

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

С. Р. Горобцов, В. Г. Сальников, А. М. Астапов

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ В CIVIL 3D

Утверждено редакционно-издательским советом университета в качестве
практикума для обучающихся по специальностям
21.05.01 Прикладная геодезия, специализация «Инженерная геодезия»,
21.05.04 Горное дело, специализация «Маркшейдерское дело»

Новосибирск
СГУГиТ
2021

УДК 528.2:004:528.9

Г70

Рецензенты: кандидат технических наук, директор ООО «СИБДОРПРОЕКТ»

И. В. Щербаков

кандидат технических наук, доцент, СГУГиТ *Н. М. Рябова*

Горобцов, С. Р.

Г70 Автоматизированное проектирование технологических трубопроводов в Civil 3D [Текст] : практикум / С. Р. Горобцов, В. Г. Сальников, А. М. Астапов. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – 106 с.
ISBN 978-5-907513-19-8

Практикум подготовлен на кафедре инженерной геодезии и маркшейдерского дела СГУГиТ кандидатом технических наук, доцентом С. Р. Горобцовым, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой В. Г. Сальниковым и ассистентом А. М. Астаповым.

Настоящий практикум включает в себя темы, практические задания и методические рекомендации по выполнению лабораторных работ в программном комплексе Civil 3D компании Autodesk. Одной из важных особенностей САПР Civil 3D является возможность интерактивного проектирования технологических трубопроводных сетей, а также возможность проверки проекта и глубины заложения создаваемой трубопроводной сети.

Практикум «Автоматизированное проектирование технологических трубопроводов в Civil 3D» предназначен для обучающихся по специальностям 21.05.01 Прикладная геодезия, специализация «Инженерная геодезия», 21.05.04 Горное дело, специализация «Маркшейдерское дело». Практикум может быть полезен для обучающихся других курсов и специальностей, изучающих САПР Autodesk Civil 3D, а также для специалистов, занимающихся проектированием технологических трубопроводных сетей.

Рекомендовано к изданию кафедрой инженерной геодезии и маркшейдерского дела, Ученым советом Института геодезии и менеджмента СГУГиТ.

Ответственный редактор: доктор технических наук,
профессор СГУГиТ *Г. А. Уставич*

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

528.2:004:528.9

ISBN 978-5-907513-19-8

© СГУГиТ, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторная работа № 1. Проектирование самотечных трубопроводных сетей	5
Лабораторная работа № 2. Проектирование напорных трубопроводных сетей	35
Лабораторная работа № 3. Отображение и создание меток трубопроводных сетей	60
Лабораторная работа № 4. Проектирование внешнего трубопровода	85
Заключение	104
Библиографический список	105

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий практикум включает темы лабораторных работ, краткое изложение теоретического материала и методические рекомендации по решению задач по проектированию технологических трубопроводных сетей в соответствии с рабочим планом учебной дисциплины «Системы автоматизированного проектирования в прикладной геодезии» и дисциплины «Системы автоматизированного проектирования в маркшейдерии».

Целью данного практикума является изучение обучающимся программного продукта Civil 3D при обработке геодезических данных. Данная программа представляет собой современную систему автоматизированного проектирования для камеральной обработки результатов наземных и спутниковых геодезических измерений.

Одной из важных особенностей САПР Civil 3D является возможность интерактивного проектирования технологических трубопроводных сетей, а также возможность проверки проекта и глубины заложения создаваемой трубопроводной сети.

Для успешного освоения материалов практикума и выполнения лабораторных работ обучающимся предлагаются исходные данные в виде цифровых планов, а также справочные материалы в электронном виде.

Для самоконтроля полученных знаний сформулирован целый ряд вопросов по каждой теме лабораторной работы.

Данный практикум составлен с применением методических материалов Эрика Чэпела (Autodesk Inc.) [4] и Олега Коновалова (ТОО «Склад информационных технологий»).

Лабораторная работа № 1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ САМОТЕЧНЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Цель работы: освоить методику проектирования самотечных трубопроводных сетей с помощью программы Autodesk Civil 3D.

Задачи работы

1. Изучить теоретические сведения.
2. Создать самотечную трубопроводную сеть из объектов.
3. Создать самотечную трубопроводную сеть по компоновке.
4. Вычертить трубопроводную сеть на виде профиля.
5. Отредактировать трубопроводную сеть с использованием ручек.
6. Отредактировать трубопроводную сеть с использованием инструментов редактирования.
7. Отредактировать трубопроводную сеть с использованием свойств.
8. Отредактировать трубопроводную сеть с использованием команды вида трубопроводной сети.
9. Выполнить дополнительные задания.
10. Ответить на вопросы для самоконтроля.

Перечень обеспечивающих средств

1. Персональные компьютеры (ПК).
2. Программное обеспечение Autodesk Civil 3D.
3. Справка по Autodesk Civil 3D.
4. Цифровые чертежи, расположенные в папке с исходными данными:
 - Creating Pipe Networks From Objects.dwg;
 - Creating Pipe Networks by Layout.dwg;
 - Drawing Pipe Networks in Profile View.dwg;
 - Editing Pipe Networks Using Grips.dwg;
 - Editing Pipe Networks Using Editing Tools.dwg;
 - Editing Pipe Networks Using Properties.dwg;

- Editing Pipe Networks Using the Pipe Network Vistas.dwg;
 - Pipe Networks Beyond.dwg.
5. Учебно-методическая литература [1–6].

Общие теоретические сведения

Подробная информация о самотечных трубопроводных сетях

Процесс проектирования трубопроводных сетей в Civil 3D разделен на два типа: проектирование самотечных трубопроводных сетей и проектирование напорных водопроводных сетей. Требования по производительности для этих двух типов систем разные, поэтому методики их проектирования и строительства также различны. В данной лабораторной работе мы начнем с проектирования самотечных трубопроводных сетей.

Для правильного проектирования самотечных трубопроводных сетей необходимо соблюдать следующие основные требования:

- трубопроводы должны иметь уклон, достаточный для того, чтобы вода двигалась по ним естественным образом, то есть самотеком;
- трубопроводы должны иметь достаточно большое поперечное сечение для пропуска ожидаемого количества воды;
- трубопроводы должны быть размещены достаточно глубоко под землей, чтобы избежать повреждений от воздействия низких температур или при проведении каких-либо работ на площадке;
- глубина заложения трубопроводов не должна быть слишком большой, так как это существенно повышает стоимость их сооружения;
- трубопроводы должны быть оборудованы колодцами, обеспечивающими доступ к ним людей для проведения технического обслуживания и ремонта;
- для целей регулирования ливневого водоотвода необходимо предусмотреть колодцы, обеспечивающие сток дождевой воды с поверхности грунта в трубопроводы.

Эти требования относятся к двум основным типам компонентов проектного решения самотечных трубопроводных сетей: колодцам и трубам. В данной лабораторной работе описываются и сами компоненты, и их вза-

имодействие друг с другом с точки зрения представления в процессе проектирования трубопроводных сетей Civil 3D.

Подробная информация о колодцах

Колодцы обеспечивают доступ к трубам, расположенным под землей. Доступ может быть организован для людей или для дождевой воды, которая проникает с поверхности грунта. Для обозначения такой воды существует специальный термин – «сток», или «сточные воды». При проектировании регулирования ливневого водоотвода колодцы, обозначаемые термином «водоприемник» или альтернативным термином «водосбор», размещаются на проектируемой площадке в тех местах, которые являются наилучшими для сбора сточных вод. Обычно сточная вода через решетку попадает в бетонную камеру или колодец, а затем через трубу к месту назначения. Для других типов трубопроводов смотровые колодцы и люки для чистки располагаются с заранее определенными интервалами с целью обеспечения технического обслуживания трубопроводов. Смотровые колодцы также используются для создания поворотного колена, когда одна труба входит в проектируемый колодец с одного направления, а другая труба выходит из этого колодца в другом направлении.

В любом случае, размещение описанных выше колодцев является неотъемлемой частью процесса проектирования трубопроводных сетей и требует особого внимания.

Подробная информация о трубах

Трубы используются для безопасного перемещения воды в заранее определенный пункт назначения. Для ливневых трубопроводов собираемые сточные воды проходят один или несколько видов обработки непосредственно на месте сбора, а затем отправляются в ближайшую реку, ручей или канал. Если рассматривать санитарную канализацию, то путь может оказаться намного длиннее – присоединение к местному канализационному магистральному каналу, потом слияние с некоторым количеством постоянно укрупняющихся канализационных магистралей до тех пор, пока сточные воды не попадут в очистные сооружения. В отдельных случаях длина такого пути может составлять несколько километров.

В этих системах движение воды зависит от силы тяжести или гравитации. Поэтому некоторая часть работы проектировщика будет заключаться в том, чтобы учитывать гравитацию и прокладывать трубы соответствующим образом, обеспечивая движение воды под действием силы тяжести. Это может показаться простой задачей на первый взгляд, но, когда вы начнете учитывать другие проектные требования, дело может существенно усложниться. Например, кроме всего прочего, необходимо обеспечить прокладку труб таким образом, чтобы они находились на определенной глубине. Другая задача проектирования состоит в том, чтобы назначить достаточно большое поперечное сечение труб для пропуска ожидаемого количества воды. Но этой частью проектирования обычно занимается дипломированный инженер-гидравлик или опытный, специально подготовленный проектировщик.

Обзор трубопроводной сети

Civil 3D позволяет создавать объекты, представляющие колодцы и трубы, а кроме того, устанавливает взаимосвязи не только между колодцами и трубами, но и с другими важными элементами проекта, такими как поверхности, трассы, профили и виды профилей. Трубы, колодцы и относящиеся к ним взаимосвязи обозначены термином *трубопроводная сеть*. На рис. 1.1 план нескольких труб и колодцев показан слева, и те же самые трубы и колодцы изображены на виде профиля в правом верхнем окне, а трехмерный вид трубопроводной сети показан в нижнем правом окне.

Каждый компонент трубопроводной сети отображен в окне **Навигатор**. Здесь вы можете щелкнуть правой кнопкой мыши по любому компоненту, чтобы получить доступ к контекстному меню, содержащему разнообразные команды для выбранного компонента. Также можно воспользоваться представлением элемента в нижней части окна **Навигатор** для редактирования информации о каждом компоненте. На рис. 1.2 показано представление трубопроводной сети в окне **Навигатор**.

Форма, размеры и поведение компонента трубопроводной сети определяются тем элементом, который представляет данный компонент. Элементы объединяются в список элементов, представляющий собой в некотором роде библиотеку, из которой вы можете выбирать элементы для разнообразных компонентов проектируемой трубопроводной сети.

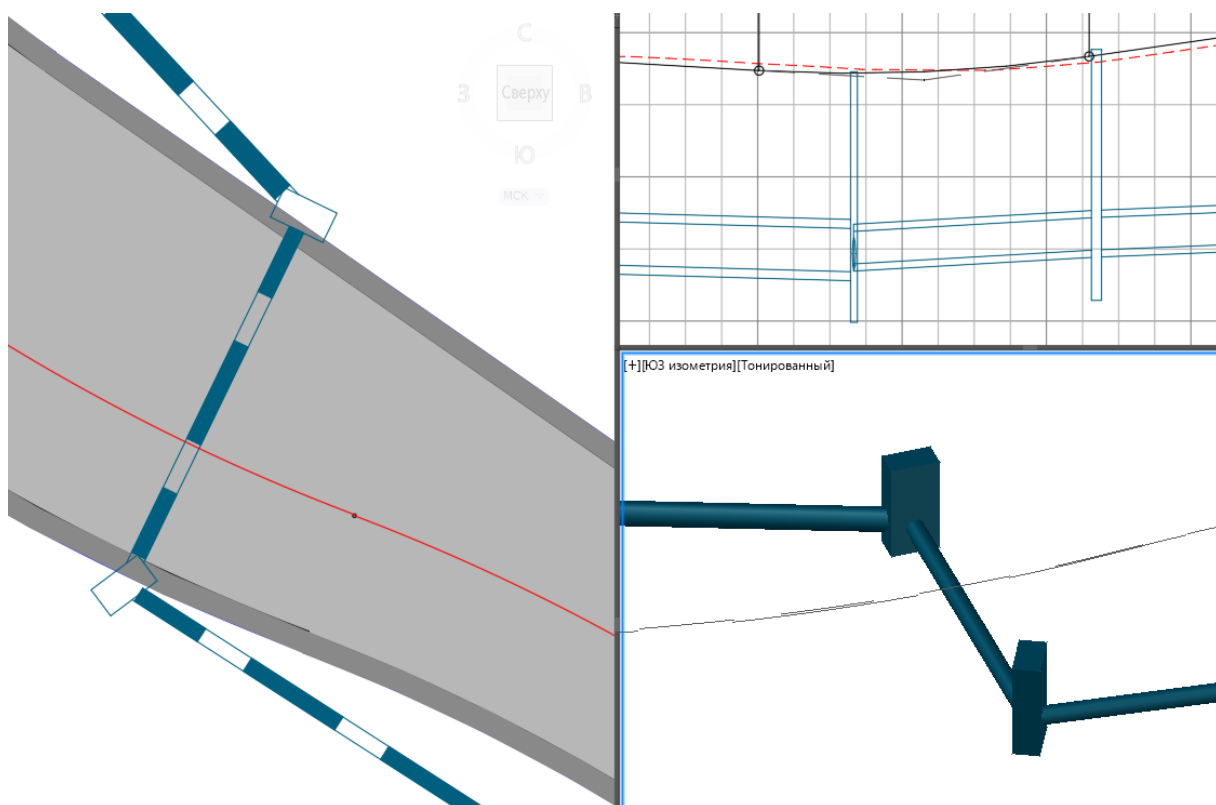


Рис. 1.1. Трубопроводная сеть, показанная на плане (слева), на виде профиля (справа сверху) и в трехмерном виде (справа внизу)

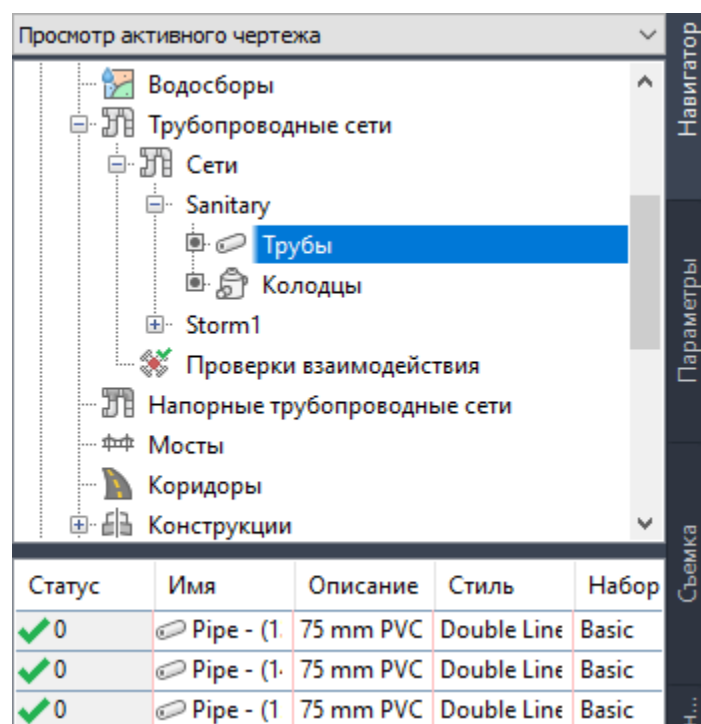


Рис. 1.2. Трубопроводная сеть, показанная в окне **Навигатор**

Форма, размеры и поведение компонента трубопроводной сети определяются тем элементом, который представляет данный компонент. Элементы объединяются в список элементов, представляющий собой в некотором роде библиотеку, из которой вы можете выбирать элементы для разнообразных компонентов проектируемой трубопроводной сети. Большинство проектных организаций составляют несколько собственных списков элементов, каждый из которых содержит элементы для определенного типа системы: ливневая канализация, сантехническая канализация или водопровод. Списки элементов могут быть сохранены в файле шаблона, чтобы при создании любого нового чертежа на основе этого шаблона списки оставались доступными. На рис. 1.3 показан пример самого простого списка элементов, который может быть использован при проектировании ливневой канализации.

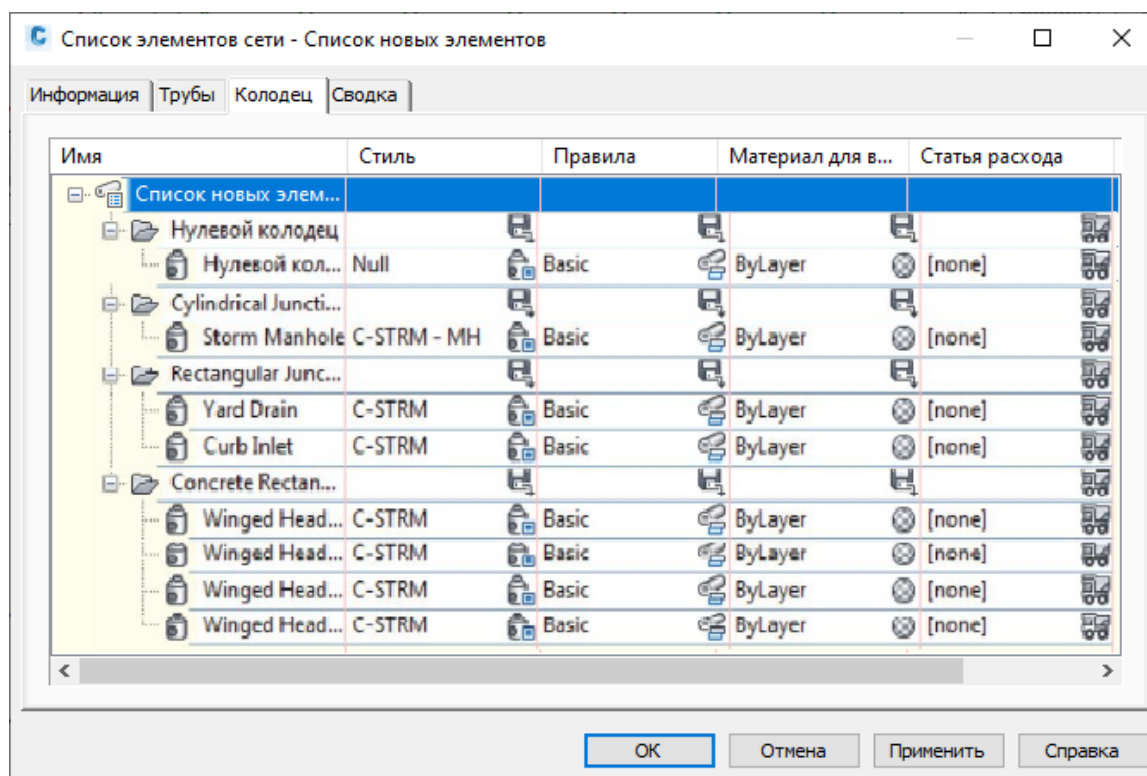


Рис. 1.3. Список элементов, организованный для проектирования ливневой канализации

Методика выполнения работы

Запуск программы

1. Запустите программу **Civil 3D**. Для этого выберите в меню **Пуск/Программы/Autodesk Civil 3D** или дважды щелкните левой клавишей мыши по значку данной программы  на рабочем столе.

Создание самотечных трубопроводных сетей

Самотечные трубопроводные сети могут быть созданы двумя основными способами. Первый способ – создание трубопроводной сети из одного или нескольких объектов, уже построенных на чертеже, таких как, например, линии, дуги или ломаные. При этом все трубы и конструкции создаются сразу одновременно. Другой способ состоит в поочередном создании труб и конструкций. Второй способ называют созданием трубопроводной сети по компоновке.

Создание трубопроводной сети из объектов

Иногда проще начать с применения команд AutoCAD для черновой схемы проектируемой трубопроводной сети с использованием простейших объектов. Этот способ достаточно удобен, поскольку Civil 3D предоставляет команду, выполняющую преобразование этих простейших объектов в трубопроводные сети: **Создание трубопроводной сети из объекта**. Эта команда может создавать трубопроводные сети из трасс Civil 3D, а также из характерных линий. Единственным недостатком данного способа является то, что одни и те же элементы используются для труб и для колодцев на протяжении всей сети.

Для создания трубопроводной сети из объекта на чертеже выполните дальнейшие пошаговые инструкции.

2. Откройте файл чертежа с именем *Creating Pipe Networks From Objects.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

Примечание. Перед началом выполнения этого задания проверьте и убедитесь в том, что для чертежа установлен белый цвет фона. Изменить цвет фона вы можете во вкладке **Экран** меню **Параметры**.

3. В левом окне увеличьте изображение в начале трассы *Jordan Court* в северной части чертежа. Обратите внимание на толстую зеленую ломаную линию (характерную линию), помеченную как SAN, которая в первом приближении представляет место расположения нового сантехнического канализационного трубопровода.

4. В ленте интерфейса на вкладке **Главная** выберите **Трубопроводная сеть** , затем **Создать трубопроводную сеть из объекта** . Далее щелкните по зеленой ломаной линии с меткой SAN. После этого должны появиться несколько черных стрелок, указывающих на юг. Эти стрелки обозначают предполагаемое направление движения потока в трубах.

5. Нажмите клавишу **Enter**, чтобы принять предложенное направление движения потока.

6. В диалоговом окне **Создание трубопроводной сети из объекта** установите следующие параметры (рис. 1.4):

- для параметра **Имя сети** введите имя с вашей фамилией (например «*Сантехническая сеть Иванов*»);

- для параметра **Список элементов сети** выберите значение *Sanitary Sewer* (Сантехническая канализация);

- для параметра **Имя поверхности** выберите значение *Road FG*. Эта поверхность будет использоваться для автоматического назначения отметок высот верхнего края конструкций;

- для параметра **Имя трассы** выберите значение *Jordan Court*. Ссылаясь на трассу, вы сможете определять места расположения труб и конструкций с помощью значений пикетов и смещений;

- установите галочку для параметра **Стереть существующий объект**; Остальные параметры оставьте по умолчанию.

Нажмите **ОК**.

На месте существующей ломаной создается новая трубопроводная сеть.

7. В нижнем правом окне увеличьте изображение одного из смотровых люков. В окне плана эти объекты выглядят предельно упрощенно, но здесь вы можете отчетливо видеть, что это действительно трехмерный колодец и примыкающие к нему трубы (рис. 1.5).

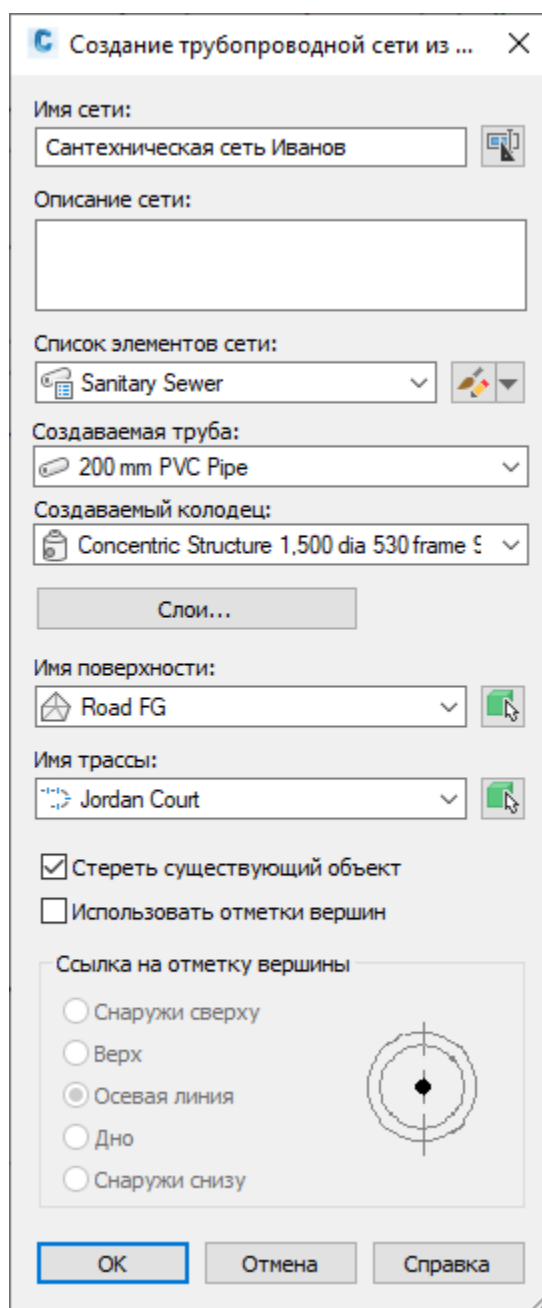


Рис. 1.4. Параметры при создании напорной трубопроводной сети на основе объекта

8. В левом окне переместитесь по чертежу в южном направлении, пока не увидите *Madison Lane*. Обратите внимание на зеленую ломаную линию, начинающуюся от *Madison Lane* около пикета 0+080 и заканчивающуюся на *Jordan Court* около пикета 0+660.

