы воды в узлах (потребители, пожарные гидранты).

В практике проектирования для определения экономически наивыгоднейших диаметров труб используются некоторые средние значения скоростей. Эти скорости будут больше для больших и меньше для малых диаметров. Очевидно, что единой экономически наивыгоднейшей скорости для всех участков водопроводной сети установить вообще невозможно. Экономически наивыгоднейшая скорость для отдельных участков данной сети различна и зависит не только от расчетного расхода на этом участке, но и от полного расхода, подаваемого в сеть, расположения данного участка в сети и от конфигурации самой сети [1].

После выполнения конструкторского расчета водопроводной сети следует проверить расходы воды на участках. При этом загруженность участков водопроводной сети должна быть такая, чтобы в случае аварии на одном из них обеспечивалась подача воды к потребителю не ниже, чем 70% от расчетного расхода.

По результатам гидравлического расчета сети должно быть определено место расположения критической (диктующей) точки. Если сеть проложена по ровной горизонтальной местности, то при одностороннем питании критической будет наиболее удаленная точка. В сети с контррезервуаром или водонапорной башней критическая точка будет находиться на границе зон влияния. При холмистой местности критической точкой будет такая точка, положение которой определяется условием:

$$z + \Delta h_c = \max$$

Рисунок 327. (23)

- где z - абсолютная геодезическая отметка точки;
- $\sum_{зод}$ - потери напора в сети от источника питания до соответствующей точки.

Определение диктующей точки необходимо для последующего расчета напора насосов и высоты напорно-регулирующих устройств.

Гидравлический удар водопроводной сети

Общие сведения

Далее кратко описана методика, на основании которой производится расчет гидравлического удара в жидкости, заполняющей трубопроводную систему, рассмотрены следующие темы:

Общие понятия

Трубопроводная сеть моделируется с помощью связанного взвешенного ориентированного графа. Вершинами графа служат узлы гидравлической сети (колодец, потребитель, резервуар и др.), а дугами – участки трубопровода. В качестве веса выступает гидравлическое сопротивление. Каждое ребро и узел характеризуются набором свойств. Свои свойства имеет и жидкость, заполняющая трубопроводную систему. Это температура, объемный модуль упругости, плотность и процент содержания нерастворенного воздуха при нормальных условиях. Стационарный и переходный режимы функционирования трубопроводной системы с жидкостью описываются в терминах давления в жидкости и скорости течения жидкости. Распространение волн сжатия и разряжения в трубах описывается квазилинейной системой дифференциальных уравнений первого порядка с частными производными для неизвестных давления и скорости течения жидкости. При изучении переходных процессов в трубопроводной системе с жидкостью в роли начального условия выступает стационарное состояние этой системы. Для отыскания этого состояния требуется решить нелинейную алгебраическую систему уравнений Кирхгофа. Помимо начальных условий требуется задать граничные условия на концах каждого участка сети. Вид граничного условия на конце участка зависит от типа узла. В настоящее время имеется около десятка основных типов (некоторые узловых объекты имеют подвиды) и при необходимости список может быть дополнен.

Основные обозначения

3. h, H – пьезометрический напор либо избыточное давление в метрах водяного столба;
4. v – скорость течения жидкости;
5. c – скорость распространения звука в трубе с жидкостью;
6. G – расход жидкости;
7. g – ускорение свободного падения;
8. d – внутренний диаметр трубы;
9. S – гидравлическое сопротивление;
10. β – относительная скорость вращения ротора;
11. p, P – абсолютное давление;
12. t – время.

Дифференциальные уравнения распространения волн

Распространение волн сжатия и разряжения в среде, заполняющей трубы, описывается квазилинейной системой дифференциальных уравнений первого порядка с частными производными

$$h_x + \frac{1}{g} v_t + \frac{\lambda}{d} \frac{v|v|}{2g} = 0,$$

$$h_t + \frac{c^2}{g} v_x = 0.$$

Рисунок 328. (24)

Здесь $v(x, t)$ – скорость течения жидкости, а $h(x, t)$ – пьезометрический напор, нижний индекс означает частную производную по соответствующей переменной, c – скорость распространения звука в жидкости, g – ускорение свободного падения, λ – безразмерный коэффициент гидравлического сопротивления, для вычисления которого используется формула Дарси-Вейсбаха, d – диаметр трубопровода. Заметим, что скорость распространения волн c , ввиду наличия нерастворенного воздуха в жидкости, существенно образом зависит от давления. Учитывается так же влияние на скорость распространения волн упругости стенок трубы [Фокс].

Метод характеристик

Решение системы дифференциальных уравнений проводится численным методом характеристик. Конечно-разностная аппроксимация уравнений переноса давления и скорости вдоль характеристик приводит к уравнениям

$$\begin{aligned} \frac{g}{c_R} (h_P - h_R) + v_P - v_R + \frac{\lambda_R v_R |v_R|}{2d} &= 0, \\ -\frac{g}{c_S} (h_P - h_S) + v_P - v_S + \frac{\lambda_S v_S |v_S|}{2d} &= 0. \end{aligned}$$

Рисунок 329. (25)

Здесь использованы следующие обозначения: нижний индекс R или S означает, что соответствующая физическая величина берется в предыдущем слое по времени либо в точке слева, либо справа от расчетной точки с индексом P. Уравнения следует решать при начальных условиях, описывающих стационарный режим работы сети, и граничных условиях, определяемых конструктивными элементами.

Начальные условия

Постановка начально-краевой задачи для квазилинейной гиперболической системы дифференциальных уравнений с частными производными первого порядка помимо граничных условий включает в себя начальные условия: величины давления в среде и скорости течения жидкости в каждой точке сети в начальный момент времени. Для определения величин давления и скорости в начальный момент времени нужно рассчитать стационарный режим работы сети. В этом случае требуется решить нелинейную алгебраическую систему уравнений Кирхгофа: сумма расходов, втекающих в каждый узел равна нулю (линейные уравнения), сумма падений давления для каждого замкнутого контура равна сумме действующих напоров, создаваемых насосами (нелинейные уравнения). Разумеется, в первой группе уравнений независимыми будут все уравнения кроме одного (любого), а во второй группе только уравнения для базисных циклов. Решение нелинейной системы алгебраических уравнений осуществляется итерациями с привлечением метода Ньютона.

Для вычисления начальных условий используется программный модуль ZuluHydro, предназначенный для выполнения расчетов стационарных режимов работы водопроводной сети. Более подробно с методикой таких расчетов изложена в Справке по ZuluHydro.

Граничные условия

Для каждого участка трубы на концах (в узлах) следует задать граничные условия. Граничное условие зависит от того, какой объект расположен в узле и может представлять собой как алгебраическое, так и дифференциальное уравнение. Если в узел входит/выходит несколько ребер, то количество граничных условий в узле равно количеству ребер. Ниже перечислены объекты, которые можно использовать при создании модели сети и соответствующие им граничные условия.

- Источник:
 - резервуар, контррезервуар, водонапорная башня;
 - скважина с погружным насосом.
- Потребитель:
 - с фиксированным отбором;
 - с фиксированным напором;
 - с ограниченным отбором (нефиксированный отбор);
 - с истечением воды через отверстие;
 - с вычисляемым сопротивлением.
- Колодец.
- Воздушный колпак.
- Запорная арматура.
- Насос.
 - с фиксированным напором.
 - с заданными характеристиками.
- Разрушаемая мембрана.
- Локальное сопротивление.
- Регулятор давления.
- Обратный клапан.

Этот список по просьбе пользователей может быть продолжен. Отметим, что с математической точки зрения насос, задвижка, локальное сопротивление, регулятор давления и обратный клапан представляют собой участки, хотя на схеме они изображаются узлами. Однако пользователю о таких вещах беспокоиться не приходится, поскольку кодировка сети выполняется программой автоматически.

Описание элементов

Резервуар (при достаточно большой площади поверхности воды в резервуаре). Уровень воды в резервуаре за время моделирования переходных процессов успевает измениться незначительно, поэтому граничное условие на конце отводной трубы имеет вид $h(x_0, t) = h_0$.

Скважина с погружным насосом описывается с учетом двух характеристик: насоса и скважины. В процессе отыскания начальных условий определяются расход G и уровень воды в скважине H с учетом формулы

$$H = H_{\max} + \frac{G}{G_{\max}} (H_{\min} - H_{\max}).$$

Рисунок 330. (26)

Здесь G_{\max} – производительность скважины, H_{\max} – уровень воды в скважине при нулевом расходе, H_{\min} – уровень воды в скважине при максимальном расходе. Далее, если во время переходного процесса расход уменьшается, то уровень воды в скважине не увеличивается, поскольку предполагается, что скважина обладает большой инерционностью. Наоборот, если во время переходного процесса расход увеличивается на ΔG , то уровень

воды в скважине уменьшается на величину $\Delta H = \frac{1}{S} \Delta G \Delta t$, где S – площадь поперечного сечения скважины, Δt – величина шага по времени.

Потребитель с фиксированным отбором описывается граничным условием вида $v(x_0, t) = v_0$. Следует понимать, что такая модель весьма грубая.

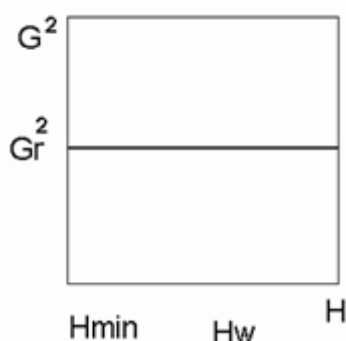


Рисунок 331. Потребитель с фиксированным отбором

Потребитель с заданным напором описывается таким же граничным условием, как и резервуар $h(x_0, t) = h_0$, пока расход положителен, и условием $v(x_1, t) = 0$, как только расчет приводит к отрицательному значению расхода, т. е. потребитель не может быть источником.

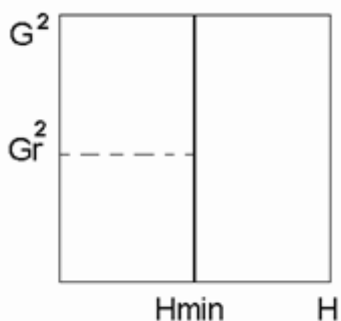


Рисунок 332. Потребитель с заданным напором

Потребитель с ограниченным (нефиксированным) отбором описывается либо граничным условием вида $v(x_0, t) = v_0$ (в случае, когда потребителю хватает напора), либо граничным условием типа заданного сопротивления $H - z = sG^2$ (в противном случае).

Здесь z – геодезическая отметка, H – пьезометрический напор, $(H - z)$ – избыточное давление в метрах водяного столба. Сопротивление задается либо вычисляется по форму-

ле $s = \frac{H_{\min} - z}{G_0^2}$, где H_{\min} – минимальный напор, требуемый потребителем, G_0 – номинальный расход, требуемый потребителем.

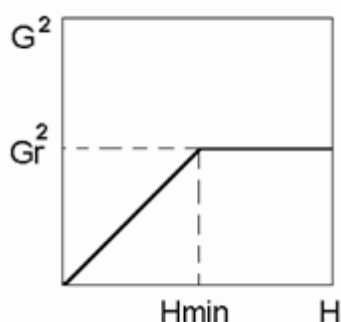


Рисунок 333. Потребитель с ограниченным (нефиксированным) отбором

Потребитель с истечением воды через отверстие описывается граничным условием вида $H - z = sG^2$. Здесь z – геодезическая отметка, H – пьезометрический напор, $(H - z)$ – избыточное давление в метрах водяного столба. Сопротивление задается либо вычисляется

по формуле $s = \frac{H_{min} - z}{G_0^2}$, где H_{min} – минимальный напор, требуемый потребителем, G_0 – номинальный расход, требуемый потребителем.

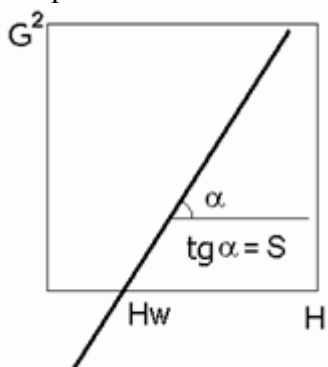


Рисунок 334. Потребитель с истечением воды через отверстие

Колодец это узел, в котором соединяются две или более труб. Сложное соединение труб приводит к граничным условиям

$$G_1 + G_2 + \dots + G_m = 0,$$

$$h_1 = h_2 = \dots = h_m$$

Рисунок 335. (27)

Сумма расходов втекающих в узел равна нулю, а давления (напоры) равны потому, что измеряются в одной точке.

Воздушный колпак описывается следующими граничными условиями для концов трех труб (труба до колпака, труба после колпака и соединительный патрубок между магистралью и колпаком)

$$h_1 = h_2,$$

$$G_2 - G_1 = G_3$$

Рисунок 336. (28)

Здесь G_3 – расход жидкости, втекающей в воздушный колпак, и он зависит от разности давлений (и соответственно напоров) жидкости в месте соединения колпака с трубой и воздуха внутри колпака

$$h_1 - h_3 = s_3 G_3^2$$

Рисунок 337. (29)

Давление внутри колпака находится из уравнения состояния газа (изотерма $\gamma=1$, адиабата $\gamma=1.4$ или политропа $\gamma=1.2$).

$$\frac{p_3}{p_3^0} = \left(\frac{V_3^0}{V_3} \right)^\gamma$$

Рисунок 338. (30)

Здесь p_3^0 и V_3^0 – давление и объем воздуха в начальный момент времени. Наконец, для отыскания объема V_3 имеем уравнение

$$\frac{dV_3}{dt} = G_3$$

Рисунок 339. (31)

которое приходится решать численно, поскольку зависимость G_3 от времени не известна. Отметим, что воздушный колпак можно использовать для моделирования воздушного пузыря в трубе.

Запорная арматура (задвижка, вентиль и пр.) Наличие задвижки приводит к граничным условиям

$$v_1 = v_2$$

$$h_2 - h_1 = \lambda(t) \frac{v_1^2}{2g}$$

Рисунок 340. (32)

Здесь $\lambda(t)$ – безразмерный коэффициент сопротивления задвижки. Для каждого конкретного типа задвижки коэффициент сопротивления можно выразить через степень закрытия задвижки, а зависимость последнего от времени задает пользователь, например, можно задать время начала закрытия, продолжительность процесса и назначить линейную зависимость степени закрытия от времени.

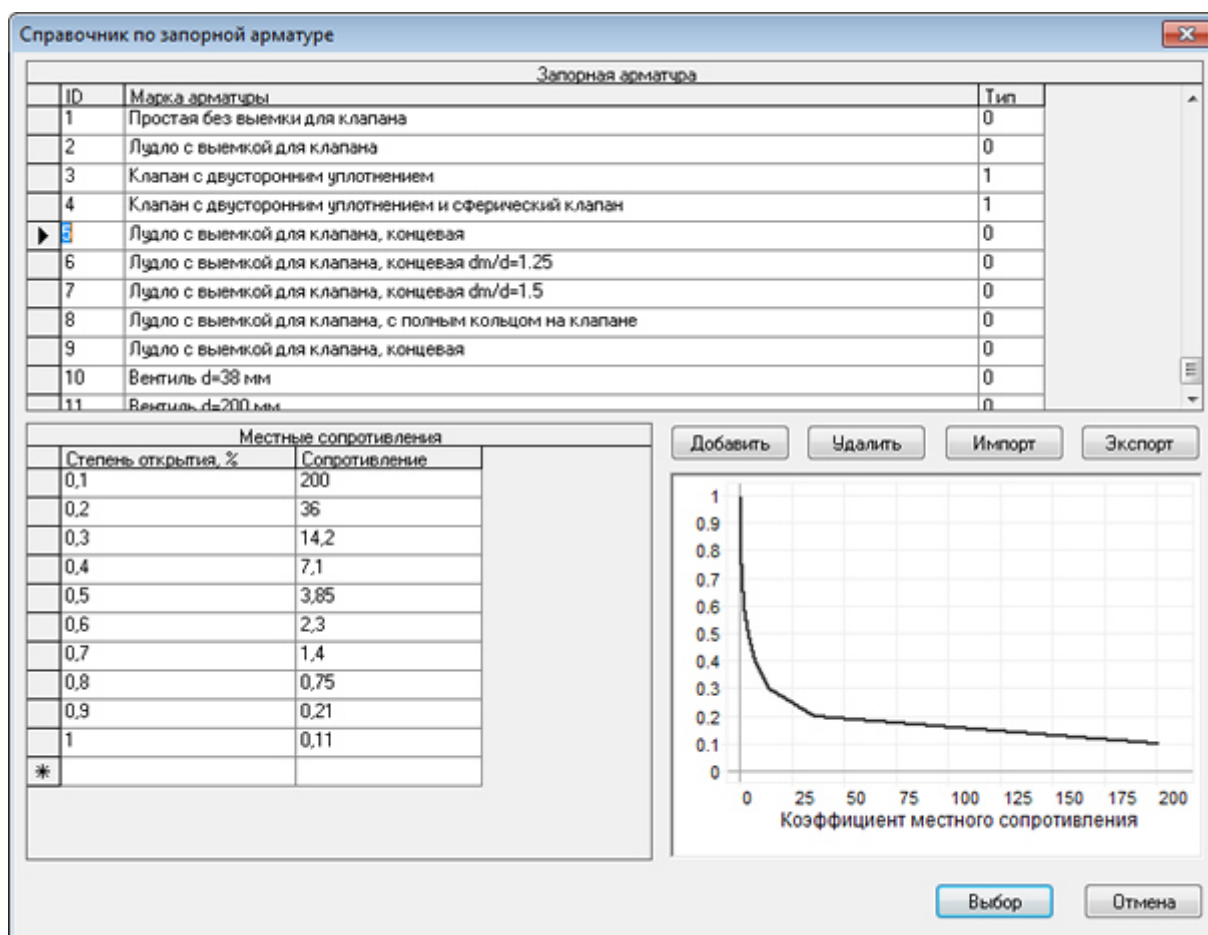


Рисунок 341. Справочник по запорной арматуре

Отметим, что в программе имеются справочники по задвижкам (см. рисунок) и насосам, что позволяет пользователю либо выбрать устройство из справочника либо добавить в список новое устройство и ввести характеристику табличным способом.

