



ГРУППА КОМПАНИЙ «КОММУНЖИЛПРОЕКТ»

тел/факс 8 (812) 602-78-97

contact@kommproekt.ru

www.kommproekt.ru

РП VV.S 01.10-2012

Обозначение документа

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

VISUAL VECTOR. SEWERAGE

Система моделирования наружных сетей канализации

ВЕРСИЯ 8.0

Петрозаводск

2012

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2
1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ	3
1.1 Назначение программы	3
1.2 Дополнительные расчетные модули	3
2 ПОСТРОЕНИЕ ГРАФА СЕТИ	4
2.1 Расчетная схема	4
2.2 Формирование топологии (начертания) сети. Общие вопросы	4
2.3 Установка новых узлов	5
2.4 Установка новой дуги	6
2.5 Сеточная привязка и растровая подложка	6
2.6 Удаление и перемещение элементов графа сети	9
2.7 Сохранение схемы	9
3 ЗАПОЛНЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ПО УЗЛАМ И УЧАСТКАМ СЕТИ	11
3.1 Заполнение исходных данных по расчетной схеме. Общие вопросы	11
3.2 Ввод информации об участках сети	11
3.3 Ввод информации по узлам сети	13
3.4 Работа со справочниками программы	15
3.5 Дополнительные функции, используемые при построении расчетной схемы	16
4 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАРУЖНЫХ СЕТЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ	17
4.1 Краткое описание математической модели программы	17
5 ПРОВЕДЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ В ПРОГРАММЕ	20
5.1 Гидравлический расчет проектируемой хозяйственно-бытовой сети канализации	20
5.2 Поверочный расчет существующей сети канализации	31
5.3 Расчет закрытой водоотводящей сети ливневой канализации	32
5.4 Расчет главного коллектора общесплавной сети канализации	34

1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1.1 Назначение программы

Программа моделирования водоотводящих сетей «Visual Vector. Sewerage» реализует положения СНиП 2.04.03-85* «Канализация. Наружные сети и сооружения» в отношении гидравлического расчета наружных сетей канализации; позволяет моделировать сети хозяйственно-бытовой и дождевой (ливневой) канализации.

Программа поставляется в конфигурациях «Стандарт» и «Пользовательская». Последняя разрабатывается на основании технического задания Заказчика. Кроме того, некоторые специальные возможности реализованы в виде модулей расширения, поставляемых отдельно.

В настоящем документе приводится описание конфигурации «Стандарт», включающей в себя набор базовых функций необходимых для решения задач анализа и синтеза проектируемых и существующих наружных канализационных сетей.

Поскольку программа постоянно развивается, дополняется новыми возможностями и функциями, то внешний вид отдельных функциональных элементов программы может отличаться от представленных в описании. Информация об особенностях текущей версии программы и состав расчетных модулей, новых функций и изменениях приводится на официальном сайте программы.

1.2 Дополнительные расчетные модули

Некоторые специальные возможности реализованы в виде модулей расширения, поставляемых отдельно от программы, в их числе:

Разделительная камера. Модуль предназначен для расчета разделительных камер и ливнеспусков.

Расчет расходов поверхностных сточных вод. Реализует положения «Рекомендаций по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий" ОАО «НИИ ВОДГЕО» и СНиП 2.04.03-85 "Канализация. Наружные сети и сооружения". Позволяет определить расчетные расходы дождевых и талых сточных вод по методу предельных интенсивностей, концентрацию и массу взвешенных веществ и нефтепродуктов в них. Формирует отчет в формате MicrosoftWord, имитирующий "ручной счет", который можно сохранять, редактировать, копировать и т. д. Автоматически ведет общую базу объектов. В настоящее время поставляется также и в виде отдельного приложения – программы RainFlow Plus.

Очистные сооружения поверхностных сточных вод. Модуль предназначен для расчета песколовков, отстойников, масло/бензоуловителей и сорбционных блоков в составе очистных сооружения поверхностного стока.

2 ПОСТРОЕНИЕ ГРАФА СЕТИ

2.1 Расчетная схема

Расчетная схема – совокупность информации о топологии (начертании) сети, длинах, диаметрах, материалах труб отдельных участков, сбросах потребителей, а также о высотном положении узлов сети. В зависимости от типа решаемой задачи набор исходных данных при построении расчетной схемы может различаться, но в целом процедура создания расчетной схемы остается постоянной и включает в себя несколько этапов, основными из которых являются:

- этап формирования топологии сети в графическом редакторе программы,
- этап заполнения исходных данных по узлам и участкам сети.

В данном разделе приводится описание процедуры формирования топологии сети.

2.2 Формирование топологии (начертания) сети. Общие вопросы

Структура канализационной сети моделируется конечно ориентированным связным графом. Граф состоит из отдельных узлов и соединяющих их между собой дуг (участков). Для формирования графа, описывающего топологическую структуру сети, в программе используется собственный графический редактор. Графический редактор доступен сразу же после запуска программы (рисунок 2.1).

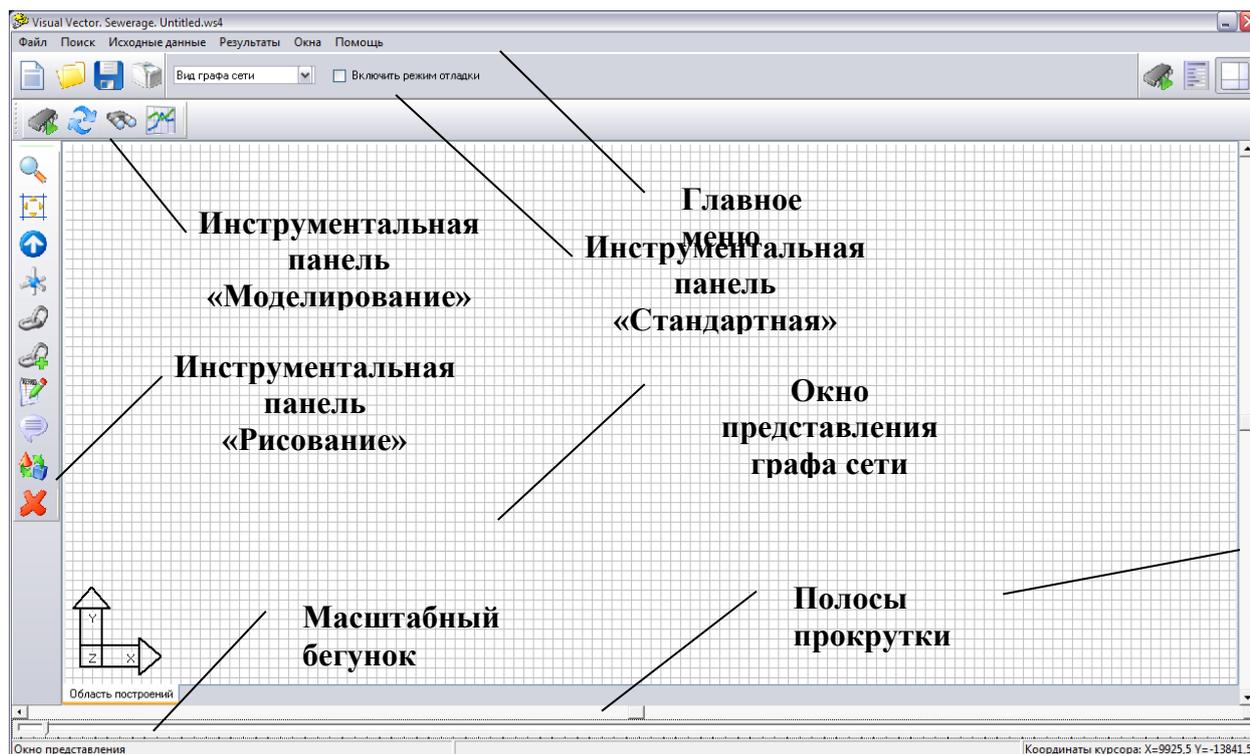


Рисунок 2.1. Главное окно программы

Безмасштабная схема сети строится в окне представления графа сети с использованием команд графического редактора. Основные функции графического редактора доступны из

ГРУППА КОМПАНИЙ «КОММУНЖИЛПРОЕКТ»

инструментальной панели «Рисование», которая по умолчанию расположена в левой части главного окна программы. Для построения графа сети необходимо установить узлы сети и соединить их дугами (участками). Участок сети определяется как гидравлически однородный элемент, в том смысле, что он обладает фиксированной длиной, внутренним диаметром, шероховатостью внутренней поверхности (либо потери энергии потока при движении по нему подчиняются одной зависимости). При этом совершенно необязательно, что расчетный (в модели) участок совпадает с реальным участком на сети. Один расчетный участок в модели может описывать сразу несколько последовательно или параллельно соединенных натуральных участков. Принципы подобного эквивалентирования определяются самим пользователем. Участок сети в модели ограничен двумя узлами (начальным и конечным). Установка нового узла обычно является следствием следующих причин: изменяется диаметр трубопроводов или материал труб, к сети подключается абонент или группа абонентов.

2.3 Установка новых узлов

Установить узел на сети можно двумя способами.

Способ первый. Использовать команду «Установить новый узел», которой соответствует в инструментальной панели «Рисование» пиктограмма . После перехода в режим установки узла необходимо выбрать соответствующее ему место в окне представления графа сети и щелкнуть левой кнопкой мышки. Для перемещения по пространству модели в окне представления графа сети могут быть использованы полосы прокрутки, команды «Показать все»  и «Просмотр представления графа сети»  инструментальной панели, а также масштабный бегунок. Увеличить масштаб отображения графа сети можно также с помощью команды «Включить режим масштабирования представления графа», которой соответствует пиктограмма . После перехода в этот режим при каждом щелчке левой кнопки мышки в окне представления графа сети масштаб отображения будет увеличиваться.

Способ второй. Использовать команду «Провести полидугу», которой соответствует в инструментальной панели «Рисование» пиктограмма . Команда полидуга позволяет построить совокупность узлов, уже соединенных между собой участками (дугами). После перехода в режим «Провести полидугу» программа ждет от пользователя указания по установке первого узла полидуги. Это может быть уже существующий узел: в этом случае пользователь указывает его курсором мышки и щелкает левой кнопкой. Если узел новый, то необходимо выбрать соответствующее ему место в окне представления графа сети и щелкнуть левой кнопкой мышки. После установки первого узла программа ожидает от пользователя выбора следующего узла, местоположение которого также определяется левым щелчком мышки по месту предполагаемой установки узла. Он также может быть уже существующий: в этом случае после выбора его курсором с последующим щелчком левой кнопкой мышки программа соединит дугой первый и второй узел. В случае, когда второй узел новый, программа соединит дугой первый и второй узел и будет ждать от пользователя выбора следующих узлов. Процесс построения полидуги прерывается, когда пользователь укажет в качестве узла полидуги существующий узел, либо при выборе пункта «Завершить построение» всплывающего (контекстного) меню. Контекстное меню можно вызвать в любой момент с помощью щелчка правой кнопки мышки по окну представления графа сети (рисунок 2.2).

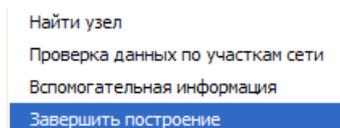


Рисунок 2.2. Контекстное меню графического редактора

2.4 Установка новой дуги

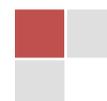
Соединить два узла между собой можно либо с помощью команды «Провести полудугу», описанной ранее, либо с использованием команды «Установить новые дуги», которой соответствует в инструментальной панели «Рисование» пиктограмма . После перехода в режим «Установить новые дуги» программа ждет от пользователя указания по выбору начального узла дуги. Это должен быть обязательно уже установленный ранее узел. После щелчка левой кнопкой мышки по существующему узлу программа перейдет в режим ожидания выбора пользователем конечного узла сети. Выбор этого узла делается аналогичным образом – с помощью щелчка левой кнопки мышки.

2.5 Сеточная привязка и растровая подложка

Для облегчения задачи построения графа сети могут быть использованы следующие вспомогательные инструменты.

Сеточная привязка. При включенном режиме сеточной привязки любые графические построения производятся с учетом расположения узлов калибровочной сетки. В этом случае, например, установить узлы графа сети можно только в узлах калибровочной сетки. Режим сеточной привязки включен по умолчанию при запуске программы. Отключить или включить его можно с помощью главного меню программы «Исходные данные» → «Сетка», либо нажатием кнопки F7, либо с помощью пиктограммы , размещенной в правом верхнем углу главного окна программы.