9. В ленте интерфейса на вкладке **Главная** выберите **Трубопроводная сеть** , затем **Создать трубопроводную сеть из объекта** .

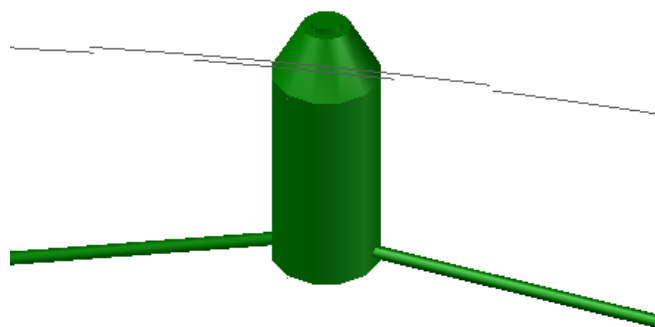


Рис. 1.5. Трехмерное изображение объекта «труба» и объекта «колодец»

10. Щелкните по зеленой ломаной около *Madison Lane*. После этого должны появиться несколько черных стрелок, указывающих на юг. Эти стрелки обозначают предполагаемое направление движения потока в трубах.

12. Нажмите клавишу **Enter**, чтобы принять предложенное направление движения потока, указываемое черными стрелками.

13. В диалоговом окне **Создание трубопроводной сети из объекта** установите следующие параметры:

- для параметра **Имя сети** введите имя с вашей фамилией (например «*Сантехническая сеть 2 Иванов*»);
 - для параметра **Список элементов сети** выберите значение *Sanitary Sewer* (Сантехническая канализация);
 - для параметра **Имя поверхности** выберите значение *Road FG*;
 - для параметра **Имя трассы** выберите значение *Madison Lane*;
 - установите галочку для параметра **Стереть существующий объект**;
- Остальные параметры оставьте по умолчанию.

Нажмите **ОК**.

14. Повторите выполнение инструкций 9–12 для последней ломаной линии, которая начинается в тупике *Madison Lane*. В этот раз в качестве имени сети используйте «*Сантехническая сеть 3 Иванов*». Теперь все предварительно построенные ломаные линии преобразованы в трубы и колодцы сантехнической канализации.

15. В нижнем правом окне увеличивайте изображение и перемещайтесь, чтобы внимательно рассмотреть все трубы и колодцы в трехмерном

представлении. Обратите внимание на то, что одна из труб вдоль трассы *Madison Lane* расположена намного ниже остальных. Это решение будет объяснено позже в этой лабораторной работе.

Создание трубопроводной сети по компоновке

Если предварительная схема проектируемого трубопровода отсутствует или необходима вся полнота управления проектным решением, то лучше обратиться к созданию трубопроводной сети по компоновке. Этот способ осуществляется с помощью команды **Инструменты компоновки сети**. После запуска этой команды и ввода некоторой информации о трубопроводной сети вы увидите панель **Инструменты компоновки сети** (рис. 1.6). Она похожа на панели инструментов, которые вы уже использовали ранее для других случаев проектирования по компоновке, например для создания трасс или профилей по компоновке.

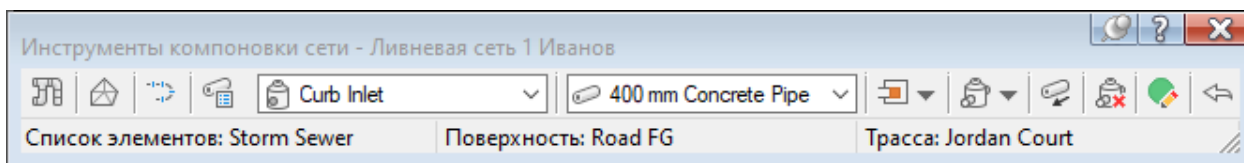


Рис. 1.6. Вид панели **Инструменты компоновки сети** после выбора колодца и трубы

В панели **Инструменты компоновки сети** вы можете выбирать трубы и колодцы из списка элементов, а затем использовать команды этой панели для вставки выбранных элементов на чертеже. Элементы можно изменять в любое время и применять разнообразные их типы и размеры. При построении труб и колодцев специальные значки около курсора сообщают вам о сопряжении одного элемента с другим. Например, на рис. 1.7 показана труба, вычерченная между двумя водоприемниками. Значок желтого цвета сообщает о том, что труба будет соединена с водоприемником, когда пользователь выполнит щелчок кнопкой мыши.

Рассмотрим процесс создания трубопроводной сети по компоновке.



Рис. 1.7. Значок, информирующий о соединении между трубой и колодцем

16. Откройте файл чертежа с именем *Creating Pipe Networks by Layout.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

На этом чертеже красные окружности обозначают места расположения водоприемников. Если вы внимательно посмотрите на размещение этих водоприемников, то заметите, что некоторые из них находятся в точках с низкими отметками высоты, что отображено в метках трассы. Для предотвращения чрезмерной нагрузки (переполнения) водоприемников, размещенных на низких отметках, между колодцами, расположенными высоко, и колодцами в самых низких местах предусмотрены дополнительные водоприемники с целью сбора некоторого количества сточных вод. Ниже на рис. 1.8 показано размещение водоприемников на учебном чертеже.

17. В ленте интерфейса на вкладке **Главная** выберите **Трубопроводная сеть** , затем **Инструменты создания трубопроводных сетей** .

18. В диалоговом окне **Создание трубопроводной сети** укажите следующие параметры:

- для параметра **Имя сети** введите имя с вашей фамилией (например «*Ливневая сеть I Иванов*»);
- для параметра **Список элементов сети** выберите значение *Storm Sewer* (Ливневая канализация);

- для параметра **Имя поверхности** выберите значение *Road FG*;
 - для параметра **Имя трассы** выберите *Jordan Court*;
- Нажмите **ОК**.

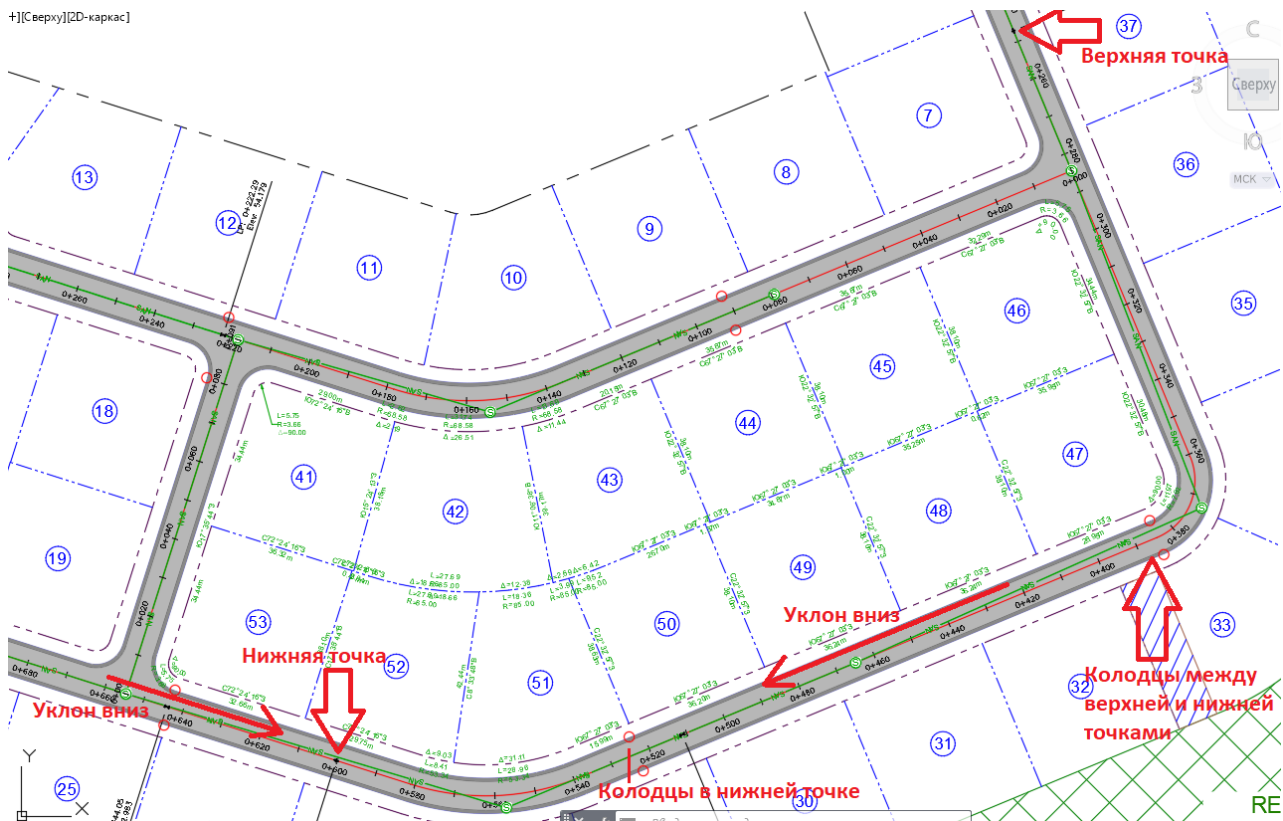


Рис. 1.8. Размещение водоприемников

19. Вам предлагается указать точку вставки колодца. В левом окне увеличьте изображение в области красных окружностей на *Jordan Court* около пикета 0+170. В панели **Инструменты компоновки сети** выполните следующие операции (см. рис. 1.6):

- чтобы выбрать колодец, в первом выпадающем списке щелкните по пункту *Rectangular Junction Structure NF (SI)* (Прямоугольный стыковой колодец), в ней выберите *Curb Inlet* (Придорожный колодец);
- для выбора трубы во втором спускающемся списке щелкните по пункту *Concrete Pipe SI* (Бетонная труба), затем выберите *400m*.

20. Щелкните правой кнопкой мыши по значку **Привязка курсора к опорным точкам**  в правой нижней части экрана, затем щелкните по

команде **Параметры объектной привязки**. Откроется окно **Режимы рисования**.

21. На вкладке **Объектная привязка** диалогового окна **Режимы рисования** выполните следующие операции:

- установите флажок для параметра **Объектная привязка Вкл (F3)**;
- щелкните по кнопке **Очистить все**;
- выберите пункт **Центр**;
- нажмите **ОК**.

Примечание. Установленные таким образом параметры позволят применять привязку центра объекта каждый раз, когда вы щелкаете по какой-либо точке на чертеже. Это поможет вам немного быстрее выполнить несколько следующих пошаговых инструкций.

22. Щелкните по центру красной окружности, расположенной к востоку от пикета 0+170.

23. Щелкните по центру красной окружности, расположенной к западу от пикета 0+170.

24. Перемещайтесь по чертежу в северном направлении до тех пор, пока не увидите две красные окружности между пикетами 0+060 и 0+080. Щелкните по окружности, расположенной к югу от дороги.

25. В панели **Инструменты компоновки сети** выберите трубу *Concrete Pipe (SI)* (Бетонная труба), в ней выберите *450mm Concrete Pipe* (Бетонная труба 450 мм).

26. Щелкните по центру красной окружности, расположенной к северу между пикетами 0+060 и 0+080 (через дорогу).

27. В панели **Инструменты компоновки сети** выполните следующие операции:

- выберите колодец *Cylindrical Junction Structure NF (SI)* (Цилиндрический соединительный колодец), в ней выберите *Storm Manhole* (Ливневый смотровой колодец);
- выберите трубу *Concrete Pipe (SI)* (Бетонная труба), в ней выберите *600mm Concrete Pipe* (Бетонная труба 600 мм).

Примечание. Каждый раз при создании трубы и колодца вы можете щелкнуть в нижнем правом окне, чтобы увидеть, как система компонуется

в трехмерном виде. После этого снова щелкните в окне плана, чтобы вернуться к выполнению пошаговых инструкций.

28. Щелкните по красной окружности, расположенной в западном углу участка *Common Area*.

29. Далее в панели **Инструменты компоновки сети** выберите колодец *Concrete Rectangular Winged Headwall (SI)* (Бетонный прямоугольный оголовок ускоренного водовыпуска), в нем выберите *Winged Headwall for 600mm Pipe* (Ускоренный водовыпуск для 600 мм трубы).

15. Щелкните по красной окружности, расположенной с противоположной стороны *Emerson Road*.

16. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы завершить выполнение команды. Вы создали ливневую канализационную трубопроводную сеть, отводящую воду в месте пересечения трассы *Emerson Road* (рис. 1.9).

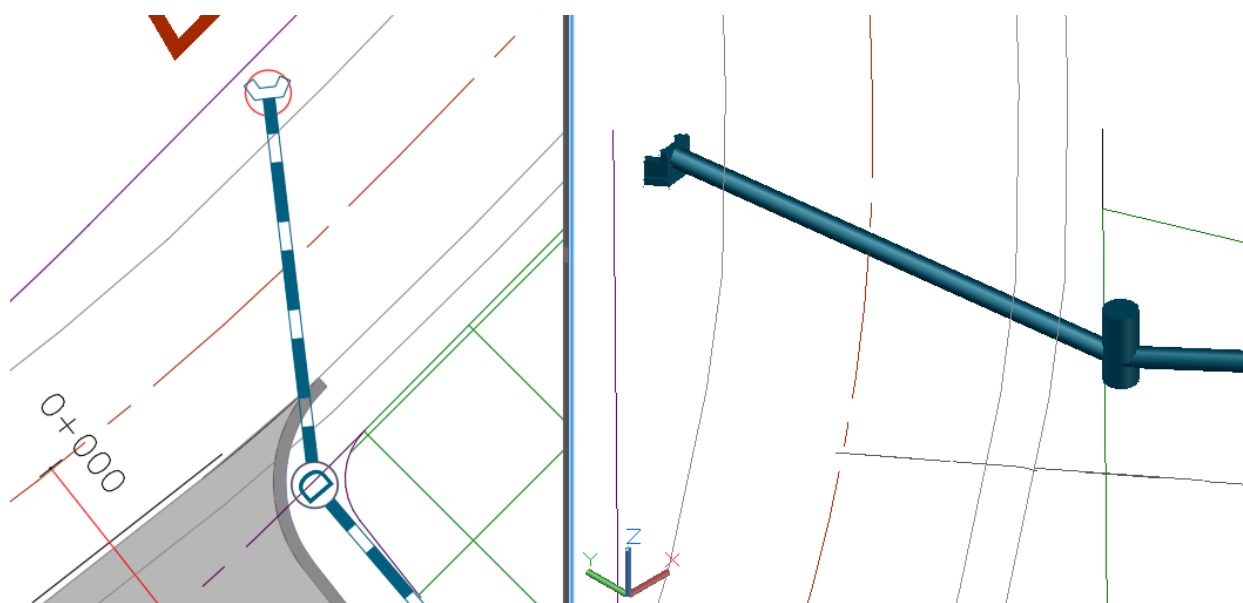


Рис. 1.9. Часть только что созданной ливневой трубопроводной сети

Вычерчивание трубопроводной сети на виде профиля

Изучение трубопроводной сети, включенной в вид профиля, очень важно для выполнения точного проектирования. Глубины, уклоны и отметки высот подземной системы трубопроводов не менее важны, чем горизонтальное местоположение каждого объекта на плане. Civil 3D позволяет

представлять трубопроводную сеть в виде профиля, что является наилучшим способом просмотра и изменения всех деталей проектирования трубопроводной сети в вертикальной проекции.

Команда **Вычертить элементы на профиле**  позволяет вычертить всю сеть или отдельные ее части на виде профиля. После завершения построения сети на профиле трубы и колодцы, показанные на виде профиля, отображаются и на плане. Любое изменение или дополнение в данной трубопроводной сети сразу становится видимым в обоих видах.

Рассмотрим процесс вычерчивания трубопроводной сети на виде профиля.

17. Откройте файл чертежа с именем *Drawing Pipe Networks in Profile View.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

18. В левом окне выделите новый (проектируемый) ливневый смотровой колодец (он помечен буквой D) около западного угла участка *Common Area*, затем в ленте интерфейса, в активной вкладке **Трубопроводные сети** щелкните по команде **Вычертить элементы на профиле** .

19. В верхнем правом окне щелкните по одной из линий сетки вида профиля *Jordan Court*. Теперь смотровой колодец отображается в этом виде профиля.

20. Нажмите **Esc**, чтобы отменить выделение смотрового колодца, затем щелкните по трубе, присоединяющейся к нему с юго-восточного направления.

21. В ленте интерфейса щелкните по команде **Вычертить элементы на профиле** , затем щелкните по сетке в виде профиля *Jordan Court*.

22. Повторите выполнение инструкций 18–19 для водоприемника, расположенного к северу от пикета 0+073.28.

23. Повторите выполнение инструкций 18–19 для трубы, слева от пикета 0+080.

24. Повторите выполнение инструкций 18–19 для водоприемника, расположенного к западу от пикета 0+170. После этого на виде профиля вычерчены две трубы и три колодца (рис. 1.10).

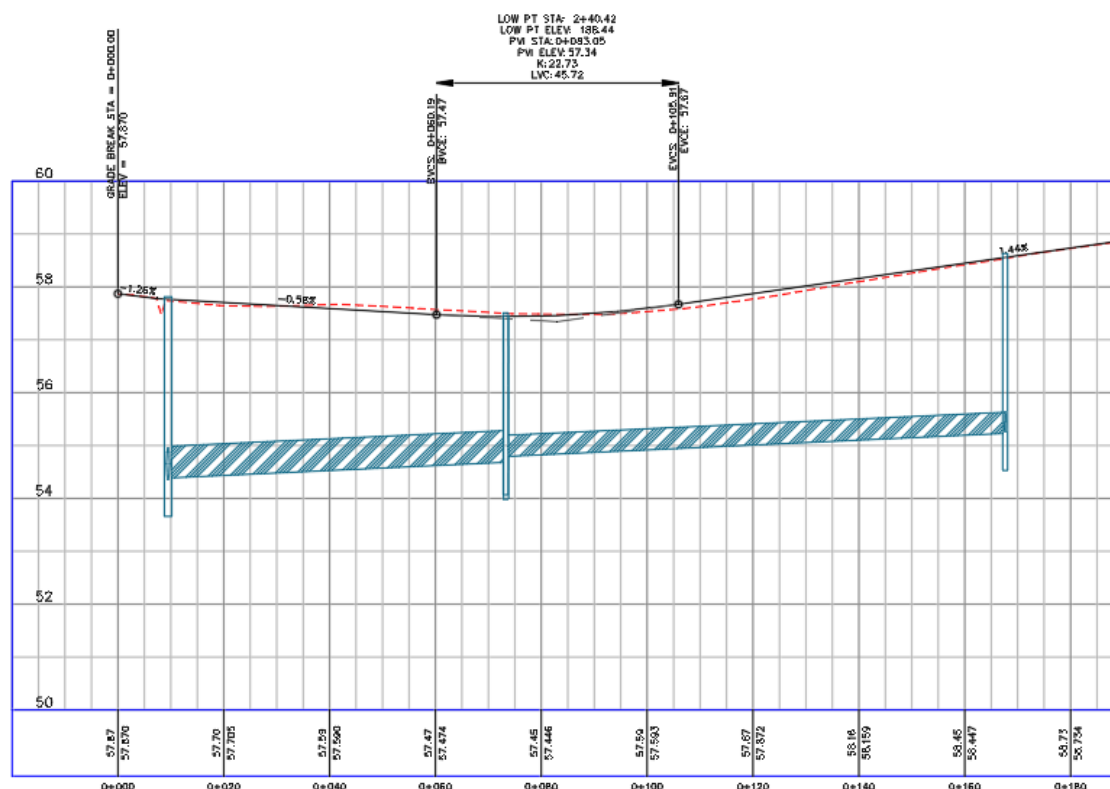


Рис. 1.10. Две трубы и три колодца, построенные на виде профиля

Редактирование самотечных трубопроводных сетей

Нетрудно догадаться, что инструменты для редактирования трубопроводных сетей более многочисленны, чем инструменты для их создания. Это одна из причин, по которой рекомендуется следующий способ проектирования трубопроводов: сначала создать черновой вариант компоновки, а затем использовать инструменты редактирования для доработки и улучшения проекта. Вы скоро сами убедитесь в том, что Civil 3D предоставляет множество вариантов для выполнения редактирования трубопроводных сетей. В этом упражнении описываются четыре группы методов редактирования трубопроводных сетей: ручки, инструменты редактирования, свойства и команда **Виды трубопроводной сети**.

Редактирование трубопроводных сетей с использованием ручек

Ручки представляют собой очень удобный инструмент для быстрого и простого выполнения операций графического редактирования. Civil 3D предлагает следующие специальные ручки для труб и колодцев.

Колодец – квадратная ручка – план. Эта ручка изменяет место расположения колодца без его поворота. При перемещении колодца концы всех труб, связанных с ним, также перемещаются соответствующим образом.

Колодец – круглая ручка – план. Эта ручка поворачивает колодец без изменения его места расположения.

Колодец – треугольная ручка вершиной вверх – вид профиля. Эта ручка изменяет отметку высоты верхнего края колодца. При изменении верхнего края колодца следует быть особенно внимательным, потому что в зависимости от его свойств программа может автоматически совместить верхний край колодца с поверхностью.

Колодец – треугольная ручка вершиной вниз – вид профиля. Эта ручка изменяет отметку высоты (внутреннее дно) колодца. Эту отметку высоты нельзя размещать выше дна внутренней поверхности самой нижней входящей трубы.

Середина трубы – треугольная ручка – план. Эта ручка используется для изменения диаметра трубы. Перетаскивание ее в направлении от оси трубы увеличивает диаметр, а перетаскивание в направлении к оси трубы уменьшает диаметр. Эту ручку можно применять в сочетании с командой AutoCAD **Динамический ввод** для просмотра диаметра или даже для ввода его значения.

Середина трубы – квадратная ручка – план. Эта ручка перемещает трубу в новое место без изменения ее угла или ее уклона.

Конец трубы – квадратная ручка – план. Эта ручка перемещает данный конец трубы в новое место, при этом другой конец трубы не изменяет своего местоположения. В виде профиля соответствующим образом корректируется текущая отметка высоты данного конца трубы.

Конец трубы – треугольная ручка – план. Эта ручка изменяет длину трубы, сохраняя неизменными угол прокладки трубы и место расположения ее противоположного конца.

Ручки на конце трубы – вид профиля. Эти ручки изменяют отметку высоты трубы в рассматриваемой конечной точке. Верхняя ромбическая ручка устанавливает отметку высоты гребня (верх внутренней поверхности трубы). Нижняя ромбическая ручка устанавливает отметку высоты дна или

линию потока (низ внутренней поверхности трубы). Треугольная ручка определяет отметку высоты осевой линии трубы. Эти ручки можно применять в сочетании с командой AutoCAD **Динамический ввод** для просмотра отметок высоты или даже для ввода их значений. Перечисленные выше ручки не изменяют горизонтального положения рассматриваемого конца трубы.