Насос с фиксированным напором H описывается граничными условиями

$$v_1 = v_2,$$

$$h_2 - h_1 = H$$

Рисунок 342. (33)

Эта грубая модель предполагает, что электропривод насоса имеет бесконечную мощность. **Насос с заданными характеристиками.** В этом случае напор H , развиваемый насосом и его к. п. д. η зависят от расхода G . Соответствующие характеристики приводятся заводом-изготовителем насоса. Для удобства пользователей к ГИС Zulu подключается справочник с некоторым набором насосов (см. рисунок). Как правило, завод-изготовитель приводит $H = \varphi(G)$ и $\eta = \psi(G)$ характеристики насоса только для одной номинальной частоты вращения ротора. Поэтому, в процессе решения характеристики пересчитываются для произвольной частоты вращения, используя свойства подобия $H = \beta^2 \varphi(G/\beta)$ и $\eta = \psi(G/\beta)$. Тогда граничные условия примут вид

$$v_1 = v_2,$$

$$h_2 - h_1 = \beta^2 \varphi(G/\beta)$$

Рисунок 343. (34)

Расход очевидным образом выражается через скорость течения жидкости $G = \pi d^2 v / 4$.

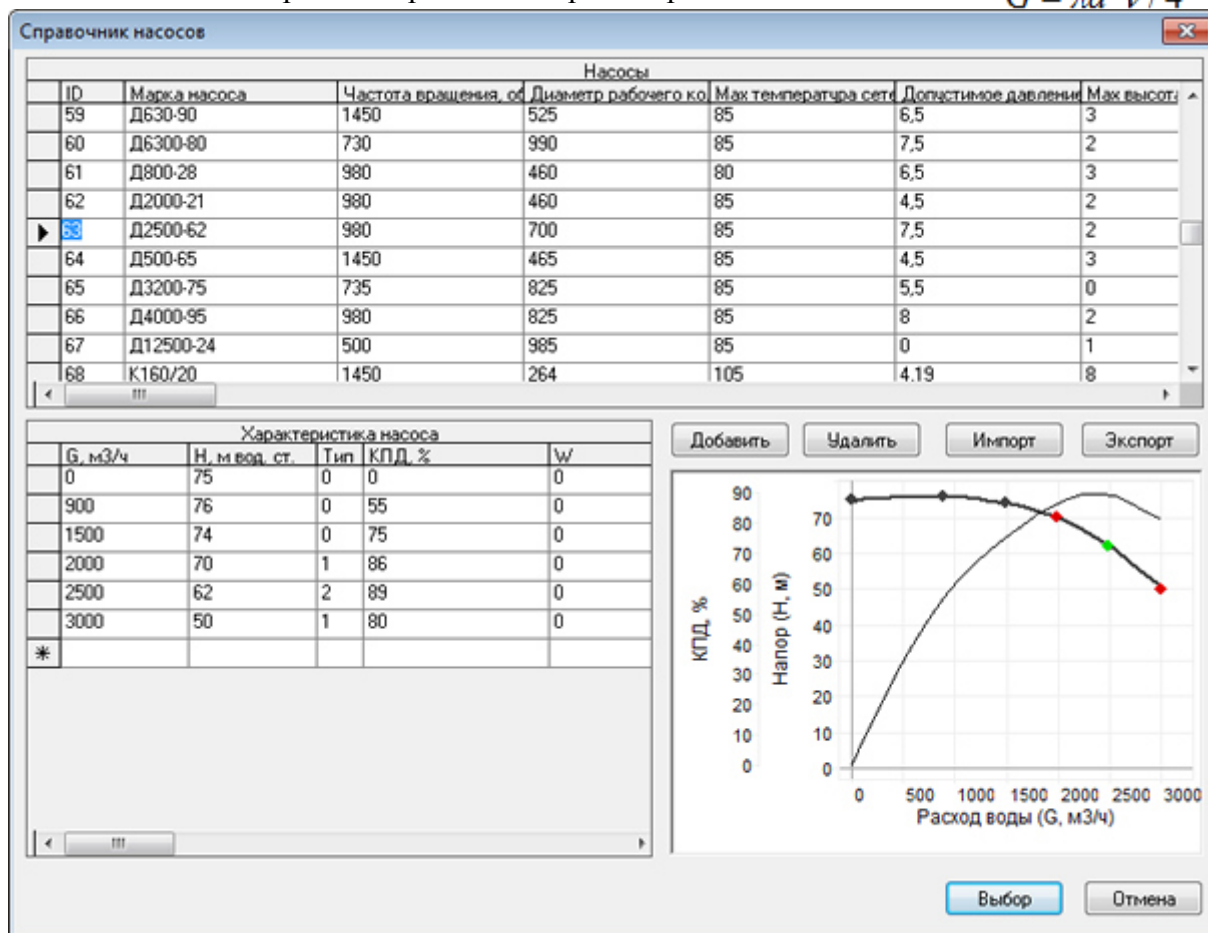


Рисунок 344. Справочник по насосам

Изменение частоты вращения в свою очередь описывается уравнением движе-

$$I \frac{d\omega}{dt} = \sum M.$$

Здесь I – момент инерции агрегата насос - ротор электродвигателя, в сумму моментов в ходят: вращающий момент электродвигателя, момент сопротивления жидкости и момент трения. Разрушаемая мембрана не влияет на процессы в сети, пока она не разрушена. После достижения давления разрешения, в точке подключения разрушаемой мембраны происходит свободное истечение жидкости, которое моделируется известными уравнениями с заданным сопротивлением. Отметим, что элемент «разрушаемая мембрана» можно использовать для моделирования аварийной ситуации – разрушение трубы.

Локальное сопротивление (например, фильтр) описывается уравнениями

$$G_1 = G_2,$$

$$h_2 - h_1 = sG_1^2$$

Рисунок 345. (35)

Регулятор давления в течение переходного процесса моделируется локальным сопротивлением, т. е. мы полагаем, что инерционность регулятора давления велика. Это локальное сопротивление подбирается во время стационарного расчета, определяющего начальные условия.

Обратный клапан представляет собой небольшое локальное сопротивление при течении жидкости в одном направлении

$$G_1 = G_2,$$

$$h_2 - h_1 = sG_1^2$$

Рисунок 346. (36)

и бесконечное сопротивление при течении жидкости в другом направлении, что приводит к граничным условиям $G_1 = G_2 = 0$. Инерционными свойствами обратного клапана мы пренебрегаем.

Обоснование методики

Основные направления проверки методики

Проверка адекватности используемой методики расчета переходных процессов ввиду сложности проведения натурных испытаний проводилась по трем направлениям.

Качественный анализ, при котором в большом количестве проводились численные эксперименты по оценке влияния всевозможных параметров, участвующих в описании модели сети и переходных процессов.

Количественный анализ – сравнение результатов расчетов по выбранной методике с предсказаниями по фундаментальным формулам Жуковского, которые проверены многочисленными экспериментами и являются общепризнанными.

Третье – сравнение результатов расчетов с результатами измерений при проведении натурных экспериментов.

Качественный анализ численных экспериментов

Факторы, оказывающие влияние на переходные процессы, можно разбить на три группы и в соответствии с этим качественный анализ численных экспериментов проведем по трем направлениям:

- «Анализ влияния характера возмущения»
- «Анализ влияния защитных устройств»
- «Качественный анализ влияния на переходные процессы изменения параметров»

Анализ влияния характера возмущения

Список возмущений стационарного режима:

- Закрытие задвижки.
- Открытие задвижки.
- Отключение насоса.
- Включение насоса.

Эксперимент 1-01

Целью эксперимента является выяснение влияния закрытия задвижки на процессы в простой гидравлической сети.

Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке ниже.



Рисунок 347. Схема сети для экспериментов 1, 2 и 5–7

Сеть состоит из трех одинаковых участков трубопровода с параметрами:

- длина 150 м,

- внутренний диаметр 0.1 м,
- шероховатость 0.5 мм,
- местных сопротивлений нет,
- толщина стенки 4 мм,
- материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 80 м. Этот выбор позволяет на первом этапе исключить явление кавитации.

В сети имеется потребитель с отбором 5 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляют около 0.91 м на каждом участке.

В сети имеется колодец, который не влияет на процессы в сети.

Источником возмущения стационарного процесса служит закрытие задвижки. Время закрытия задвижки равно 1 сек. Степень открытия задвижки меняется со временем по линейному закону, а зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от степени открытия берется из справочника:

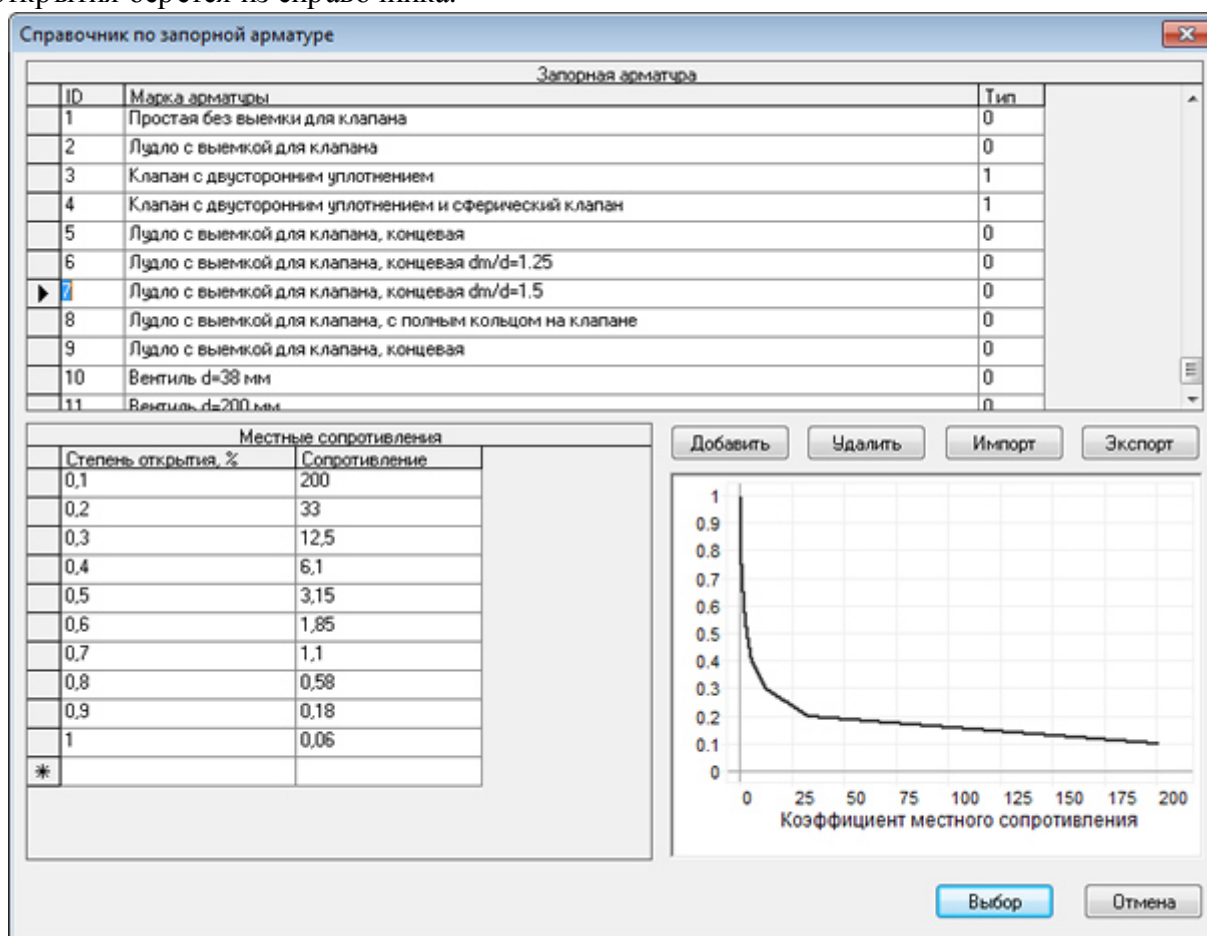


Рисунок 348. Справочник по запорной арматуре с данными для выбранной задвижки

На рисунке Рисунок 349, «Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения» отображены результаты расчета переходных процессов в описанной сети.

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	11.4.2004	13:30:55
Слой:	Примеры переходных процессов	
Файл:	D:\ZuluSamples\Samples4\WODA.b00	
Конфигурация:	1. Задвижка. Закрытие	
Содержание воздуха в :	0.001000	
Эксперимент:	1-01	
Комментарии:	Задвижка закрывается	

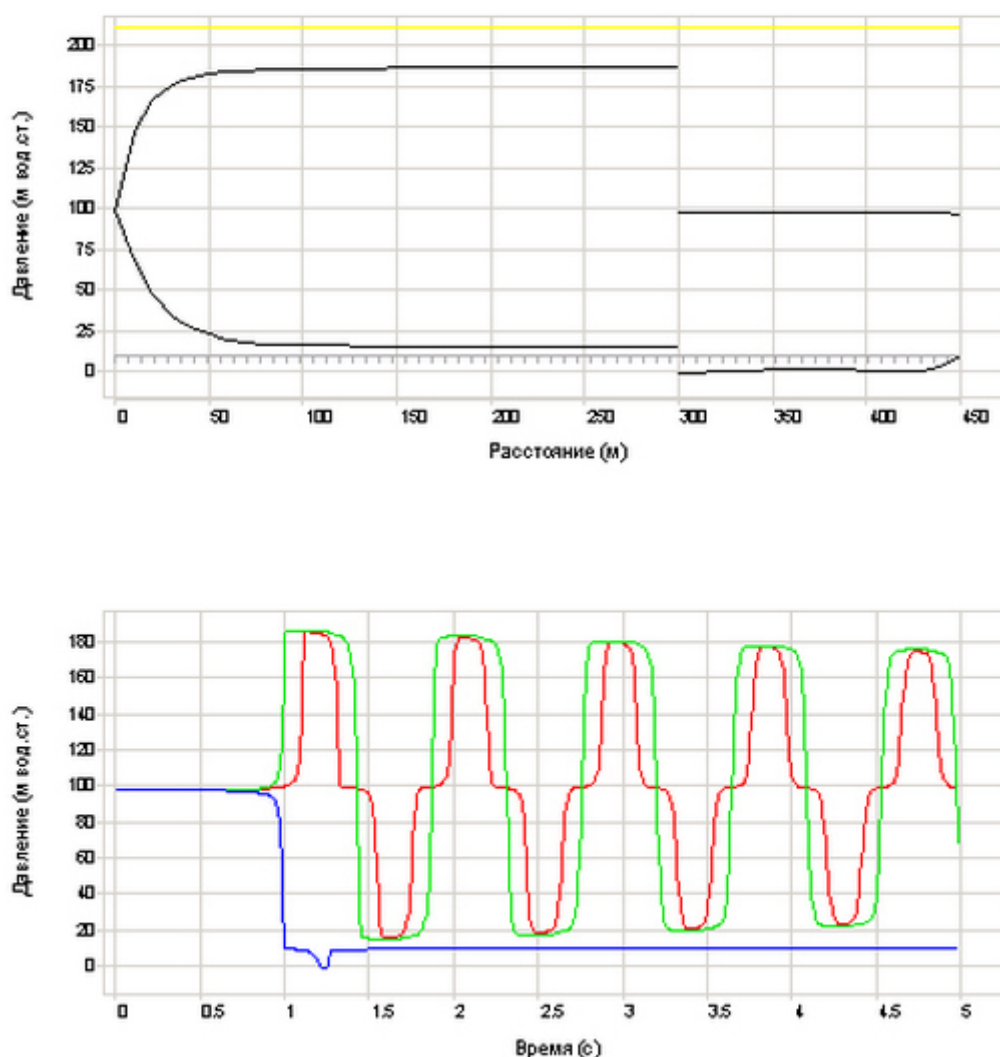


Рисунок 349. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

На верхнем графике изображены, помимо уровня земли, наибольшее и наименьшее значения напора за время эксперимента. Как видно из графика, наибольшее давление до задвижки достигает 180 м (давление это разность между полным напором и геодезической отметкой). После задвижки возникает зона пониженного давления, причем давление опускается ниже атмосферного (на геодезической отметке давление равно атмосферному), что может привести к подсосу неочищенных грунтовых вод в систему водоснабжения. Если

же поблизости проходит система канализации, то последствия могут быть катастрофическими.