Растровая подложка. Значительно ускорить процесс построения расчетной схемы можно с использованием картографических материалов, вспомогательных схем, данных аэрофотосъемки. При наличии оцифрованных материалов в формате Microsoft Bitmap их можно использовать в качестве подложки для подготовки расчетной схемы (рисунок 2.3).



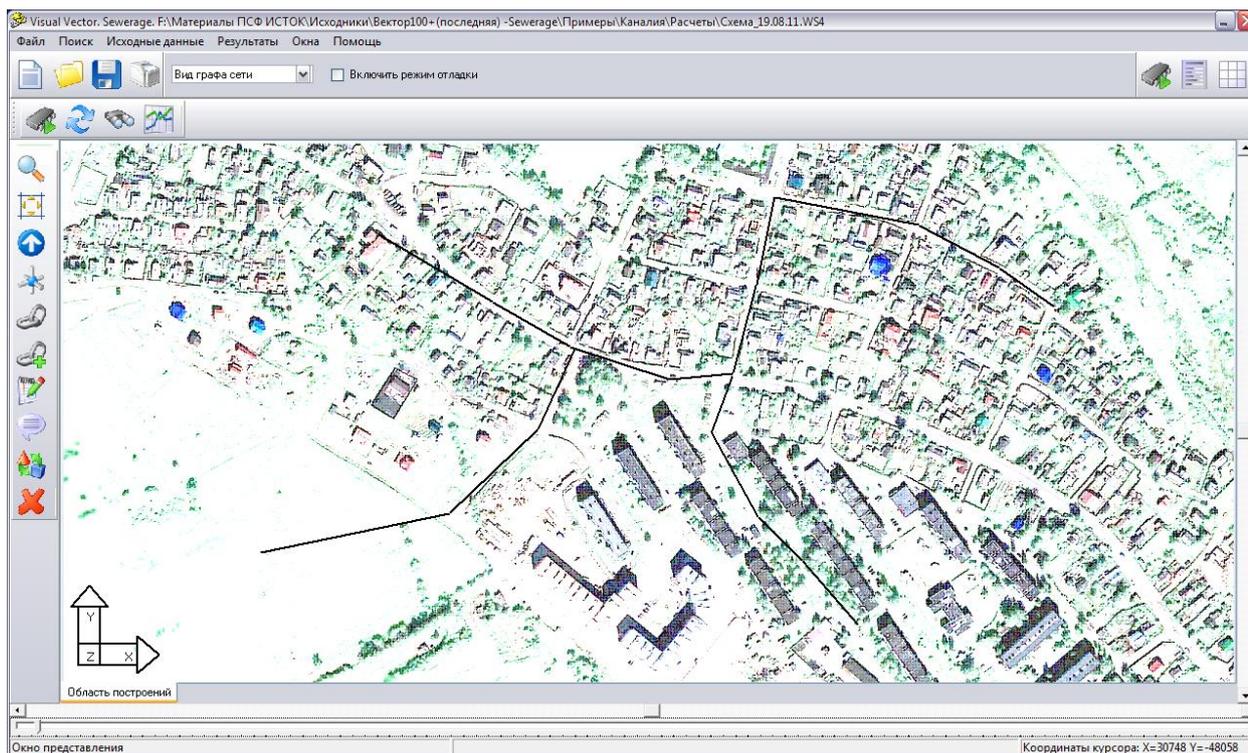


Рисунок 2.3. Использование растровой подложки для построения модели сети

Информация о подложке для текущей схемы хранится вместе со схемой (в одном каталоге!), т.е. один раз загруженная в схему растровая подложка будет открываться и в последующие сеансы работы с данной схемой. Для загрузки растра в схему используется окно «Свойства модели сети», которое можно открыть, воспользовавшись соответствующей пиктограммой  в правом верхнем углу главного окна программы или командой главного меню «Исходные данные» → «Свойства модели сети».

Общий вид окна «Свойства модели сети» представлен на рисунке 2.4.

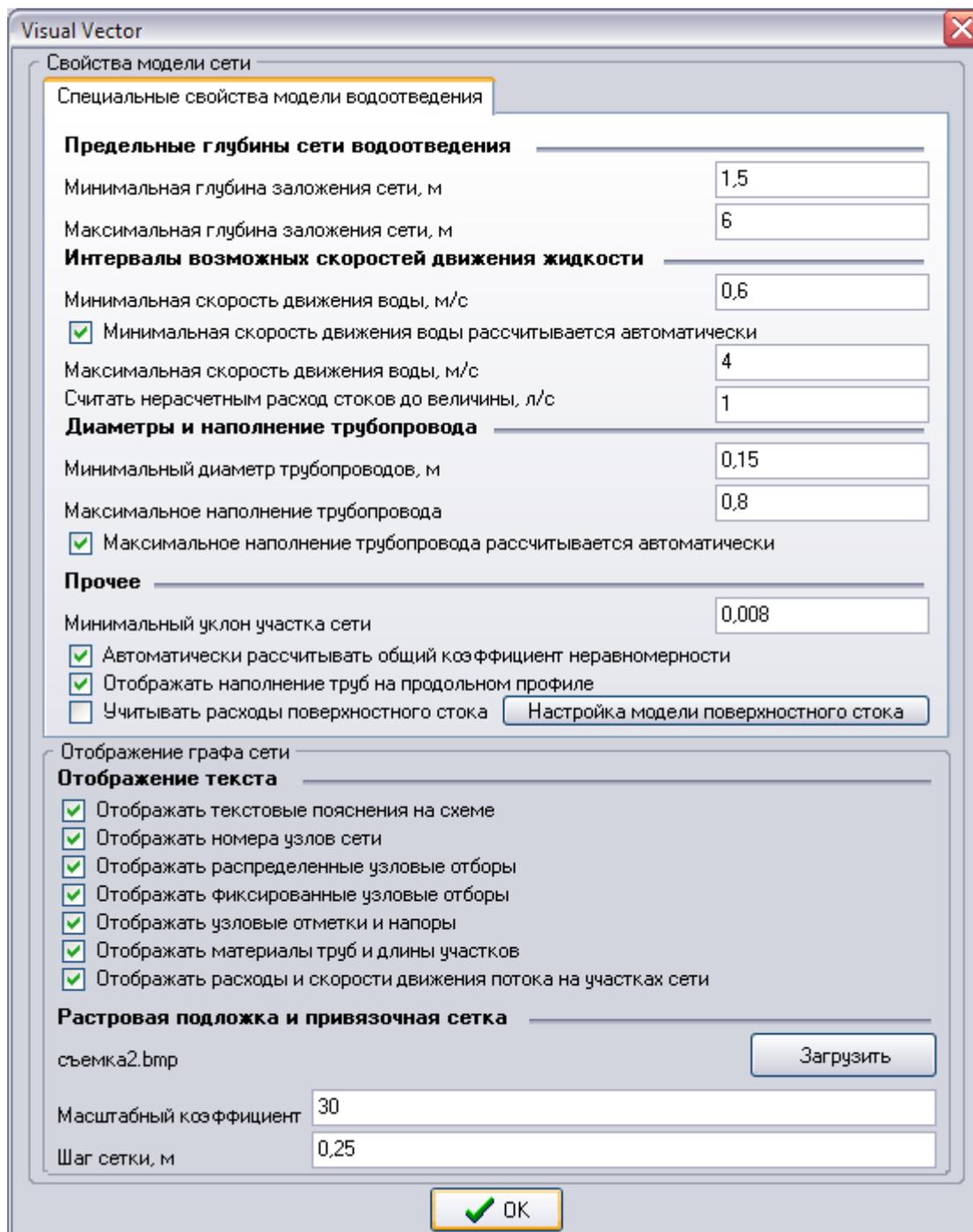


Рисунок 2.4. Окно «Свойства модели сети»

Для загрузки растра используется кнопка «Загрузить», после нажатия на которую, открывается стандартное диалоговое окно Windows, а программа ждет от пользователя выбора графического файла. Программой поддерживаются основные типы растровых изображений в формате .bmp, .jpg. При включенной растровой подложке ее можно отключить двумя способами.

Способ первый. При нажатии кнопки «Загрузить» и выборе несуществующего графического файла программа отключит связь графической схемы с растром;

ГРУППА КОМПАНИЙ «КОММУНЖИЛПРОЕКТ»

Способ второй. С использованием переключателя «Растровая подложка», доступного из главного меню «Исходные данные» → «Растровая подложка». С отключенным переключателем «Растровая подложка» связь графической схемы с растром будет сохранена, но отображение растра будет выключено.

2.6 Удаление и перемещение элементов графа сети

Для удаления элементов графа сети используется команда «Удалить объекты графа и его представления», которой соответствует пиктограмма  инструментальной панели «Рисование». После перехода в режим удаления следует выбрать элемент гидравлической цепи и щелкнуть левой кнопкой мышки, после чего данный элемент будет из цепи удален. Обратите внимание на порядок удаления из схемы элементов: любой узел цепи не может быть удален до тех пор, пока существует, по крайней мере, одна дуга, входящая или исходящая из данного узла.

При необходимости узлы графа сети можно перемещать вместе со связанными с ними дугами. Это операция осуществляется с помощью команды «Переместить объекты графа и его представления». Команде соответствует пиктограмма  инструментальной панели «Рисование». После перехода в данный режим программа ожидает от пользователя выбора узла графа водопроводной сети или объектов его представления (поясняющих надписей, маркеров и пр.), для которых будет производиться операция перемещения. Выбор объекта осуществляется с помощью щелчка левой кнопки мышки. На следующем этапе следует выбрать новое месторасположение объекта и зафиксировать его также щелчком левой кнопки мышки. Если в качестве объекта для перемещения выбран узел, то автоматически вместе с ним перемещаются связанные с ним дуги.

2.7 Сохранение схемы

На любом этапе построения схемы ее можно сохранить с помощью команды главного меню «Файл» → «Сохранить схему» или «Файл» → «Сохранить схему как». Во втором случае откроется стандартное диалоговое окно «Windows» с предложением выбрать папку и название для созданного проекта (см. рисунок 2.5).



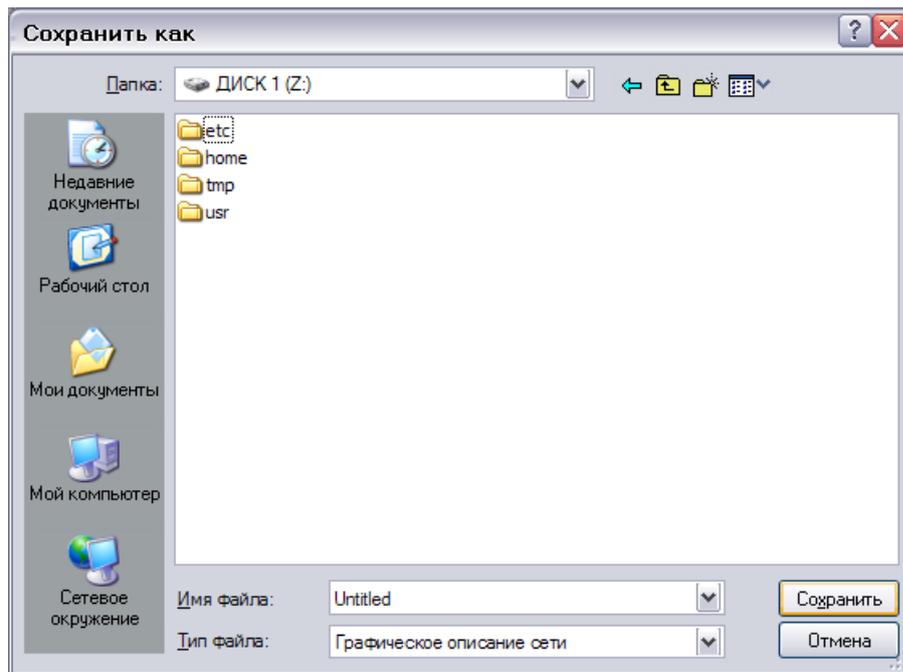


Рисунок 2.5. Сохранение схемы на диск

После нажатия кнопки «Сохранить» будет создан файл с описанием расчетной схемы и сопутствующие базы данных. Каждой модели сети соответствует один файл с описанием и несколько (в зависимости от конфигурации программы) файлов баз данных. Для удобства работы рекомендуется для каждой модели сети создавать отдельный каталог, в нем же должна храниться растровая подложка к схеме (при наличии).