Середина трубы – квадратная ручка – вид профиля. Эта ручка изменяет отметку высоты трубы без изменения ее уклона. Это изменение никак не влияет на расположение данной трубы на плане.

Следует особо отметить, что при изменении места расположения конечной точки трубы в плане колодец, связанный с этой трубой, не перемещается вместе с ней. Для стыковки колодца с концом трубы необходимо выполнить отдельную операцию перемещения колодца. Если не обновить положение колодца, то в дальнейшем труба может автоматически вернуться в начальное положение, стыкуясь с колодцем.

Чтобы использовать ручки для редактирования труб и колодцев на чертеже, выполните дальнейшие пошаговые инструкции.

25. Откройте файл чертежа с именем *Editing Pipe Networks Using Grips.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

26. В окне плане слева увеличьте изображение на водоприемниках, расположенных на пикете 0+170.

27. Щелкните по обоим водоприемникам, чтобы выделить их, затем щелкните по круглой ручке восточного водоприемника.

28. Щелкните по квадратной ручке западного водоприемника. После этого будет выполняться поворот восточного водоприемника для его согласования с западным водоприемником, которое, в свою очередь, согласовывается с восточным водоприемником по верхнему краю колодца.

Примечание. Инструкцию 28 будет проще выполнить, если нажать клавишу **F3** для активации функции привязки объектов.

29. Увеличьте изображение трубы на пикете 0+170 и выделите ее. Щелкните по треугольной ручке в середине выделенной трубы.

30. Перетащите эту ручку от трубы и щелкните, когда в поле динамического ввода текста появится значение 0.450. Или можно просто ввести

в этом поле значение 0.45, как показано на рис. 1.11. После этого диаметр трубы увеличится до 450 мм.

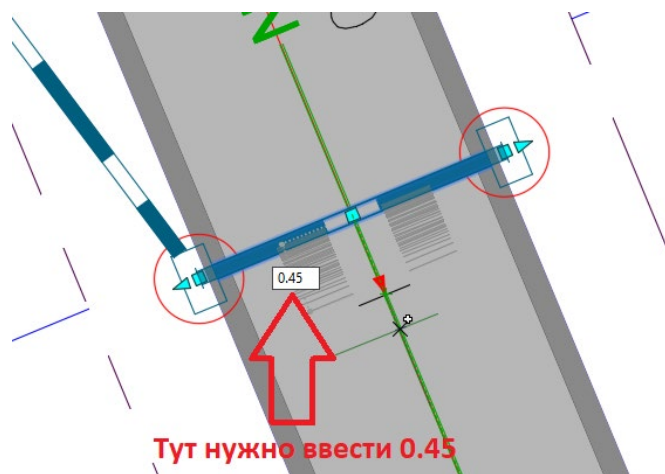


Рис. 1.11. Использование панели динамического ввода для определения значения диаметра трубы

31. В нижнем правом окне увеличьте изображение смотрового колодца, расположенного около западного угла участка *Common Area*. Щелкните по этому смотровому колодцу, затем по квадратной ручке в его центре.

32. Если значок **Привязка курсора к опорным точкам**  показывает, что функция отключена, то щелкните по значку, чтобы активировать привязку объектов.

33. Щелкните по центру красной окружности, находящейся к западу от смотрового колодца. Если смотреть внимательно, то можно заметить, что положение смотрового колодца в виде профиля немного изменилось.

34. Теперь щелкните в верхнем правом окне, затем в виде профиля *Jordan Court* щелкните по самой левой трубе.

35. Щелкните по нижней ромбовидной ручке на левом конце трубы, затем увеличьте изображение так, чтобы можно было видеть размер в панели динамического просмотра и поле ввода текста. В текстовом поле введите значение 54.864 и нажмите **Enter**.

36. Щелкните по самому левому колодцу в виде профиля *Jordan Court*.

37. Щелкните по треугольной ручке на дне колодца и перетаскивайте ее вверх до тех пор, пока не появится запрещающий знак – перечеркнутая

окружность красного цвета (или просто пунктирная красная линия) (рис. 1.12). Пока этот знак остается видимым, щелкните левой кнопкой мыши. Отметка высоты отстойника колодца немного поднимется, но Civil 3D не позволит отстойнику для воды разместиться выше самой нижней трубы, примыкающей к данному колодцу.

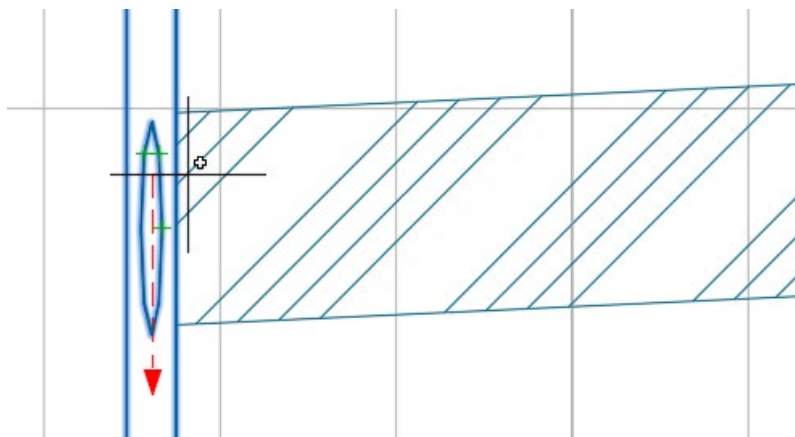


Рис. 1.12. Редактирование отметки высоты отстойника колодца с помощью ручки

Редактирование трубопроводных сетей с использованием инструментов редактирования

Еще одним способом редактирования трубопроводных сетей является использование панели **Инструменты компоновки сети**, то есть той же самой панели, с которой вы уже работали при создании трубопроводной сети. Чтобы активировать панель в режиме редактирования, а не в режиме создания, необходимо воспользоваться командой **Редактировать трубопроводную сеть** .

В дополнение к панели **Инструменты компоновки сети** в ленте интерфейса и в контекстном меню предлагается еще несколько команд, расширяющих возможности проектировщика. Эти команды кратко описаны ниже.

Переставить элемент . Эта команда вызывает текущий список элементов и позволяет выбрать элемент, чтобы заменить его любым элементом из текущего списка.

Отсоединить элемент . Эта команда отсоединяет трубу от колодца, позволяя присоединить ее к другому элементу или перемещать независимо от прочих элементов.

Присоединить элемент . Эта команда соединяет трубу с колодцем для восстановления динамического поведения соединенных элементов.

Разделить сеть . Эта команда разделяет сеть на две независимые сети.

Объединить сети . Эта команда объединяет две и более сети в единую сеть.

Рассмотрим использование команды ленты и панель **Инструменты компоновки сети** для редактирования трубопроводной сети на чертеже.

38. Откройте файл чертежа с именем *Editing Pipe Networks Using Editing Tools.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

39. На чертеже щелкните по любой ливневой трубе или по любому колодцу, затем в ленте щелкните по команде **Редактировать трубопроводную сеть** . После этого откроется панель **Инструменты компоновки сети**.

40. В панели **Инструменты компоновки сети** выполните следующие операции:

- выберите колодец *Cylindrical Junction Structure NF (SI)* (Цилиндрический соединительный колодец), в нем выберите *Storm Manhole* (Ливневый смотровой колодец);

- щелкните по маленькому черному треугольнику , чтобы раскрыть содержимое кнопки, расположенной справа от спускающегося списка труб. Выберите параметр **Только колодцы**.

41. Если значок **Привязка курсора к опорным точкам** показывает, что функция отключена, то щелкните по значку , чтобы активировать привязку объектов.

42. В окне плана или в окне трехмерного представления щелкните около средней точки трубы, начинающейся примерно под пикетом 0+080 и заканчивающейся на пикете 0+170. В этом месте вставляется новый смотровой колодец.

43. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы завершить текущую команду. Щелкните по только что созданному колодцу, затем щелкните по квадратной ручке в его центре.

44. Выполните привязку к центру красной окружности, расположенной около пикета 0+110 трассы *Jordan Court*.

45. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить предыдущее выделение. В окне плана щелкните по трубе, примыкающей к новому смотровому колодцу с юга. В ленте щелкните по команде **Переставить элемент** .

46. В диалоговом окне **Переставить размеры элемента** щелкните по элементу *Concrete Pipe SI* (Бетонная труба), в нем выберите *450mm Concrete Pipe* (Бетонная труба 450 мм), затем нажмите **ОК**.

47. Повторите выполнение инструкций 45–46 для трубы, выходящей из нового смотрового колодца на север. Вы вставили новый смотровой колодец и изменили размеры труб, соединенных с этим колодцем (рис. 1.13).



Рис. 1.13. Вновь созданный смотровой колодец и соединенные с ним трубы измененного размера

48. Закройте панель **Инструменты компоновки сети** и нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить предыдущее выделение. Щелкните по одной из труб санитарической канализации на чертеже, затем в ленте интерфейса щелкните по команде **Объединить сети** .

50. В первом диалоговом окне щелкните по имени *Sanitary-2*, затем щелкните по кнопке **ОК**. Здесь вы выбираете сеть, которая будет объеди-

нена с другой сетью. После завершения процесса объединения сеть с именем **Sanitary-2** перестанет существовать.

51. Во втором диалоговом окне щелкните по имени **Sanitary**, затем щелкните по кнопке **ОК**. Здесь вы выбираете сеть, к которой должна присоединиться сеть **Sanitary-2**.

52. В окне **Навигатор** раскройте заголовок **Трубопроводные сети** , затем **Сети**. Обратите внимание на то, что сети **Sanitary-2** больше нет в списке.

53. Повторите выполнение инструкций 48-51, но в этот раз в первом диалоговом окне выберите имя сети **Sanitary-3**. Все сантехнические канализационные сети были объединены в одну, следовательно, в окне **Навигатор** теперь отображается только одна сантехническая канализационная сеть.

Редактирование трубопроводных сетей с использованием свойств

Много значений, которые требуют изменения при редактировании труб и колодцев, можно найти в их свойствах. Есть два способа доступа к свойствам трубы или колодца: метод Civil 3D и метод AutoCAD. При использовании методики Civil 3D вы выделяете трубу или колодец, затем в ленте щелкаете по команде **Свойства трубы**  или **Свойства колодца**  соответственно. Этот способ предоставляет обширную информацию о трубе или колодце, и почти все эти данные можно редактировать, чтобы изменить проект. Единственным недостатком этого способа является то, что требуется запуск команды **Свойства трубы**  или **Свойства колодца**  отдельно для каждой трубы или колодца, который вы намерены редактировать.

Применяя метод AutoCAD, вы выделяете трубу или колодец, затем выбираете команду **Свойства** из ленты интерфейса или из контекстного меню. В этом случае вам предоставляется доступ к ограниченному количеству свойств, но преимуществом данного способа является возможность редактирования нескольких труб или колодцев одновременно.

Далее воспользуемся свойствами для редактирования трубопроводных сетей на чертеже.

54. Откройте файл чертежа с именем *Editing Pipe Networks Using Properties.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы. При выполнении этого задания работа в основном будет производиться с сантехническими канализационными трубами, проложенными вдоль трассы *Madison Lane*. На виде профиля вверху справа обратите внимание на то, что труба, начинающаяся на пересечении с трассой *Logan Court* и заканчивающаяся в тупике на трассе *Madison Lane*, размещена неправильно: отметка высоты ниже требуемой.

Примечание. На неправильное размещение трубы по глубине прокладки было указано при выполнении первого задания в данной лабораторной работе, когда эти сантехнические канализационные трубопроводные сети только еще создавались.

55. В верхнем правом окне увеличьте изображение на профиле *Madison Lane* и обратите внимание на метку на правом конце трубы, в которой указано «*ELEV = 55.160*». Эта отметка высоты соответствует центральной точке тупика на этой трассе, в которой также располагается смотровой колодец.

56. Щелкните в левом окне, затем увеличьте изображение и щелкните по первому смотровому колодцу в центре тупика *Madison Lane*. В ленте интерфейса щелкните по команде **Свойства колодца** .

57. В диалоговом окне **Свойства колодца** на вкладке **Свойства элемента** укажите следующие параметры:

- для параметра **Автоматическая корректировка поверхностей** выберите значение **Ложь**;

- для параметра **Отметка края при вставке колодца** введите значение *55.160*.

Нажмите **ОК**.

В окне трехмерного представления вы увидите, что смотровой колодец стал очень высоким, похожим на соседний колодец, расположенный около дороги (рис. 1.14).

58. Выполненные выше операции изменяют отметку высоты верхнего края колодца, но теперь необходимо отредактировать параметры примыкающей к нему трубы. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить выделение смотрового колодца. Затем на плане выделите трубу, начинающуюся в ту-

пике *Madison Lane*. На ленте интерфейса выберите команду **Свойства трубы** .

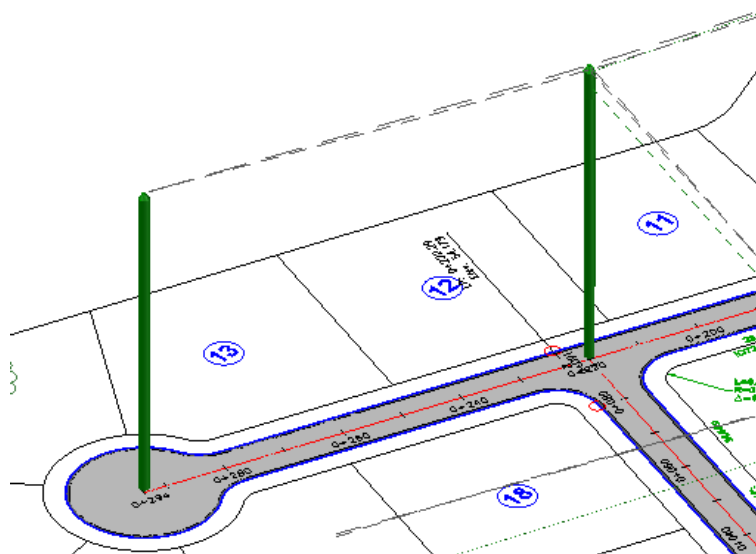


Рис. 1.14. Отредактированный смотровой колодец слева

59. В окне **Свойства** во вкладке **Свойства элемента** измените значение параметра **Начало трубы – Отметка дна** на *53.941*.

Примечание. Изменения, вносимые при редактировании этой трубы, лучше всего видны в окне трехмерного представления.

60. Далее в диалоговом окне **Свойства трубы** на вкладке **Свойства элемента** введите значение *-1.50* для параметра **Уклон трубы (Фиксированное начало)**. Нажмите **ОК**. Свойства трубы скорректированы, но дно отстойника воды смотрового колодца в тупике размещенным неправильно.

61. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить выделение трубы. Щелкните по смотровому колодцу в центре тупика на трассе *Madison Lane*, щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду **Свойства колодца**.

62. Для параметра **Глубина отстойника** уже установлено значение *0.600*, тем не менее, введите вручную значение *0.6* и нажмите клавишу **Enter**. Щелкните по кнопке **ОК**. Если на виде профиля изображение увеличено в достаточной степени, то может показаться, что колодец исчез. В действительности вид профиля стал существенно короче, поскольку нет необходимости адаптироваться к чрезвычайной глубине смотрового колодца

(рис. 1.15). Глубина смотрового колодца изменилась, потому что явное изменение глубины отстойника привело к пересчету всех размеров смотрового колодца.

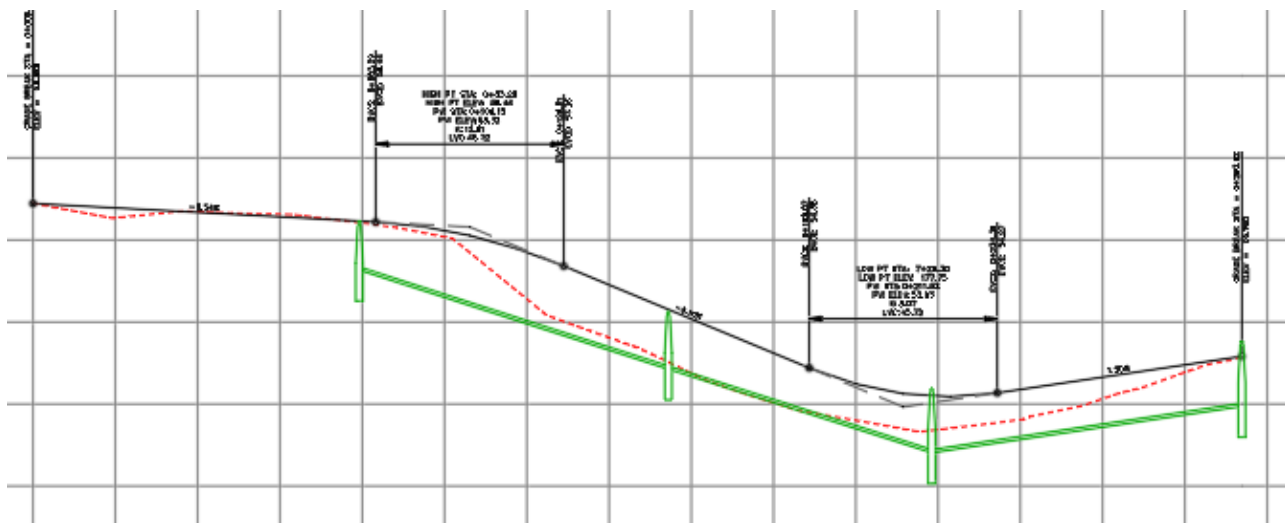


Рис. 1.15. Сантехническая трубопроводная сеть
на виде профиля после изменения нескольких отметок высот

Редактирование трубопроводных сетей с использованием команды Видеы трубопроводной сети

Способы редактирования трубопроводной сети, которые вы изучили в данной лабораторной работе к настоящему моменту, хороши для работы с отдельными трубами и колодцами, но что, если необходимо видеть всю сеть или вносить изменения для нескольких элементов одновременно? Это можно сделать с помощью команды **Видеы трубопроводной сети** , которая открывает окно **Панорама** с двумя вкладками: **Колодцы** и **Трубы**. На каждой вкладке показаны все трубы и колодцы соответственно в формате электронной таблицы, и вы можете просматривать и редактировать свойства нескольких элементов одновременно.

Кнопка команды **Видеы трубопроводной сети**  расположена в правой части панели **Инструменты компоновки сети** (рис. 1.16).

Рассмотрим использование команды **Видеы трубопроводной сети** для редактирования трубопроводов на чертеже.

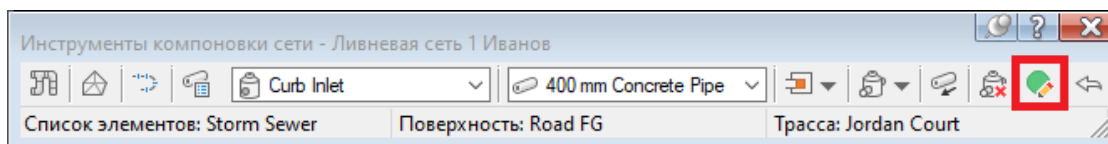


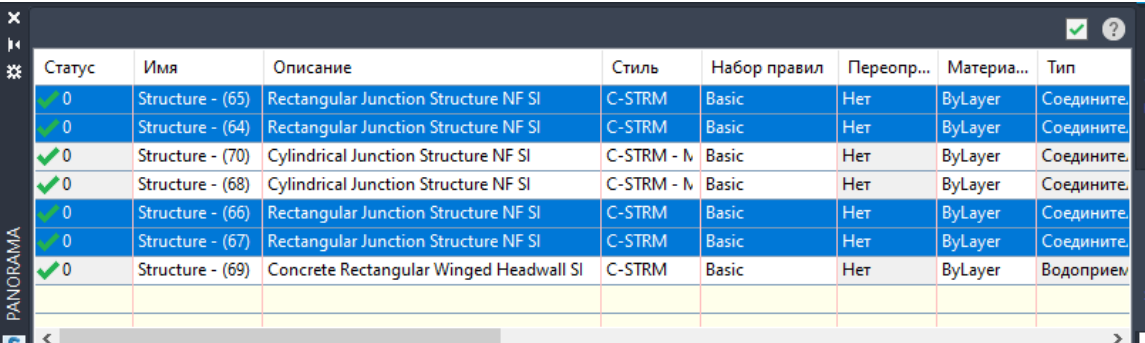
Рис. 1.16. Кнопка команды **Виды трубопроводной сети** выделена на панели **Инструменты компоновки сети**

63. Откройте файл чертежа с именем *Editing Pipe Networks Using the Pipe Network Vistas.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

64. Щелкните по любой ливневой трубе или колодцу на чертеже, затем в ленте щелкните по команде **Редактировать трубопроводную сеть** .

65. На панели **Инструменты компоновки сети** щелкните по значку **Виды трубопроводной сети** . Открывается окно **Панорама** с вкладками **Трубы** и **Колодцы (Конструкции)**.

66. Щелкните по вкладке **Колодцы (Конструкции)**. Нажмите и удерживайте клавишу **Ctrl**, щелкните по четырем строкам, в которых в столбце **Описание** указано: *Rectangular Junction Structure NF SI* (Прямоугольный стыковой колодец) (рис. 1.17).



Статус	Имя	Описание	Стиль	Набор правил	Переопр...	Материал...	Тип
✓ 0	Structure - (65)	Rectangular Junction Structure NF SI	C-STRM	Basic	Нет	ByLayer	Соедините
✓ 0	Structure - (64)	Rectangular Junction Structure NF SI	C-STRM	Basic	Нет	ByLayer	Соедините
✓ 0	Structure - (70)	Cylindrical Junction Structure NF SI	C-STRM - M	Basic	Нет	ByLayer	Соедините
✓ 0	Structure - (68)	Cylindrical Junction Structure NF SI	C-STRM - M	Basic	Нет	ByLayer	Соедините
✓ 0	Structure - (66)	Rectangular Junction Structure NF SI	C-STRM	Basic	Нет	ByLayer	Соедините
✓ 0	Structure - (67)	Rectangular Junction Structure NF SI	C-STRM	Basic	Нет	ByLayer	Соедините
✓ 0	Structure - (69)	Concrete Rectangular Winged Headwall SI	C-STRM	Basic	Нет	ByLayer	Водоприем

Рис. 1.17. Выделение нескольких строк на вкладке **Колодцы (Конструкции)** в окне **Панорама**

67. Щелкните правой кнопкой мыши по заголовку столбца **Описание** и выберите команду **Редактировать**. Введите *INLET* (впускное отверстие) и нажмите клавишу **Enter**. Все четыре значения столбца **Описание** должны измениться на *INLET*.

68. В столбце **Описание** измените все строки, содержащие *Cylindrical Junction Structure NF SI* (Цилиндрический стыковой колодец), на *MANHOLE* (смотровое отверстие).

69. Измените описание самого последнего колодца на *ENDWALL*.

70. Щелкните по вкладке **Трубы**. Нажмите и удерживайте клавишу **Shift**, щелкните по первой и последней строкам. Все строки в таблице должны стать выделенными.

71. Щелкните правой кнопкой мыши по заголовку столбца **Стиль** и выберите команду **Редактировать**.

72. В диалоговом окне **Выбор стиля трубы** выберите *C-STRM – Walls In Profile*. Нажмите **ОК**. Изображение труб на виде профиля изменяется: теперь показаны внутренние и наружные стенки труб (рис. 1.18).