Основное на что здесь следует обратить внимание – это скорость распространения волн сжатия и разряжения. В рассматриваемом случае скорость волны сжатия мало отличается от скорости волны разряжения (это следствие высокого напора воды в резервуаре). Вычислим скорости звука для сетей с трубами, имеющими разные толщины стенок. В случае толстых стенок мы видим на графике 8,5 «полуволн». Длина каждой полуволны соответствует времени пробега волны сжатия (или разряжения) от задвижки до резервуара и обратно. Таким образом, полный пробег равняется $2 \cdot 8,5 \cdot 300 = 5100$ м. Время эксперимента 5 секунд, но как видно из графиков сопротивление задвижки становится достаточно большим, чтобы влиять на процессы в трубопроводе только вблизи окончания времени закрытия. Можно считать, что волны бегали 4 секунды. Вычисляем скорость $5100/4=1275$ м/сек. Для сети с тонкостенными трубами мы наблюдаем 5 полуволн, а значит скорость звука в этом случае равна $2 \cdot 5 \cdot 300/4=750$ м/сек.

Несколько снижается и повышение давления, что также естественно с точки зрения физики.

Повышение давления в первом случае составляет 80 метров, что хорошо согласуется с предсказанием по формуле Жуковского $\Delta H = a v / g = 1250 \cdot 0.64 / 9.8 = 83.3$, где a – скорость звука, v – скорость течения воды, g – ускорение свободного падения. Если взять стенки толще, то совпадение будет точнее.

Эксперимент 2-01

Целью эксперимента является выяснение влияния открытия задвижки на процессы в простой гидравлической сети.

Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке Рисунок 347, «Схема сети для экспериментов 1, 2 и 5–7».

Сеть состоит из трех одинаковых участков трубопровода с параметрами:

- длина 150 м,
- внутренний диаметр 0.1 м,
- шероховатость 0.5 мм,
- местных сопротивлений нет,
- толщина стенки 4 мм,
- материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 100 м.

В сети имеется потребитель с нефиксированным отбором 5 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляю около 0.91 м на каждом участке.

В сети имеется колодец, который не влияет на процессы в сети.

Источником возмущения стационарного процесса служит открытие задвижки.

Время открытия задвижки равно 1 сек. Степень открытия задвижки меняется со временем по линейному закону, а зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от степени открытия берется из справочника.

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	11.4.2004 13:12:37
Слой:	Качественный анализ
Файл:	C:\Test\WaterHammer\Test.b00
Конфигурация:	8. Открытие задвижки
Содержание воздуха в :	0.001000
Эксперимент:	2-01
Комментарии:	Задвижка открывается

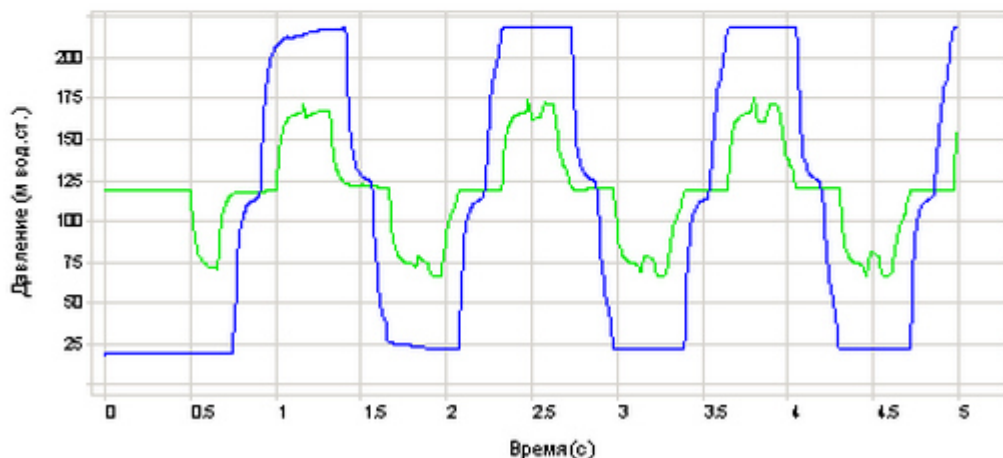
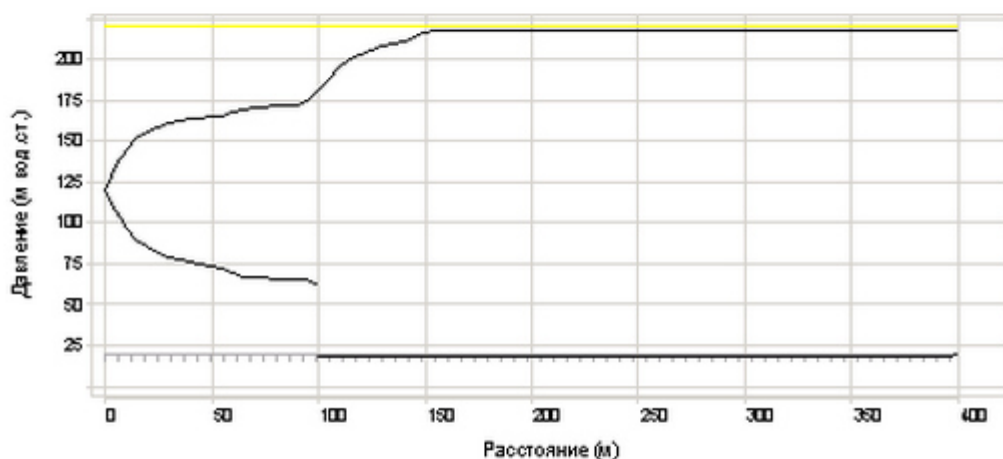


Рисунок 350. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Эксперимент 3-01

Целью эксперимента является выяснение влияния отключения насоса на процессы в гидравлической сети.

Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке ниже:



Рисунок 351. Схема сети для эксперимента 3

Сеть состоит из двух участков трубопровода с параметрами:

- длина 100 м и 200 м,
- внутренний диаметр 0.1 м,
- шероховатость 0.5 мм,
- местных сопротивлений нет,
- толщина стенки 4 мм,
- материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 40 м.

В сети имеется потребитель с отбором 10 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 1.27 м/с, а потери составляют соответственно 2.42 м и 4.84 м.

В сети имеется насос, характеристики которого берутся из справочника (смотри рисунок Рис. 9.13).

Источником возмущения стационарного процесса служит отключение насоса. Время останова насоса выясняется в процессе расчетов и зависит в первую очередь от момента инерции агрегата ротор электродвигателя – насос.

Момент инерции агрегата ротор электродвигателя – насос равен 0.01 кг м^2 .

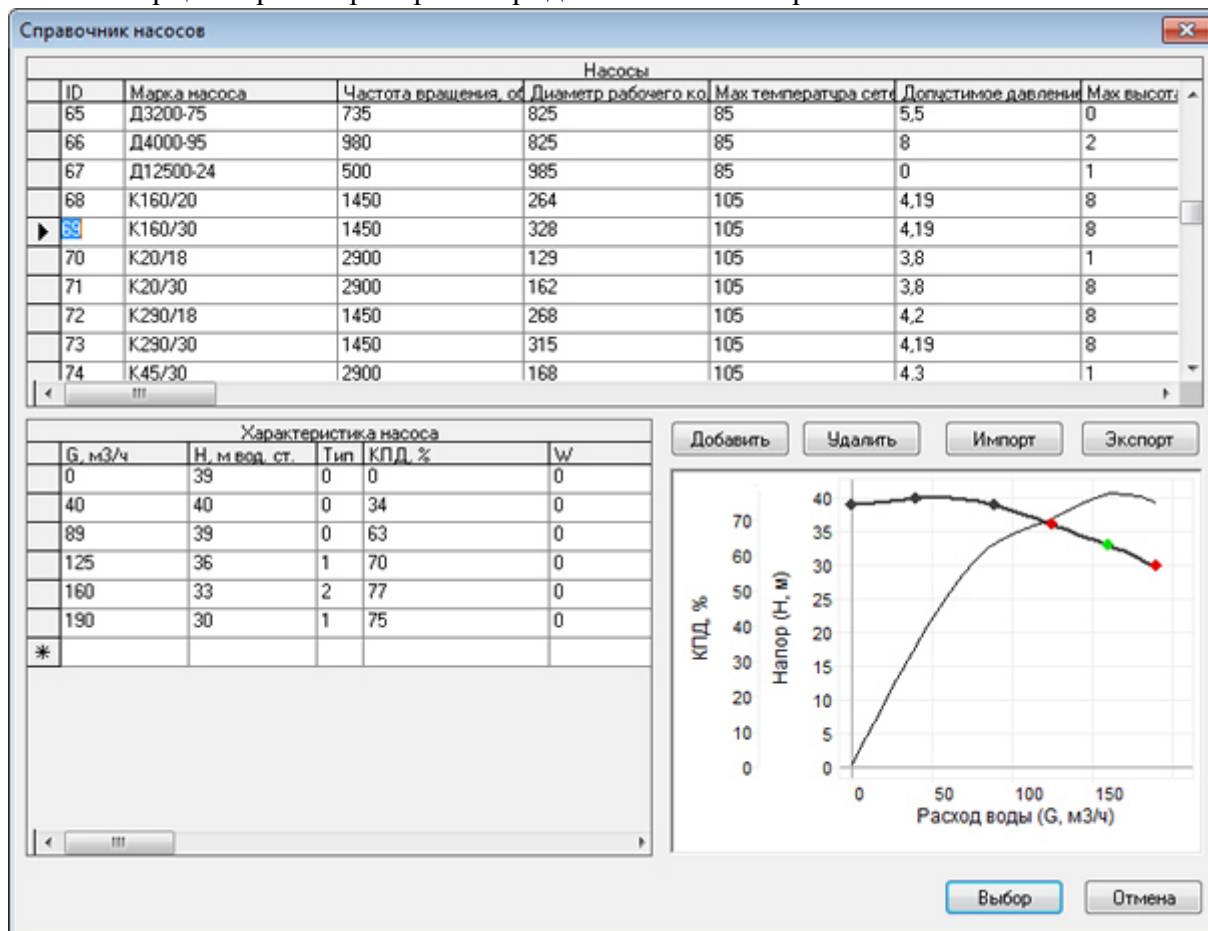


Рисунок 352. Справочник по насосам с данными для выбранного насоса

Как видно из рисунка ниже отключение насоса не приводит к возникновению интенсивных переходных процессов.

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	11.4.2004	00:25:50
Слой:	Примеры переходных процессов	
Файл:	D:\ZuluSamples\Samples4\WODA.b00	
Конфигурация:	3. Насос. Отключение	
Содержание воздуха в :	0.001000	
Эксперимент:	3-01	
Комментарии:	Отключение насоса	

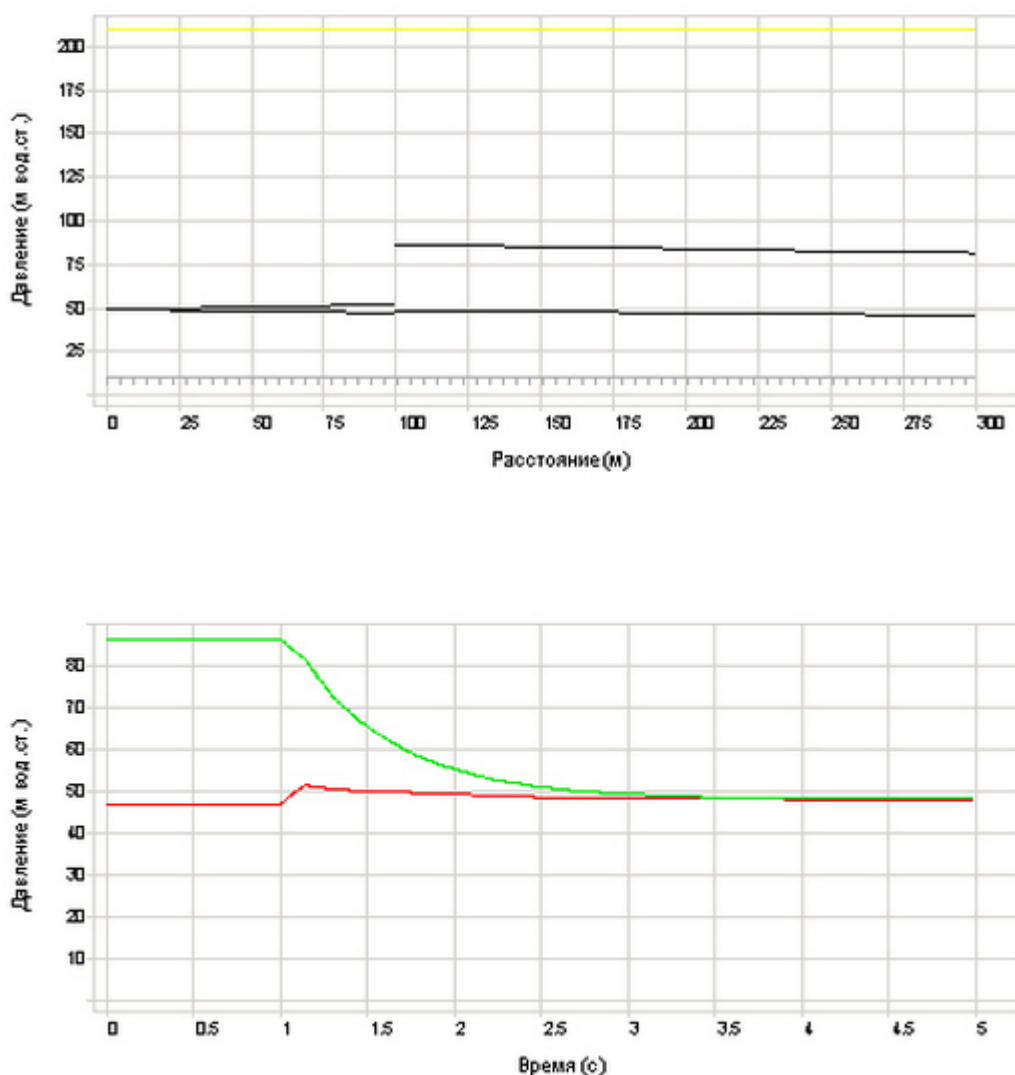


Рисунок 353. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Эксперимент 4-01

Целью эксперимента является выяснение влияния включения насоса на процессы в простой гидравлической сети.

Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке Рисунок 351, «Схема сети для эксперимента 3».

Сеть состоит из двух участков трубопровода с параметрами:

1. длина 100 м и 200 м,
2. внутренний диаметр 0.1 м,
3. шероховатость 0.5 мм,
4. местных сопротивлений нет,
5. толщина стенки 4 мм,
6. материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 40 м.

В сети имеется потребитель с отбором 10 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 1.27 м/с, а потери составляют соответственно 2.42 м и 4.84 м.

В сети имеется насос, характеристики которого берутся из справочника (смотри рисунок 3-00b).

На рисунке ниже отображены результаты расчета переходных процессов в описанной сети.

Момент инерции агрегата ротор электродвигателя – насос равен 0.0025 кг м².

Численный эксперимент показал, что наиболее интенсивные переходные процессы возникли при открытии и особенно закрытии задвижки.