При использовании команды «Файл» → «Сохранить схему» программа сохраняет изменения в текущей схеме. Если пользователь работает со схемой ранее сохраненной на диске, то происходит ее обновление. Если схема еще не сохранялась на диск, то при выборе данной команды откроется стандартное диалоговое окно «Windows» с предложением выбрать папку и название для созданного проекта.

3 ЗАПОЛНЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ПО УЗЛАМ И УЧАСТКАМ СЕТИ

3.1 Заполнение исходных данных по расчетной схеме. Общие вопросы

После построения расчетной схемы необходимо описать ее отдельные участки и узлы. На этом этапе вводится информация о длинах, диаметрах, гидравлических сопротивлениях участков, сбросах абонентов. В зависимости от типа решаемой задачи набор исходных данных может различаться. Например, при решении задачи моделирования существующей сети обязательно точно указывать диаметры и отметки лотков всех участков сети; при расчете новой сети указывать диаметры участков и отметки лотков не требуется, поскольку они определяются расчетом.

Более подробно вопрос о требуемых для различных расчетов наборах исходных данных обсуждается в разделе 5. Здесь же остановимся на механизме ввода данных по узлам и участкам сети.

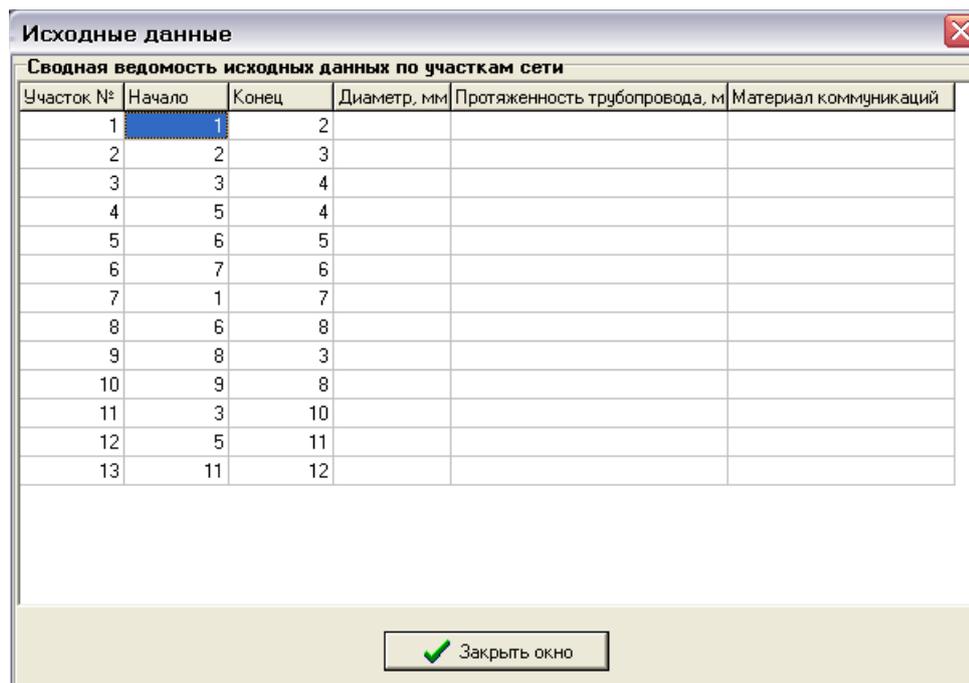
3.2 Ввод информации об участках сети

В качестве обязательной информации, вводимой по схеме для отдельного участка сети, является:

- внутренний диаметр участка сети в первом приближении,
- длина участка сети,
- материал труб участка сети.

Эту информацию пользователь должен задать перед проведением любых расчетов. В ряде случаев внутренний диаметр участка сети задается номинально, поскольку по результатам расчетов будет изменен (например, при решении задачи расчета новой сети). Для ввода данных по участкам сети могут быть использованы два способа.

Способ первый. Использование сводной таблицы исходных данных (рисунок 3.1). При использовании данного способа можно ввести информацию по всем участкам сети. С помощью команды «Исходные данные» → «Сводная таблица исходных данных по участкам сети» можно открыть окно «Исходные данные», содержащее «Сводную ведомость исходных данных по участкам сети». Если был построен только граф сети и никакие дополнительные данные еще не вводились, то в «Сводной ведомости исходных данных по участкам сети» будут заполнены только первые три столбца (эти данные не подлежат редактированию). Пользователь должен самостоятельно заполнить столбцы с указанием внутренних диаметров участков трубопроводов, протяженности участков и материала труб.



Участок №	Начало	Конец	Диаметр, мм	Протяженность трубопровода, м	Материал коммуникаций
1	1	2			
2	2	3			
3	3	4			
4	5	4			
5	6	5			
6	7	6			
7	1	7			
8	6	8			
9	8	3			
10	9	8			
11	3	10			
12	5	11			
13	11	12			

Рисунок 3.1. Сводная таблица исходных данных по участкам сети

Способ второй. Использование команды «Установить свойства элементов графа» инструментальной панели «Рисование».

При использовании данного способа пользователь выбирает конкретный участок сети и устанавливает данные только для него. Для изменения (или ввода впервые) данных о конкретном участке сети необходимо воспользоваться командой «Установить свойства элементов графа» с инструментальной панели «Рисование». Этой команде соответствует пиктограмма . После перехода в режим «Установить свойства элементов графа» следует выбрать нужный участок сети и щелкнуть по нему левой кнопкой мышки. В появившемся окне необходимо заполнить (или отредактировать) информацию о длине трубопровода, внутреннем диаметре трубы и ее материале (см. рисунок 3.2).

Свойства участка		D ?
Номер участка	1	Отметка лотка, м
Идентификатор в базе данных	10	
Начальный узел	1	75,549
Конечный узел	2	71,623
Диаметр участка сети, мм		150
Длина участка сети, м		196,3
Материал труб / сопротивление	Полимер	
<input type="checkbox"/> Фиксировать участок		
Кoeffициент неравномерности		2,92534377139964
Площадь стока, га		
Величина P, лет		0,5

Рисунок 3.2. Свойства участка сети

При использовании данного режима доступна дополнительная функция «Зафиксировать участок» (поставить галочку у поля «Фиксировать участок» в окне «Свойства участка»). Зафиксированный участок – это особый участок сети, обладающий специальными (в зависимости от расчетной задачи) свойствами. Например, при решении задачи моделирования существующей сети на зафиксированных участках диаметры и отметки лотков остаются такими, какими они были заданы пользователем изначально. Это позволяет решать также задачи оптимизации развивающихся сетей. Более подробно о возможностях фиксации участков можно прочитать в разделе, посвященном моделированию сетей.

3.3 Ввод информации по узлам сети

В качестве обязательной информации, вводимой по схеме для отдельного узла сети, является:

- величина фиксированного сброса,
- отметка поверхности земли в узле.

Ввод информации по узлам также может осуществляться двумя способами с использованием сводной таблицы исходных данных или с помощью команды «Установить свойства элементов графа» инструментальной панели «Рисование» .

Способ первый. Использование сводной таблицы исходных данных (см. рисунок 3.3). При использовании данного способа можно ввести информацию по всем участкам сети. С помощью команды «Исходные данные» → «Сводная таблица исходных данных по узлам сети» необходимо открыть окно «Исходные данные», содержащее «Сводную ведомость исходных

данных по узлам сети».

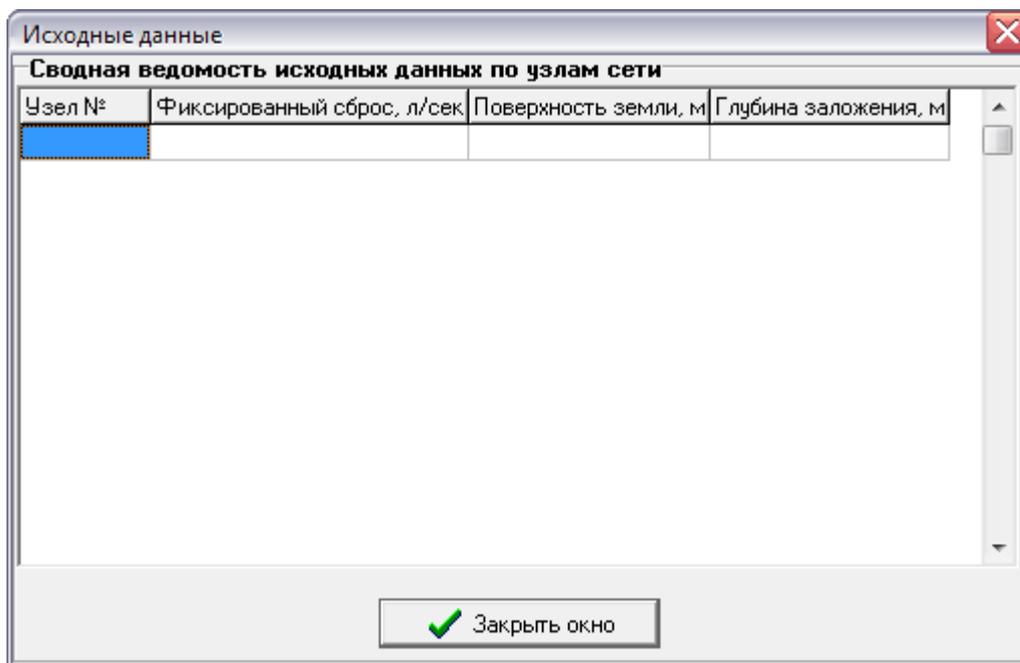


Рисунок 3.3. Сводная таблица исходных данных по узлам сети

Если был построен только граф сети и никакие дополнительные данные еще не вводились, то в «Сводной ведомости исходных данных по узлам сети» во всех столбцах, кроме первого, где отображается номер узла сети, будут выставлены значения по умолчанию (нули). Пользователь должен самостоятельно заполнить столбцы с указанием фиксированных сбросов в сеть и отбора из сети (фиксированный сброс – положительное число, отбор из сети – отрицательное число, равное по модулю значению отбора), с отметкой поверхности земли в узле. Величина глубины заложения не задается, а определяется в результате гидравлических расчетов и в ведомости исходных данных отображается для справки. В ряде случаев не обязательно или даже нецелесообразно изменять нулевые значения параметров. Более подробно этот вопрос рассматривается в разделах описания, посвященных проведению расчетов. При отсутствии сброса воды в сеть в узле поле «Фиксированный сброс» не заполняется (указывается нулевое значение).

Способ второй. Использование команды «Установить свойства элементов графа» инструментальной панели «Рисование». При использовании данного способа пользователь выбирает конкретный узел сети и устанавливает данные только для него. Для изменения (или ввода) данных о конкретном узле сети необходимо воспользоваться командой «Установить свойства элементов графа» с инструментальной панели «Рисование», которой соответствует пиктограмма . После перехода в режим «Установить свойства элементов графа» следует выбрать нужный узел сети и щелкнуть по нему левой кнопкой мышки. В появившемся окне (рисунок 3.4) необходимо заполнить (или отредактировать) информацию об узловых сбросах, отметке земли в узле.

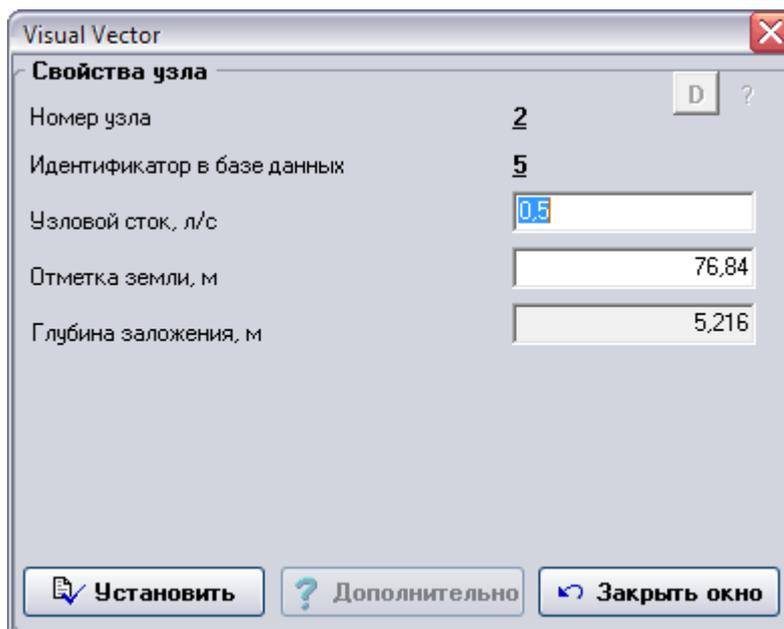


Рисунок 3.4. Свойства узла сети

3.4 Работа со справочниками программы

При заполнении данных об участках системы и ее узлах используется некоторый массив данных, общий для любой системы. В числе этих данных: материал участков труб системы и соответствующая ему эквивалентная шероховатость внутренней поверхности труб. Эта информация (многократного использования) хранится в специальных базах данных – справочниках. Пользователь может корректировать информацию в справочниках и дополнять ее по своему усмотрению. Добавленные материалы становятся доступными при задании характеристик участков сети.