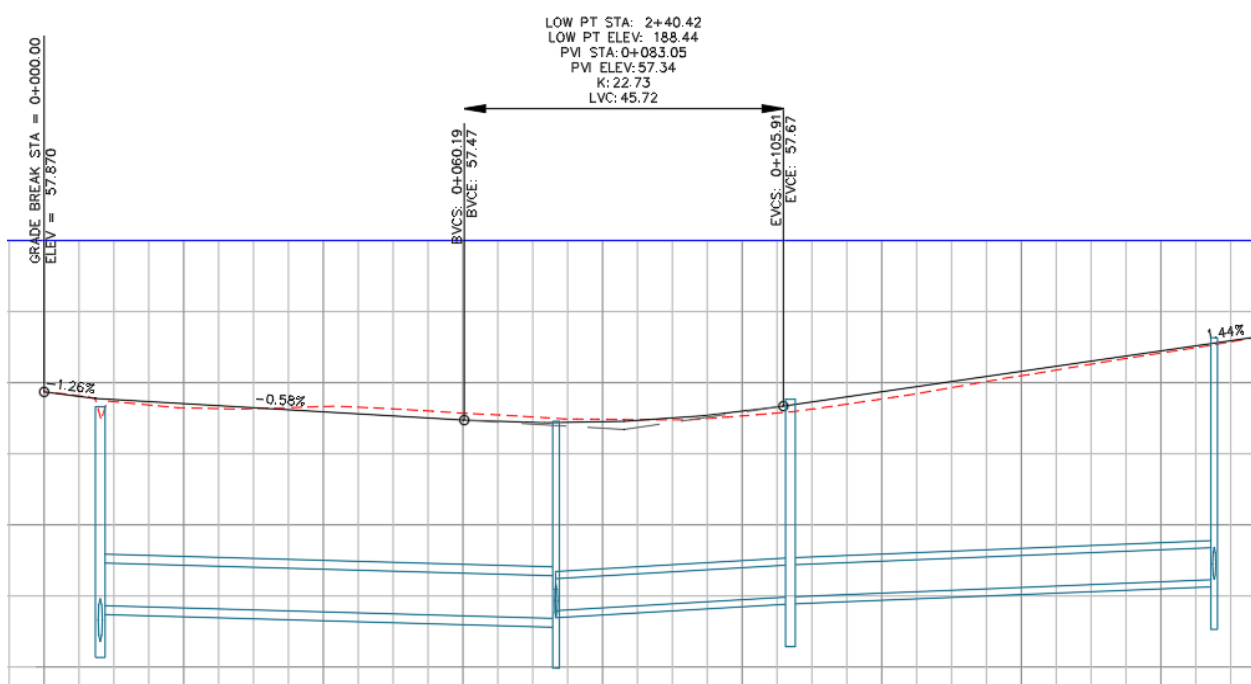


Рис. 1.18. Трубы на виде профиля показаны с отображением внутренних и наружных стенок

Дополнительные задания

Откройте файл чертежа с именем *Pipe Networks Beyond.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы. Этот чертеж содержит трубопроводную сеть, которую вы создали к настоящему моменту, и красные окружности, обозначающие места для дополнительных во-

доприемников, необходимых для проекта регулирования ливневого водоотвода. Создайте водоприемники в указанных местах и трубы для их соединения в соответствии со следующими проектными требованиями:

- все трубы должны отводить поток воды в южный водоприемник на пикете 0+523.445 трассы *Jordan Court*;

- труба 900 мм должна быть проложена от южного водоприемника на пикете 0+523.445 через дренажный участок до конца стены в произвольной точке области обработки стока ливневой воды, заштрихованной зеленым цветом;

- в начальной области сбора ливневых вод трубы должны иметь диаметр не менее 400 мм, и их диаметр должен постепенно увеличиваться по направлению потока ливневой воды в трубопроводной сети;

- в тех местах, где трубы находятся вне полосы отчуждения, должны быть предусмотрены смотровые колодцы для изменения направления прокладки труб таким образом, чтобы они оставались только в полосе отчуждения;

- вычертите трубы и колодцы на видах профилей тех дорог, в пределах которых они располагаются. Колодцы около пересечений дорог могут отображаться в двух видах профилей.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие основные требования необходимо соблюдать для правильного проектирования самотечных трубопроводных сетей?

2. Какими способами в Civil 3D можно создавать самотечные трубопроводные сети? В чем их различие?

3. Назовите способы редактирования самотечных трубопроводных сетей в Civil 3D.

4. В дополнение к панели инструментов компоновки сети в ленте интерфейса и в контекстном меню предлагается еще несколько команд. Перечислите их.

5. Какие параметры трубопроводной сети можно изменять во вкладках труб и колодцев после активации команды **Виды трубопроводной сети**?

Лабораторная работа № 2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Цель работы: освоить методику проектирования напорных трубопроводных сетей с помощью программы Autodesk Civil 3D.

Задачи работы

1. Изучить теоретические сведения.
2. Создать напорную трубопроводную сеть на основе объектов.
3. Создать напорную трубопроводную сеть по компоновке.
4. Отредактировать напорную сеть с использованием ручек.
5. Проверить проект и глубину заложения.
6. Отредактировать напорную сеть с использованием инструментов компоновки плана.
7. Отредактировать напорную сеть с использованием инструментов компоновки профиля.
8. Выполнить дополнительные задания.
9. Ответить на вопросы для самоконтроля.

Перечень обеспечивающих средств

1. Персональные компьютеры (ПК).
2. Программное обеспечение Autodesk Civil 3D.
3. Справка по Autodesk Civil 3D.
4. Цифровые чертежи, расположенные в папке с исходными данными:
 - Creating Pressure Networks from Objects.dwg;
 - Creating Pressure Networks by Layout.dwg;
 - Editing Pressure Networks Using Grips.dwg;
 - Checking Design and Depth.dwg;
 - Editing a Pressure Networks Using the Plan Layout Tools.dwg;
 - Editing a Pressure Networks Using the Profile Editing Tools.dwg;
 - Pressure Networks Beyond.dwg.
5. Учебно-методическая литература [1–6].

Общие теоретические сведения

Подробная информация о напорных трубопроводных сетях

Проектирование самотечных систем отличается от проектирования напорных систем и должно выполняться с использованием различных инструментальных средств. Для успешного проектирования напорных трубопроводных сетей необходимо соблюдать следующие основные требования:

- изгибы и криволинейные участки должны выполняться с применением соответствующих промышленных стандартных фитингов (водопроводной арматуры) и с учетом допустимых отклонений от прямого направления в стыках;

- размеры труб должны соответствовать рассчитанным параметрам потока и давления (напора);

- трубопроводы должны быть размещены достаточно глубоко под землей, чтобы избежать повреждений от воздействия низких температур или при проведении каких-либо работ на площадке;

- глубина заложения трубопроводов не должна быть слишком большой, так как это существенно повышает стоимость их сооружения;

- дополнительные технические приспособления, такие как клапаны или вентили и гидранты, обязательно должны быть включены в проект, для того чтобы появилась возможность доступа, обслуживания и управления этими объектами.

Перечисленные требования относятся к трем основным типам элементов проекта напорных трубопроводов: фитингам (водопроводной арматуре), трубам и дополнительным техническим приспособлениям. В данной работе подробно описываются эти элементы, а также их взаимодействие друг с другом с точки зрения проектирования напорных трубопроводов в Civil 3D.

Подробная информация о фитингах, углах отвода и дополнительных технических приспособлениях

Фитинги напорных труб предназначены для двух целей. Во-первых, как и колодцы в самотечных системах, фитинги позволяют соединять две трубы и даже несколько труб. Например, такие фитинги, как Т-образный

тройник или У-образный тройник-вилка, обеспечивают соединение трех труб, а крестообразный фитинг позволяет соединить четыре трубы. Второй задачей фитингов является создание изгиба, отклонения от основного направления трубопровода, угол которого обычно определяется промышленными стандартами. Например, узлы отвода предоставляются в стандартных вариантах 90, 45, 22,5 и 11,25°. Именно по этой причине определение углов отвода представляет собой важную часть проектирования напорных трубопроводов.

Помимо углов отвода, допускается небольшое отклонение от основного направления в соединениях. Угол такого отклонения меняется в зависимости от того, как были изготовлены трубы или фитинги, и это также является неотъемлемой частью проектирования. Допустимое отклонение позволяет разместить и последовательность труб в форме кривой с минимальным отклонением в каждой точке соединения. Таким образом, напорные трубопроводы могут иметь криволинейную компоновку с радиусом кривой, определяемым допустимым отклонением в стыках.

Другим фактором, который может учитываться при проектировании, является допустимый радиус изгиба труб. Небольшой изгиб труб представляет собой альтернативный способ размещения системы вдоль криволинейной траектории. Допустимый радиус изгиба – это функция от размера, материала и технических характеристик трубы, определяемых производителем.

При наличии доступных фитингов, допустимых углов отклонений и допустимых радиусов изгиба каждый отвод в напорном трубопроводе проектируется индивидуально. Проектировщик должен уметь выбирать правильное сочетание фитингов и углы отклонения для компоновки каждого отвода в трубопроводе.

Дополнительные технические приспособления представляют собой еще один элемент проектирования трубопроводов. Трудность работы с ними состоит в том, что они обычно требуют обеспечения доступа человека к местам их расположения. Например, пожарный гидрант непременно должен быть правильно размещен на уровне земли таким образом, чтобы пожарные или обслуживающий персонал могли получить быстрый доступ к нему без каких-либо затруднений.

Подробная информация о напорных трубах

Как и самотечные (безнапорные) трубы, напорные трубы используются для доставки какого-либо вещества, но основное различие, разумеется, состоит в том, что это вещество перемещается под давлением (под напором), а не под воздействием гравитации. Поэтому здесь отметки высоты не настолько важны для обеспечения требуемой пропускной способности. Но отметки высоты имеют важное значение для создания надежного слоя грунта, защищающего трубы от промерзания и физических повреждений, а кроме того, учитываются при обходе подземных препятствий, в том числе и других трубопроводов. В случаях нежелательных пересечений обычно предусматривается изменение направления прокладки напорных труб в обход самотечного трубопровода, потому что перемещение содержимого по напорной трубе не зависит от отметок высот. Как уже было отмечено выше, проектирование требуемых отводов является достаточно сложной задачей, так как напрямую зависит от доступных фитингов и ограничений, налагаемых на углы отклонения.

Обзор напорной сети

Civil 3D позволяет создавать объекты, представляющие фитинги, трубы и дополнительные технические приспособления, и устанавливает связи между ними, а также с другими важными элементами проекта, такими как поверхности, трассы, профили и виды профилей. Трубы, фитинги, дополнительные технические приспособления и установленные между ними связи обозначаются в Civil 3D как *напорная сеть*. На рис. 2.1 план нескольких труб и фитингов, представляющих водопровод, показан слева, те же самые трубы и фитинги изображены на виде профиля в центре, а справа расположен трехмерный вид модели этого трубопровода.

Каждый элемент напорной сети отображен в окне **Навигатор** под заголовком Напорные трубопроводные сети. Здесь вы можете щелкнуть правой кнопкой мыши по любому элементу, чтобы получить доступ к контекстному меню, содержащему разнообразные команды. Вы также можете воспользоваться окном **Просмотр элемента** в нижней части окна **Навига-**

тор для редактирования информации, относящейся к конкретному элементу. На рис. 2.2 показано содержимое пункта **Напорные трубопроводные сети** в окне **Навигатор**.

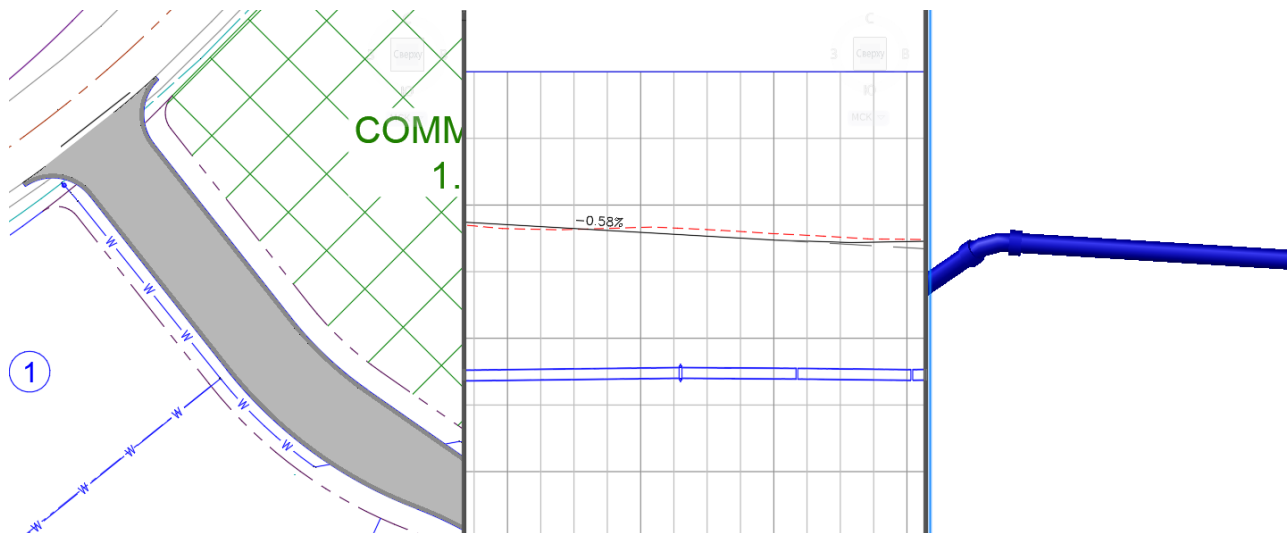


Рис. 2.1. Напорная сеть, показанная на плане (слева), на виде профиля (в центре) и в трехмерном виде модели (справа)

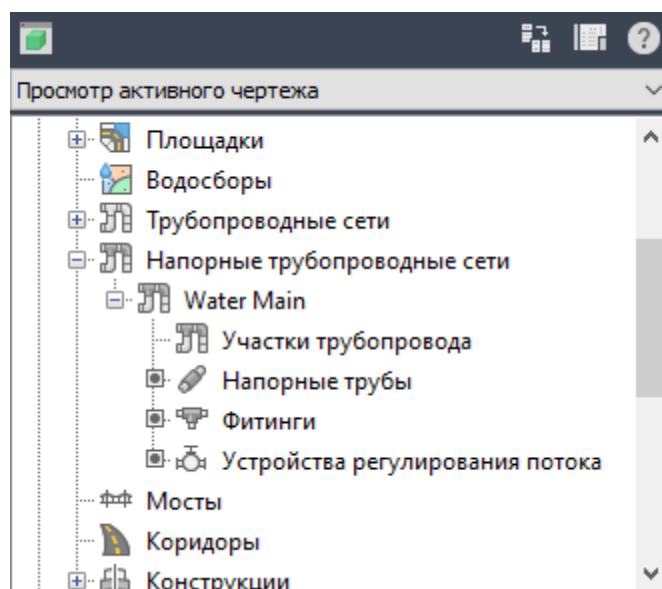


Рис. 2.2. Коллекция **Напорные трубопроводные сети**, отображаемая в окне **Навигатор**

Создание напорных трубопроводных сетей

Напорные сети, как и самотечные, могут быть созданы одним из двух способов. Первый – компоновка напорных сетей с использованием основных элементарных объектов AutoCAD, таких как линии или полилинии, с последующим преобразованием этих объектов в сеть напорных трубопроводов. Второй способ предполагает применение набора инструментов компоновки для создания напорной сети по компоновке. Еще одно отличие от самотечных сетей состоит в том, что инструменты компоновки для напорных сетей размещены прямо в ленте, а не на отдельной панели. Специальная вкладка ленты (рис. 2.3) активируется по команде **Инструменты создания напорных трубопроводных сетей**.

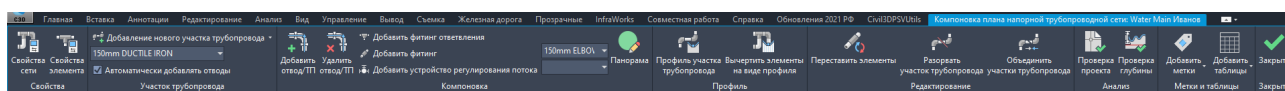


Рис. 2.3. Специальная вкладка на ленте для компоновки напорной сети

Методика выполнения работы

Запуск программы

1. Запустите программу **Civil 3D**. Для этого выберите в меню **Пуск/Программы/Autodesk Civil 3D** или дважды щелкните левой клавишей мыши по значку данной программы  на рабочем столе.

Создание напорной трубопроводной сети на основе объектов

2. Откройте чертеж *Creating Pressure Networks from Objects.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

Примечание. Можно заметить, что цвет системы ливневой канализации изменен на красный во всех чертежах для выполнения заданий в данной лабораторной работе. Это сделано для того, чтобы проще было отличать трубы ливневой канализации от труб создаваемого водопровода.

Иногда оказывается, что проще начать с команд AutoCAD, чтобы создать черновой набросок напорной трубопроводной сети из основных элементарных объектов. Такой подход успешно работает, потому что Civil 3D предоставляет команду преобразования базовых объектов в напорную трубопроводную сеть: **Создание напорной трубопроводной сети из объекта**.

Эта команда также может создавать сети трубопроводов из трасс и характерных линий Civil 3D. Недостатком данного способа является то, что во всей сети используются одни и те же элементы и для труб, и для фитингов.

Рассмотрим процесс создания напорной трубопроводной сети из объектов.

3. Увеличьте изображение трассы *Madison Lane* и обратите внимание на толстую синюю ломаную линию, помеченную буквой W, обозначающую схематическое размещение проектируемого водопровода.

4. В ленте на вкладке **Главная** щелкните по команде **Трубопроводная сеть** и в ней выберите **Создать напорную трубопроводную сеть на основе объекта** .

Щелкните по толстой синей ломаной линии, затем нажмите клавишу **Enter**, чтобы получить доступ к определению направления, задаваемого по умолчанию для команды создания сети.

Откроется окно **Создание напорной трубопроводной сети на основе объекта**. В нем укажите следующие параметры (рис. 2.4):

- для параметра **Имя сети** введите имя с вашей фамилией (например «*Madison Lane Water Иванов*»);

- для параметра **Список элементов** выберите значение *Water Supply* (Водопровод);

- для параметра **Размер трубы** выберите *100mm DUCTILE IRON* (труба 100 мм, высокопрочный чугун);

- для параметра **Опорная поверхность** выберите *Road FG*;

- для параметра **Опорная трасса** выберите *Madison Lane*;

- поставьте галочку для параметра **Стереть существующий объект**.

Остальные параметры оставьте по умолчанию.

Нажмите **ОК**.

Здесь может показаться, что почти ничего не изменилось, но синяя ломаная линия была преобразована в трехмерную модель полностью скомпонованного водопровода с трубами и отводами. Вы можете увеличить изображение только что созданной модели водопровода в окне трехмерного представления, чтобы лучше рассмотреть результат.

Примечание. Возможно, вы обратили внимание на параметр **Использовать отметки вершин** в диалоговом окне **Создание напорной трубо-**

проводной сети на основе объекта. Если напорная трубопроводная сеть создается из характерной линии, то можно воспользоваться этим параметром для установки отметок высот труб и фитингов на основе отметок высот этой характерной линии. Также можно выбрать точку отсчета, которая используется при назначении отметок высот, таких как **Внешний край, Верх, Гребень, Осевая линия** и т. д. Это эффективный способ преобразования чернового трехмерного наброска трубопровода в полноценную трехмерную модель напорной трубопроводной сети.

Создание напорной трубопроводной сети на основе объекта

Имя сети:
Madison Lane Water Иванов

Описание сети:

Имя участка трубопровода:
Участок трубопровода - (<[Следующее значение счетчика])

Список элементов:
Water Supply

Размер трубы:
100mm DUCTILE IRON

Слой...

Опорная поверхность:
Road FG

☒ Создание профиля поверхн. для следования

Опорная трасса:
Madison Lane

Расстояние смещения по горизонтали:
0.000м

Ссылка на отметку

☒ Покрытие:
3.000м

☐ Исп. отм. вершин

☐ Снар. сверху

☐ Гребень

☐ Осев. лин.

☐ Дно

☐ Снар. снизу

☒ Стереть существующий объект

OK Отмена Справка

Рис. 2.4. Параметры при создании напорной трубопроводной сети на основе объекта

5. В ленте щелкните по вкладке **Редактирование**. В панели **Проектные данные** нажмите на иконку **Трубопроводная сеть** . В ленте откроется вкладка **Трубопроводные сети**. В ней, в панели **Инструменты работы с сетями**, выберите **Вычертить элементы на профиле** . Затем щелкните по одному из элементов нового водопровода, затем нажмите клавишу **Enter**, чтобы подтвердить выполнение операции вычерчивания всей сети.

6. В верхнем правом видовом экране на виде профиля *Madison Lane* щелкните по одной из линий сетки. Элементы водопровода будут отображены на виде профиля, как показано на рис. 2.5.

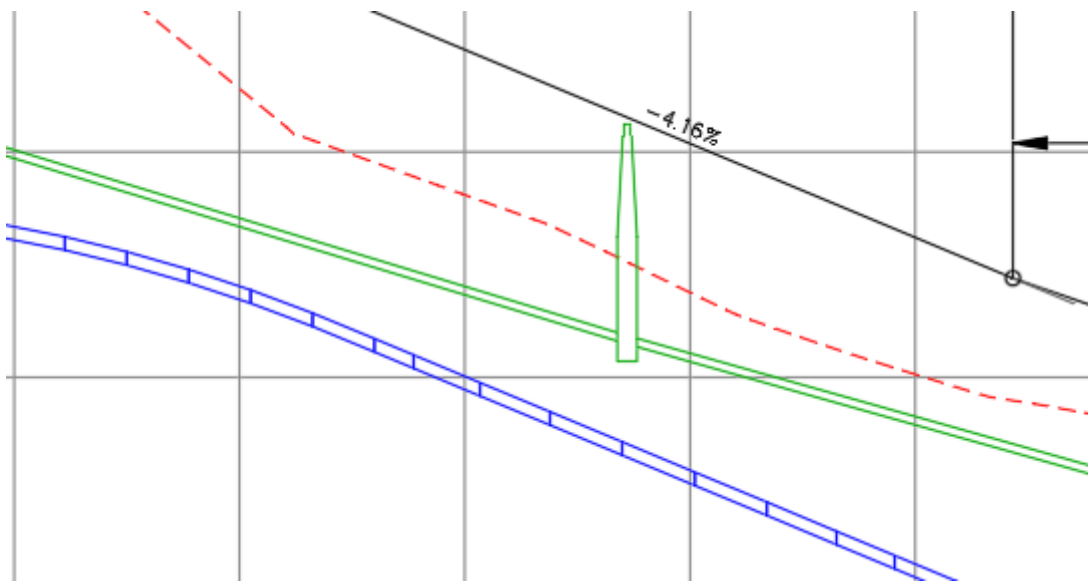


Рис. 2.5. Элементы напорной трубопроводной сети (синий цвет), показанные на виде профиля вместе с другой информацией о данном профиле

Создание напорной трубопроводной сети по компоновке

Другим способом создания напорных трубопроводных сетей является использование команды **Инструменты создания напорных трубопроводных сетей**. После активации этой команды в ленте открывается специализированная вкладка (см. рис. 2.3), содержащая инструменты для компоновки напорных трубопроводных сетей. В этой специальной вкладке ленты вы можете выбирать трубы, фитинги и дополнительные технические приспособле-

ния из списка элементов, а также применять команды, содержащиеся в данной вкладке, для вставки выбранных элементов в чертеж. В любое время вы можете менять элементы и применять разнообразные типы и размеры.

Также важной особенностью компоновки напорной сети является то, что вы определяете значение *покрытия*, а Civil 3D автоматически устанавливает отметки высоты для каждого конца трубы в соответствии с заданным значением. Покрытие обозначает расстояние от верхнего края трубы до поверхности грунта. В процессе проектирования можно изменить значение параметра **Покрытие**.

Далее рассмотрим процесс создания напорной трубопроводной сети с использованием инструментов компоновки.

7. Откройте файл чертежа с именем *Creating Pressure Networks by Layout.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы. На этом чертеже нанесены красные окружности, обозначающие места отводов.

8. В ленте на вкладке **Главная** щелкните по команде **Трубопроводная сеть** , затем **Инструменты создания напорных трубопроводных сетей** .