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	11.4.2004	00:32:14
Слой:	Примеры переходных процессов	
Файл:	D:\ZuluSamples\Samples4\WODA.b00	
Конфигурация:	4. Насос. Включение	
Содержание воздуха в:	0.001000	
Эксперимент:	4.01	
Комментарии:	Включение насоса	

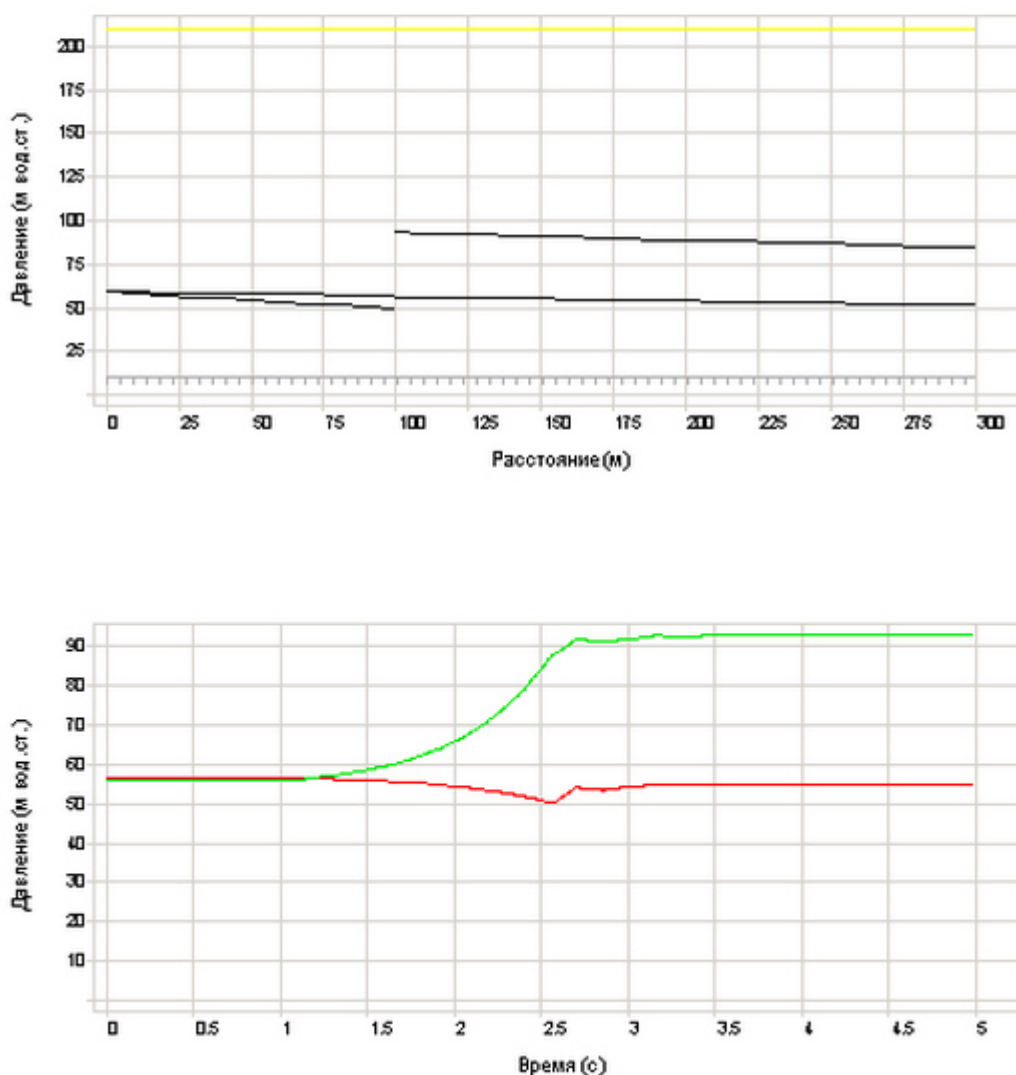


Рисунок 354. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Анализ влияния защитных устройств

Список элементов, предназначенных для защиты от гидравлического удара:

- Воздушный колпак.

- Разрушаемая мембрана.

Эксперимент 5-01

Целью эксперимента является выяснение влияния наличия воздушного колпака на процессы в простой гидравлической сети, порожденные быстрым закрытием задвижки. Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке ниже.



Рисунок 355. Схема гидравлической сети для эксперимента 5-01

Сеть состоит из трех одинаковых участков трубопровода с параметрами:

1. длина 150 м,
2. внутренний диаметр 0.1 м,
3. шероховатость 0.5 мм,
4. местных сопротивлений нет,
5. толщина стенки 4 мм,
6. материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 100 м. Этот выбор позволяет на первом этапе исключить явление кавитации.

В сети имеется потребитель с отбором 5 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляют около 0.91 м на каждом участке.

В сети имеется колодец, который не влияет на процессы в сети.

Источником возмущения стационарного процесса служит закрытие задвижки.

Время закрытия задвижки равно 1 сек. Степень открытия задвижки меняется со временем по линейному закону, а зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от степени открытия берется из справочника.

При изучении влияния изменения диаметров труб интересны обе возможности, как увеличение диаметра, так и уменьшение.

В первом случае, как это видно из рисунка 5, повышение давления уменьшилось. Во втором случае, с уменьшением диаметра увеличивается скорость течения жидкости (в стационарном режиме), и как следствие увеличивается скачок давления при закрытии задвижки. Но это еще не все, величина скачка оказалась больше давления воды в резервуаре, поэтому при вторичном отражении волны от задвижки возникает волна разряжения с давлением ниже атмосферного. Как следствие возникают кавитационные явления. Кроме того, повышение давления во второй и третьей фазах может оказаться (как в рассматриваемом примере) больше, чем в первой фазе. Разумеется, в дальнейшем из-за наличия трения процесс затухнет. Изменение других параметров может привести аналогичным последствиям.

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата: 9.4.2004 00:01:19
Слой: Качественный анализ
Файл: C:\Test\WaterHammerTest.b00
Конфигурация: 5. Воздушный колпак
Содержание воздуха в : 0.001000
Эксперимент: 5-01
Комментарии: Установка воздушного колпака

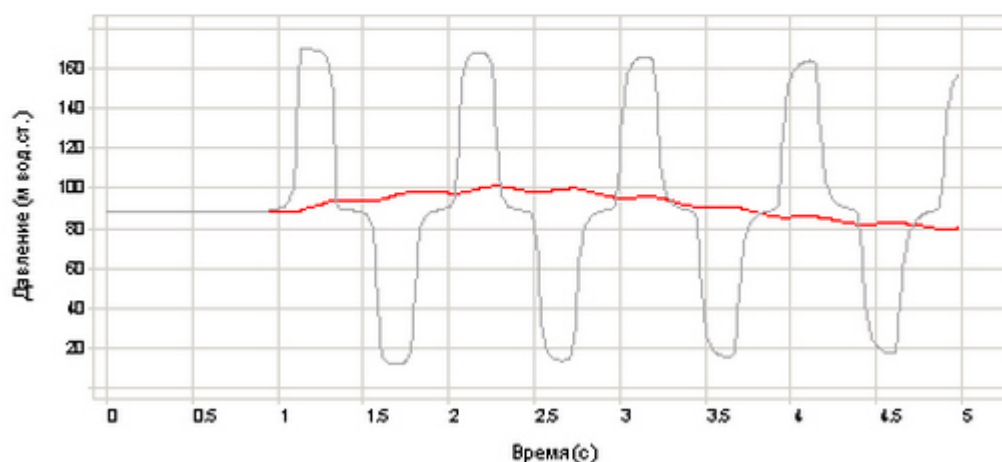
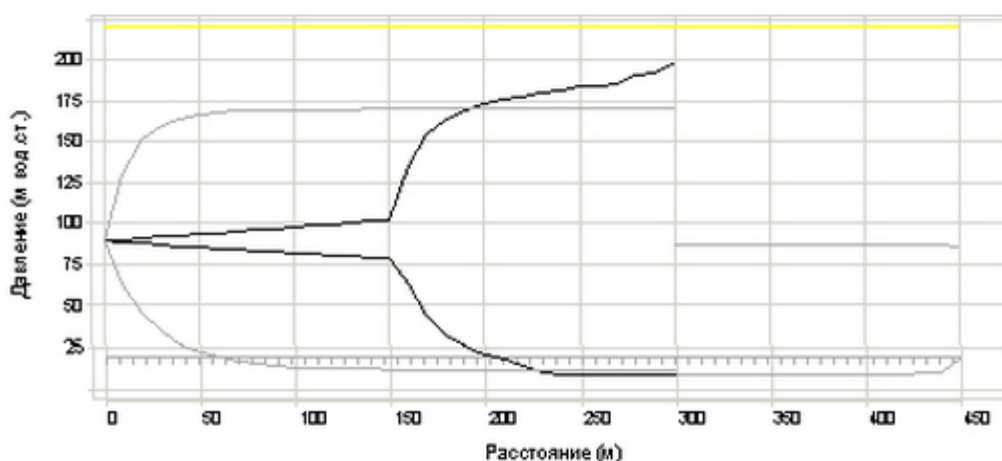


Рисунок 356. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Эксперимент 6-01

Целью эксперимента является выяснение влияние наличия разрушаемой мембраны на процессы в простой гидравлической сети.

Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке ниже.



Рисунок 357. Схема гидравлической сети для эксперимента 5-01

Сеть состоит из трех одинаковых участков трубопровода с параметрами:

- длина 150 м,
- внутренний диаметр 0.1 м,
- шероховатость 0.5 мм,
- местных сопротивлений нет,
- толщина стенки 4 мм,
- материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 100 м. Этот выбор позволяет на первом этапе исключить явление кавитации.

В сети имеется потребитель с отбором 5 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляю около 0.91 м на каждом участке.

В сети имеется колодец, который не влияет на процессы в сети.

Источником возмущения стационарного процесса служит закрытие задвижки.

Время закрытия задвижки равно 1 сек. Степень открытия задвижки меняется со временем по линейному закону, а зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от степени открытия берется из справочника

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата: 6.6.2004 23:52:28
Слой: Проверка
Файл:
Конфигурация: 6-01
Содержание воздуха в %: 0.001000
Эксперимент:
Комментарии:

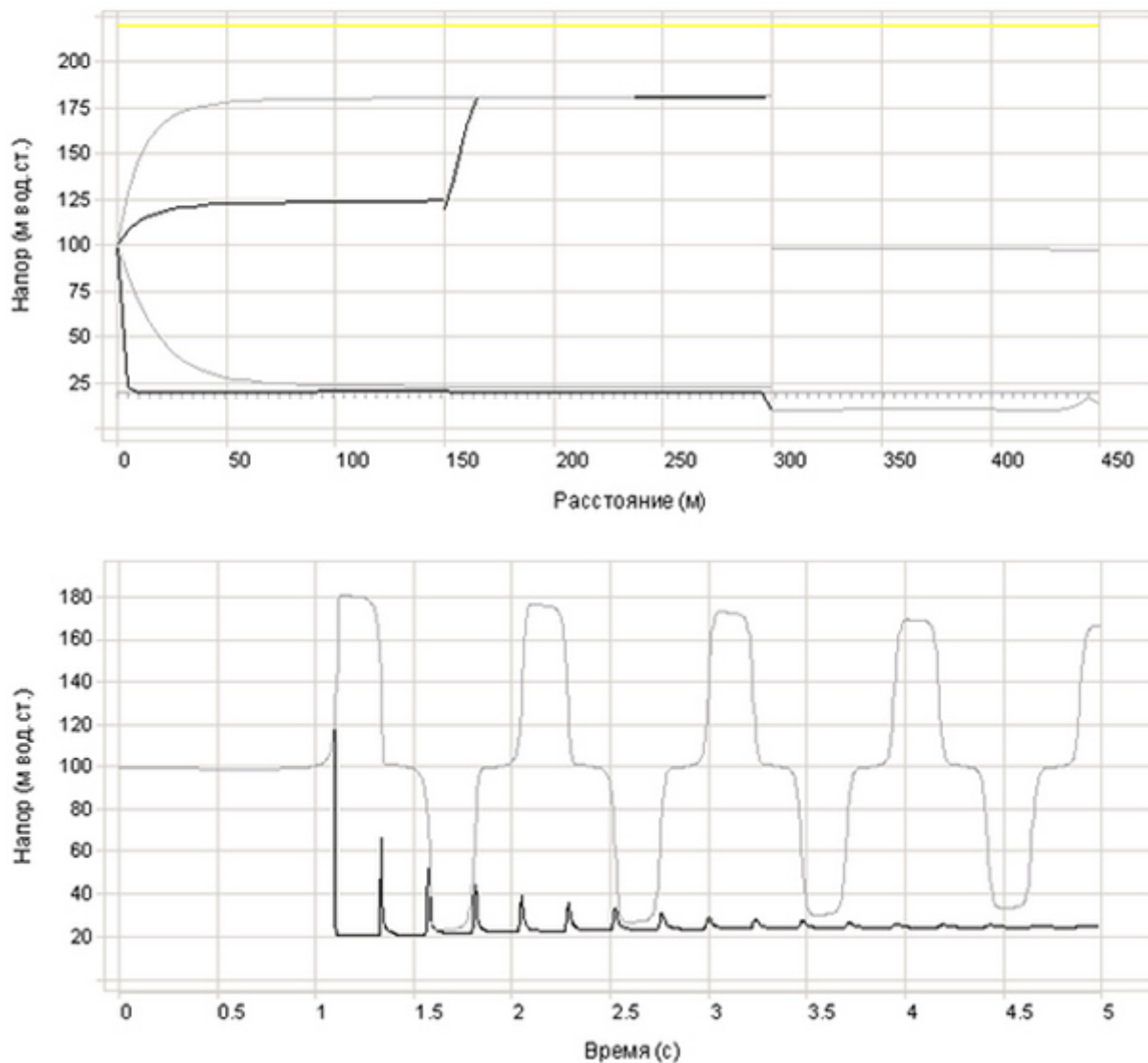


Рисунок 358. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Качественный анализ влияния на переходные процессы изменения параметров

Параметры, которые необходимо учитывать при изучении переходных процессов:

- Толщина стенки трубопровода.
- Внутренний диаметр трубопровода.
- Модуль Юнга.

- Уровень воды в резервуаре.
- Изменение геодезической отметки.
- Продолжительность закрытия (открытия) задвижки.
- Содержание в воде нерастворенного воздуха.
- Изменение длины трубопровода.
- Расход (потребитель).
- Момент инерции.
- Условный диаметр задвижки.

Эксперимент 7-01

Целью эксперимента является выяснение влияния толщины стенки трубы на характер переходных процессов, порожденных быстрым закрытием задвижки.

Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке ниже.



Рисунок 359. Схема сети для экспериментов от 7-01 до 7-11

Сеть состоит из трех одинаковых участков трубопровода с параметрами:

1. длина 150 м,
2. внутренний диаметр 0.1 м,
3. шероховатость 0.5 мм,
4. местных сопротивлений нет,
5. толщина стенки 4 мм,
6. материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 100 м. Этот выбор позволяет на первом этапе исключить явление кавитации.

В сети имеется потребитель с отбором 5 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляют около 0.91 м на каждом участке.

В сети имеется колодец, который не влияет на процессы в сети.

Источником возмущения стационарного процесса служит закрытие задвижки.

Время закрытия задвижки равно 1 сек. Степень открытия задвижки меняется со временем по линейному закону, а зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от степени открытия берется из справочника.

На рисунке выше отображены результаты расчета переходных процессов в описанной сети.

Для изучения влияния толщины стенки трубы на переходные процессы уменьшим толщину в 10 раз до 0.4 мм.

Результаты расчетов для сети с трубами диаметра 4 мм и сети с трубами диаметра 0.4 мм приведены на рисунке 7-01.

Основное на что здесь следует обратить внимание – это скорость распространения волн сжатия и разряжения. В рассматриваемом случае скорость волны сжатия мало отличается от скорости волны разряжения (это следствие высокого напора воды в резервуаре).

Вычислим скорости звука для сетей с трубами, имеющими разные толщины стенок. В случае толстых стенок мы видим на графике 8.5 «полуволн». Длина каждой полуволны соответствует времени пробега волны сжатия (или разряжения) от задвижки до резервуара и обратно. Таким образом, полный пробег равняется $2 \cdot 8.5 \cdot 300 = 5100$ м. Время эксперимента 5 секунд, но как видно из графиков сопротивление задвижки становится достаточно большим, чтобы влиять на процессы в трубопроводе только вблизи окончания времени закрытия. Можно считать, что волны бегали 4 секунды. Вычисляем скорость $5100/4 = 1275$ м/сек. Для сети с тонкостенными трубами мы наблюдаем 5 полуволн, а значит скорость звука в этом случае равна $2 \cdot 5 \cdot 300/4 = 750$ м/сек.

Несколько снижается и повышение давления, что также естественно с точки зрения физики.

Повышение давления в первом случае составляет 80 метров, что хорошо согласуется с предсказанием по формуле Жуковского $\Delta H = a v / g = 1250 \cdot 0.64 / 9.8 = 83.3$, где a – скорость звука, v – скорость течения воды, g – ускорение свободного падения. Если взять стенки толще, то совпадение будет точнее.

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	16.4.2004	07:37:56
Слой:	Проверка	
Файл:	C:\Test\WaterHammer\Test.b00	
Конфигурация:	7-01	
Содержание воздуха в:	0.001000	
Эксперимент:	7-01	
Комментарии:	Толщина стенок труб уменьшена в 10 раз	

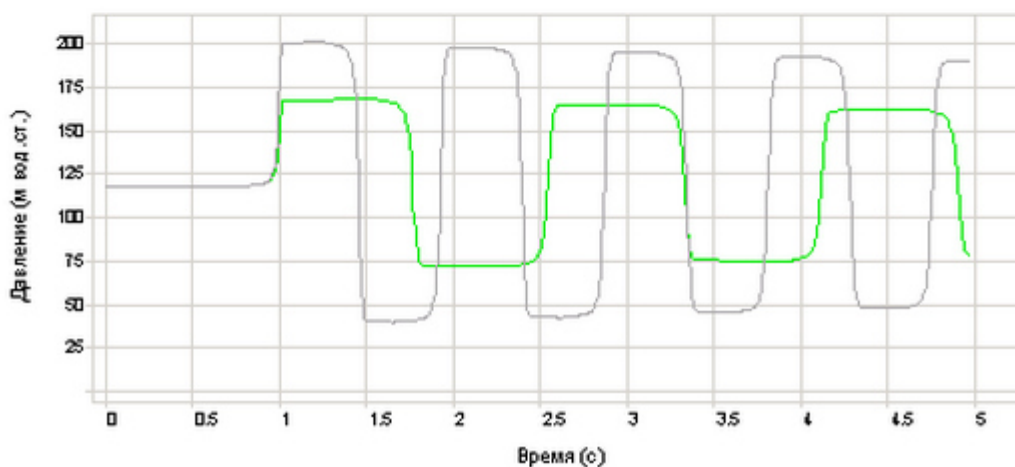
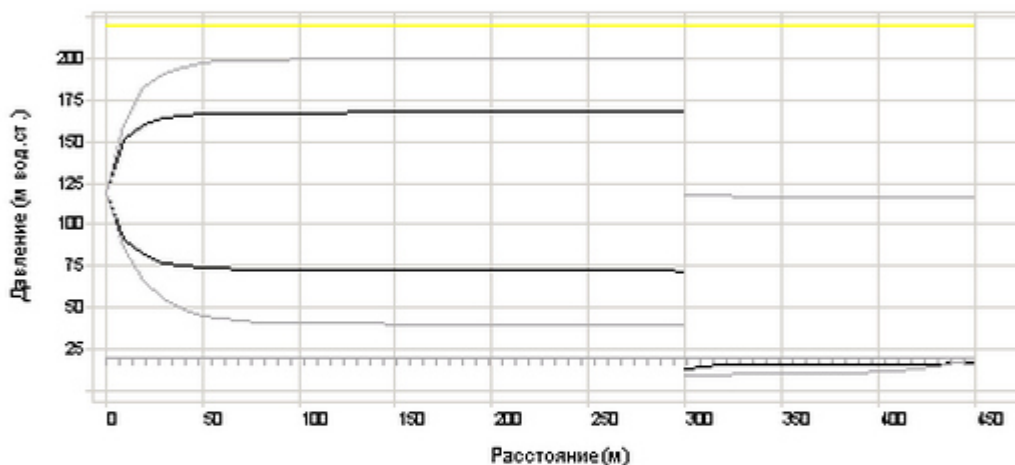


Рисунок 360. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Эксперимент 7-02

Целью эксперимента является выяснение влияния диаметра трубы на характер переходных процессов, порожденных быстрым закрытием задвижки.

Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке Рисунок 359, «Схема сети для экспериментов от 7-01 до 7-11».

Сеть состоит из трех одинаковых участков трубопровода с параметрами:

1. длина 150 м,
2. внутренний диаметр 0.1 м,
3. шероховатость 0.5 мм,
4. местных сопротивлений нет,
5. толщина стенки 4 мм,
6. материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 100 м. Этот выбор позволяет на первом этапе исключить явление кавитации.

В сети имеется потребитель с отбором 5 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляю около 0.91 м на каждом участке.

В сети имеется колодец, который не влияет на процессы в сети.

Источником возмущения стационарного процесса служит закрытие задвижки.

Время закрытия задвижки равно 1 сек. Степень открытия задвижки меняется со временем по линейному закону, а зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от степени открытия берется из справочника.

При изучении влияния изменения диаметров труб интересны обе возможности, как увеличение диаметра, так и уменьшение.

В первом случае, как это видно из рисунка ниже, повышение давления уменьшилось. Во втором случае, с уменьшением диаметра увеличивается скорость течения жидкости (в стационарном режиме), и как следствие увеличивается скачок давления при закрытии задвижки. Но это еще не все, величина скачка оказалась больше давления воды в резервуаре, поэтому при вторичном отражении волны от задвижки возникает волна разряжения с давлением ниже атмосферного. Как следствие возникают кавитационные явления. Кроме того, повышение давления во второй и третьей фазах может оказаться (как в рассматриваемом примере) больше, чем в первой фазе. Разумеется, в дальнейшем из-за наличия трения процесс затухнет. Изменение других параметров может привести аналогичным последствиям.

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	16.4.2004	12:05:11
Слой:	Проверка	
Файл:	C:\Test\WaterHammer\Test.b00	
Конфигурация:	7-02	
Содержание воздуха в:	0.001000	
Эксперимент:	7-02a	
Комментарии:	Диаметр увеличен в 1,5 раза	

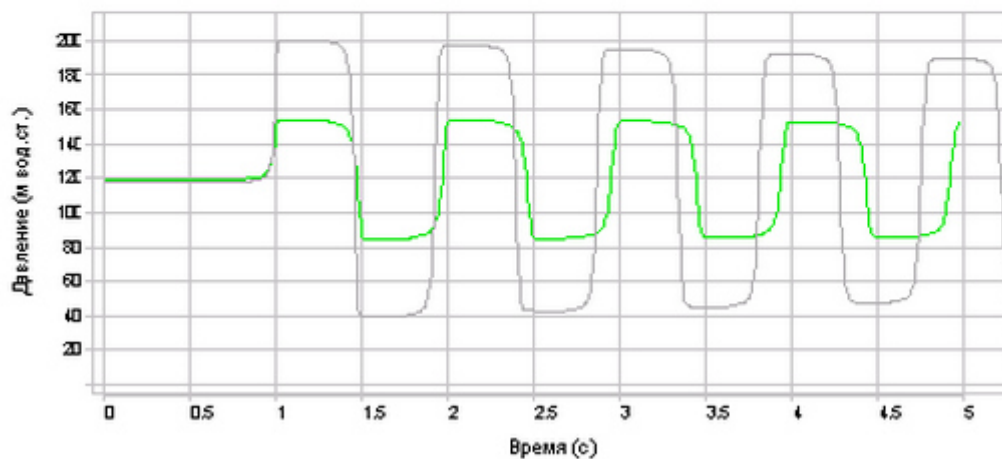
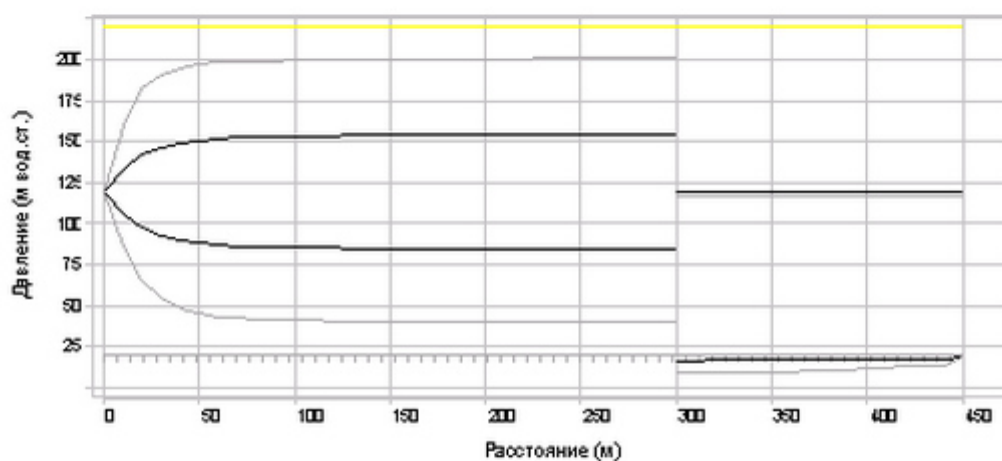


Рисунок 361. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	16.4.2004	12:53:10
Слой:	Проектирование	
Файл:	C:\Test\WaterHammer\Test.b00	
Конфигурация:	7-02	
Содержание воздуха в:	0.010000	
Эксперимент:	7-02b	
Комментарии:	Диаметр уменьшен на четверть	

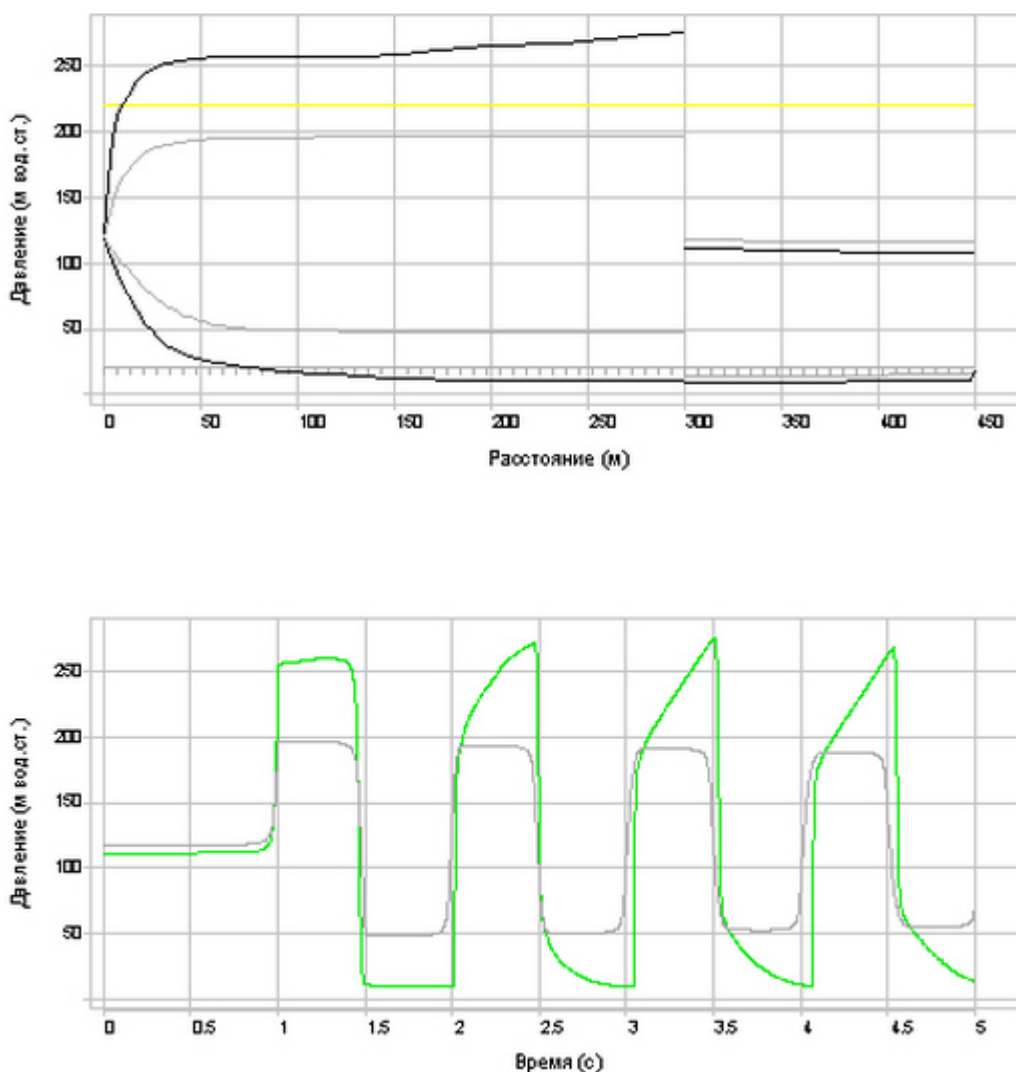


Рисунок 362. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Эксперимент 7-03

Целью эксперимента является выяснение влияния модуля Юнга материала стенок трубопровода на характер переходных процессов, порожденных быстрым закрытием задвижки. Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке Рисунок 359, «Схема сети для экспериментов от 7-01 до 7-11».

Сеть состоит из трех одинаковых участков трубопровода с параметрами:

1. длина 150 м,
2. внутренний диаметр 0.1 м,
3. шероховатость 0.5 мм,
4. местных сопротивлений нет,
5. толщина стенки 4 мм,
6. материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 100 м. Этот выбор позволяет на первом этапе исключить явление кавитации.

В сети имеется потребитель с отбором 5 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляю около 0.91 м на каждом участке.

В сети имеется колодец, который не влияет на процессы в сети.

Источником возмущения стационарного процесса служит закрытие задвижки.

Время закрытия задвижки равно 1 сек. Степень открытия задвижки меняется со временем по линейному закону, а зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от степени открытия берется из справочника.

Влияние модуля Юнга на переходные процессы в гидравлической сети вполне аналогично влиянию толщины стенки. И тот, и другой параметр меняют эквивалентную упругость системы вода- труба, что приводит к очевидным последствиям. В частности, при уменьшении модуля Юнга уменьшается скорость распространения звуковых волн и несколько уменьшается скачок давления (см. рисунок ниже).

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	16.4.2004	13:04:31
Слой:	Проверка	
Файл:	C:\Test\WaterHammer\Test.b00	
Конфигурация:	7-03	
Содержание воздуха в :	0.001000	
Эксперимент:	7-03	
Комментарии:	Модуль Юнга уменьшен на порядок	

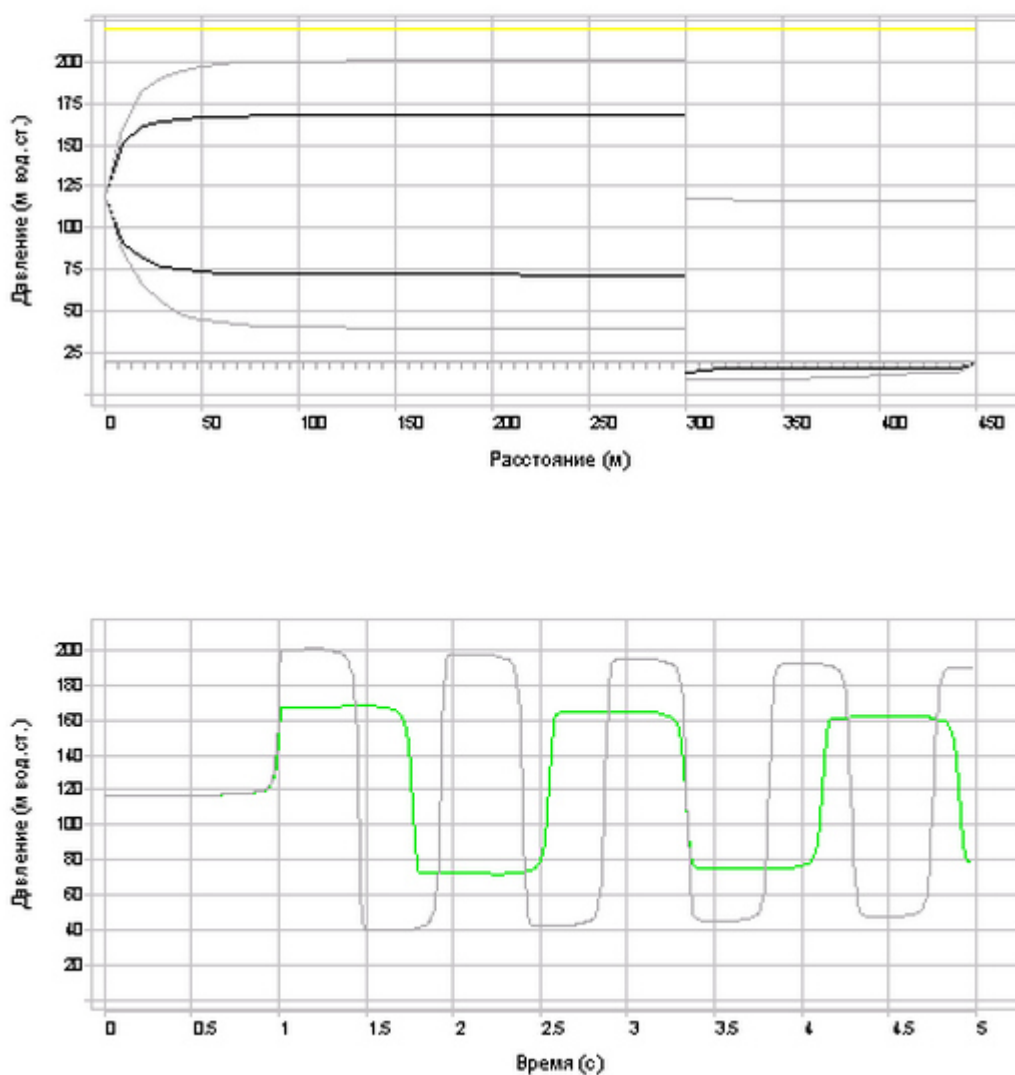


Рисунок 363. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Эксперимент 7-04

Целью эксперимента является выяснение влияния уровня воды в резервуаре на характер переходных процессов, порожденных быстрым закрытием задвижки.

Сеть состоит из трех одинаковых участков трубопровода с параметрами:

- длина 150 м,

- внутренний диаметр 0.1 м,
- шероховатость 0.5 мм,
- местных сопротивлений нет,
- толщина стенки 4 мм,
- материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 100 м. Этот выбор позволяет на первом этапе исключить явление кавитации.

В сети имеется потребитель с отбором 5 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляют около 0.91 м на каждом участке.

В сети имеется колодец, который не влияет на процессы в сети.

Источником возмущения стационарного процесса служит закрытие задвижки.

Время закрытия задвижки равно 1 сек. Степень открытия задвижки меняется со временем по линейному закону, а зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от степени открытия берется из справочника.

Если до повышения уровня воды в резервуаре, уровень был 20 м или более, то повышение уровня воды в резервуаре почти не сказывается (если до повышения не наблюдалось явление кавитации) на характере переходных процессов. Дело в том, что нерастворенный воздух уже сильно сжат, занимает малый объем и дальнейшее его сжатие очень слабо влияет на скорость распространения волн и, следовательно, на скачок давления. Другое дело – понижение уровня воды в резервуаре. В этой ситуации, после пробега волны сжатия от задвижки до резервуара и обратно, волна сжатия превращается в волну разряжения и если уровень воды в резервуаре будет меньше амплитуды скачка давления, то возникают кавитационные эффекты, и они сильно меняют картину переходных процессов.