Для описания материалов труб и их гидравлических характеристик доступен специальный справочник, который можно открыть с использованием команды главного меню программы «Исходные данные» → «Справочник материалов труб и специальных сопротивлений». В окне справочника (рисунок 3.5) можно добавлять новые материалы.

Для этого в справочнике необходимо с помощью курсоров опуститься в последнюю строку и нажать «курсор вниз», «Enter» или нажать на кнопку «Добавить». Автоматически появится новая пустая запись, которую пользователь должен заполнить.

При нажатии на кнопку «Удалить» текущая запись в справочнике будет удалена.

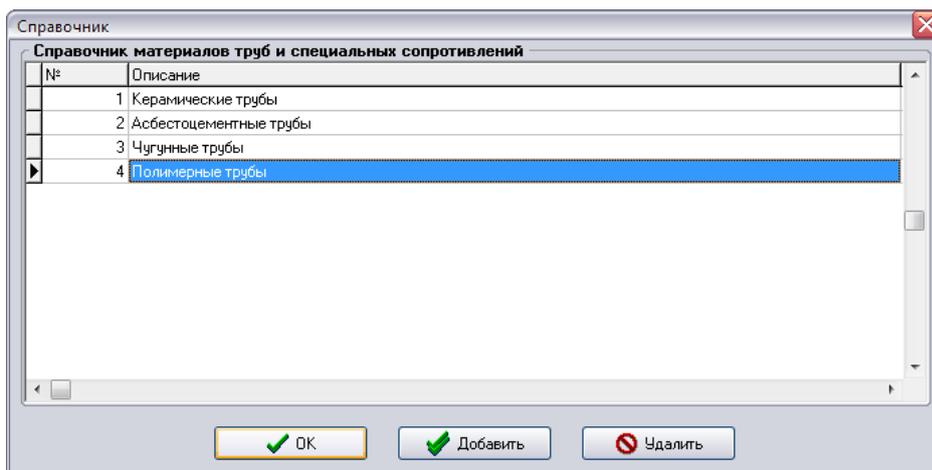


Рисунок 3.5. Справочник материалов труб

3.5 Дополнительные функции, используемые при построении расчетной схемы

Проверка полноты массива исходных данных. После того как граф сети построен, а информация по узлам и участкам введена можно произвести предварительный анализ схемы на предмет наличия всей необходимой для проведения расчетов информации. В частности, можно воспользоваться командой «Проверить исходные данные», которую можно вызвать из главного меню программы: «Исходные данные» → «Проверить исходные данные». После запуска данной команды программа проверит базу данных участков и в случае, если по отдельным участкам информация не введена (или введена не полностью) предложит ее заполнить. Заполнение информации производится в стиле команды «Установить свойства элементов графа» инструментальной панели «Рисование» для каждого участка, для которого введена не вся необходимая информация. Прервать процесс дополнения базы данных необходимыми сведениями можно в любой момент. Для этого в окне «Свойства участка» необходимо нажать на кнопку «Закрыть окно».

Поиск узла на схеме по номеру. Для поиска узла сети можно воспользоваться командой «Найти узел», которая вызывается нажатием клавиш «Ctrl+S», либо из главного меню программы «Исходные данные» → «Найти узел». В появившемся окне программы (см. рисунок 3.10) необходимо указать номер искомого узла.

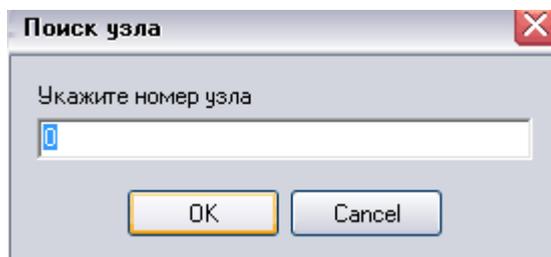


Рисунок 3.10. Поиск узлы на графе сети

Если указанный узел существует в схеме, то он отобразится в центре окна представления графа сети.

4 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАРУЖНЫХ СЕТЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Для более подробного изучения вопроса рекомендуется обратиться к специальной литературе. В данном разделе кратко описываются базовые принципы моделирования сетей, использующиеся в программе Visual Vector. Sewerage. При первом знакомстве с программой этот раздел можно пропустить, поскольку ниже вопросы моделирования сетей в программе будут рассматриваться на конкретных примерах, которые легко проследить при работе с программой.

4.1 Краткое описание математической модели программы

Гидравлическими характеристиками потока сточных вод, использующимися в модели программы Visual Vector. Sewerage, являются расход Q , средняя по сечению скорость потока v , наполнение сечения трубы, гидравлический уклон I , шероховатость стенок трубы. Движение сточных вод в канализационной сети принимается равномерным, безнапорным, установившимся. Поскольку наибольшее распространение получили трубы с круглой формой поперечного сечения, то в программе используются формулы и соотношения для трубопроводов круглого сечения.

Принятая в настоящее время методика расчета канализационных сетей (СНиП 2.04.03-85*. Канализация. Наружные сети и сооружения), позволяет рассчитывать отдельные участки канализационных сетей изолированно друг от друга.

Перед началом подобного расчета формируется список участков сети, причем порядок занесения участка в список определяется двумя условиями:

- очередной участок, вносимый в список, не должен иметь примыкающих участков;
- если участков, удовлетворяющих первому условию, уже нет, то очередным участком, который вносится в список, будет тот, у которого все примыкающие к нему участки уже рассчитаны.

Для каждого «изолированного» участка определяется величина расчетного расхода, по нему протекающему. Это делается следующим образом.

На первом этапе определяется средний расход хозяйственно-бытовых сточных вод на участке. Для участка, не имеющего примыкающих участков, он равен величине сброса начального участка. На прочих участках средний расход хозяйственно-бытовых сточных вод определяется суммированием расходов сброса на всех примыкающих к нему участках. После определения средних расходов хозяйственно-бытового стока на всех участках сети определяются расчетные расходы хозяйственно-бытового стока, которые равны произведению среднего расхода на общий коэффициент неравномерности, определяемый программой автоматически.

На втором этапе определяются расчетные расходы поверхностных сточных вод на участках сети. Расчет расходов поверхностных вод производится на основании СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения», СНиП 23-01-99* «Строительная климатология», а также в полном соответствии с «Рекомендациями по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты» (ФГУП «НИИ ВОДГЕО»). Кроме того, при выполнении расчетов используются результаты исследований и методики, разработанные в СпбГАСУ (Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет).

Расчетные расходы дождевых вод (для наиболее удаленного от площадки благоустройства сечения) определяются по методу предельных интенсивностей:

$$q_r = \frac{z_{mid} \times A^{1.2} \times F}{t^{1.2 \times n - 0.1}},$$

где t - расчетная продолжительность дождя, равная расчетной продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам $t_r = t_{con} + t_{can} + t_p$,

где t_{con} - продолжительность, (мин), поверхностной концентрации стока, t_{can} - продолжительность, (мин), протекания дождевых вод до лотка, t_p - продолжительность, (мин), протекания дождевых вод по трубам до расчетного сечения. Коэффициент покрытия принимается равным средневзвешенному коэффициенту для площади стока: $z_{mid} = \frac{\sum z_i \times F_i}{\sum F_i}$,

где z_i - коэффициент стока для каждого типа поверхности, входящего в состав площади стока F_i .

В соответствии с п. 2.12 СНиП 2.04.03-85 параметр A определяется по формуле:

$$A = q_{20} \times 20^n \times \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^\gamma,$$

где q_{20} - интенсивность дождя продолжительностью 20 минут при $P=1$ на данной территории, n - показатель степени, принимается в соответствии с рекомендациями СНиП 2.04.03-85, период однократного превышения расчетной интенсивности дождя P принимается в соответствии с рекомендациями СНиП 2.04.03-85 (при отсутствии данных для подбора очистных сооружений рекомендуется принимать 0.05 – это соответствует дождю с такой интенсивностью, которая может быть превышена 20 раз в году), m_r - среднее количество дождей за год, γ - показатель степени.

Расчет «изолированного» участка из сформированного описанным выше методом списка осуществляется по формулам равномерного установившегося движения:

$$Q = \omega \cdot v, \tag{4.1}$$

$$I = \frac{\lambda}{4 \cdot R} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}, \tag{4.2}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \lg \left(\frac{\Delta_s}{3.42 \cdot 4 \times R} + \frac{a}{\text{Re}} \right), \tag{4.3}$$

где Q - расчетный расход сточных вод на участке сети, ω - площадь живого сечения, v - средняя по сечению скорость потока, I - гидравлический уклон, λ - коэффициент гидравлического трения, R - гидравлический радиус на расчетном участке, Δ_s - шероховатость внутренней поверхности трубы на участке сети, a - параметр учитывающий особенности материала трубопровода на диссипацию энергии, Re - критерий Рейнольдса для потока жидкости на расчетном участке сети.

Система уравнений (4.1) – (4.3) не является замкнутой, допускает бесконечное множество решений, а потому должна решаться с учетом дополнительных условий и ограничений. Выбор диаметра и уклона трубопровода определяется системой сложных условий, в числе которых:

- диаметр расчетного участка должен быть не меньше минимального, который задается в окне «Свойства модели сети»,

- скорость на участке должна быть не меньше минимальной, которая либо задается в окне «Свойства модели сети», либо рассчитывается программой автоматически, что также указывается в окне Свойства модели сети»,
- скорость на участке должна быть не больше максимальной, которая задается в окне программы «Свойства модели сети»,
- заглубление участка должно быть не меньше минимального в начале и конце расчетного участка,
- минимальный уклон должен быть не менее заданного, минимальный уклон задается в окне программы «Свойства модели сети», а также удовлетворять условию $I < \frac{1}{d}$, где d - расчетный (внутренний) диаметр участка сети.

Если расход на участке меньше минимального участок считается нерасчетным и для него не осуществляется расчет наполнения и скоростей в соответствии с уравнениями (4.1) – (4.3) и, соответственно, выполнение описанных выше условий не является обязательным.

Высотные отметки участка определяются по результатам расчета участка по уравнениям (4.1) – (4.3) с учетом дополнительных условий и ограничений описанных выше. У каждого участка определяется начальный участок – тот, из которого движется сточная жидкость и конечный – тот, куда осуществляется движение стоков.

Глубина заложения начального узла участка определяется следующим образом. В том случае, если участок не имеет примыкающих к нему (выше по течению) участков, его начальная глубина заложения принимается минимальной. Если участок имеет примыкающие к нему участки, то осуществляется сопряжение текущего участка с примыкающими.

Если участок не «зафиксирован», то из всех участков, примыкающих к расчетному, в качестве диктующего при сопряжении выбирается тот, у которого будет наименьшая отметка шельги трубы (наибольшая глубина заложения). Если глубина заложения превысит максимальную (задается в окне программы «Свойства модели сети»), то программа автоматически поставит насосную станцию в узле участка, а начальная глубина будет принята равной минимальной.

В случае, когда участок не может быть сопряжен с участками, рассчитанными ранее – боковыми присоединениями – программа предложит пользователю установить насосные станции, в начале или в конце расчетного участка,.