9. Откроется диалоговое окно **Создание сети напорных труб**. В нем выполните следующие операции:

- для параметра **Имя сети** введите имя с вашей фамилией (например «*Water Main Иванов*»);

- для параметра **Список элементов** выберите значение *Water Supply* (Водопровод);

- для параметра **Размер трубы** выберите *150mm DUCTILE IRON* (труба 150 мм, высокопрочный чугун);

- для параметра **Имя поверхности** выберите *Road FG*;

- для параметра **Покрытие** (Cover) введите значение *1.5 м*;

- для параметра **Имя трассы** выберите *Jordan Court*.

Остальные параметры оставьте по умолчанию. После внесения указанных параметров нажмите кнопку **ОК**.

10. Выполните привязку к центру красной окружности, помеченной буквой А, затем выполните привязку к центру окружности, помеченной буквой В. Обратите внимание на компас, появившийся в точке В, который показывает допустимое отклонение от направления в месте соединения

труб и ограничивает возможность вычерчивания следующей трубы только в пределах этого допустимого отклонения.

11. В командной строке щелкните по слову *Кривая*, чтобы применить параметр **Кривая**. Выполните привязку к центру окружности, помеченной буквой С.

12. В командной строке щелкните по слову *Прямая*, чтобы применить параметр **Прямая**. Выполните привязку к центру окружности, помеченной буквой D.

На ленте интерфейса откроется вкладка **Компоновка плана напорной трубопроводной сети**.

13. В ленте справа от команды **Добавить фитинг**  выберите *150mm ELBOW 90 DEG* (отвод 150 мм, 90°). Теперь щелкните по команде **Добавить фитинг**  и выполните привязку к концу последней начерченной трубы. Здесь добавлен фитинг с углом поворота 90°, но он развернут в неверном направлении.

14. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы завершить выполнение текущей команды. В нижнем правом окне увеличьте изображение в месте вставки нового фитинга, чтобы можно было наблюдать за процессом трехмерного проектирования во всех подробностях. В левом окне щелкните по новому фитингу, затем щелкните по ручке в виде стрелки, указывающей на север, чтобы развернуть фитинг в требуемом направлении, на юго-запад. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить выделение фитинга.

14. Затем в ленте щелкните по значку **Добавление нового участка трубопровода**  и в появившемся окне **Создать участок трубопровода** нажмите **ОК**. В левом окне выделите созданную трубопроводную сеть, щелкните по концу отвода с углом 90°, затем выполните привязку к центру окружности, помеченной буквой E.

15. В командной строке щелкните по слову *Кривая*, чтобы применить параметр **Кривая**. Щелкните в любой точке между окружностями E и F, затем выполните привязку к центру окружности F. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы завершить выполнение команды. Вставляется новый отвод с углом 90°, а также криволинейный участок трубы, построенный от центра окружности E до центра окружности F (рис. 2.6).

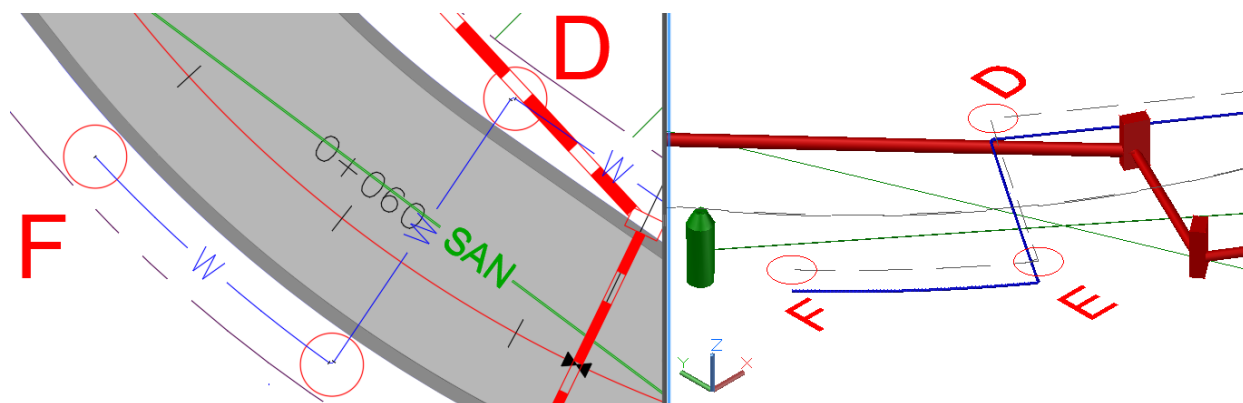


Рис. 2.6. Новая водопроводная линия, включающая отвод с углом 90° в центре окружности E и криволинейный участок трубы между центрами окружностей E и F

Редактирование напорных трубопроводных сетей

Прежде чем приступить к редактированию напорной трубопроводной сети, лучше отобразить ее на виде профиля, чтобы получить возможность проанализировать свой проект с разных точек обзора. Это можно сделать с помощью команды **Вычертить элементы на виде профиля** почти так же, как это было сделано при проектировании самотечных сетей. И точно так же, как для безнапорных самотечных сетей, для напорных сетей используются четыре основных способа редактирования: ручки, инструменты компоновки, свойства и команда **Виды трубопроводной сети**. Из этих четырех способов только применение ручек и инструментов компоновки существенно отличается от применения их для редактирования самотечных систем. Поэтому в следующих двух разделах подробно описывается использование ручек и инструментов компоновки для редактирования напорных сетей.

Редактирование напорных сетей с использованием ручек

Ручки представляют собой очень удобный инструмент для быстрого и простого выполнения операций графического редактирования. Civil 3D предлагает следующие специальные ручки для труб и фитингов.

Фитинг – квадратная ручка – план. Эта ручка изменяет место расположения фитинга без изменения угла его поворота. При перемещении фи-

тинга концы всех труб, связанных с ним, также перемещаются соответствующим образом.

Фитинг – ручка в виде стрелки – план. Эта ручка изменяет ориентацию фитинга, зеркально «отражая» (перебрасывая) ее относительно оси трубы, соединенной с фитингом.

Фитинг – ручка в форме ромба – план. Эта ручка сдвигает фитинг вдоль соединенной с ним трубы без изменения угла поворота фитинга.

Фитинг – ручка в форме знака плюс – план. Эта ручка создает новую проектируемую трубу, начинающуюся от конца данного фитинга. Угол прокладки трубы ограничен допустимым отклонением в рассматриваемом соединении. Эта ручка недоступна в том случае, если к фитингу уже присоединена труба.

Фитинг – ручка в форме ромба – вид профиля. Эта ручка изменяет отметку высоты фитинга.

Конец трубы – квадратная ручка – план. Эта ручка изменяет положение одного конца трубы без изменения положения другого ее конца. Ручка доступна только при условии, что ни один из концов трубы не соединен с фитингом.

Конец трубы – ручка в форме ромба – план. Эта ручка позволяет поворачивать трубу (ее свободный конец) относительно фитинга на противоположном конце. Визуальные подсказки указывают допустимый диапазон перемещения трубы, но внутри этого диапазона перемещение не ограничено. Эта ручка не изменяет длину трубы.

Конец трубы – ручка в форме знака плюс – план. Эта ручка создает новый фитинг и новую трубу, начиная от конца выделенной трубы. Угол прокладки новой трубы ограничен допустимым значением, зависящим от сортамента фитингов в списке элементов. Эта ручка недоступна в том случае, если фитинг уже присоединен к трубе.

Конец трубы – треугольная ручка – план. Эта ручка изменяет длину трубы с сохранением направления трубы и положения ее противоположного конца. Если труба имеет изгиб, то сохраняется радиус этого изгиба, то есть труба удлиняется вдоль собственной оси.

Средняя точка трубы – квадратная ручка – план. Для прямой трубы эта ручка изменяет ее положение без изменения направления. При этом

труба будет отсоединена от всех фитингов, с которыми она была связана. Для криволинейной трубы с соединениями на обоих концах эта ручка изменяет радиус кривой без изменения положения обоих концов трубы. Если соединение отсутствует на одном конце или на обоих, то ручка будет работать так же, как и для прямой трубы.

Ручки на конце трубы – вид профиля. Эти ручки изменяют отметки высоты конечной точки трубы. Верхняя ручка в форме ромба устанавливает отметку высоты гребня (верха внутренней поверхности трубы). Нижняя ручка в форме ромба устанавливает отметку высоты дна или линии потока (низа внутренней поверхности трубы). Треугольная ручка, направленная вверх, устанавливает отметку высоты осевой линии трубы. Эти ручки можно применять в сочетании с командой AutoCAD **Динамический ввод** для просмотра отметок высоты или даже для ввода их значений. Перечисленные выше ручки не изменяют горизонтального положения рассматриваемого конца трубы.

Конец трубы – треугольная ручка (направленная по горизонтали) – вид профиля. Эта ручка изменяет длину трубы с сохранением ее уклона.

Средняя точка трубы – квадратная ручка – вид профиля. Эта ручка изменяет отметку высоты трубы без изменения ее уклона. Это изменение не влияет на положение данной трубы на плане. При перемещении все ранее существующие связи с фитингами и прочими элементами будут разорваны.

Средняя точка трубы – круглая ручка – вид профиля. Эта ручка позволяет создать изгиб трубы, сохраняя положение ее конечных точек и заставляя пройти через новую промежуточную среднюю точку, выбранную данной ручкой. Перемещение не ограничивается какими-либо допустимыми значениями угла отклонения.

Далее рассмотрим использование ручек для редактирования труб и фитингов на чертеже.

16. Откройте файл чертежа с именем *Editing Pressure Networks Using Grips.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

17. В левом окне увеличьте изображение на окружности, помеченной как D1, и щелкните по фитингу отвода 90° около центра этой окружности, затем по квадратной ручке.

Выполните привязку к центру окружности, помеченной как D2. Фитинг перемещается в новое положение вместе с концами двух труб, соединенных с ним. Непосредственно после перемещения геометрия фитинга выглядит немного странно, потому что его отвод следует заменить на 45°.

18. В нижнем правом окне щелкните по криволинейной трубе между точками E и F1, затем в центре окружности F1 щелкните по треугольной ручке. Выполните привязку к центру окружности F2.

Следующий фитинг будет расположен за пределами области, охватываемой поверхностью *Road FG*, следовательно, необходимо будет взять за основу отметки высоты поверхности *EG*.

19. Щелкните по ручке в форме знака плюс в окружности F2. На ленте интерфейса откроется вкладка **Компоновка плана напорной трубопроводной сети**. Во вкладке для поверхности выберите вариант *EG* и измените значение параметра **Покрытие** на *1,5*, а для размера трубы выберите вариант *150mm DUCTILE IRON* (труба 150 мм, высокопрочный чугун). Выполните привязку к центру окружности G.

Нажмите **Esc**, чтобы завершить выполнение текущей команды и отменить все выделения на чертеже.

Примечание. Обратите внимание на то, что конец новой трубы не размещен на отметке высоты центра окружности G, несмотря на то что была выполнена привязка к этой точке. Civil 3D вычисляет отметку высоты по отметке поверхности и по заданному пользователем значению параметра **Покрытие**.

20. Щелкните по трубе между точками E и F2, затем в ленте на вкладке **Компоновка плана напорной трубопроводной сети** щелкните по команде **Отобразить элементы в профиле** . Затем щелкните по одной из линий сетки на виде профиля *Jordan Court*. После этого на данном виде профиля появится водопровод.

Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить текущее выделение. Теперь выделите все трубы и фитинги от окружности E до окружности A, затем вновь воспользуйтесь командой **Отобразить элементы в профиле** , чтобы добавить выделенные элементы на вид профиля *Jordan Court*.

После этого водопровод должен выглядеть на виде профиля так, как показано на рис. 2.7.

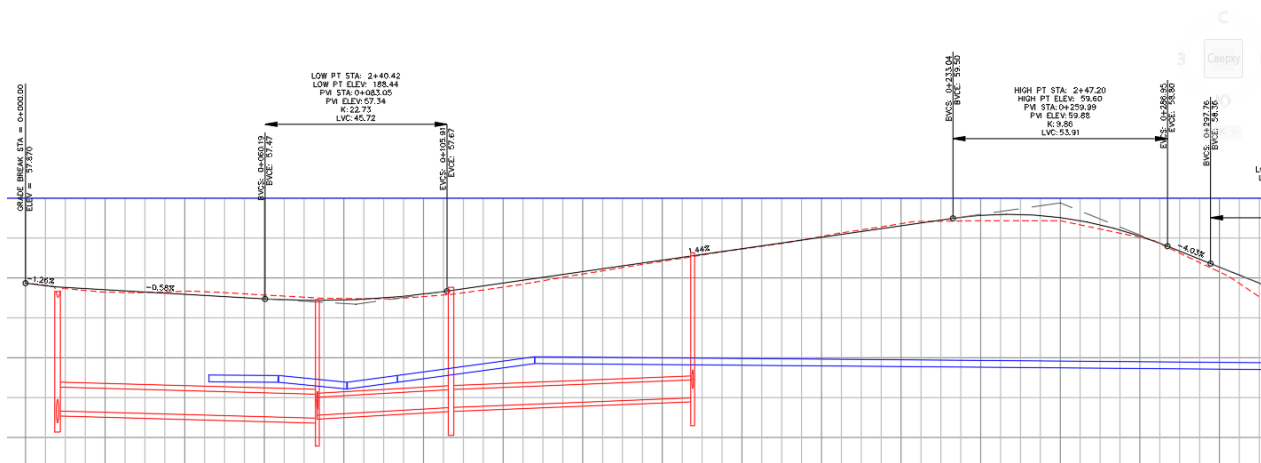


Рис. 2.7. Напорные трубы и фитинги основного водопровода, показанные на виде профиля Jordan Court

21. На виде профиля щелкните по второму слева фитингу, расположенному около пикета 0+080. Щелкните по ручке в форме ромба. Если функция Динамический ввод отключена, то активируйте ее, щелкнув по соответствующему значку в нижней части экрана.

22. Увеличивайте изображение до тех пор, пока не увидите значение отметки высоты в поле Динамический ввод. Введите значение 55.45 и нажмите клавишу **Enter**. Затем переместитесь по чертежу вправо и щелкните по длинной трубе на правом конце водопровода. Щелкните по круглой ручке, затем щелкните в точке, расположенной немного выше этой трубы. Труба прогнется вверх, чтобы пройти через точку, которую вы указали.

Проверки проекта и глубины заложения

Прежде чем приступить к редактированию проекта напорной трубопроводной сети, может оказаться весьма полезным применение команд **Проверка проекта**  и **Проверка глубины**  для более точного определения необходимых изменений. Обе эти команды расположены в ленте на вкладке **Напорные сети**. Команда **Проверка проекта**  отслеживает все случаи отклонения от требуемых направлений, несовпадения диаметров труб, незамкнутых соединений и превышения допустимого радиуса из-

гиба. Команда **Проверка глубины**  позволяет следить за тем, чтобы величина покрытия оставалась в диапазоне, определяемом минимальным и максимальным предельными значениями.

Далее рассмотрим команды **Проверка проекта** и **Проверка глубины** в проекте напорной трубопроводной сети.

23. Откройте файл чертежа с именем *Checking Design and Depth.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

24. Щелкните по трубе, проходящей от окружности D2 к окружности E. Затем в ленте в открывшейся вкладке **Напорные трубопроводные сети** щелкните по команде **Проверка проекта** .

В диалоговом окне **Запуск проверки проекта** снимите все флажки, кроме флажка для параметра **Прогиб**, затем щелкните по кнопке **ОК**. После этого появятся два предупреждающих символа на обоих концах проверяемой трубы.

Примечание. Предупреждающие символы видны только на плане и на виде профиля, но не в окне трехмерного представления.

Увеличьте изображение на одном из предупреждающих символов и поместите курсор мыши над этим символом. Должна появиться всплывающая подсказка, которая сообщает, что здесь была превышена величина допустимого отклонения.

25. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы снять текущее выделение, затем на виде профиля *Jordan Court* выделите длинную водопроводную трубу, проходящую под холмом. В ленте в открывшейся вкладке **Напорные трубопроводные сети** щелкните по команде **Проверка глубины** .

26. Еще раз выделите ту же самую трубу и нажмите клавишу **Enter**. В диалоговом окне **Выполнение проверки глубины заложения** для параметра **Минимальная глубина покрытия** введите значение *1,5*. Установите флажок для параметра **Максимальная глубина покрытия** и введите значение *3*. Щелкните по кнопке **ОК**.

27. В верхнем правом окне обратите внимание на предупреждающий символ, который появляется на трубе непосредственно под самой высокой точкой холма. Поместите курсор мыши над этим предупреждающим символом, чтобы увидеть всплывающую подсказку, оповещающую о превышении максимальной глубины покрытия в этом месте.

Примечание. Если возникают проблемы с выводом и чтением всплывающих подсказок, то попробуйте увеличить изображение, а затем выполнить в командной строке команду *REGEN*.

Редактирование напорных сетей с использованием инструментов компоновки плана

Другим способом редактирования напорных сетей является вкладка ленты **Компоновка плана напорной трубопроводной сети**, то есть та же самая вкладка, с которой вы уже работали при создании напорной трубопроводной сети. Чтобы активировать вкладку ленты интерфейса в режиме редактирования, а не в режиме создания, необходимо выделить элемент, а затем щелкнуть по команде **Редактировать сеть**, затем **Инструменты компоновки плана** (рис. 2.8).

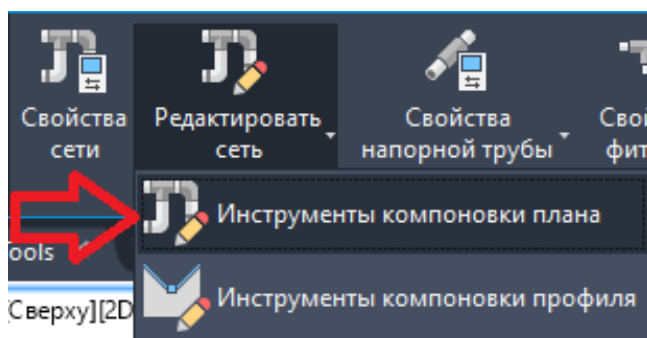


Рис. 2.8. Активация вкладки ленты
Компоновка плана напорной трубопроводной сети
щелчком по команде **Инструменты компоновки плана**

Далее воспользуемся командой **Инструменты компоновки профиля** для редактирования напорной трубопроводной сети на чертеже.

28. Откройте файл чертежа с именем *Editing a Pressure Networks Using the Plan Layout Tools.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

29. В левом окне и в нижнем правом окне увеличьте изображение на окружности D2. Щелкните по фитингу, расположенному около центра красной окружности D2, затем нажмите клавишу **Delete**, чтобы удалить отвод.

30. Щелкните по одной из труб, чтобы на ленте появилась вкладка **Напорные трубопроводные сети**. Щелкните по команде **Редактирование трубопроводной сети** затем **Инструменты компоновки плана** .

31. В ленте на вкладке **Компоновка плана напорной трубопроводной сети** выполните следующие операции:

- выберите поверхность *Road FG*;
- для параметра **Покрытие** введите значение *1,5*;
- в поле выбора размера и материала выберите *150mm DUCTILE IRON* (труба 150 мм, высокопрочный чугун);
- выберите фитинг *150mm ELBOW 45 DEG* (отвод 150 мм, 45°).

32. Щелкните по кнопке **Добавить фитинг** , затем щелкните по концу трубы, расположенному внутри окружности D2. Дважды нажмите клавишу **Esc**, чтобы завершить выполнение команды и снять выделение. Если фитинг установлен в неверном направлении, то щелкните по нему и воспользуйтесь ручкой в виде стрелки, чтобы развернуть его в требуемом направлении.

33. Щелкните по трубе, которая не соединена с другими элементами, чтобы стали видимыми ее ручки. Щелкните по ручке в форме ромба, затем щелкните по новому фитингу, чтобы соединить с ним выделенную трубу. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить выделение трубы.

34. Теперь удалите фитинг 90°, расположенный в окружности E, и повторите выполнение инструкций 32–33, чтобы вместо удаленного вставить фитинг 45°.

35. В ленте для следующего фитинга выберите из списка тройник *150mm TEE* (Т-образный 150 мм).

36. Удалите фитинг 90°, расположенный в окружности F2, и повторите выполнение инструкций 32–33, чтобы вместо удаленного вставить Т-образный фитинг.

37. В окне плана слева щелкните по только что созданному тройнику, затем щелкните по северной ручке в форме знака плюса. Выполните привязку к центру окружности H, чтобы создать новую трубу. Дважды нажмите клавишу **Esc**, чтобы завершить выполнение команды и снять выделение.

Редактирование напорных сетей с использованием инструментов компоновки профиля

На рис. 2.9 вы могли заметить, что существует еще и команда **Инструменты компоновки профиля**. Возможности редактирования напорных трубопроводов на виде профиля более широкие по сравнению с редактированием самотечных трубопроводов. Например, для напорных трубопроводов вы можете добавлять новые трубы, фитинги, увеличивать размеры труб и выполнять некоторые другие операции, недоступные для самотечных трубопроводов. После щелчка по команде **Инструменты компоновки профиля** на ленте открывается вкладка **Компоновка профиля напорной трубопроводной сети** (рис. 2.9), в которой предлагается множество удобных команд редактирования, применяемых на виде профиля.

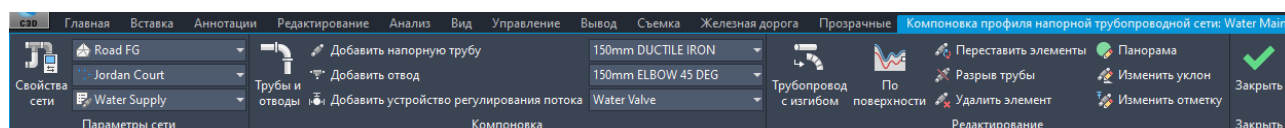


Рис. 2.9. Вкладка ленты **Компоновка профиля**
напорной трубопроводной сети

Далее рассмотрим использование команды **Инструменты компоновки профиля** для редактирования напорной трубопроводной сети на чертеже.

38. Откройте файл чертежа с именем *Editing a Pressure Networks Using the Profile Editing Tools.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

39. Щелкните по новой трубе, которая проходит от окружности Н к окружности F2, и по фитингу-тройнику в окружности F2. В ленте щелкните по команде **Отобразить элементы в профиле** . Щелкните по одной из линий сетки на виде профиля *Jordan Court* в правом верхнем окне. После этого новая труба будет отображена на виде профиля. Обратите внимание на то, что соединительный тройник и короткая труба-заглушка были смещены вниз и влево относительно новой трубы. Это то место, где новый про-

ектируемый водопровод будет состыкован с существующей водопроводной магистралью.

40. Пока одна из труб или один из фитингов остается выделенным, в ленте выберите команду **Редактировать сеть**, затем **Инструменты компоновки профиля** .

41. В поле напротив кнопки **Добавить отвод**  выберите элемент *150mm ELBOW 45 DEG* (отвод 150 мм, 45°). Затем щелкните по кнопке **Добавить отвод** .

42. В верхнем правом окне поместите курсор около правого конца короткого сегмента трубы, расположенного прямо под красной окружностью. Когда появится глиф желтого цвета, как показано на рис. 2.10, щелкните по трубе. В командной строке щелкните по команде **Counterclockwise**, чтобы активировать параметр **Против часовой стрелки**. После этого должен появиться новый отвод под углом 45°. На виде профиля он может выглядеть немного странно из-за предустановленного вертикального увеличения. Если увеличить изображение нового фитинга в трехмерном виде модели, то можно убедиться, что выглядит он так, как предполагалось.

43. Проверьте и убедитесь в том, что для данной трубы выбраны размер и материал: труба 150 мм, высокопрочный чугун (150mm DUCTILE IRON), и щелкните по кнопке **Добавить напорную трубу** . После появления запроса на определение элемента в начале заданного диапазона щелкните по только что созданному отводу.