Результаты расчетов показывают, что, и максимальное значение давления может оказаться выше, чем было, и минимальное – ниже, чем до понижения уровня воды в резервуаре, то есть условия воздействия переходных процессов на сеть становятся более жесткими во всех отношениях.

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	16.4.2004	13:48:26
Слой:	Проверка	
Файл:	C:\Test\WaterHammer\Test.b00	
Конфигурация:	7-04	
Содержание воздуха в:	0.010000	
Эксперимент:	7-04	
Комментарии:	Уровень воды в резервуаре понижен вдвое	

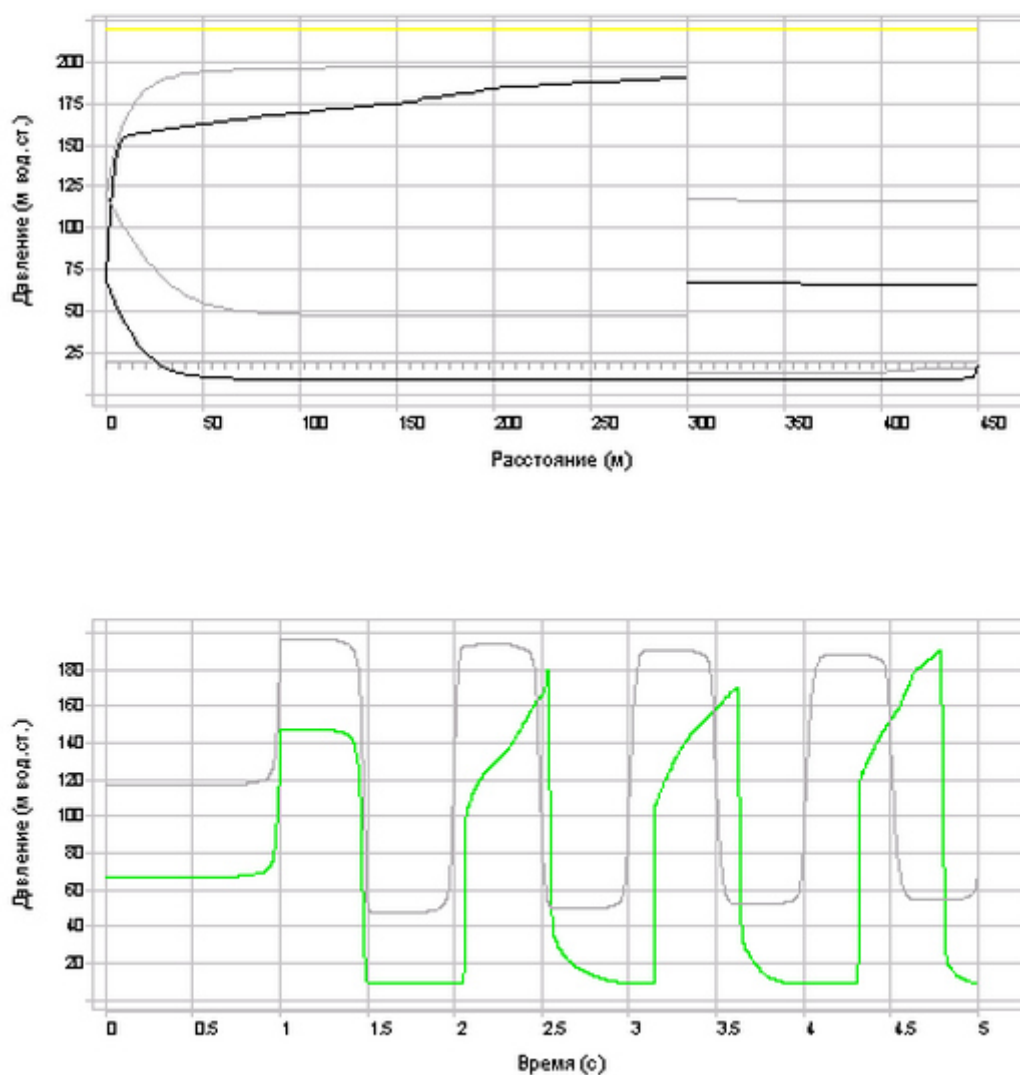


Рисунок 364. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Эксперимент 7-05

Целью эксперимента является выяснение влияния геодезических отметок на характер переходных процессов, порожденных быстрым закрытием задвижки.

Сеть состоит из трех одинаковых участков трубопровода с параметрами:

- длина 150 м,
- внутренний диаметр 0.1 м,

- шероховатость 0.5 мм,
- местных сопротивлений нет,
- толщина стенки 4 мм,
- материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 100 м. Этот выбор позволяет на первом этапе исключить явление кавитации.

В сети имеется потребитель с отбором 5 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляют около 0.91 м на каждом участке.

В сети имеется колодец, который не влияет на процессы в сети.

Источником возмущения стационарного процесса служит закрытие задвижки.

Время закрытия задвижки равно 1 сек. Степень открытия задвижки меняется со временем по линейному закону, а зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от степени открытия берется из справочника.

Если изменить геодезические отметки одинаково во всех точках сети, то это изменение будет эквивалентно изменению уровня воды в резервуаре, поэтому такой пример, мы рассматривать не будем. Если менять геодезические отметки в отдельных точках, но в незначительных пределах, то и влияние на переходные процессы будет незаметным.

Изменения в характере переходных процессов начинаются с появлением кавитации. На пути распространения волн возникают зоны с очень низким давлением (давление насыщенных паров), но эти зоны меньше, чем при уменьшении уровня воды в резервуаре, соответственно и влияние на графики давлений они оказывают меньшее.

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	16.4.2004	14:03:22
Слой:	Проверка	
Файл:	C:\Test\WaterHammer\Test.b00	
Конфигурация:	7-05	
Содержание воздуха в:	0.005000	
Эксперимент:	7-05	
Комментарии:	Холм на пути трубопровода	

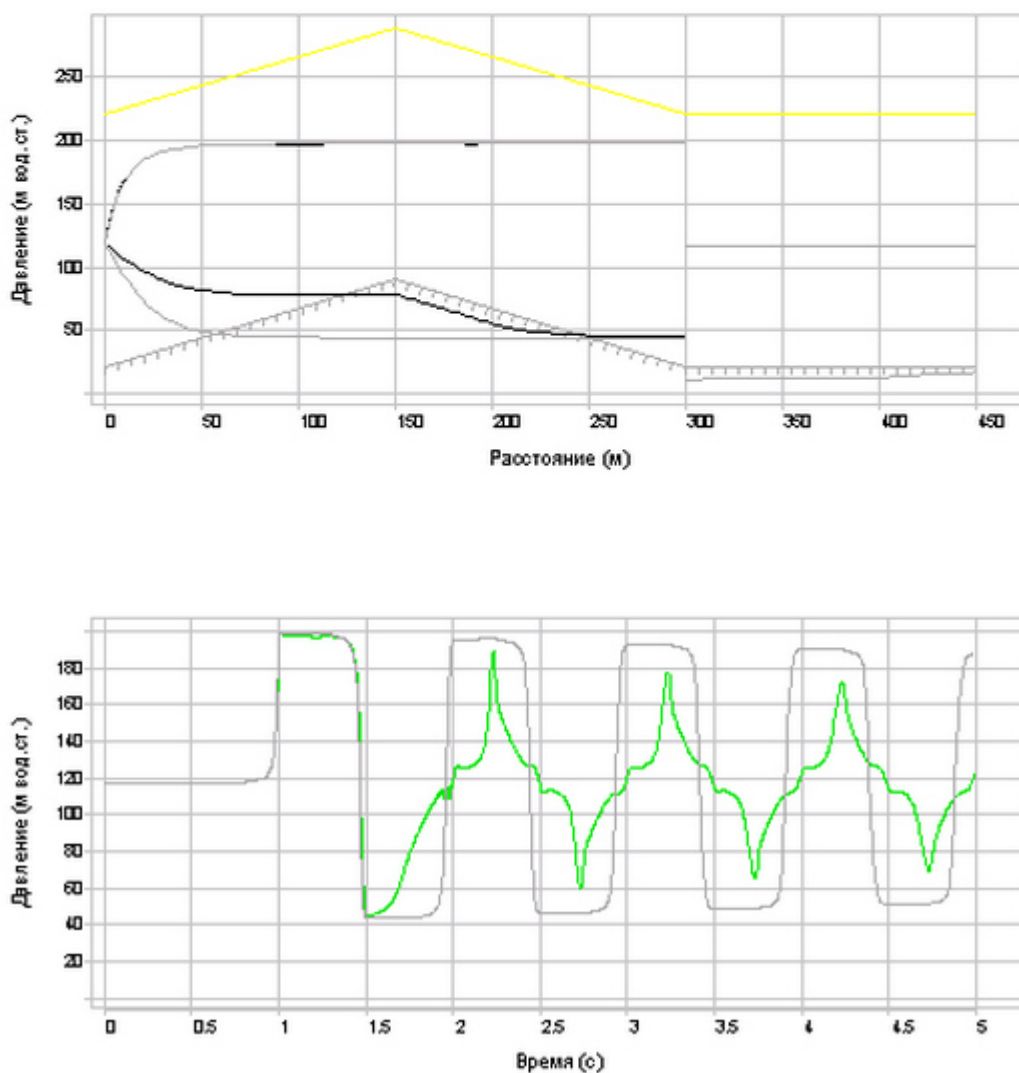


Рисунок 365. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Эксперимент 7-06

Целью эксперимента является выяснение влияния скорости закрытия задвижки на характер переходных процессов.

Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке Рисунок 359, «Схема сети для экспериментов от 7-01 до 7-11».

Сеть состоит из трех одинаковых участков трубопровода с параметрами:

1. длина 150 м,
2. внутренний диаметр 0.1 м,
3. шероховатость 0.5 мм,
4. местных сопротивлений нет,
5. толщина стенки 4 мм,
6. материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 100 м. Этот выбор позволяет на первом этапе исключить явление кавитации.

В сети имеется потребитель с отбором 5 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляю около 0.91 м на каждом участке.

В сети имеется колодец, который не влияет на процессы в сети.

Источником возмущения стационарного процесса служит закрытие задвижки.

Время закрытия задвижки равно 1 сек. Степень открытия задвижки меняется со временем по линейному закону, а зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от степени открытия берется из справочника.

Расчет показывает, что сопротивление задвижки начинает оказывать влияние на процессы в сети только в последние 5-10% времени закрытия. Из литературы известно, что при достаточно медленном закрытии задвижки можно избежать возникновения большого скачка. Для этого вторая фаза распространения волн от задвижки (у задвижки находится зона пониженного давления) должна совпадать с последней стадией закрытия задвижки. В нашем случае зона повышенного давления существует у задвижки в течение 0.5 секунды, а следующие 0.5 секунды у задвижки располагается зона пониженного давления.

Таким образом, время активной части изменения сопротивления задвижки должно составлять примерно одну секунду. Тогда за первые 0.5 секунды волна сжатия сбегает к резервуару и обратно, превратится в волну разряжения и частично срежет вторую часть превращения кинетической энергии в потенциальную, вызванную закрытием задвижки.

При времени закрытия задвижки 10 секунд вся активная часть изменения сопротивления задвижки длится около 0.5 секунды и, значит, совпадает по времени с присутствием у задвижки зоны повышенного давления. Это видно на рисунке ниже.

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	17.4.2004	14:11:25
Слой:	Проверка	
Файл:	C:\Test\WaterHammer\Test.b00	
Конфигурация:	7-06	
Содержание воздуха в:	0.001000	
Эксперимент:	7-06a	
Комментарии:	Время закрытия задвижки увеличено в 10 раз	

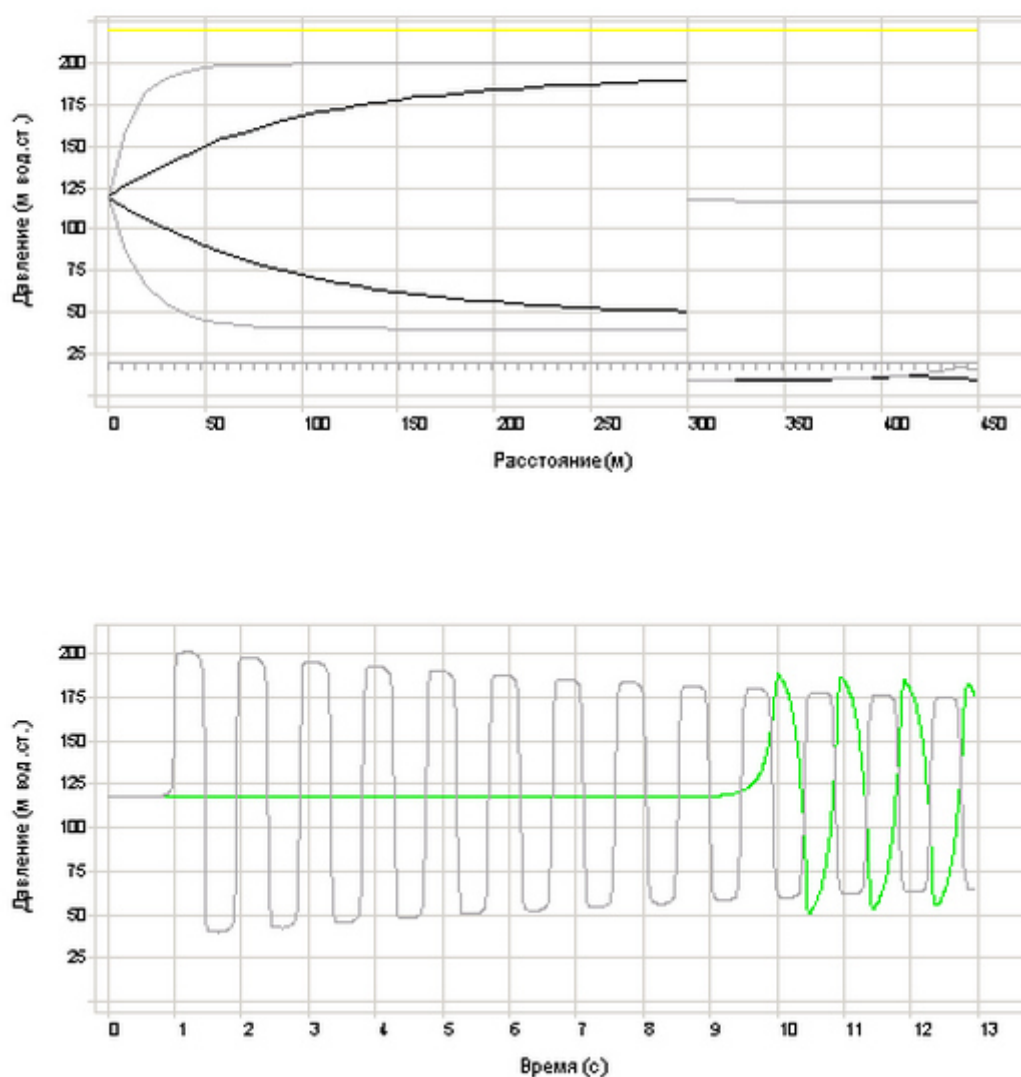


Рисунок 366. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	17.4.2004	14:29:32
Слой:	Проверка	
Файл:	C:\Test\WaterHammer\Test.b00	
Конфигурация:	7-06	
Содержание воздуха в:	0.001000	
Эксперимент:	7-06b	
Комментарии:	Время закрытия задвижки увеличено в 30 раз	

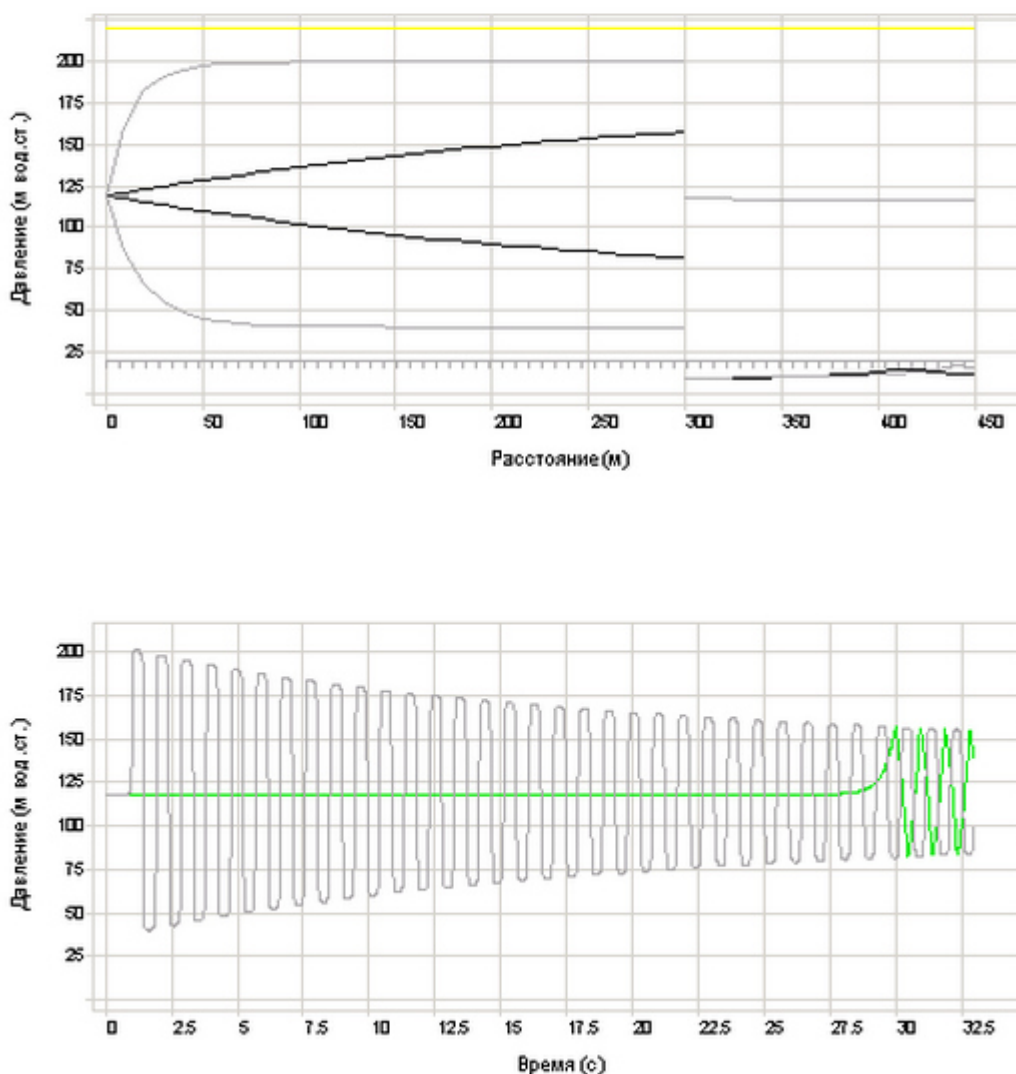


Рисунок 367. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Рассмотрим теперь случай закрытия задвижки за 30 секунд. Здесь время заметного изменения сопротивления задвижки составляет около одной секунды и передняя часть волны повышения давления успевает добежать до резервуара и обратно за 0.5 секунды, превратиться в волну понижения давления и срезать частично рост давления, вызванный закрытием задвижки. Как видно из рисунка выше скачок давления имеет величину порядка 35 метров, а при быстром закрытии 80 метров.