Для т.н. «фиксированных» участков глубины заложения начальных и конечных узлов принимаются неизменными, заданными пользователем. Соответственно при решении системы уравнений (4.1) – (4.3) заданной является величина I , а значит имеется единственное решение системы этих уравнений. Если «фиксированный» участок не сопрягается с примыкающими к нему (вверх по течению) участками, то об этом будет выдано соответствующие предупреждение.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ В ПРОГРАММЕ

Для проведения расчетов и представления результатов используются команды из разделов главного меню «Расчет», «Результаты» и инструментальной панели «Моделирование» (по умолчанию размещается в левой верхней части главного окна программы). Перед проведением любых расчетов пользователем должна быть построена расчетная схема графа сети с указанием необходимых данных об участках сети и узлах. Далее приводится описание расчетов с указанием необходимых исходных данных и пояснениями относительно интерпретации результатов расчетов.

5.1 Гидравлический расчет проектируемой хозяйственно-бытовой сети канализации

Цель расчета: для заданных сбросов потребителей и при указанных длинах участков, их диаметрах и шероховатостях внутренней поверхности материала, отметках поверхности земли в узлах сети определить уклоны участков сети, наполнения и скорости движения воды на участках сети, а также необходимость устройства насосных станций.

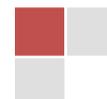
Исходные данные: структура графа сети, диаметры, длины и материалы труб участков, сбросы водопотребителей, отметки поверхности земли в узлах сети.

Результат расчета: потокораспределение в сети, расходы, скорости и уклоны по участкам сети; глубины заложения в узлах сети.

Для проведения расчета используется команда «Расчет», которое соответствует пиктограмма  на инструментальной панели «Моделирование». Если весь необходимый массив исходных данных введен, программа начнет гидравлический расчет и в случае успешного его завершения выведет на экран окно «Ошибки и предупреждения по результатам расчета» (см. рисунок 5.1).

В окне «Ошибки и предупреждения по результатам расчета» приводится информация, поясняющая отдельные результаты расчета, как, например, местоположение насосных станций или перепадов на участках сети, а также информация о следующих возможных ошибках, идентифицированных на отдельных участках сети при проведении расчета:

- Нарушение гидравлического режима,
- Скорость на участке меньше незаиливающей,
- Скорость на участке выше максимальной,
- Уклон участка меньше минимального,
- Участок не сопрягается с сетью, уклон отрицательный.



Номер участка	Ошибки при расчете
3-4	Насосная станция в начале участка.
4-5	В конце участка перепад.
11-7	Участок не сопрягается с сетью, отрицательный уклон.
3-15	Скорость на участка меньше незаиливающей. В конце участка перепад.
4-16	Скорость на участка меньше незаиливающей. Уклон участка меньше минимального.

Рисунок 5.1. Ошибки и предупреждения по результатам расчета

После того, как гидравлический расчет проведен, становятся доступными средства анализа результатов расчета. Информацию о потокораспределении в сети, высотном положении участков, скоростях и наполнениях можно получить с использованием отчета «Результаты расчета по участкам сети», который вызывается командой главного меню программы «Результаты» → «Результаты гидравлического расчета канализационной сети». Общий вид отчета представлен на рисунке 5.2.

Участок	Начало	Конец	Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Скорость, м/с	Материал	Уклон, м.в.с	Труба, начало	Труба, конец	Зеркало, начало	Зеркало, конец	Наполнение
1	2	1	150	196,3	0,41	0,704203	Полимер	0,02	75,549	71,623	75,5762	71,6502	0,17500
2	3	2	150	83,15	0,75	0,717348	Полимер	0,01	71,623	70,543	71,6637	70,5828	0,26500
3	4	3	150	92	1,37	0,713623	Полимер	0,00	75,900	75,164	75,9623	75,2263	0,41499
4	5	4	150	65,15	1,96	0,718190	Полимер	0,00	75,164	74,757	75,2458	74,8394	0,54499
5	5	6	150	20,21	2,53	0,830799	Полимер	0,00	71,331	71,492	71,4206	71,5822	0,59499
6	6	7	150	241,5	1,96	0,853993	Полимер	0,01	71,492	73,907	71,5642	73,9792	0,47499
7	7	8	150	47,1	0,41	0,704203	Полимер	0,02	73,907	74,849	73,9342	74,8762	0,17500
8	6	9	150	54	0,41	0,704203	Полимер	0,02	72,769	73,849	72,7962	73,8762	0,17500
9	10	5	200	15	4,13	0,936298	Полимер	0,00	71,261	71,161	71,3823	71,2623	0,50499
10	7	11	150	73,64	1,07	0,762193	Полимер	0,01	-1,	-1,	-0,9408	-0,9408	0,39499
11	11	12	150	60,28	1,07	0,710799	Полимер	0,01	72,740	72,138	72,7927	72,1899	0,34499
12	12	13	150	60	0,75	0,717348	Полимер	0,01	73,520	72,740	73,5607	72,7807	0,26500
13	13	14	150	75,45	0,41	0,704203	Полимер	0,02	75,030	73,521	75,0563	73,5473	0,17500
14	3	15	150	197,79	0,41	0,491465	Полимер	0,00	74,517	76,099	74,5514	76,1337	0,22500
15	4	16	150	197,79	0,41	0,435618	Полимер	0,00	75,164	76,199	75,2008	76,2367	0,24500

Рисунок 5.2. Окно отчета по участкам сети

Для просмотра отчета используется кнопки «Вперед» и «Назад», для печати на принтере – кнопка «Печать».

Для построения продольных профилей используется специальный модуль «Продольный профиль». Во всех конфигурациях программы по умолчанию используется упрощенная версия модуля, вызываемая с помощью команды «Построить продольный профиль»

инструментального меню «Моделирование», которой соответствует пиктограмма . После нажатия на пиктограмму  программа переходит в режим ожидания указания пользователем двух узлов сети, путь между которыми задает участки, входящие в профиль. Выбор узлов осуществляется щелчком по ним правой кнопки мышки. После выбора узла он изменит свой цвет.

После выбора двух узлов – начального и конечного – программа автоматически построит путь, соединяющий эти узлы. Если протяженность трассы будет велика, программа предложит разбить профиль на несколько участков (рисунок 5.3, 5.4). Окончательно будет построен продольный профиль (рисунок 5.5), на котором приводится информация о высотном положении выбранных участков сети, скоростях, наполнениях и уклонах на них.

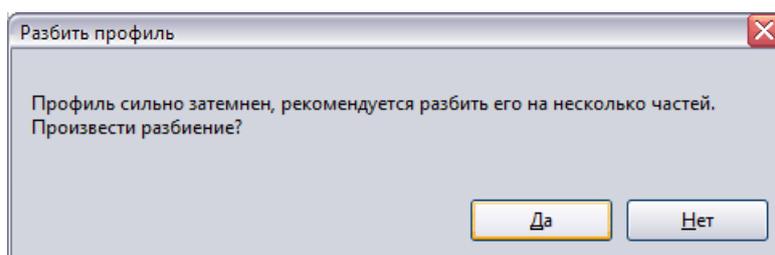


Рисунок 5.3. Окно с предложением о разбиении продольного профиля

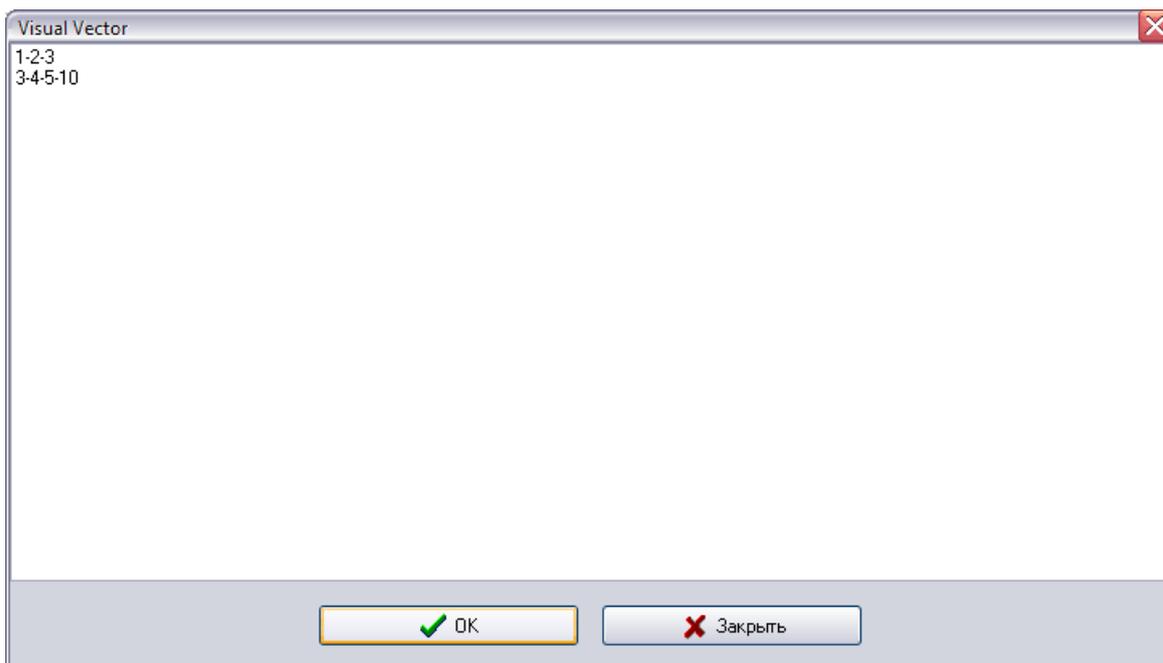


Рисунок 5.4. Окно с отдельными участками в составе профиля

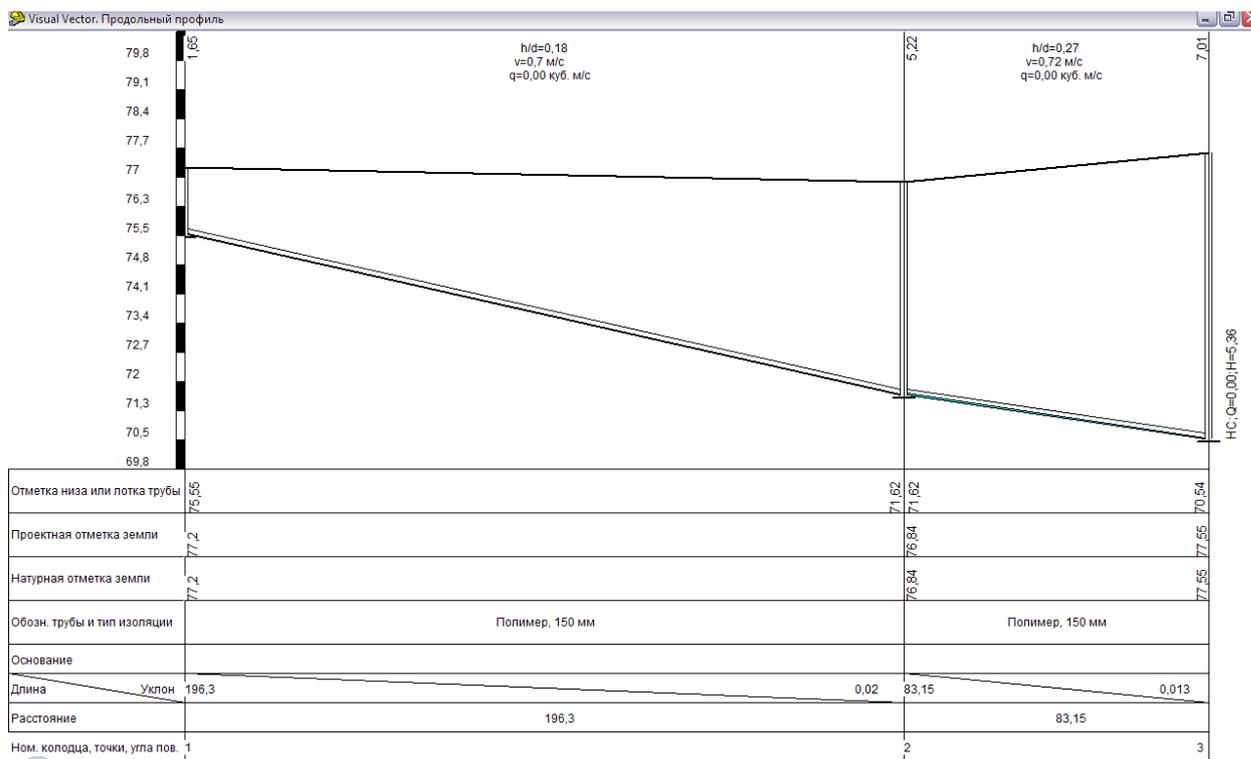


Рисунок 5.5. Результат построения продольного профиля

При анализе результатов расчетов могут быть полезны функции по выделению элементов графа сети.