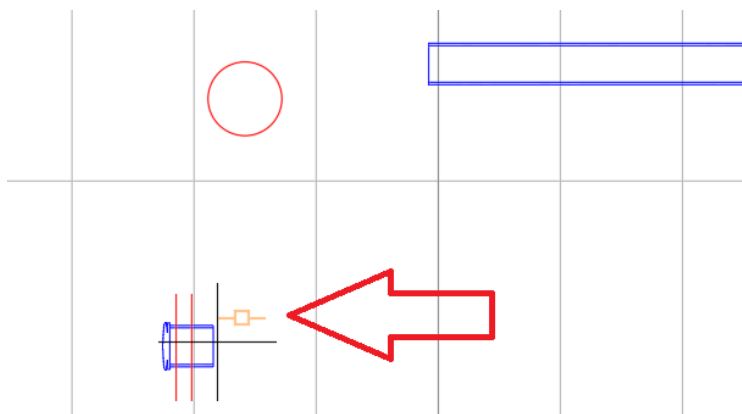


Рис. 2.10. Глиф, обозначающий правильное соединение трубы с фитингом

44. После появления запроса на определение элемента в конце заданного диапазона щелкните по трубе, расположенной справа от красной окружности. В ответ на запрос о продолжении операции щелкните по кнопке **Да**.

45. Щелкните по новому отводу, затем выполните привязку к центру красной окружности, расположенной выше проектируемого стыка.

46. Затем щелкните по кнопке **Добавить отвод** , далее щелкните по концу только что созданной трубы, убедившись при этом, что появляется глиф, сообщающий о корректности соединения, как на рис. 2.10. В выпадающей строке щелкните по команде **По часовой стрелке**, чтобы активировать параметр **По часовой стрелке**. Создается еще один отвод под углом 45°.

47. Выделите трубу, расположенную справа от только что созданного отвода. Щелкните по правой верхней треугольной ручке на левом конце этой трубы и перетащите ее к новому отводу. Щелкните по новому отводу, чтобы соединить с ним трубу. После этого на трехмерном виде модели можно видеть полностью завершенное проектное решение соединения между существующей и проектируемой водопроводными магистралями (рис. 2.11). Эту операцию также можно выполнить в окне трехмерного представления или в окне плана.

48. В ленте во вкладке **Компоновка профиля напорной трубопроводной сети** щелкните по команде **Разрыв трубы** . В правом верхнем окне есть две вертикальные красные линии. Щелкните по трубе рядом с красной линией слева. Труба разделится.

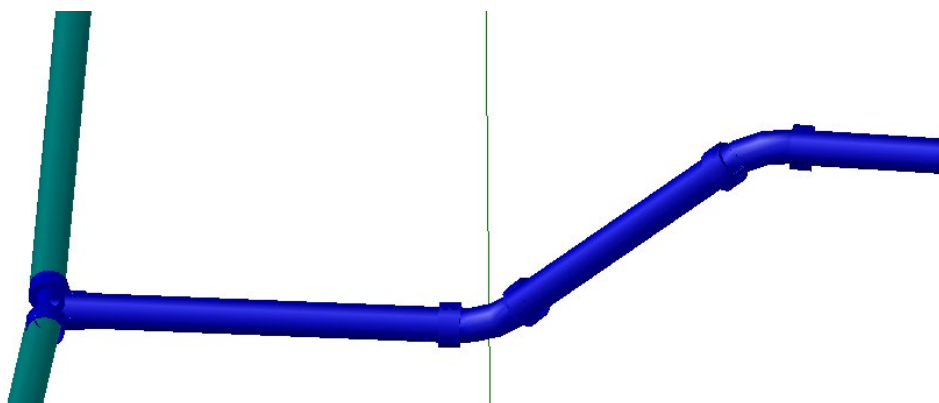


Рис. 2.11. Соединение проектируемого водопровода с существующей водопроводной магистралью в трехмерном виде

49. Повторите выполнение предыдущей инструкции для разрыва трубы у красной линии справа.

50. В ленте щелкните по команде **Удалить элемент** . Щелкните по сегменту трубы между красными линиями.

51. Щелкните по команде **Добавить устройство регулировки потока** , затем щелкните по левому краю разрыва, созданного при удалении сегмента трубы во время выполнения предыдущей инструкции. На виде профиля должен появиться символ вентиля.

52. Щелкните по трубе на правом крае того же разрыва, чтобы появились ручки. Щелкните по ручке в виде направленного вверх треугольника и перетащите ее к новому вентилю. Когда появится глиф правильного соединения, щелкните по нему. В нижнем правом окне внимательно рассмотрите созданные фитинг-тройник и вентиль (рис. 2.12).

53. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить все выделения на чертеже. На виде профиля (правое верхнее окно) переместитесь вправо и выделите длинную трубу. В ленте перейдите на вкладку **Компоновка профиля напорной трубопроводной сети** и щелкните по значку **По поверхности** .

54. Нажмите клавишу **Enter**, затем по запросу о глубине заложения относительно поверхности в командной строке введите значение *1,5*. Нажмите клавишу **Enter**, чтобы завершить выполнение команды. После этого труба разделяется на несколько сегментов, чтобы сохранить постоянную глубину относительно поверхности грунта (рис. 2.13).

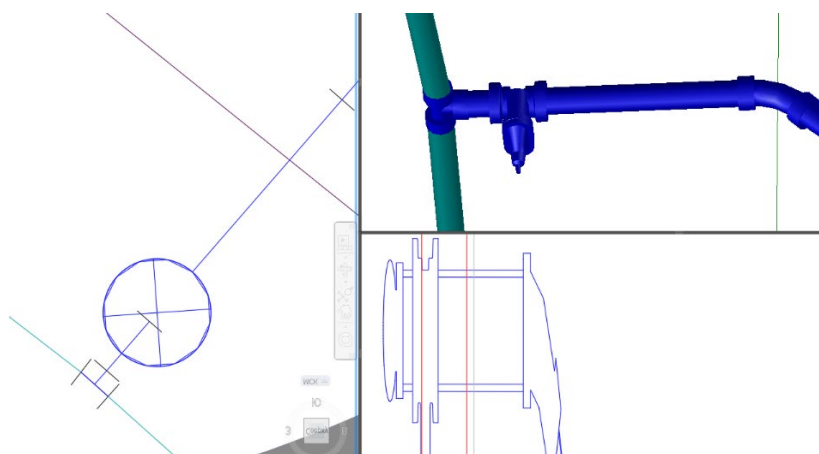


Рис. 2.12. Соединение проектируемой линии водопровода с существующей водопроводной магистралью, показанное на плане, на профиле и в трехмерном представлении

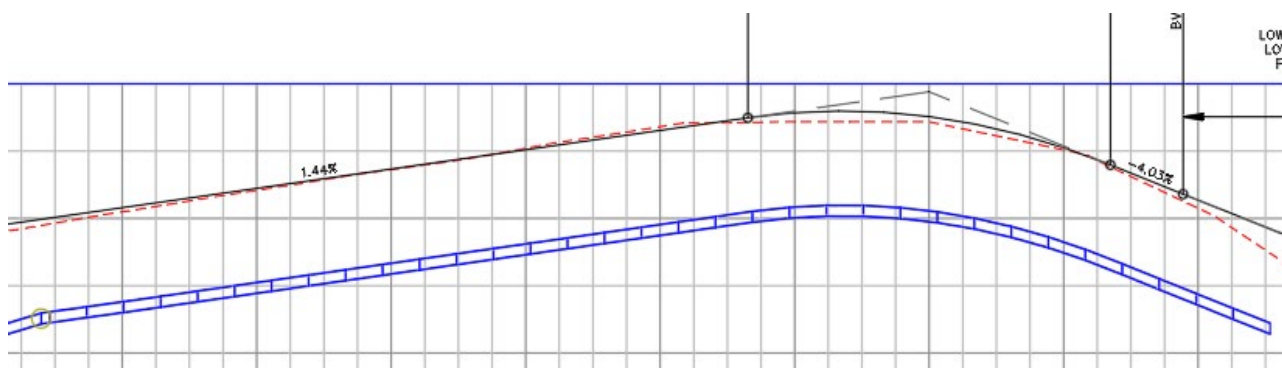


Рис. 2.13. Труба, разделенная на сегменты для сохранения постоянной глубины относительно поверхности грунта

Дополнительные задания

Откройте файл чертежа с именем *Pressure Networks Beyond.dwg*, расположенный в папке с исходными материалами лабораторной работы. Этот чертеж содержит напорные трубопроводные сети, которые вы создали к настоящему моменту, выполняя данную лабораторную работу. Продолжите разработку водопроводной сети, выполнив следующие задания:

- добавьте тройник в окружности Н;
- используйте инструменты компоновки плана для создания компоновки водопровода, начинающегося с тройника в окружности Н и проходящего вдоль северного края *Madison Lane*. Водопровод должен оставаться в области между полосой отчуждения и бордюром. Завершите прокладку водопровода около пересечения *Madison Lane* и *Logan Court*;
- вычертите новый водопровод на виде профиля *Madison Lane*;
- используйте команду **Проверка проекта**  для проверки всех отклонений в проекте. Исправьте отклонения, которые превышают допустимые;
- используйте команду **Проверка глубины** , чтобы проверить правильность назначения покрытия: между 1,5 и 3,5 м. Исправьте все нарушения этого условия.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите способы создания напорных трубопроводных сетей в Civil 3D.
2. Какие инструменты создания напорных трубопроводных сетей в Civil 3D вы знаете?

3. Какие параметры напорных трубопроводных сетей можно редактировать в Civil 3D?
4. Что выполняет команда проверки проекта в Civil 3D?
5. Какие виды редактирования напорных сетей существуют в Civil 3D?
В чем их различие?

Лабораторная работа № 3

ОТОБРАЖЕНИЕ И СОЗДАНИЕ МЕТОК

ТРУБОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Цель работы: освоить методику отображения и создания меток технологических трубопроводных сетей с помощью программы Autodesk Civil 3D.

Задачи работы

1. Изучить теоретические сведения.
2. Применить стили труб для отображения трубопроводных сетей.
3. Создать метки для трубопроводных сетей на плане.
4. Создать метки для трубопроводных сетей на виде профиля.
5. Создать таблицы для трубопроводных сетей.
6. Выполнить дополнительные задания.
7. Ответить на вопросы для самоконтроля.

Перечень обеспечивающих средств

1. Персональные компьютеры (ПК).
2. Программное обеспечение Autodesk Civil 3D.
3. Справка по Autodesk Civil 3D.
4. Цифровые чертежи, расположенные в папке с исходными данными:
 - Applying Structure and Fitting Styles.dwg;
 - Applying Pipe Styles.dwg;
 - Renaming Pipes and Structures.dwg;
 - Creating Labels in Plan View.dwg;
 - Editing Labels in Plan View.dwg;
 - Creating Labels in Profile View.dwg;
 - Editing Labels in Profile View.dwg;
 - Creating Pipe Network Tables.dwg;
 - Displaying and Annotating Pipe Networks Beyond.dwg.
5. Учебно-методическая литература [1–6].

Общие теоретические сведения

Отображение трубопроводных сетей с использованием стилей

Стили для труб и колодцев являются двумя самыми сложными стилями в Civil 3D. Они предоставляют множество параметров для отображения элементов проекта трубопроводных сетей на плане, профиле, модели и даже на виде сечения. Большой выбор разнообразных возможностей для отображения трубопроводных сетей важен еще и потому, что зачастую на одном чертеже вычерчиваются различные типы систем, и без их графической дифференциации не обойтись.

Применение стилей колодцев, фитингов и дополнительных технических приспособлений

Стили Civil 3D дают возможность применять множество основных способов отображения колодцев, фитингов и дополнительных технических приспособлений. На плане можно изобразить колодец в виде контура его трехмерной формы или использовать блок AutoCAD как символ, представляющий колодец. Для блока вы можете определить его размер в соответствии с масштабом чертежа, в некотором фиксированном масштабе или взять действительные размеры данного элемента. На рис. 3.1 показан колодец, представленный в виде блока AutoCAD слева и отображенный в форме контура его трехмерной модели справа.

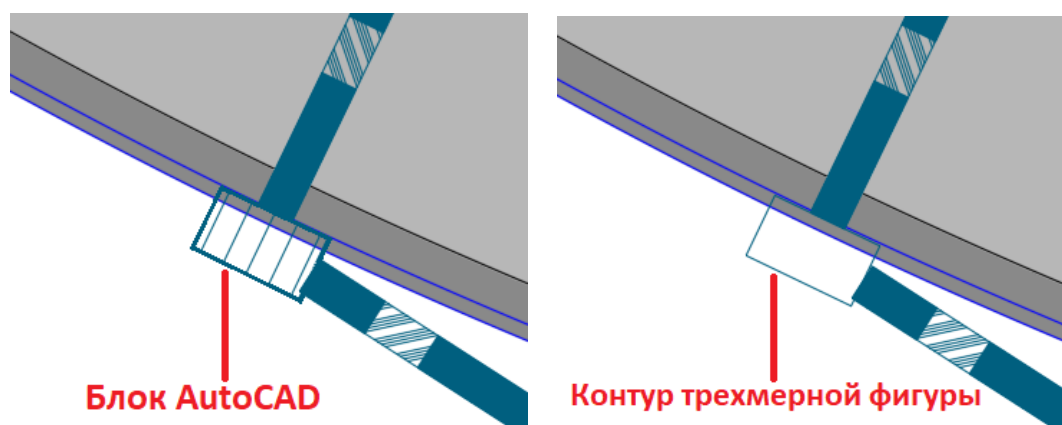


Рис. 3.1. Колодец, показанный в виде блока (слева)
и в виде контура трехмерной фигуры (справа)

На виде профиля изобразить колодец можно тремя способами: как *однородное, сплошное тело* в виде *границы контура* или как *блок*.

Однородное, сплошное тело. Колодец показан как один из разрезов трехмерной модели элемента, то есть величина, форма и все размеры представлены точно (рис. 3.2, слева). Этот способ позволяет увидеть любые внутренние детали элемента.

Границы контура отображается контур трехмерной модели элемента (рис. 3.2, в центре). В этом случае элемент тоже представлен точно, но без внутренних деталей.

Блок (рис. 3.2, справа) вставляется и масштабируется на основе одного из нескольких параметров. Наиболее часто блок масштабируется по вертикали для соответствия высоте элемента и по горизонтали для соответствия ширине элемента. Блок может отобразить требуемый внешний вид элемента, но из-за масштабирования по вертикали и/или по горизонтали его размеры могут не совпадать с реальными.

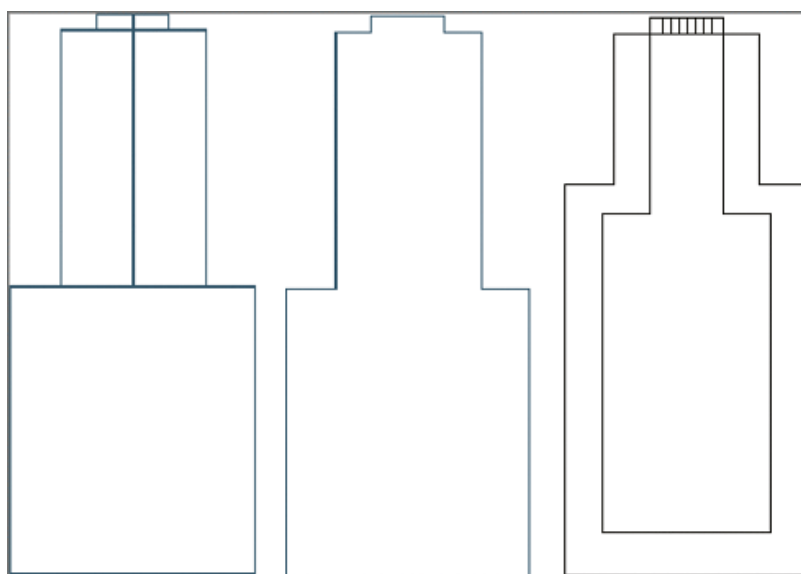


Рис. 3.2. Колодец, показанный в виде однородного, сплошного тела (слева), в виде границы контура (в центре) и в виде блока (справа)

Для фитингов и дополнительных технических приспособлений на плане можно выбрать осевую линию, блок, определяемый по каталогу, или блок, определенный пользователем.

Осевая линия (рис. 3.3, слева). Самым простым является отображение в виде осевой линии, представляющее фитинг или дополнительное техническое приспособление как единственную линию.

Блок, определяемый по каталогу (рис. 3.3, в центре), – это действительная трехмерная форма фитинга или дополнительного технического приспособления, показанная на плане.

Блок, определенный пользователем (рис. 3.3, справа), позволяет воспользоваться любым блоком AutoCAD для визуального представления фитинга или дополнительного технического приспособления.

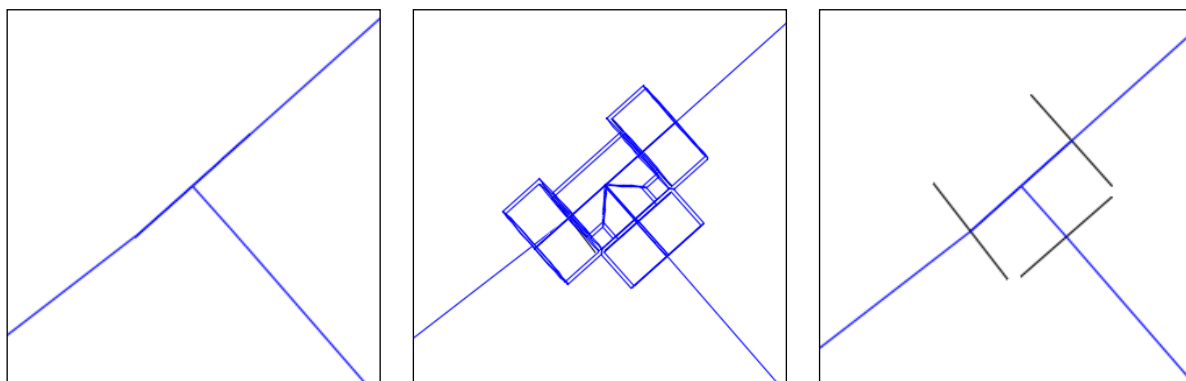


Рис. 3.3. Фитинг-тройник, показанный как осевая линия (слева), как блок, определяемый по каталогу (в центре), и как блок, определенный пользователем (справа)

На виде профиля для отображения фитингов или дополнительных технических приспособлений выбора нет: фитинги просто выводятся в виде контура, а дополнительные технические приспособления представлены символом, обозначающим их тип.

Проектировщик вряд ли будет заниматься конфигурированием стилей или подбором конфигураций стилей для использования в проекте – за это обычно отвечает руководитель подразделения САПР. Тем не менее знание способов, которыми колодцы, фитинги и дополнительные технические приспособления могут быть отображены на чертежах, может оказаться полезным в тех случаях, когда возникает необходимость обсудить с руководителем подразделения САПР создание новых требуемых стилей.

Методика выполнения работы

Запуск программы

1. Запустите программу **Civil 3D**. Для этого выберите в меню **Пуск/Программы/Autodesk Civil 3D** или дважды щелкните левой клавишей мыши по значку данной программы  на рабочем столе.

Применение стилей колодцев

2. Откройте чертеж *Applying Structure and Fitting Styles.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы. В левом окне чертеж увеличен в области двух смотровых колодцев, расположенных в непосредственной близости друг от друга, но конфликта не наблюдается. В нижнем правом окне изображение выглядит так, как будто конфликт возможен, но текущий угол зрения не дает полной уверенности в этом (рис. 3.4).

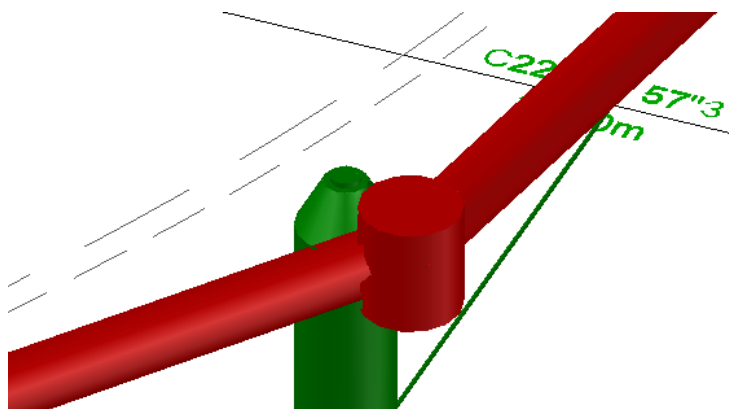


Рис. 3.4. Возможный конфликт (пересечение) двух смотровых колодцев

3. В левом окне щелкните по сантехническому смотровому колодцу (он маркирован буквой S, обведенной окружностью), затем в ленте щелкните по команде **Свойства колодца** . Откроется диалоговое окно **Свойства колодца**.

Во вкладке **Информация** для параметра **Стиль** выберите значение *C-SSWR – Outline*. Щелкните по кнопке **ОК**. Этот стиль показывает контур

реального трехмерного элемента, который демонстрирует, что смотровой колодец на самом деле намного больше, чем заменяющий его символ.

4. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить выделение сантехнического смотрового колодца. Щелкните по ливневому смотровому колодцу (маркированному буквой D в окружности), затем в ленте интерфейса щелкните по команде **Свойства колодца** .

Примечание. D обозначает «дренаж», термин, часто считающийся равнозначным термину «отвод ливневых вод».

5. Измените стиль этого смотрового колодца на *C-STRM – Outline*. После отображения обоих колодцев в их действительных размерах становится очевидным, что конфликт между ними все-таки существует (рис. 3.5).

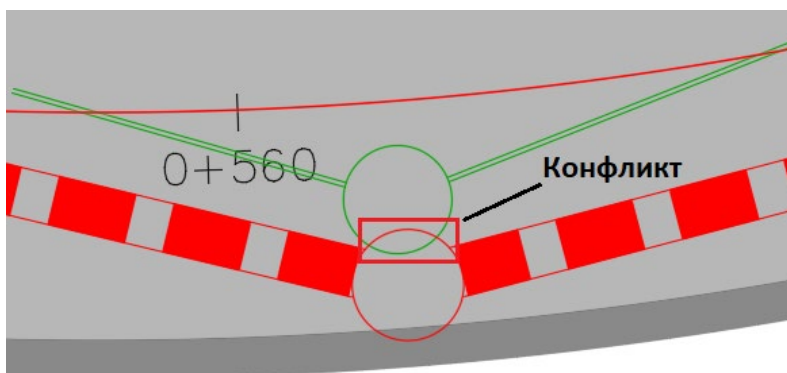


Рис. 3.5. Конфликт (пересечение) между двумя смотровыми колодцами можно увидеть, если стили отображают их истинные размеры

6. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить выделение. В левом окне переместитесь по чертежу на север к началу трассы *Jordan Court*, где новый водопровод присоединяется к существующей водопроводной магистрали. Щелкните по фитингу-тройнику и по двум фитингам-отводам около точки соединения.

7. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду **Свойства**. Измените свойство **Стиль** на *Water 3D*. После изменения стиля фитинги на плане изображаются в своей реальной форме. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить предыдущее выделение, но оставьте окно **Свойства** открытым. Переместитесь по чертежу на северо-восток на другую сторону трассы,

к пересечению *Jordan Court – Emerson Road* и выделите здесь ливневый смотровой колодец.

8. В окне **Свойства** измените стиль на *C-STRM – MH Symbol Plan & Profile*. После выбора нового стиля внимательно исследуйте этот смотровой колодец на виде профиля в верхнем правом окне, чтобы увидеть небольшое изменение его формы. Это произошло потому, что блок не отображает точных размеров данного колодца. Возможно, в некоторых случаях блок будет приемлемым представлением, но если необходимо видеть точные размеры смотрового колодца, то следует применить другой стиль.