Впрочем, если установить задвижку с меньшим условным диаметром, можно растянуть долю времени в течение которой сопротивление задвижки оказывает заметное влияние на процессы в сети, а значит за меньшее время закрыть задвижку не вызывая катастрофического повышения давления. Разумеется условный диаметр не должен быть слишком маленьким, чтобы не вызвать заметное падение напора в стационарном режиме работы сети.

Эксперимент 7-07

Целью эксперимента является выяснение влияния количества воздуха нерастворенного в воде на характер переходных процессов, порожденных быстрым закрытием задвижки. Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке Рисунок 359, «Схема сети для экспериментов от 7-01 до 7-11».

Сеть состоит из трех одинаковых участков трубопровода с параметрами:

1. длина 150 м,
2. внутренний диаметр 0.1 м,
3. шероховатость 0.5 мм,
4. местных сопротивлений нет,
5. толщина стенки 4 мм,
6. материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 100 м. Этот выбор позволяет на первом этапе исключить явление кавитации.

В сети имеется потребитель с отбором 5 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляю около 0.91 м на каждом участке.

В сети имеется колодец, который не влияет на процессы в сети.

Источником возмущения стационарного процесса служит закрытие задвижки.

Время закрытия задвижки равно 1 сек. Степень открытия задвижки меняется со временем по линейному закону, а зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от степени открытия берется из справочника.

Увеличение процентного содержания нерастворенного в воде воздуха приводит к уменьшению упругости жидкости, что в свою очередь снижает скорость распространения волн. Этот эффект хорошо виден на нижнем графике рисунка Рисунок 368, «Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения». Уменьшение плотности смеси при нормальном и более высоких давлениях незначительно, но при очень низких давлениях может привести к значительному снижению скорости распространения волн. Уменьшение скорости волн в среде, как это видно из формулы Жуковского для скачка давления при внезапной остановке воды, приводит к уменьшению скачка, что также хорошо видно на графиках рисунка Рисунок 368, «Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения».

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	17.4.2004	17:27:37
Слой:	Проверка	
Файл:	C:\Test\WaterHammer\Test.b00	
Конфигурация:	7-07	
Содержание воздуха в:	0.001000	
Эксперимент:	7-07	
Комментарии:	Содержание воздуха увеличено в 100 раз	

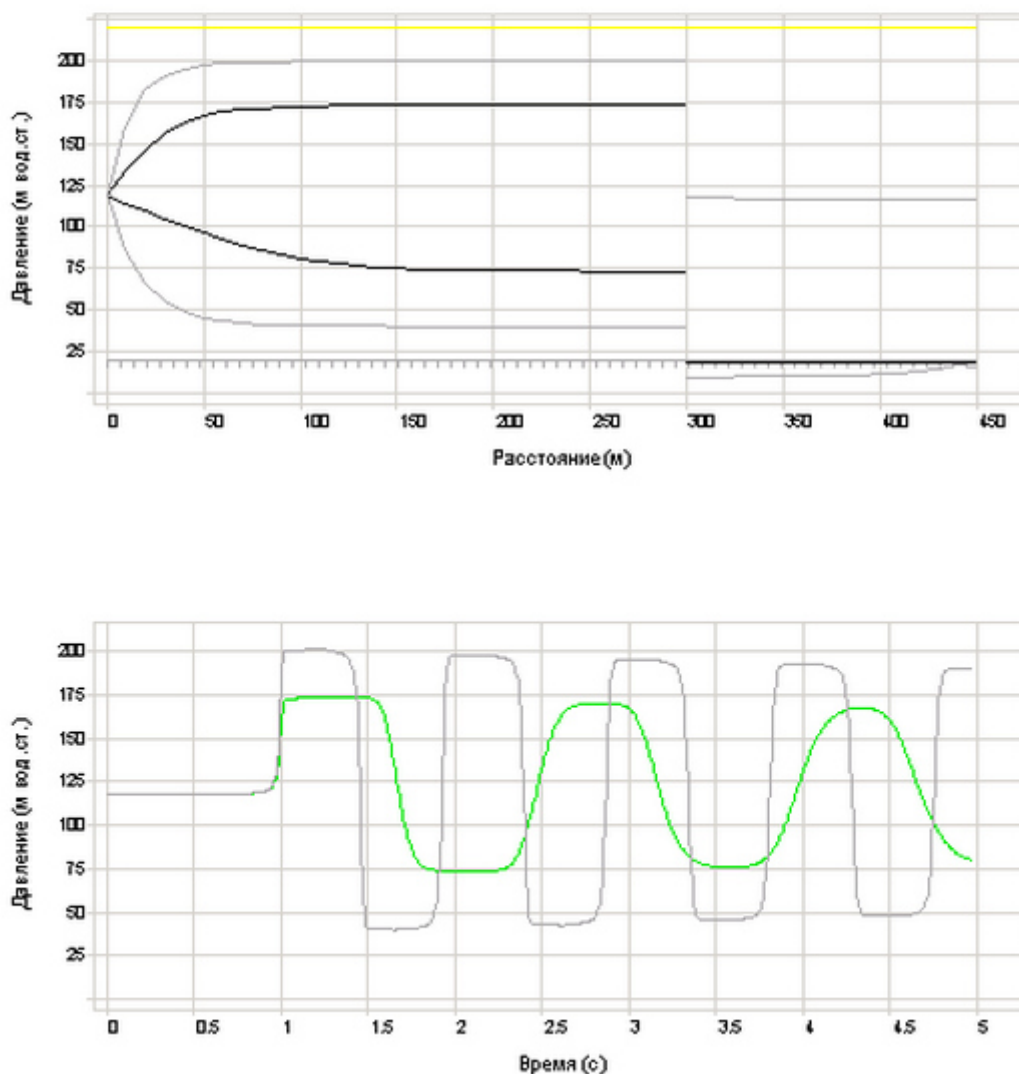


Рисунок 368. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Эксперимент 7-08

Целью эксперимента является выяснение влияния длины трубы на характер переходных процессов, порожденных быстрым закрытием задвижки.

Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке Рисунок 359, «Схема сети для экспериментов от 7-01 до 7-11».

Сеть состоит из трех одинаковых участков трубопровода с параметрами:

- длина 150 м до изменения и 450 м после,
- внутренний диаметр 0.1 м,
- шероховатость 0.5 мм,
- местных сопротивлений нет,
- толщина стенки 4 мм,
- материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 100 м. Этот выбор позволяет на первом этапе исключить явление кавитации.

В сети имеется потребитель с отбором 5 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляют около 0.91 м на каждом участке.

В сети имеется колодец, который не влияет на процессы в сети.

Источником возмущения стационарного процесса служит закрытие задвижки. Время закрытия задвижки равно 1 сек. Степень открытия задвижки меняется со временем по линейному закону, а зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от степени открытия берется из справочника.

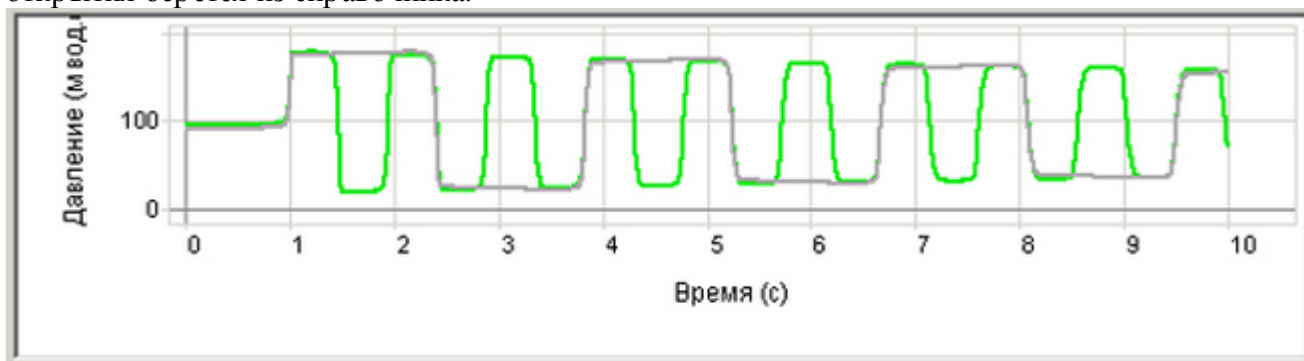


Рисунок 369. Графики изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Увеличение длины трубы втрое приводит к тому, что время, требуемое волне для пробега к резервуару и обратно, возрастает втрое, поэтому смена фаз повышенного и пониженного давления в любом сечении происходит втрое реже. Это хорошо видно из графиков на рисунке Рисунок 369, «Графики изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения». Эксперимент 7-09

Целью эксперимента является выяснение влияния величины отбора воды потребителем на характер переходных процессов, порожденных быстрым закрытием задвижки.

Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке Рисунок 359, «Схема сети для экспериментов от 7-01 до 7-11».

Сеть состоит из трех одинаковых участков трубопровода с параметрами:

- длина 300 м,
- внутренний диаметр 0.1 м,
- шероховатость 0.5 мм,
- местных сопротивлений нет,
- толщина стенки 4 мм,
- материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 140 м. Этот выбор позволяет на первом этапе исключить явление кавитации.

В сети имеется потребитель с отбором 5 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляют около 0.91 м на каждом участке.

В сети имеется колодец, который не влияет на процессы в сети.

Источником возмущения стационарного процесса служит закрытие задвижки. Время закрытия задвижки равно 1 сек. Степень открытия задвижки меняется со временем по линейному закону, а зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от степени открытия берется из справочника.

Для оценки влияния расхода увеличим его вдвое до 10 л/сек. При этом возрастает скорость течения жидкости, и как следствие потери напора на трение. На рисунке 7-09 это заметно на глаз. Это не удивительно, ведь потери напора пропорциональны квадрату скорости при условии, что число Рейнольдса больше 4000.

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	13.4.2004	13:48:10
Слой:	Качественный анализ	
Файл:	C:\Test\WaterHammer\Test.b00	
Конфигурация:	1. Закрытие задвижки	
Содержание воздуха в:	0.001000	
Эксперимент:	7-09	
Комментарии:	Увеличение расхода	

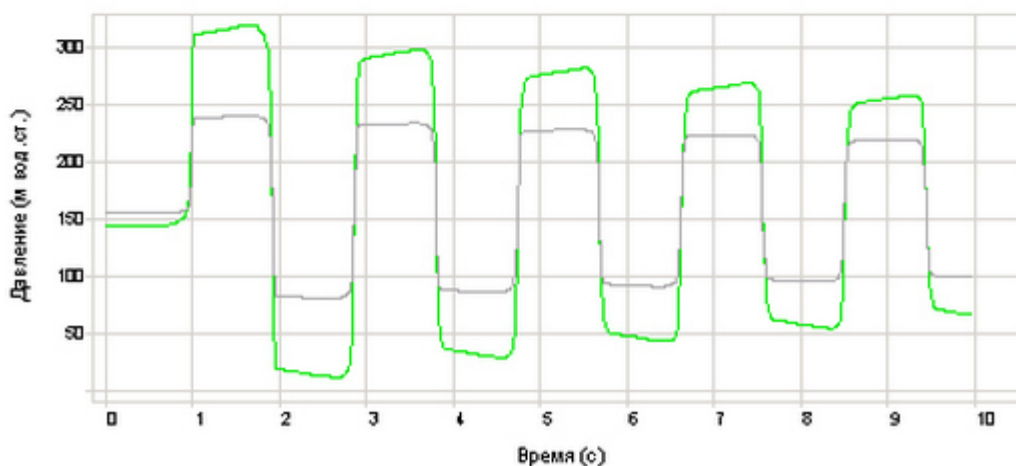
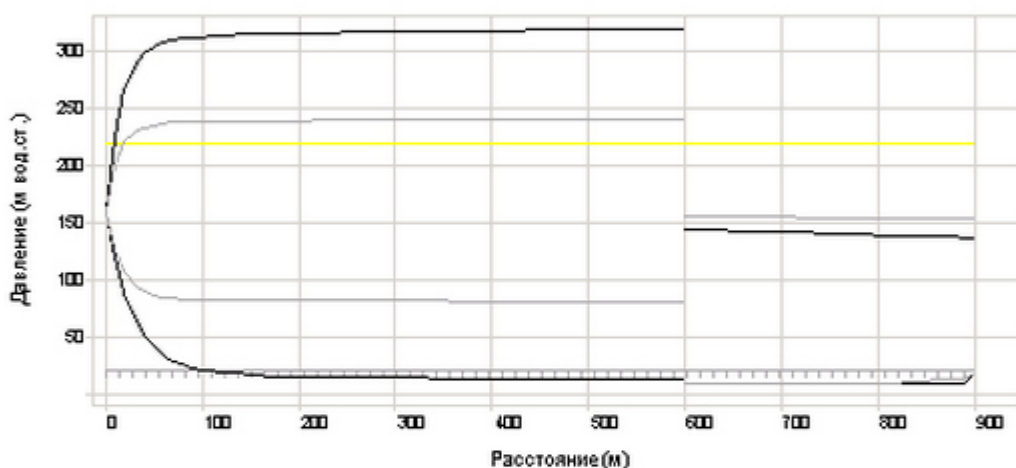


Рисунок 370. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Эксперимент 7-10

Целью эксперимента является выяснение влияния момента инерции агрегата ротор электродвигателя – насос на характер переходных процессов, порожденных быстрым закрытием задвижки.

Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке Рисунок 359, «Схема сети для экспериментов от 7-01 до 7-11».

Сеть состоит из двух участков трубопровода с параметрами:

1. длина 150 м,
2. внутренний диаметр 0.1 м,
3. шероховатость 0.5 мм,
4. местных сопротивлений нет,
5. толщина стенки 4 мм,
6. материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 40 м.

В сети имеется потребитель с отбором 5 л/сек.

При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляю около 0.91 м на каждом участке.

Источником возмущения стационарного режима работы сети служит отключение насоса. Для сравнения расчет проводился при двух величинах момента инерции: 0,01 и 0,02 кг м². Результаты расчетов совмещены на одном рисунке 7-10 и являются вполне очевидными – наблюдается некоторое замедление процесса остановки насоса.