Для подсветки узлов или участков сети, отвечающих определенным условиям, можно использовать генератор запросов, доступ к которому возможен с помощью команды «Запустить генератор отчетов» инструментальной панели «Моделирование» (пиктограмма ) , либо с использованием команды главного меню программы «Результаты» → «Генератор запросов». После запуска генератора запросов появится окно (рисунок 5.6) с предложением указать критерии выбора узлов и участков сети.

Рисунок 5.6. Окно генератора отчета

Для подсветки участков графа сети необходимо установить переключатель «Подсвечивать на схеме участки, удовлетворяющие описанным ниже условиям» в активное

положение. Напротив каждого условия, которое требуется учитывать при выборе узлов, необходимо установить переключатель в активное положение и откорректировать интервал параметров.

Например, если необходимо подсветить участки сети, величина заглубления которых меняется от 3 до 5 метров, необходимо установить следующие параметры запроса (рисунок 5.6).

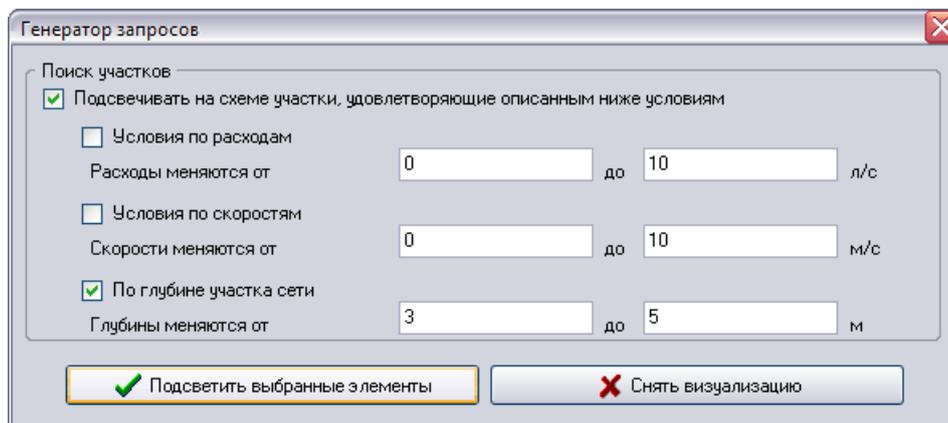


Рисунок 5.6. Настройки окно генератора отчета для выделения участков

После нажатия на кнопку «Подсветить выбранные элементы» окно генератора запросов закроется, а отвечающие критериям поиска участки сети будут выделены. Чтобы снять выделение с участков следует нажать на кнопку «Снять визуализацию». Генератор запросов становится доступным только после проведения гидравлического расчета, а раскраска графа сети сохраняется до повторного расчета (принудительно удалить ее можно нажатием на кнопку «Снять визуализацию»).

Рассмотрим более подробно процедуру расчета новой сети хозяйственно-бытовой канализации в программе Visual Vector. Sewerage.

Пример из файла Exam01. Пусть структура сети описывается графом, представленным на рисунке 5.7. Узел сброса – «10». В каждый узел сети сбрасывается 0.5 л/с сточных вод (средний расход).

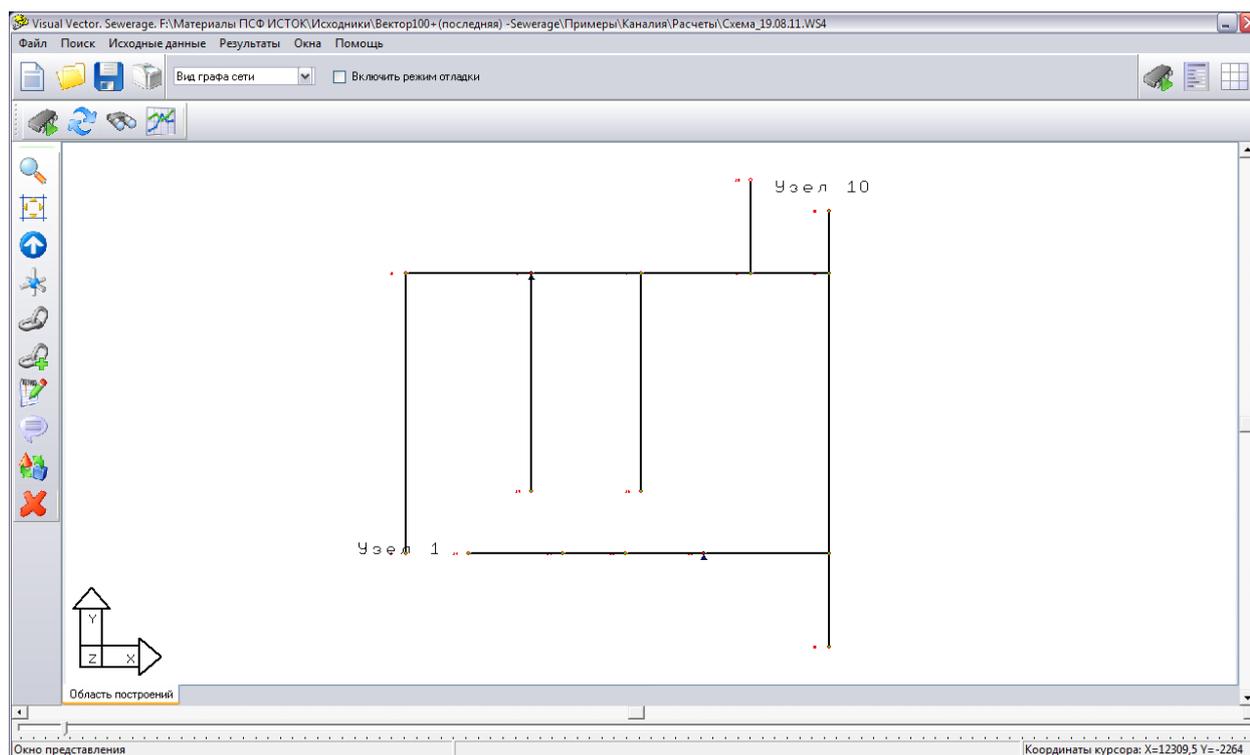


Рисунок 5.7. Граф моделируемой сети

Информация обо всех участках и узлах сети, которая должна быть введена в программу для описания условий проектирования сети, приводится в таблице ниже.

Таблица 5.1. Исходные данные для примера Exam01

Участок	Длина, м	Материал	Отметка земли в начальном узле	Отметка земли в конечном узле
1-2	196.3	Полимер	77.2	76.84
2-3	83.15	Полимер	76.84	77.55
3-4	92	Полимер	77.55	77.40
4-5	65.15	Полимер	77.40	76.70
5-6	20.21	Полимер	76.70	76.45
8-7	47.1	Полимер	76.5	76.75
9-6	54	Полимер	75.5	76.45
5-10	15	Полимер	76.7	76.6
11-7	73.64	Полимер	77.52	76.75
12-11	60.28	Полимер	77.75	77.52
13-12	60	Полимер	76.95	77.75
14-13	75.45	Полимер	76.68	76.95
15-9	197.79	Полимер	77.75	77.55
16-4	197.79	Полимер	77.85	77.4

Для построения расчетной схемы и ввода всех необходимых исходных данных рекомендуется следующая последовательность.

ГРУППА КОМПАНИЙ «КОММУНЖИЛПРОЕКТ»

С помощью команд графического редактора «Установить новый узел», «Установить новые дуги», «Провести полидугу» построить граф моделируемой канализационной сети. С помощью команды «Установить свойства элементов графа» осуществляется ввод данных об участках сети (их длинах и материалах труб), а также об узлах сети (отметках поверхности земли и узловых сбросах). Узловые сбросы для всех узлов, кроме узла №10 и №5 одинаковы и равны 0.5 л/с. Узел №10 – принимающий стоки. Для него указывается значение суммарного сброса ($14 \times 0.5 = 7$) со знаком «-», что обозначает, что стоки поступают в данный узел.

После построения расчетной схемы и ввода исходных данных можно приступить к моделированию сети. Для этого можно использовать следующие команды и инструменты.

Для проведения расчета используется команда «Расчет», которой соответствует пиктограмма  на инструментальной панели «Моделирование». В данном конкретном случае в результате моделирования расчетной схемы программой будут заданы некоторые вопросы, в соответствии с ответами на которые, результаты моделирования будут различаться.

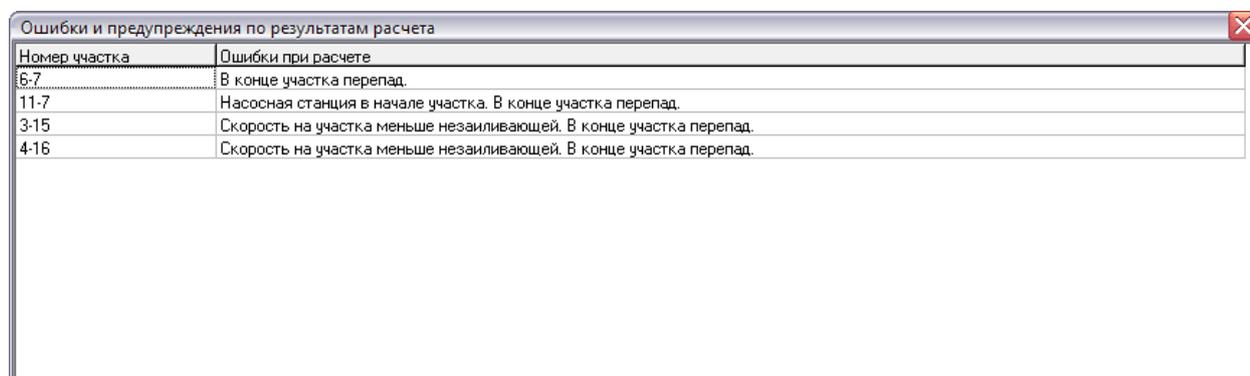
Вопрос 1. Участок 11-7 не сопрягается. Можно поставить в его начале насосную станцию?

Если пользователь согласится, то в узле 11 участка 11-7 программа попытается поставить насосную станцию, а если откажется от данного предложения программы, то последует второй вопрос.

Вопрос 2. Участок 11-7 не сопрягается с магистральным коллектором. Можно заглубиться в конце с возможностью установки насосной станции на коллекторе?

При положительном ответе программа попытается поставить насосную станцию в узле 7, в случае отказа участок 11-7 окажется несопряженным.

Рассмотрим результаты моделирования для случая, когда на вопрос 1 дан положительный ответ. В этом случае по результатам моделирования программа выдаст следующее окно об ошибках и предупреждениях (рисунок 5.8)



Номер участка	Ошибки при расчете
6-7	В конце участка перепад.
11-7	Насосная станция в начале участка. В конце участка перепад.
3-15	Скорость на участка меньше незаиливающей. В конце участка перепад.
4-16	Скорость на участка меньше незаиливающей. В конце участка перепад.

Рисунок 5.8. Ошибки и предупреждения по результатам расчета

На участках 3-15, 4-16 программа не могла подобрать такие диаметры, чтобы обеспечить течение жидкости со скоростями, обеспечивающими незаиливающий режим. Ошибки и предупреждения по результатам расчета генерируются программой с учетом настроечных параметров модели, которые указываются в окне «Свойства модели сети» (рисунок 5.9). Рассмотрим их здесь более подробно.