В Civil 3D истинной формой трубы или колодца является трехмерный объект. Например, смотровой колодец обычно представлен некоторой формой цилиндра, но достаточно часто выглядит и более сложно, то есть комплектуется из конусов, эксцентрических цилиндров и т. д. Некоторые из способов, которыми могут быть изображены колодцы, предусматривают выполнение сечения соответствующих им объектов или отображение их контура. На рис. 3.6 один и тот же колодец показан в трехмерной перспективе (слева), как контур в плане (в центре) и как сечение данного элемента на виде профиля (справа). Используя трехмерные представления колодцев на чертежах, вы получаете возможность выполнять проектирование более точно и правильно и всегда следить за тем, чтобы проектируемые колодцы не имели недопустимых пересечений и прочих конфликтов с другими подземными объектами.

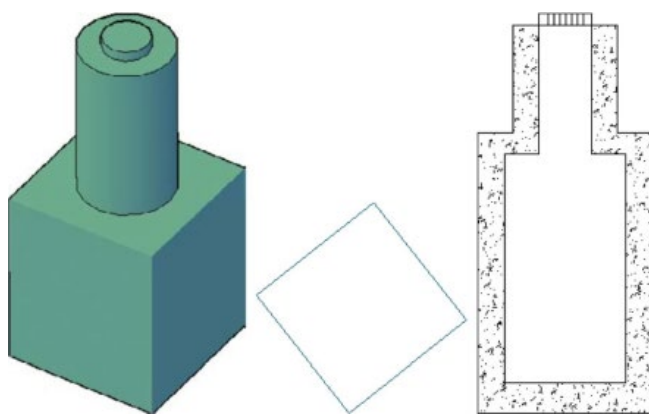


Рис. 3.6. Колодец показан как трехмерная перспектива (слева), как контур в плане (в центре) и как сечение данного элемента на виде профиля (справа)

Применение стилей труб

Объект «труба» немного проще, чем объект «колодец», в том отношении, что, по существу, сечение трубы представляет собой окружность, эллипс или прямоугольник. Тем не менее графическое представление трубы разделяется на несколько частей, каждой из которых может быть присвоен собственный стиль. На рис. 3.7 показаны труба и ее элементы на виде профиля.

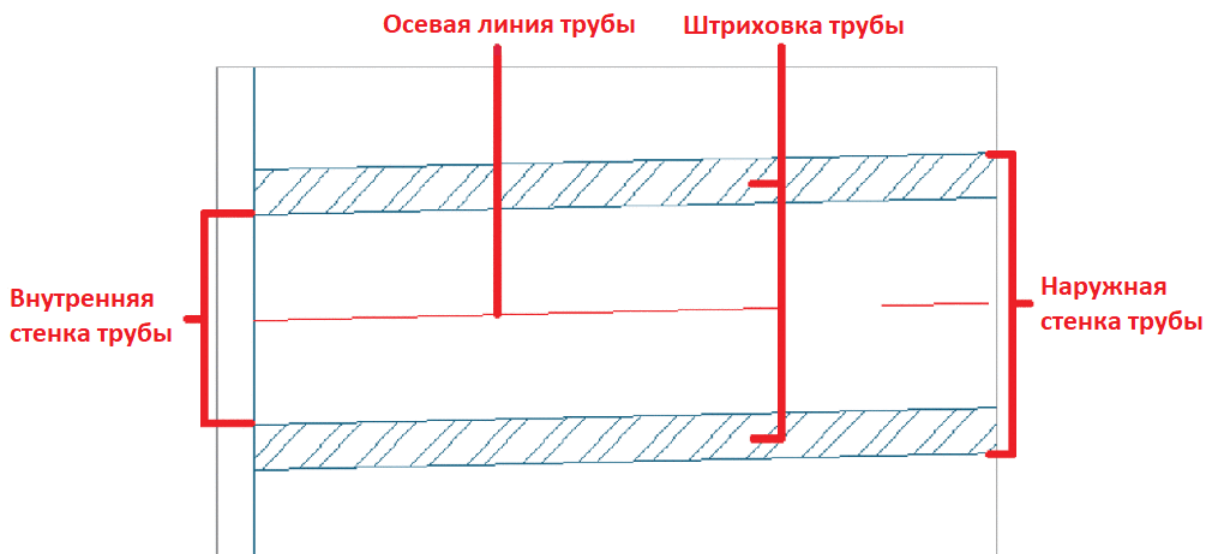


Рис. 3.7. Труба на виде профиля

Стили труб используются для управления отображением различных элементов трубы следующим образом.

Осевая линия трубы. Вы можете управлять видимостью осевой линии трубы и такими ее графическими свойствами, как слой, цвет и тип линии, а кроме того, установить ширину осевой линии равной диаметру трубы (некоторые другие размерные параметры также можно изменять). Применение штриховки ливневых трубопроводов, которое вы ранее видели на примерах чертежей, осуществляется посредством установки ширины осевой линии равной внутреннему диаметру трубы и использования типа линии «штриховая».

Внутренняя и наружная стенки трубы. С помощью стилей можно управлять видимостью и графическими свойствами внутренней и наружной стенок (поверхностей).

Линия конца трубы. Это линия, пересекающая каждый конец трубы. Стилль может определять, вычерчивается ли эта линия до наружной стенки трубы или до внутренней стенки трубы.

Штриховка трубы. Стилль трубы можно использовать для сплошной ее штриховки в пределах внутреннего или наружного диаметра или только в области между внутренней и наружной стенками. Шаблон, масштаб и угол наклона штриховки определяются как составная часть стилия.

Поперечная труба. Стилль трубы можно использовать для того, чтобы изобразить ее таким образом, как если бы она располагалась поперек вида профиля, а не параллельно ему. Поперечное сечение такой трубы обычно принимает форму эллипса либо вследствие увеличения по вертикали, либо потому, что пересечение происходит под некоторым углом. Это очень удобно в тех ситуациях, когда надо следить за тем, чтобы пересекающиеся (в плане) трубы не имели физических пересечений (и прочих конфликтов) друг с другом. На виде профиля можно управлять видимостью и графическими свойствами элементов поперечной трубы, такими как внутренние и наружные стенки и штриховка.

Здесь еще раз следует напомнить о том, что проектировщик, скорее всего, не будет ответственным за создание стилей, определяющих конфигурацию свойств отображения труб. Но если вы будете знать и понимать основные возможности, то сможете более точно сформулировать запрос на создание специализированных стилей, обращенный к руководителю подразделения САПР.

Рассмотрим использование стилей для управления отображением труб на чертеже.

9. Откройте файл чертежа с именем *Applying Pipe Styles.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы. На этом чертеже изображение в левом окне увеличено в области трассы *Logan Court*, где сантехнический трубопровод пересекает ливневый трубопровод, и те же самые трубы показаны на виде профиля в верхнем правом окне и в трехмерном представлении внизу справа.

10. В левом окне щелкните по зеленой трубе с меткой SAN. В ленте интерфейса щелкните по команде **Свойства трубы** .

11. В окне **Свойства трубы** во вкладке **Информация** измените стиль на *C-SSWR – Double Line* и нажмите **ОК**. Вид этой трубы изменится на плане. Метка SAN исчезает, и труба теперь изображается как двойная линия, представляющая ее внутренний диаметр.

12. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить предыдущее выделение, затем щелкните по сетке вида профиля в верхнем правом окне. В ленте интерфейса станет активна вкладка **Вид профиля**. Щелкните в ней по команде **Свойства вида профиля** .

13. В диалоговом окне **Свойства вида профиля** щелкните по вкладке **Трубопроводные сети**. Выполните прокрутку вниз и найдите трубы, перечисленные под заголовком сети *Storm2*. Для одной из труб в столбце **Нарисовать** установлен флажок *Да*. Установите флажок в столбце **Переопределение стиля** для этой трубы.

14. В диалоговом окне **Выберите стиль трубы** выберите стиль *C-PROF-STRM – Crossing* и нажмите **ОК**. Щелкните по кнопке **ОК** еще раз, чтобы закрыть диалоговое окно **Свойства вида профиля**. Теперь вы возвращаетесь к чертежу, где ливневая труба теперь представлена в форме эллипса, размещенного в месте пересечения ливневой трубы с трассой (рис. 3.8). При внимательном рассмотрении изображенных таким способом ливневой и сантехнической труб можно четко увидеть существующее здесь недопустимое пересечение (конфликт), следовательно, проект необходимо изменить.

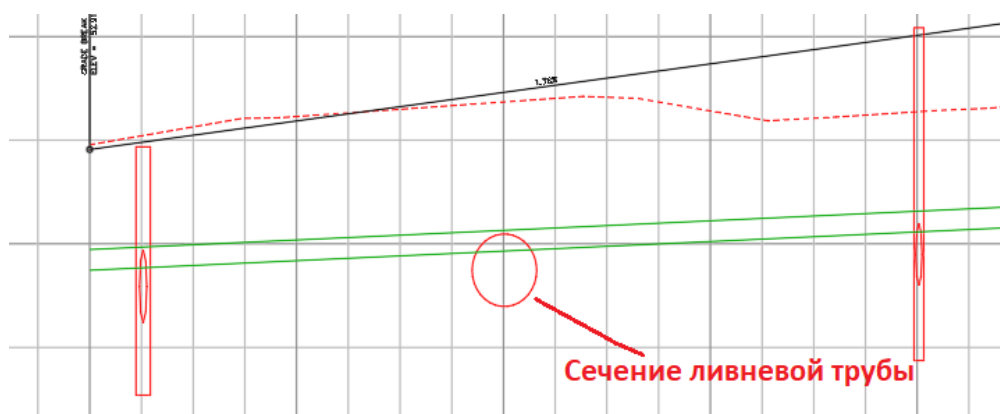


Рис. 3.8. Поперечная ливневая труба, показанная в форме эллипса, позволяет обнаружить недопустимое пересечение с сантехнической трубой

Примечание. В диалоговом окне **Свойства вида профиля** есть особая вкладка **Трубопроводные сети**, в которой приведен список всех труб и колодцев на чертеже. Вы можете отобразить любой из элементов в заданном виде профиля, просто установив флажок в столбце **Нарисовать**. Можно даже выполнить переопределение стиля, чтобы труба или колодец отображались в заданном профиле с использованием стиля, отличающегося от того, который был присвоен в диалоговом окне **Свойства трубы**. Это особенно удобно, если на одном виде профиля необходимо показать трубу с применением стиля поперечной трубы, а на другом – в обычном, «стандартном» стиле.

Создание меток для трубопроводных сетей на плане

Для того чтобы трубопроводная система функционировала правильно, она должна быть смонтирована с достаточно высокой точностью. Именно поэтому подрядчик, прокладывающий трубы и устанавливающий колодцы на строительной площадке, должен получить подробную информацию. Наиболее часто используемый для этого способ – добавление текста на чертеж. Пикеты и смещения определяют местоположение каждого колодца в горизонтальной проекции, а уклоны и отметки высот указывают глубину заложения каждой трубы. Кроме того, уклоны требуются для правильной организации водостоков. Эти значения обычно записываются с точностью до тысячной доли метра. Может показаться удивительным, что с такой высокой точностью можно выкопать траншею и уложить в нее тяжелую бетонную трубу, тем не менее это происходит ежедневно.

До сих пор вы работали с функциями, которые создают трубы и колодцы, выполняют их редактирование и управляют их графическим отображением на чертеже. Далее рассмотрим добавление к проекту аннотаций, которые, возможно, не менее важны, чем сам графический проект. Линии и символы создают общую картину проекта, удобную для восприятия, но пикеты, смещения, отметки высот, уклоны и т. п. будут использоваться для выполнения точных измерений при размещении и ориентации каждой трубы и каждого колодца на строительной площадке.

Переименование труб и колодцев

Многие проекты трубопроводных сетей содержат большое количество труб и колодцев. Поэтому в профессиональном проекте должны быть

предусмотрены именование и/или система нумерации, что облегчает отслеживание такого большого количества элементов. Перед созданием меток труб и колодцев следует потратить некоторое время на их переименование для полного соответствия используемой системе.

Далее рассмотрим процесс переименования труб и колодцев на чертеже.

15. Откройте файл чертежа с именем *Renaming Pipes and Structures.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

16. В левом окне щелкните по водоприемнику на пикете 0+170, расположенном на восточной стороне трассы *Jordan Court*. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду **Свойства**. В окне **Свойства** измените имя на *INLET-01*.

18. Нажмите **Esc**, чтобы отменить выделение, затем щелкните по водоприемнику, расположенному на другой стороне улицы относительно *INLET-01*. В окне **Свойства** измените имя на *INLET-02*. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить выделение.

19. Щелкните по трубе между *INLET-01* и *INLET-02* и измените ее имя на *STM-01*.

20. Для трубы, выходящей из *INLET-02* на север, измените имя на *STM-02*.

21. Измените имя смотрового колодца около пикета 0+110 на *STMH-01*.

22. Продолжайте работу по всей трубопроводной сети, переименовывая водоприемники, трубы и смотровые колодцы в соответствии с заданной выше последовательностью.

23. Для самого последнего колодца (на чертеже U-образной формы) в этой сети задайте имя *ENDWALL-01*.

24. На панели **Область инструментов** в окне **Навигатор** раскройте заголовки **Трубопроводные сети**, затем **Сети** и *Storm1*. В разделе под заголовком *Storm1* щелкните по пункту **Трубы**. В области просмотра элементов в нижней части окна **Навигатор** должны обновиться имена труб, как показано на рис. 3.9, но порядок их может быть несколько иным.

25. В разделе подзаголовком *Storm1* щелкните пункт **Колодцы**. В области просмотра элементов в нижней части окна **Навигатор** значения, приведенные в столбце **Имя**, должны быть как на рис. 3.10.

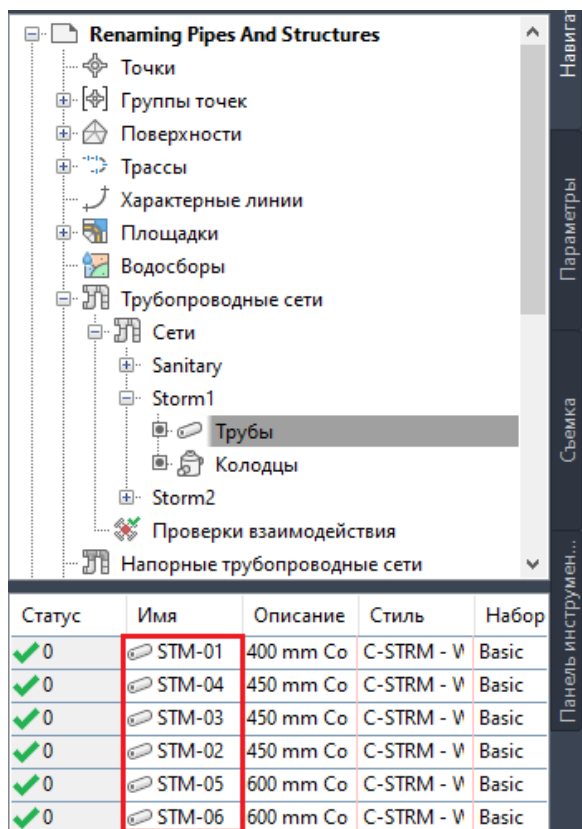


Рис. 3.9. Исправленные имена труб, показанные в области просмотра элемента окна **Навигатор**

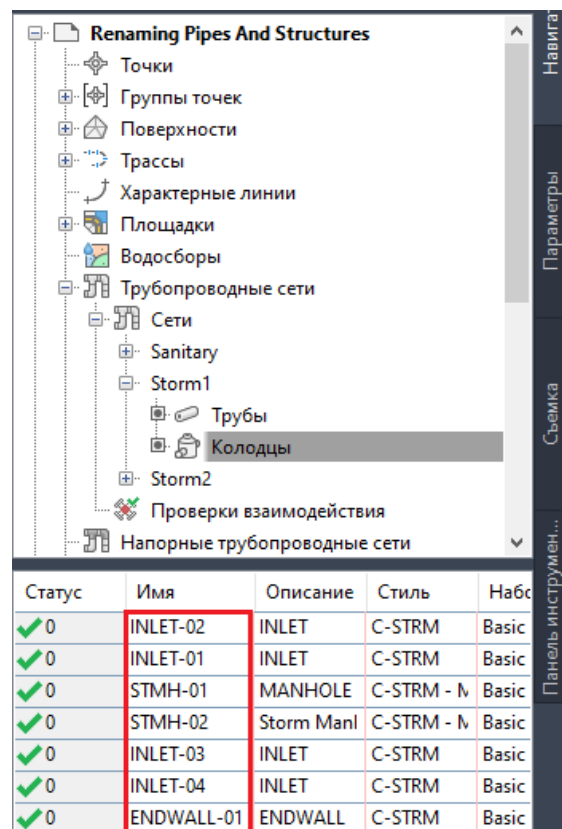


Рис. 3.10. Исправленные имена колодцев, показанные в области просмотра элемента окна **Навигатор**

Создание меток на плане

Для создания меток на плане используется команда **Добавить метки** . Вы можете создавать метки поочередно по одной или сразу для всех элементов сети. После создания меток их можно перетаскивать по чертежу на свободные места, для того чтобы удобнее было читать.

Теперь рассмотрим создание меток ливневой трубопроводной сети.

26. Откройте файл чертежа с именем *Creating Labels In Plan View.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

27. В ленте интерфейса на вкладке **Аннотации** щелкните по команде **Добавить метки** .

28. В диалоговом окне **Добавление меток** установите следующие параметры (рис. 3.11):

- для параметра **Объект** выберите значение **Трубопроводная сеть**;
- для параметра **Тип метки** выберите значение *Вся сеть – на плане*;
- для параметра **Стиль меток труб** выберите *C-STRM – Pipe Data (One Line)*;
- для параметра **Стиль меток колодцев** выберите значение *C-STRM – Structure Data*.

Нажмите кнопку **Добавить**.

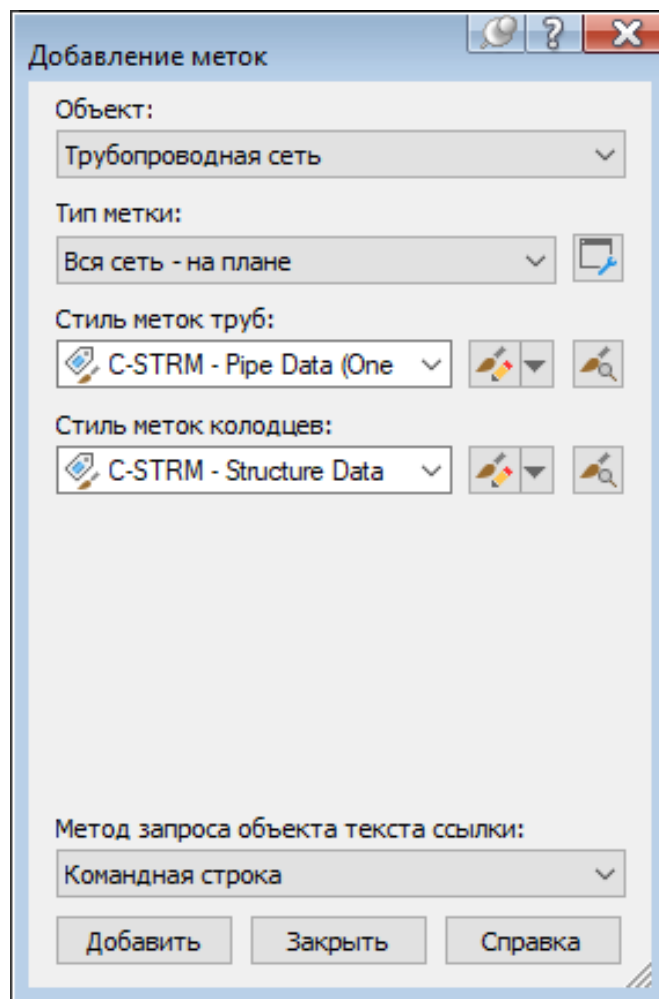


Рис. 3.11. Необходимые параметры для создания меток на плане

29. Щелкните по любой трубе или колодцу в ливневой трубопроводной сети около въезда на *Jordan Court*. Метки добавляются к каждой трубе и каждому колодцу в сети, и это создает на чертеже путаницу (рис. 3.12). Но это будет исправлено при выполнении следующего задания.

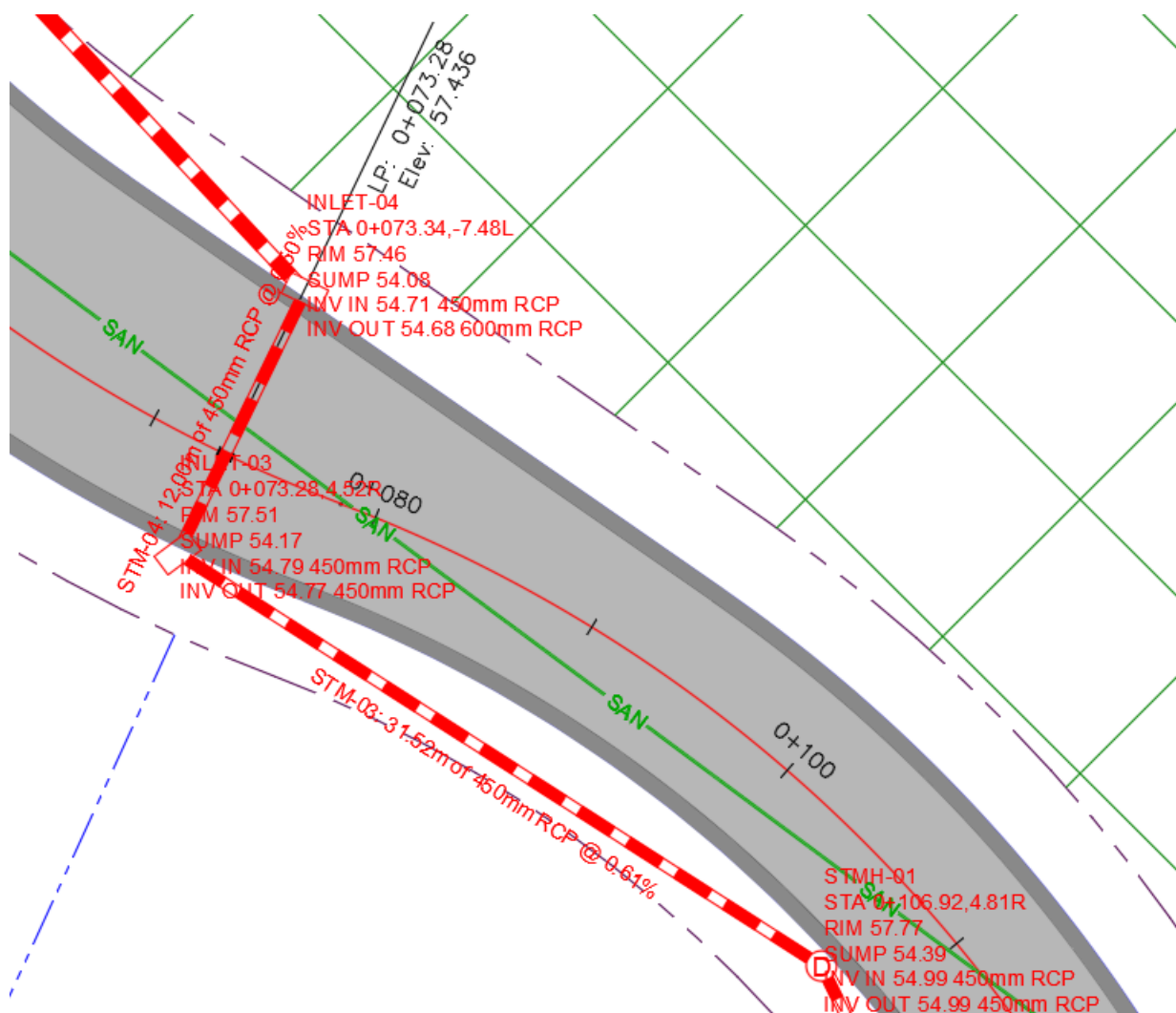


Рис. 3.12. Начальное расположение меток на чертеже
чрезвычайно неудачное, хаотичное и требует редактирования

Редактирование меток на плане

После создания меток трубопроводной сети на чертеже может возникнуть необходимость внесения некоторых изменений для улучшения внешнего вида этих меток и удобства их чтения. Это можно сделать, применяя разнообразные стили и/или перемещая метки с помощью ручек.