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	13.4.2004	14:32:15
Слой:	Примеры переходных процессов	
Файл:	D:\ZuluSamples\Samples4\WODA.b00	
Конфигурация:	3. Насос. Отключение	
Содержание воздуха в:	0.001000	
Эксперимент:	7-10	
Комментарии:	Увеличение момента инерции	

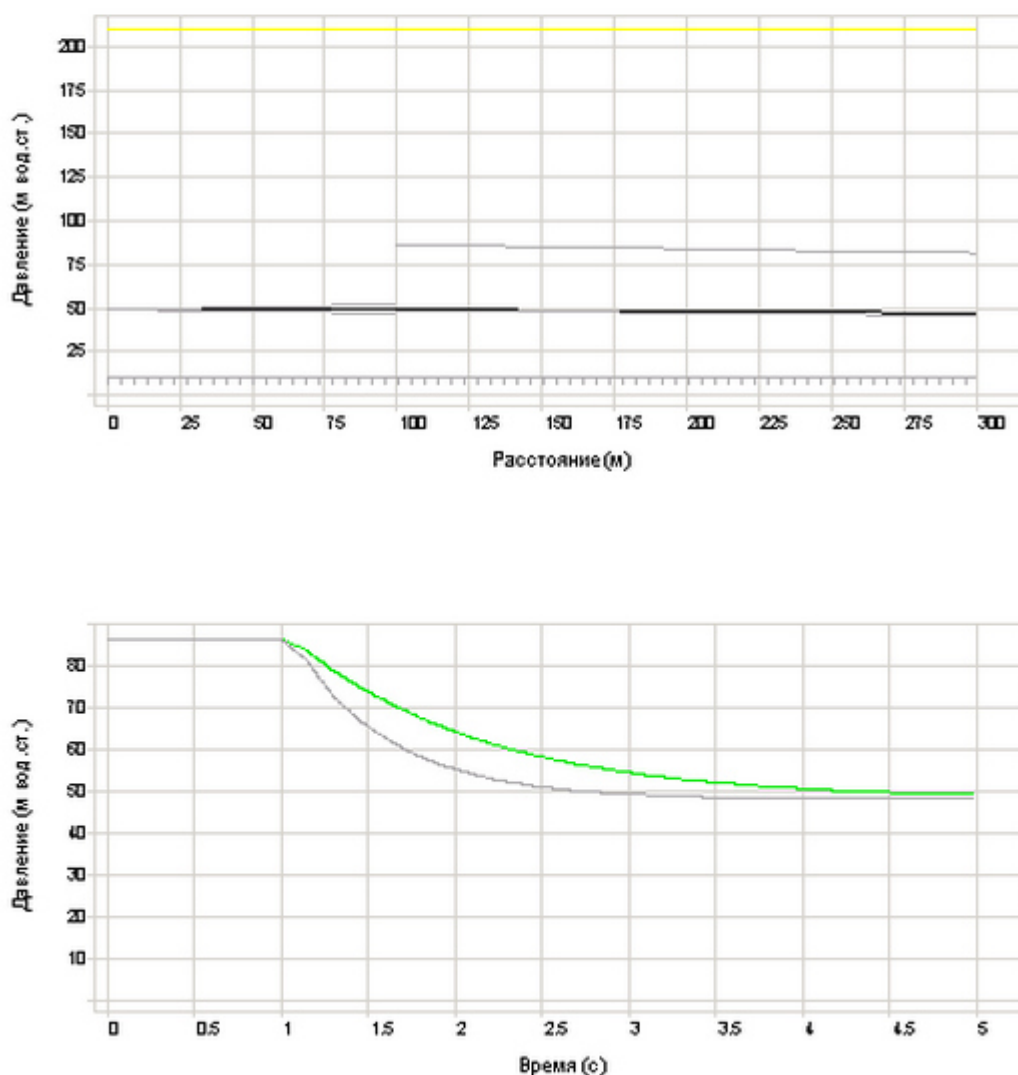


Рисунок 371. Графики экстремальных значений давления вдоль маршрута и изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Эксперимент 7-11

Целью эксперимента является выяснение влияния условного диаметра задвижки на характер переходных процессов, порожденных быстрым закрытием задвижки.

Описание сети и ее параметров. Схема сети представлена на рисунке Рисунок 359, «Схема сети для экспериментов от 7-01 до 7-11».

Сеть состоит из двух участков трубопровода с параметрами:

- длина 150 м,
- внутренний диаметр 0.1 м,
- шероховатость 0.5 мм,
- местных сопротивлений нет,
- толщина стенки 4 мм,
- материал стенки трубы – сталь.

Источником воды является резервуар, высота воды в резервуаре 40 м.

В сети имеется потребитель с отбором 5 л/сек. При таком расходе в трубах вода течет со скоростью около 0.64 м/с, а потери составляю около 0.91 м на каждом участке.

Источником возмущения стационарного режима работы сети служит закрытие задвижки. Время закрытия 10 секунд. В первой части эксперимента условный диаметр задвижки равен диаметру труб 0,1 м, а во второй части эксперимента диаметр уменьшается вдвое до 0,05 метра.

Результаты расчетов совмещены на рисунке 7-11. Из рисунка видно, что в первом случае сопротивление задвижки начинает оказывать влияние на процессы в сети лишь в последние 0,5 секунды из 10 секунд времени закрытия задвижки. Во втором случае сопротивление задвижки начинает оказывать влияние на процессы в сети уже за 2 секунды до окончательного закрытия, а значит, фактическое время регулирования растянулось в 4 раза.

Увеличение времени регулирования привело к тому, что волна сжатия успела добежать до резервуара и обратно, превратилась в волну разряжения и срезала большую часть скачка давления, вызванного превращением кинетической энергии в потенциальную.

Гидроудар. Результаты расчетов

Дата:	18.4.2004	09:44:53
Слой:	Проверка	
Файл:		
Конфигурация:	7-11	
Содержание воздуха в:	0.001000	
Эксперимент:	7-11	
Комментарии:	Условный диаметр уменьшен	

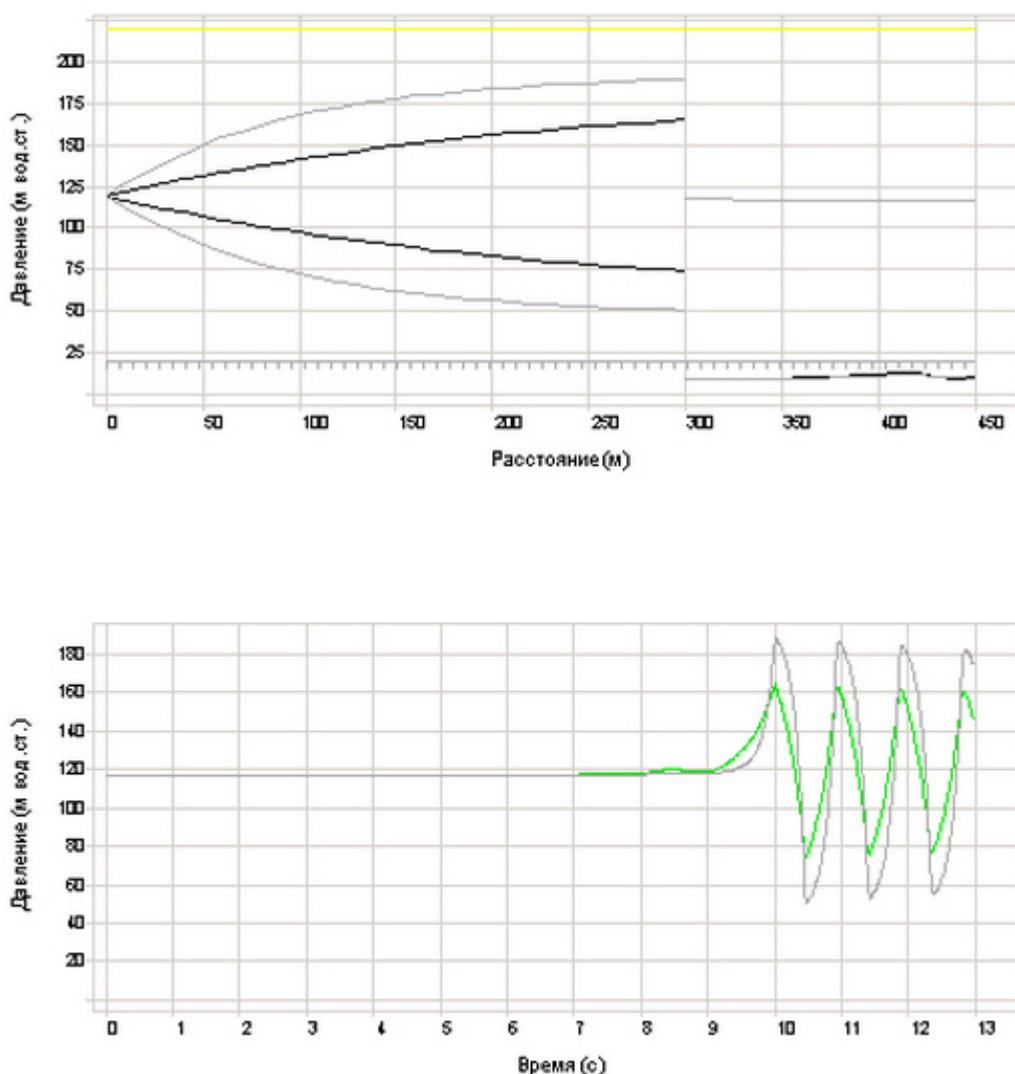


Рисунок 372. Графики изменений давления во времени для выбранных точек наблюдения

Если в первой части эксперимента скачок давления составлял примерно 70 метров, то во второй около 45 метров. Эффект, как говорится, налицо.

Однако, целесообразность обсуждаемой замены задвижки может оказаться под сомнением в связи с вопросом: а не приведет ли уменьшение условного диаметра задвижки к неоправданным потерям энергии в стационарном режиме работы гидравлической сети? Для ответа на этот вопрос сопоставим результаты расчетов. Если сопротивление полностью

открытой задвижки в первой части эксперимента составляло $3.2 \cdot 10^{-5}$, то во второй части эксперимента оно увеличилось примерно в 6 раз и составило $1.8 \cdot 10^{-3}$. Чтобы выяснить много это или мало, нужно сравнить эти величины с сопротивлениями соседних участков трубопровода, то есть с величиной $8.8 \cdot 10^{-3}$. Сопротивление задвижки с уменьшенным условным диаметром составляет примерно 0,6 % от сопротивления соседней трубы и 0,2 % от сопротивления всей сети. Приемлемы ли такие потери? Вполне возможно. Ведь разрыв труб при гидравлическом ударе также приводит к потерям. Мы здесь не даем конкретных рекомендаций, а хотим обратить внимание на одну из возможностей ослабить гидравлический удар.

Обновление ПО и настройка защиты HASP

Содержание

[Обновление справочной системы](#)

[После установки обновления](#)

[Настройка защиты HASP](#)

Пользуясь программным обеспечением компании Политерм важно следить за тем, чтобы у Вас была последняя, наиболее полная версия, так как наши разработчики постоянно развивают возможности системы, и пользуясь устаревшей версией Вы существенно ограничиваете свои возможности.

Чтобы определить какая у вас установлена версия ZuluHydro выберите в меню Справка\О программе..., в появившемся окне обратите внимание на последние цифры, написанные в строке *Версия*, а также на *Дату последней сборки*:

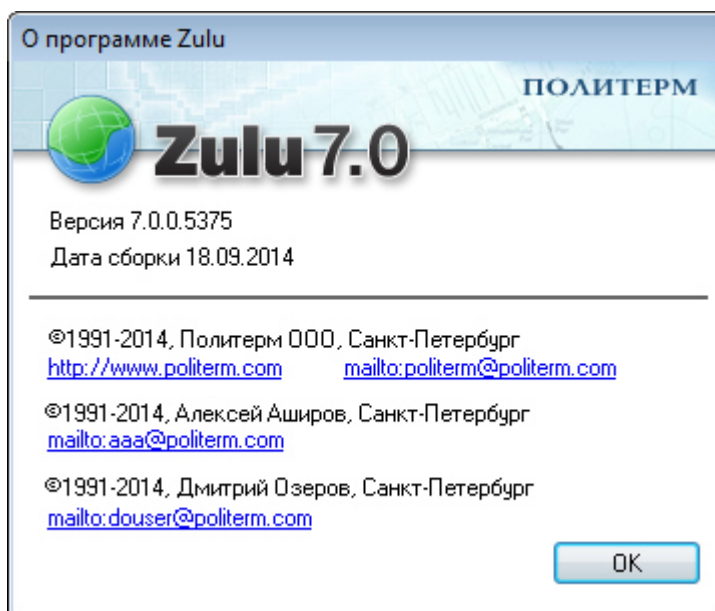


Рисунок 373. Номер текущей версии

Скачать обновление можно по FTP: <ftp://ftp.politerm.com.ru/> или на <http://www.politerm.com.ru/download.htm>.

Обновление справочной системы

Справочная система также постоянно обновляется, поэтому рекомендуем скачать последнюю версию файла справки с нашего сайта (Zulu.chm, ZuluHydro.chm) <http://politerm.com.ru/docs.htm>.

После скачивания СНМ файл по умолчанию будет заблокирован. Для разблокирования сделайте на нем щелчок правой кнопкой мыши, в контекстном меню выберите пункт **Свойства**, затем во вкладке **Общие** нажмите кнопку **Разблокировать** и **ОК**.


Для того, чтобы система могла использовать новую справку переименуйте файл вместо имеющегося в папке, где установлена ГИС Zulu.

Данная версия справочной системы от 06.11.14.

После установки обновления

В ходе обновления программного обеспечения, в расчетную часть могут быть добавлены новые поля баз данных по объектам. Этих полей может не оказаться в базах данных вашего слоя из-за более старой версии программы.

Для обновления таблиц баз данных следует:

1. Закрыть все таблицы. Если по каким либо объектам сетей открыто окно семантической информации, его так же следует закрыть.
2. Нажать кнопку ZuluHydro . Выбрать слой водопроводной сети из списка, нажав кнопку **Слой...**. Перейти на вкладку *Сервис*.
3. Для обновления полей для поверочного и конструкторского расчета нажать кнопку **Обновить таблицы для стационарных задач**, для обновления полей расчета гидравлического удара нажать кнопку **Обновить таблицы для гидроудара**.

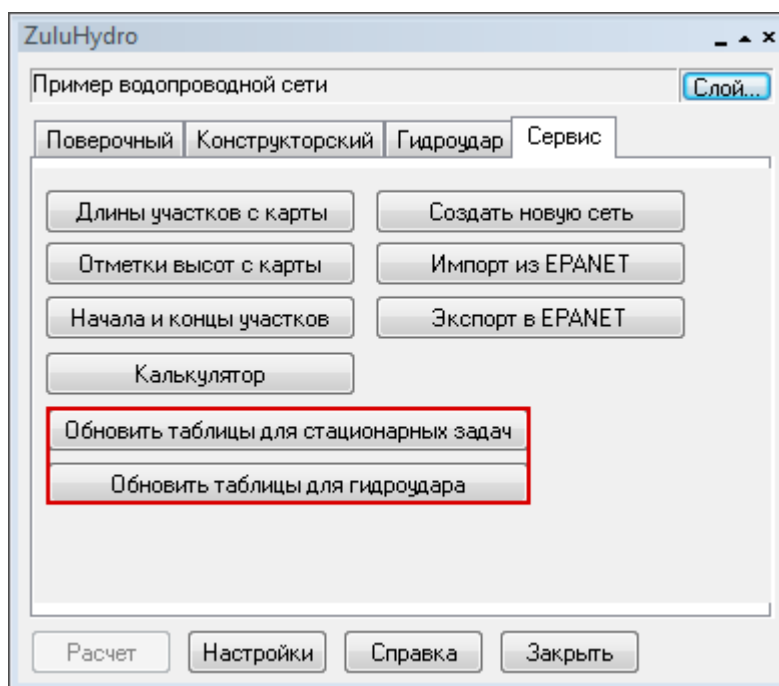


Рисунок 374. Обновление таблиц

При успешном завершении операции обновления структур появится следующее сообщение:

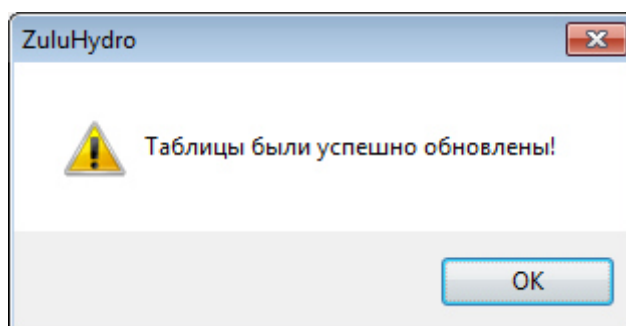


Рисунок 375. Обновление таблиц

При неудачном исходе операции обновления или при повторном появлении данного предупреждения, просим обратиться по телефонам или по электронной почте по адресам указанным в разделе [Контактная информация](#).

Настройка защиты HASP

Защита программного обеспечения Zulu, в том числе и ZuluHydro осуществляется посредством ключа защиты HASP.

Примечание

В этом разделе рассмотрена настройка ZuluHydro. Более подробная инструкция по настройке защиты представлена в руководстве ГИС, а также на нашем сайте по следующей ссылке <http://politerm.com.ru/articles/zuluhasp.htm>.

Рассмотрим 2 основных варианта защиты:

1. Организация использует локальный ключ.

При использовании локального ключа защиты HASP, настройка заключается лишь в установке драйвера для USB ключа.

2. Организация использует сетевой ключ.

При использовании сетевого ключа защиты HASP обязательно следует:

1. Проверить доступность сетевого ключа по следующей строке в любом интернет браузере http://localhost:1947/int/ACC_help_index.html
2. Включить использование сетевого ключа. [«Настройка HASP»](#) для расчетов.
3. Включить использование сетевого ключа для пьезометрического графика [«Настройка HASP»](#).