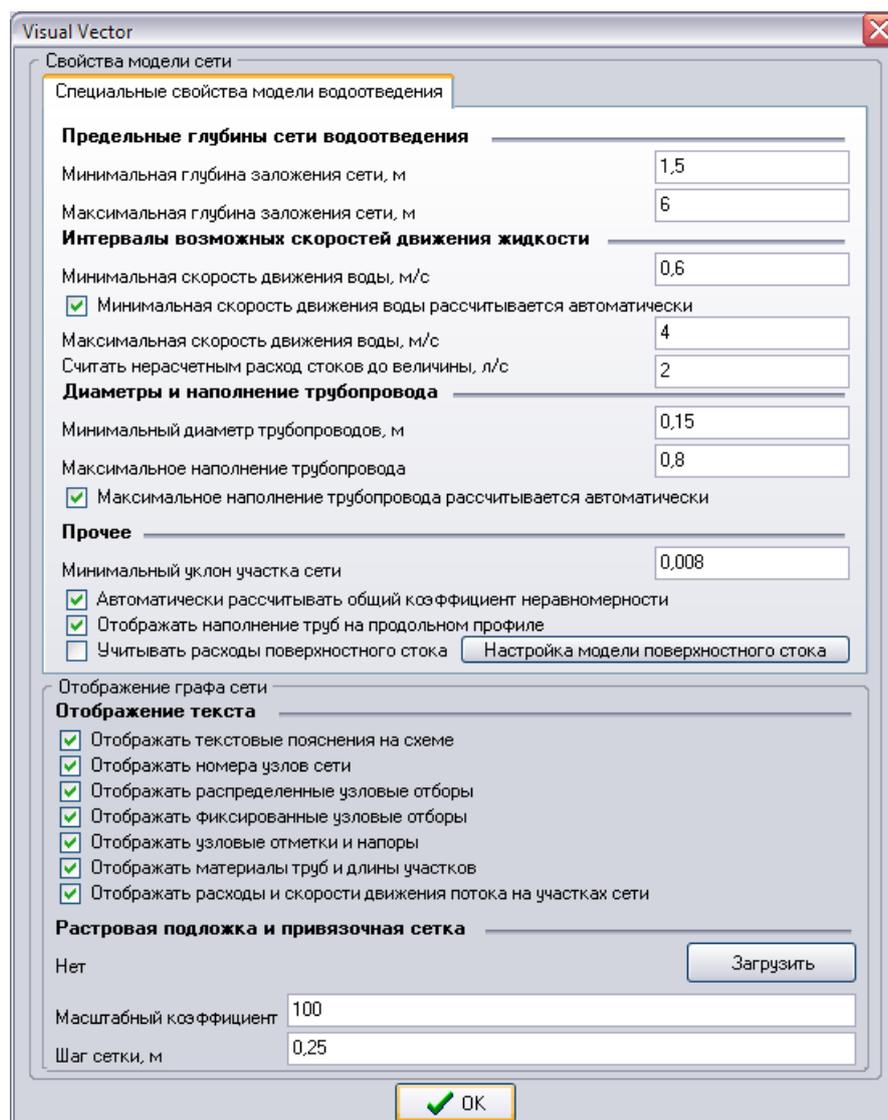


Рисунок 5.9. Свойства модели сети

Параметр **«Минимальная глубина заложения сети»** определяет минимальное расстояние от поверхности земли до верха трубы канализационной сети. Расчетные алгоритмы программы построены таким образом, чтобы на всех участках сети выдержать данное расстояние.

«Максимальная глубина заложения» определяет тот технический предел заложения, ниже которого прокладывать сеть нецелесообразно. При превышении данной величины по трассе программа будет пытаться – если это возможно – установить в ближайшем узле сети насосную станцию. (Если обращаться к рассматриваемому примеру, то по причине превышения глубины заложения на участке 2-3, в узле 3 программа установила насосную станцию)

«Минимальная скорость движения воды» диктует программе граничные условия по варьированию диаметров и уклонов сети с тем, чтобы скорость движения воды в трубах была не меньше указанной «незаиляющей» скорости воды. В случае установленной галочки **«Минимальная скорость движения воды рассчитывается автоматически»** программа

рассчитывает минимальную «незаиливающую» скорость движения воды в трубе заданного диаметра автоматически. На участках «3-15», «4-16» программа не смогла выйти на параметры участков, обеспечивающие «незаиливающих» скоростей. Соответствующая информация была указана в окне «Ошибки и предупреждения по результатам расчета».

«Максимальная скорость движения воды» определяет максимальную скорость, выше которой при движении потока создаются условия для неблагоприятных явлений, связанных с истиранием внутренней поверхности труб. Программа пытается – если это возможно – за счет варьирования диаметров и уклонов трубопроводов выйти на скорости потока, не превышающие максимальные.

«Считать нерасчетным расход стоков до величины». Если расход на участке меньше минимального заданного в окне программы «Свойства модели сети», участок считается нерасчетным и для него не осуществляется расчет наполнения и скоростей. В частности, если задать данную величину больше величины расхода, протекающей по участкам «3-15», «4-16», то программа будет рассматривать данные участки как нерасчетные и не станет контролировать величины скоростей и наполнений на данных участках. Соответственно в окне «Ошибки и предупреждения по результатам расчета» сообщения о несоблюдении «незаиливающих» скоростей на участках выдаваться не будет.

«Минимальный диаметр трубопроводов», «Максимальное наполнение трубопровода», «Минимальный уклон участка». Данные параметры используются программой при расчете отдельных участков сети. Диаметры и уклоны моделируемой сети не могут быть меньше, а наполнения - больше указанных.

«Автоматически рассчитывать общий коэффициент неравномерности». При переходе от средних значений расходов на участках сети к максимальным первые домножаются на общие коэффициенты неравномерности. В случае, если галочка «Автоматически рассчитывать общий коэффициент неравномерности» установлена, программа рассчитывает коэффициент неравномерности в зависимости от среднего расхода по участку сети и при определении расчетного расхода перемножает коэффициент неравномерности на средние расходы. В противном случае коэффициенты неравномерности принимаются равными единице на всех участках и расчетные расходы становятся равными средним.

«Отображать наполнение труб на продольном профиле». При установленной галочке на продольных профилях программа для удобства анализа визуализирует наполнения на отдельных участках трубопровода.

«Учитывать расходы поверхностного стока». Данный параметр используется при моделировании дождевой канализации и рассматривается подробно ниже.

С помощью команды «Построить продольный профиль» инструментального меню «Моделирование», которой соответствует пиктограмма , можно построить продольный профиль в интересующем направлении. В качестве примера ниже приводится результат построения профиля по направлению «14-7» (рисунок 5.10).

С помощью команды «Обнулить результаты расчетов» (пиктограмма  на инструментальной панели Моделирование) можно привести численные параметры сети, полученные в результате моделирования, в исходное состояние: заложения всех участков, их уклоны и наполнения снова становятся неопределенными. После этого можно провести расчет сети заново, при необходимости изменив значения контролируемых параметров в окне «Свойства модели сети». Изменив, например, значение параметра «Считать нерасчетным расход стоков до величины» 100 л/с можно сделать все участки моделируемой сети «нерасчетными». Как изменится продольный профиль по направлению «14-7» в этом случае показано на рисунке 5.11.

С помощью команды «Результаты» → «Результаты гидравлического расчета канализационной сети» можно получить полный отчет по результатам расчета сети с указанием всех необходимых для разработки проектной документации данных по участкам сети: глубинам заложений, диаметрам, уклонам, наполнениям и скоростям движения сточной жидкости (рисунок 5.12). Результаты получены из условия «нерасчетности» всех участков сети: в окне «Свойства модели сети» в качестве нерасчетных расходов на участках сети указана величина в 100 л/с.

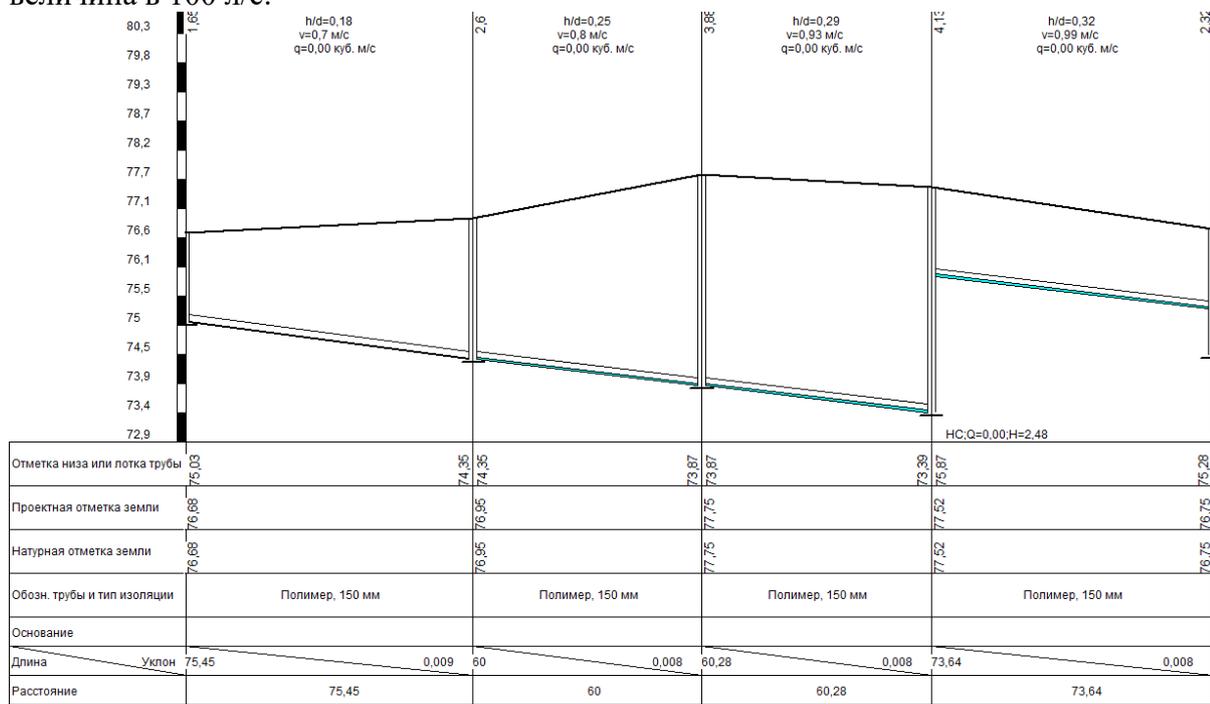


Рисунок 5.10. Продольный профиль моделируемой сети

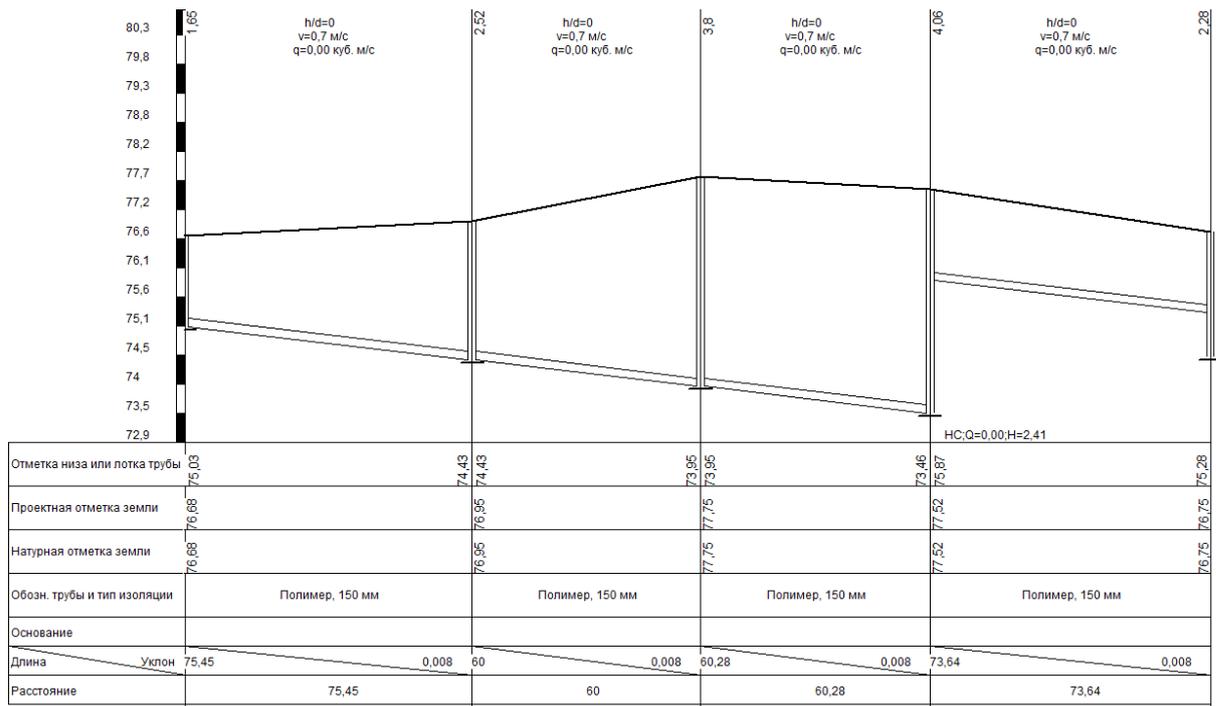


Рисунок 5.11. Продольный профиль моделируемой сети с нерасчетными расходами стоков до 100 л/с

Отчет

Область просмотра

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

Участок	Начало	Конец	Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Скорость, м/с	Материал	Уклон	Труба, начало	Труба, конец	Зеркало, начало	Зеркало, конец	Наполнение
1	2	1	150	196,3	0,41	0,699999	Полимер	0,00800	75,549	73,979	75,55	73,9796	0
2	3	2	150	83,15	0,75	0,699999	Полимер	0,00800	73,979	73,314	73,9796	73,3144	0
3	4	3	150	92	1,37	0,699999	Полимер	0,00800	73,314	72,578	73,3144	72,5784	0
4	5	4	150	65,15	1,96	0,699999	Полимер	0,00800	72,578	72,057	72,5784	72,0572	0
5	5	6	150	20,21	2,53	0,699999	Полимер	0,00800	72,379	72,541	72,3795	72,5412	0
6	6	7	150	241,5	1,96	0,699999	Полимер	0,00800	72,541	74,473	72,5412	74,4732	0
7	7	8	150	47,1	0,41	0,699999	Полимер	0,00800	74,473	74,849	74,4732	74,85	0
8	6	9	150	54	0,41	0,699999	Полимер	0,00800	73,417	73,849	73,418	73,85	0
9	10	5	150	15	4,13	0,699999	Полимер	0,00800	72,057	71,937	72,0572	71,9372	0
10	7	11	150	73,64	1,37	0,699999	Полимер	0,00800	75,869	75,280	75,87	75,2809	0
11	11	12	150	60,28	1,07	0,699999	Полимер	0,00800	73,946	73,464	73,9464	73,4642	0
12	12	13	150	60	0,75	0,699999	Полимер	0,00800	74,426	73,946	74,4264	73,9464	0
13	13	14	150	75,45	0,41	0,699999	Полимер	0,00800	75,030	74,426	75,03	74,4264	0
14	3	15	150	197,79	0,41	0,699999	Полимер	0,00800	74,517	76,099	74,5177	76,1	0
15	4	16	150	197,79	0,41	0,699999	Полимер	0,00800	74,617	76,199	74,6177	76,2	0

Рисунок 5.12. Отчет о результатах гидравлического расчета сети с нерасчетными расходами стоков до 100 л/с

5.2 Поверочный расчет существующей сети канализации

Цель расчета: произвести расчет существующей канализационной сети с целью выявления «узких мест»: ненормативных скоростей, наполнений и уклонов.

Исходные данные: структура графа сети, диаметры, длины и материалы труб участков, сбросы водопотребителей, отметки поверхности земли в узлах сети.

Результат расчета: потокораспределение в сети, расходы, скорости и уклоны по участкам сети;

Возможности программы для расчета существующих сетей продемонстрируем на примере из файла Exam02.

Методика построения графа сети и ввода исходных данных не отличается от описанной выше за исключением следующего нюанса. При моделировании «новой», проектируемой сети информация вводится только для узлов сети, для участков сети задаются лишь их длины и диаметры в первом приближении, материалы. Для случая моделирования существующей сети необходимо задать также отметки лотков начальных и конечных участков сети и поставить галочку «Фиксировать участок».

Рисунок 5.13. Фиксация параметров участка в окне «Свойства участка»

В этом случае программа не сопрягает отдельные участки сети, в качестве расчетных уклонов принимает уклоны, заданные пользователем, т.е. рассчитывает систему по факту. В результате такого расчета могут быть получены предупреждения программы о недопустимых уклонах и скоростях на участках сети.

5.3 Расчет закрытой водоотводящей сети ливневой канализации

Цель расчета: для заданных параметров модели дождя и при указанных длинах участков, их диаметрах и шероховатостях внутренней поверхности материала, отметках поверхности земли в узлах сети определить расчетные расходы дождевых вод в сети, уклоны участков сети, наполнения и скорости движения воды на участках сети, а также необходимость устройства насосных станций.

Исходные данные: структура графа сети, диаметры, длины и материалы труб участков, площади стока, параметры модели дождя, отметки поверхности земли в узлах сети.

Результат расчета: потокораспределение в сети, расходы, скорости и уклоны по участкам сети, глубины заложения в узлах сети.

Принципиальное отличие расчета сетей ливневой канализации от хозяйственно-бытовой заключается в механизме определения расчетных расходов на отдельных участках сети. Для определения расчетных расходов на участках ливневой сети канализации используется метод предельных интенсивностей. Причем в программе реализован также механизм одновременного учета как хозяйственно-бытовых, так и ливневых сточных вод, что позволяет использовать ее для моделирования полураздельных и общесплавных систем.

Для того, чтобы программа учла расходы от поверхностного стока необходимо поставить галочку «Учитывать расходы поверхностного стока» в окне «Свойства модели сети».

Также необходимо настроить модель дождя, для этого следует нажать на кнопку «Настройка модели поверхностного стока» в окне «Свойства модели сети» (см. рисунок 5.14).

Параметры модели дождя	
Параметр А	188,156234741211
Интенсивность дождя q20, л/с на га	55
Среднее количество дождей за год	120
Показатель степени gamma	1,33000004291534
Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, лет	0,5
Показатель степени n	0,479999989271164
Параметры формирования стока	
Коэффициент покрова	0,319999992847443
Время концентрации стока, мин	5
Время движения стока до закрытой сети, мин	10

Рисунок 5.14. Окно настройки модели поверхностного стока

Параметры модели дождя для данной местности принимаются в соответствии со справочными данными СНиП 2.04.03-85* «Канализация. Наружные сети и сооружения». Период однократного превышения расчетной интенсивности P задается для всех участков сети одновременно и, если в свойствах конкретного участка (см. рисунок 5.15) в поле «Величина P ,

лет» выставлено пустое значение, программа автоматически принимает его равным тому, которое указано в «Окне настройки модели поверхностного стока». Если в поле «Величина Р, лет» выставлено не пустое значение, то именно оно и будет использоваться при определении расхода от расчетного дождя на данном участке.

Площадь стока, примыкающая к конкретному участку, также указывается в свойствах участка (рисунок 5.15). Общая площадь стока, расход от которого протекает по участку определяется программой автоматически суммированием площадью стока, примыкающей к данному участку, и площадей стоков участков, расположенных выше по течению от расчетного.

Свойства участка	
Номер участка	1
Идентификатор в базе данных	10
Начальный узел	1
Конечный узел	2
Диаметр участка сети, мм	150
Длина участка сети, м	200
Материал труб / сопротивление	Керамика
<input checked="" type="checkbox"/> Фиксировать участок	
Кoeffициент неравномерности	1
Площадь стока, га	1
Величина Р, лет	0,5

Buttons:

Рисунок 5.15. Окно свойств участка с сети с заполнением информации, необходимой для расчета поверхностного стока

Замечание 1. Для определения направления движения стока по сети необходимо задать два «фиктивных» узловых расхода: один – в любом узле сети, другой – в узле стока канализационной сети. Значения этих «фиктивных» расходов должны быть равны по абсолютному значению, расход в узле стока должен иметь знак минус. Абсолютные значения этих расходов следует принимать минимальными, например, равными 0.01 л/с.

Результаты расчета для данных примера из файла exam03 представлены в виде полученного программой профиля на рисунке 5.16

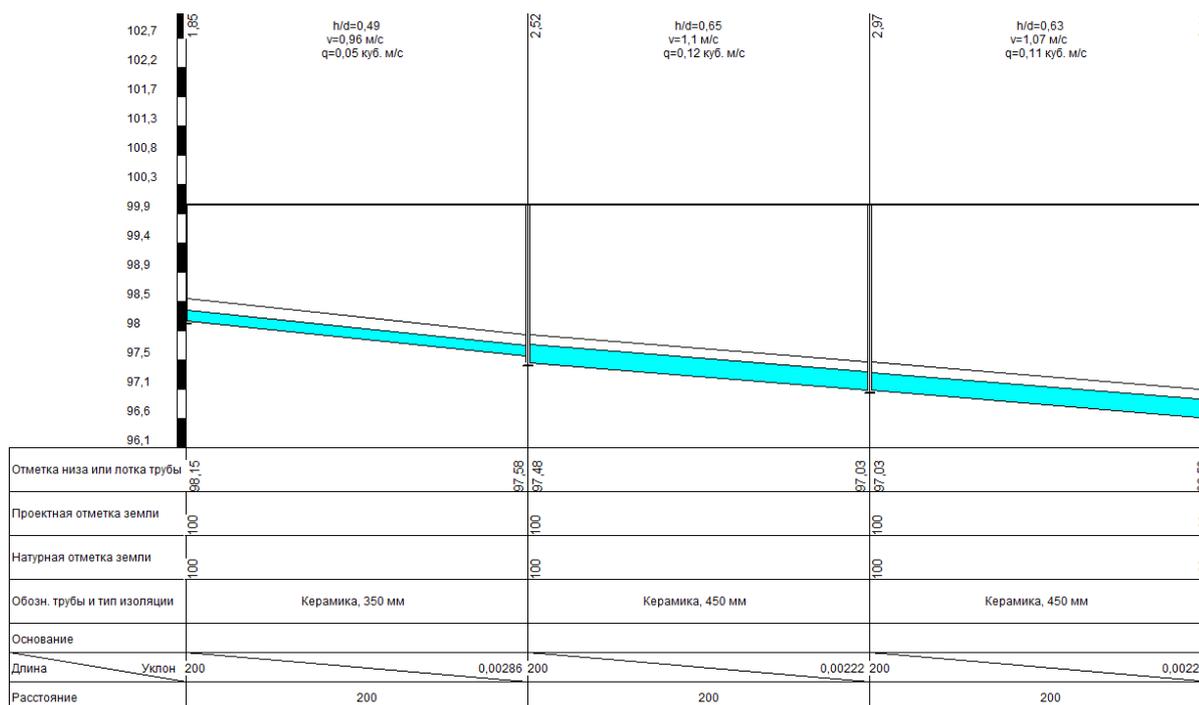


Рисунок 5.16. Продольный профиль сети

5.4 Расчет главного коллектора общесплавной сети канализации

Цель расчета: для заданных узловых сбросов хозяйственно-бытовых сточных вод, параметров модели дождя и при указанных длинах участков, их диаметрах и шероховатостях внутренней поверхности материала, для заданных отметок поверхности земли в узлах сети определить расчетные расходы смеси хозяйственно-бытовых и дождевых сточных вод в сети, уклоны участков сети, наполнения и скорости движения воды на участках сети, а также необходимость устройства насосных станций.

Исходные данные: структура графа сети, диаметры, длины и материалы труб участков, сбросы водопотребителей, отметки поверхности земли в узлах сети, площади стоков и параметры модели дождя.

Результат расчета: потокораспределение в сети, расходы, скорости и уклоны по участкам сети, глубины в узлах сети.

Принципиальное отличие данного вида расчета от описанного выше в разделе 5.4 заключается в следующих обстоятельствах.

Во-первых, наряду с учетом поверхностных сточных вод при проведении данного типа расчета учитываются и хозяйственно-бытовые. Для этого как это было описано в разделах 5.1, 5.2 в узлах сети задается информация о величинах сброса в сеть хозяйственно-бытовых сточных вод. Общий расход сточных вод на отдельном расчетном участке определяется суммированием хозяйственно-бытового и ливневого стоков.

Во-вторых, в условиях общесплавной системы параметр однократного переполнения сети P будет различаться для отдельных участков сети. В примере из файла exam04 для участков уличной сети принимается $P=0.5$, а для сборного коллектора за первым же ливнесбросом (предполагается, что ливнесбросы расположены в узлах 1 и 3) значение P принимается равным 0.05, что позволяет

имитировать разделение стока на две части: условно-чистого, сбрасываемого через ливнесбросы без очистки и предельного с $P=0.05$, представляющего собой наиболее загрязненную часть стока, который должен быть вместе с хозяйственно-бытовыми сточными водами отведен на очистку.

Аналогичным образом могут быть моделированы полураздельные системы канализации.