Далее отредактируем внешний вид и переместим метки трубопроводных сетей.

30. Откройте файл чертежа с именем *Editing Labels in Plan View.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

31. В левом окне увеличьте изображение на водоприемнике *INLET-01*, расположенном на восточной стороне улицы *Jordan Court* около пикета 0+170. Щелкните по метке, затем щелкните по квадратной ручке. Перетащите метку на свободное место на чертеже, где она не будет конфликтовать с каким-либо текстом или линиями.

32. Повторите выполнение инструкции 31 для *INLET-02*, расположенного по другую сторону дороги относительно *INLET-01*.

33. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить предыдущее выделение. Щелкните по метке трубы *STM-01* (труба, соединяющая водоприемники *INLET-01* и *INLET-02*). Щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду **Свойства**. В окне **Свойства** измените значение параметра **Стиль меток труб** на *C-STRM – Pipe Data (Stacked)*.

34. Пока метка остается выделенной, щелкните по квадратной ручке и перетащите метку на свободное место на чертеже.

35. Используйте квадратную ручку для перемещения меток *STMH-01*, *INLET-03* и *INLET-04* на свободные места на чертеже.

36. Измените стиль метки для *STM-04* на *C-STRM – Pipe Data (Stacked)* так же, как вы делали это при выполнении инструкции 33 для метки *STM-01*. Перетащите метку на свободное место на чертеже, как это было сделано при выполнении инструкции 34 для метки *STM-01*.

37. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить выделение всех меток. Щелкните по метке *STM-05*, затем в ленте щелкните по команде **Перебросить метку** . После этого метка переместится на восточную сторону трубы, где ее намного удобнее читать.

38. Пока метка *STM-05* остается выделенной, щелкните по ее ручке в форме ромба и перетащите метку вдоль трубы, чтобы понаблюдать действие этой ручки.

39. Перетащите метки всех остальных колодцев на свободные места на чертеже и измените стиль для метки *STM-06* на *C-STRM – Pipe Data (Stacked)*.

После окончания редактирования всех меток аннотации проекта чертеж стал гораздо аккуратнее, и метки теперь намного легче читать, как можно видеть при сравнении рис. 3.13 с рис. 3.12.

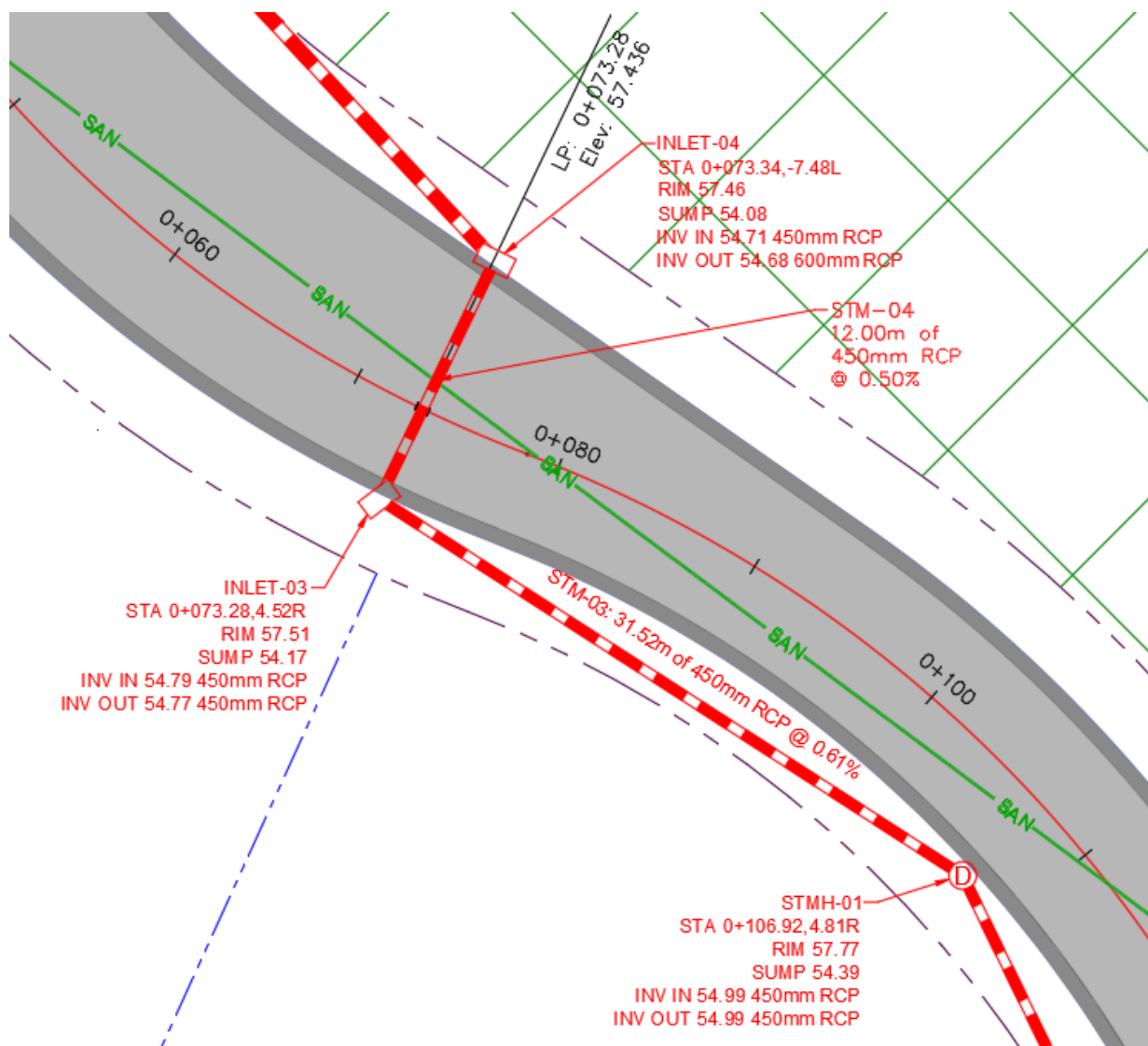


Рис. 3.13. Та же область, что была показана на рис. 3.12,
после редактирования меток

Создание меток для трубопроводных сетей на виде профиля

В большинстве проектов трубопроводных систем потребуется также нанесение меток на виде профиля, поскольку этот вид так же важен для визуального представления проекта, как и план, а кроме того, на виде профиля еще отображена необходимая текстовая и числовая проектная информация. Часто данные на профиле дублируют данные на плане, но это позволяет тому, кто будет в дальнейшем работать с проектом, сразу получать всю требуемую информацию без многочисленных переходов от чертежа к чертежу и обратно.

Переименование труб и колодцев на виде профиля не потребуется, если это уже было сделано на плане. Дело в том, что элементы трубопроводной сети на плане и на профиле – это одни и те же объекты, представляемые с различных точек обзора. Другими словами, переименование элемента на плане приводит к автоматическому переименованию этого элемента на виде профиля, потому что это один и тот же объект.

Создание меток на виде профиля

И снова следует напомнить о том, что для создания меток трубопроводной сети на виде профиля применяется диалоговое окно **Добавление меток**. На этот раз вы будете использовать либо параметр *Профиль* всей трубопроводной сети для создания сразу всех меток труб и колодцев либо параметр *Один элемент – на профиле* для поочередной работы с метками.

Далее рассмотрим процесс создания меток трубопроводной сети на виде профиля.

40. Откройте файл чертежа с именем *Creating Labels in Profile View.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

41. В ленте интерфейса на вкладке **Аннотации** щелкните по команде **Добавить метки** .

42. В диалоговом окне **Добавление меток** установите следующие параметры (рис. 3.14):

- для параметра **Объект** выберите *Трубопроводная сеть*;
- для параметра **Тип метки** выберите значение *Один элемент – на профиле*;
- для параметра **Стиль меток труб** выберите *C-PROF-STRM – Pipe Data*;
- для параметра **Стиль меток колодцев** выберите *C-PROF-STRM – Structure Data (Above)*;

Нажмите кнопку **Добавить**.

43. Щелкните по первому и по последнему колодцам на виде профиля в верхнем правом окне. Создаются метки, располагающиеся над этими

двумя колодцами. Для остальных двух колодцев эти места занимают метки профиля дороги, поэтому метки колодцев будут размещены ниже изображений колодцев.

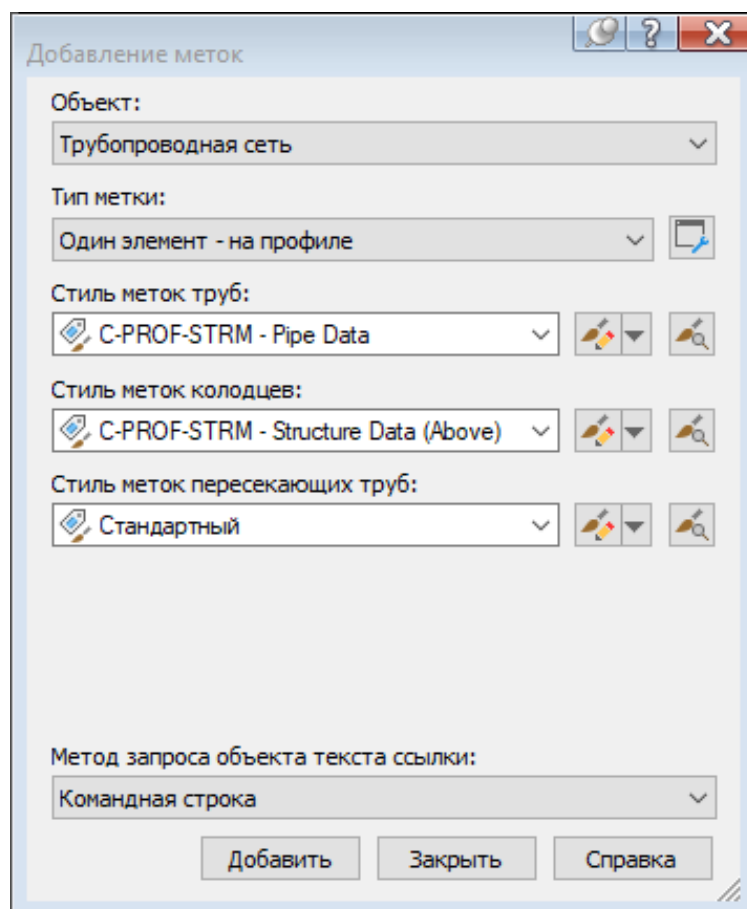


Рис. 3.14. Необходимые параметры для создания меток на виде профиля

44. В диалоговом окне **Добавить метки** для параметра **Стиль метки колодцев** выберите *C-PROF-STRM – Structure Data (Below)*. Щелкните по кнопке **Добавить**.

45. Щелкните по второму и третьему колодцам. Метки остаются над колодцами, но обратите внимание на то, что их формат немного изменился. Положение этих меток будет изменено при выполнении следующего задания.

46. Щелкните по трем трубам на виде профиля, чтобы разместить метку над каждой трубой. Получившийся чертеж должен выглядеть приблизительно так, как показано на рис. 3.15.

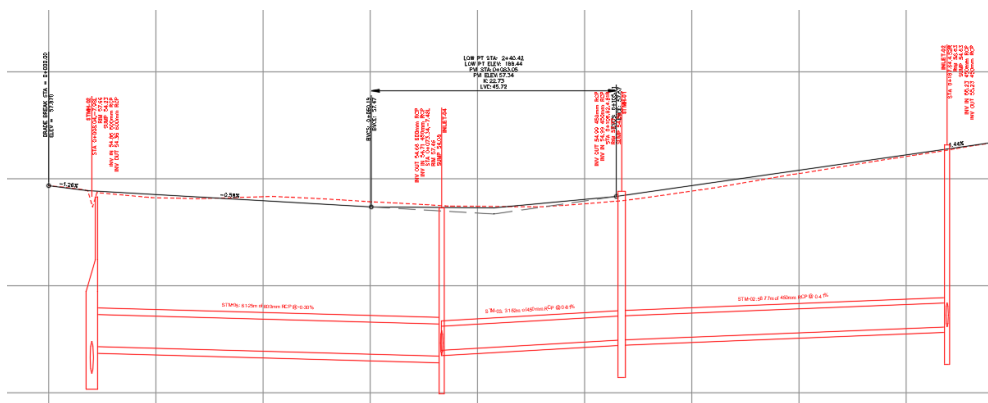


Рис. 3.15. Начальное размещение меток трубопроводной сети на виде профиля

Редактирование меток на виде профиля

Точно так же, как и на плане, вам с большой вероятностью потребуется редактирование начального размещения и стилей меток на виде профиля, чтобы сделать их более удобными для чтения. Вы уже знаете, что можно присваивать различные стили для изменения форматирования, а с помощью ручек можно перемещать метки. Для некоторых стилей меток существует дополнительная ручка, располагающаяся в опции размерной привязки. Это незакрепленная точка, перемещение которой возможно только по вертикали, что может оказаться достаточно удобным, так как часто необходимо сдвигать метку вверх или вниз, чтобы улучшить ее читаемость, но при этом сохранять положение метки по горизонтали на виде профиля. Становятся доступными дополнительные параметры опции размерной привязки, позволяющие точно разместить метку на основе положения соответствующего элемента или сетки вида профиля. Таким образом, **Опция размерной привязки** предоставляет больше параметров и обеспечивает большую гибкость при работе с метками на виде профиля.

Рассмотрим процесс редактирования меток трубопроводной сети на виде профиля, имеющемся на чертеже.

47. Откройте файл чертежа с именем *Editing Labels in Profile View.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

48. В верхнем правом окне щелкните по метке первого колодца (*STMH-02*), затем щелкните по ромбовидной ручке на верхней границе метки и перетащите ее вверх, в свободную область чертежа. Обратите внимание на то, что

перемещение этой ручки ограничено только направлениями вверх и вниз. Причина в том, что данная ручка расположена в ядре размерной линии.

49. Нажмите клавишу **Esc**, чтобы отменить предыдущее выделение. Щелкните по метке второго колодца (*INLET-04*), затем в ленте интерфейса в активной вкладке **Метки** щелкните по команде **Свойства метки** .

50. В окне **Свойства** измените параметр **Опция размерной привязки** на *Снизу*. Метка перебрасывается в нижнее положение.

51. Если метка перекрывает изображение колодца, то щелкните по квадратной ручке на верхней границе метки. Затем щелкните по кнопке **Ортогональное ограничение** , расположенной около нижней границы экрана справа, и переместите метку вниз до самого конца линии, то есть к нижнему краю колодца.

Примечание. Режим **Ортогонального ограничения** ограничивает перемещение курсора только направлениями строго вверх, вниз, влево и вправо. Это позволяет сохранять выравнивание метки по изображению колодца при перемещении ее вниз.

52. Повторите выполнение инструкций 48–50 для метки третьего колодца (*INLET-05*). После завершения редактирования последней метки общее отображение вкуче с аннотированием трубопроводной сети на виде профиля существенно улучшилось. Сравните результат, показанный на рис. 3.16, с начальным размещением меток на рис. 3.15.

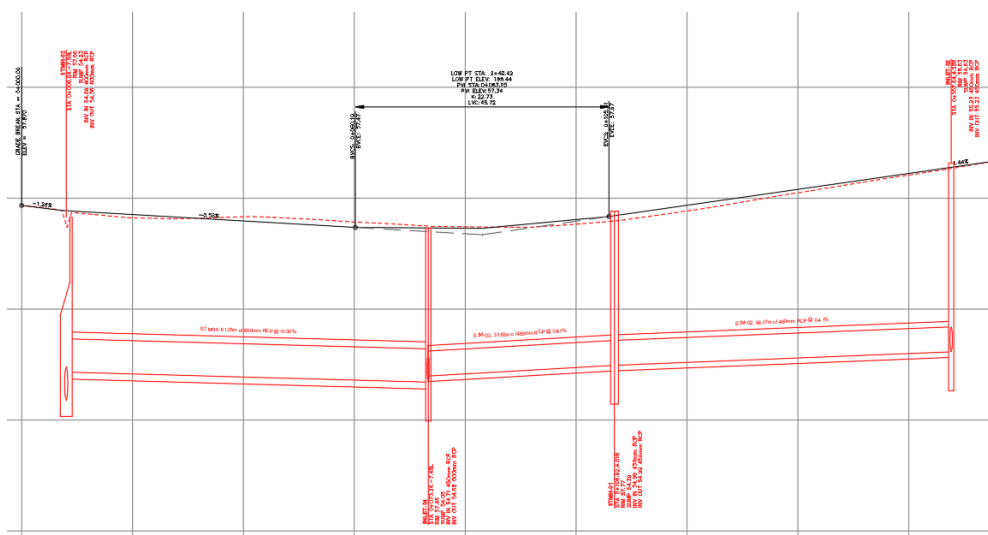


Рис. 3.16. Метки трубопроводной сети на виде профиля после их редактирования с целью улучшения их читаемости

Таблицы являются эффективным способом представления проектной информации. Главным преимуществом таблиц является то, что они размещают информацию в организованном порядке, удобном для чтения. Недостаток же состоит в том, что при изучении чертежа как графического представления проекта приходится постоянно обращаться к таблице, содержащей числовые и текстовые данные. Поэтому таблицы обычно применяют только в тех случаях, когда основной чертеж становится слишком запутанным и сложным для чтения из-за избытка текстовой и числовой информации на нем.

Для трубопроводной сети ссылки в таблицах указывают непосредственно на трубы и колодцы, таким образом, никаких тегов не нужно. Тем не менее рекомендуется представить на чертеже метки, которые идентифицируют каждую трубу и каждый колодец, чтобы можно было без затруднений отслеживать их связи с таблицей.

Чтобы создать таблицу для трубопроводной сети на чертеже, выполните дальнейшие пошаговые инструкции.

53. Откройте файл чертежа с именем *Creating Pipe Network Tables.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

54. В ленте интерфейса на вкладке **Аннотации** щелкните по команде **Добавить таблицы** , в ней выберите **Трубопроводная сеть**, затем **Добавить колодец**. Откроется диалоговое окно **Создание таблицы колодцев**.

55. Для параметра **Стиль таблицы** выберите значение *C-SSWR* – *Structure & Pipe Data*. Также проверьте и убедитесь в том, что активирован параметр **По сети**, и в данном параметра выбрано значение *Sanitary* (Сантехническая). Нажмите **ОК**.

51. В левом окне на любом свободном месте чертежа (лучше справа) выберите точку вставки таблицы. Таблица вставляется в указанном месте чертежа. Увеличьте изображение таблицы и внимательно изучите содержащуюся в ней информацию (рис. 3.17).

Примечание. При заданных значениях этих параметров все трубы и колодцы выбранной сантехнической (*Sanitary*) трубопроводной сети будут

включены в таблицу. Здесь также имеется возможность многовариантного выбора, позволяющая вручную указывать только те элементы, которые должны быть представлены в таблице.

STRUCTURE TABLE			
STRUCTURE NAME:	DETAILS:	PIPE(S) IN:	PIPE(S) OUT
SSMH-01	JORDAN COURT STA 0+043.92, 0.00' RIM = 57.57 SUMP = 52.5		SAN-01, 75mm PVC, INV OUT =54.49
SSMH-02	JORDAN COURT STA 0+115.75, 1.28L RIM = 57.79 SUMP = 51.1	SAN-01, 75mm PVC, INV IN =53.07	SAN-02, 75mm PVC, INV OUT =53.07
SSMH-03	JORDAN COURT STA 0+205.23, 0.04L RIM = 59.10 SUMP = 50.2	SAN-02, 75mm PVC, INV IN =52.17	SAN-03, 75mm PVC, INV OUT =52.17
SSMH-04	JORDAN COURT STA 0+284.47, 0.00' RIM = 58.89 SUMP = 49.4	SAN-03, 75mm PVC, INV IN =51.38	SAN-04, 75mm PVC, INV OUT =51.38
SSMH-05	JORDAN COURT STA 0+372.48, 2.98L RIM = 55.41 SUMP = 48.5	SAN-04, 75mm PVC, INV IN =50.49	SAN-05, 75mm PVC, INV OUT =50.49
SSMH-06	JORDAN COURT STA 0+464.91, 0.00' RIM = 51.94 SUMP = 46.8	SAN-05, 75mm PVC, INV IN =48.62	SAN-06, 75mm PVC, INV OUT =48.62
SSMH-07	JORDAN COURT STA 0+557.53, 1.58L RIM = 52.07 SUMP = 43.8	SAN-06, 75mm PVC, INV IN =45.83	SAN-07, 75mm PVC, INV OUT =45.83

Рис. 3.17. Часть таблицы колодцев, созданной для сантехнической канализационной трубопроводной сети

52. В ленте на вкладке **Аннотации** щелкните по команде **Добавить метки** .

53. В диалоговом окне **Добавление меток** установите следующие параметры:

- для параметра **Объект** выберите **Трубопроводная сеть**;
- для параметра **Тип метки** выберите значение *Вся сеть – на плане*;
- для параметра **Стиль меток труб** выберите *C-SSWR – Name Only*;
- для параметра **Стиль меток колодцев** выберите *C-SSWR – Name Only*.

Нажмите кнопку **Добавить**.

54. Щелкните по любой сантехнической трубе или колодцу на чертеже. Вся трубопроводная сеть будет снабжена метками с указанием имени каждой трубы и каждого колодца.

55. Для каждого сантехнического смотрового колодца щелкните по соответствующей метке, затем воспользуйтесь квадратной ручкой для перетаскивания метки в более удобное положение на свободное место.

56. Для каждой сантехнической трубы щелкните по соответствующей метке и с помощью ручки в виде ромба передвиньте метку таким образом, чтобы она не пересекалась ни с другим текстом, ни с линиями. Если это невозможно, то и в этом случае пользуйтесь квадратной ручкой для переноса метки на свободное место. Благодаря добавленным в ходе выполнения данного задания меткам тот, кто будет читать чертеж, без труда сможет сопоставить имена труб и колодцев с информацией в таблице.

Дополнительные задания

Откройте файл чертежа с именем *Displaying and Annotating Pipe Networks Beyond.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы. Этот чертеж содержит стили, метки и таблицы, которые вы создали при выполнении заданий при выполнении данной лабораторной работы. Для выполнения этого задания для работы со стилями и метками остальных труб и колодцев ливневой канализации:

- для всех ливневых труб на чертеже примените стиль *C-STRM – Walls in Profile*;

- для всех ливневых труб и колодцев измените текущие метки на плане на *C-STRM – Name Only*;

- создайте метки для остальных ливневых труб и колодцев с использованием стиля *C-STRM – Name Only*;

- выполните переименование ливневых труб и колодцев таким образом, чтобы логически продолжить уже используемую систему именования и нумерации;

- создайте таблицу для каждой ливневой канализационной трубопроводной сети на данном чертеже. Используйте стиль таблицы *C-STRM – Structure & Pipe Data*;

– создайте метки для всех фитингов и дополнительных технических приспособлений на плане и на виде профиля, используя соответствующие стили. Создайте метки для нескольких труб, используя стиль *Proposed Water*, предназначенный только для определения уровня воды.

Вопросы для самоконтроля

1. Какую форму имеет труба или колодец в Civil 3D?
2. В Civil 3D стили труб используются для управления отображением различных элементов трубы. Назовите эти элементы.
3. Какие параметры указываются при добавлении меток?
4. В чем особенность ортогонального ограничения?
5. Какая информация может отображаться в таблице для трубопроводных сетей?

Лабораторная работа № 4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНЕШНЕГО ТРУБОПРОВОДА

Цель работы: освоить методику проектирования внешних инженерных сетей с помощью программы Autodesk Civil 3D.

Задачи работы

1. Изучить теоретические сведения.
2. Создать характерную линию с вершинами.
3. Создать трубопроводную сеть из характерной линии.
4. Создать продольный профиль с трубопроводом.
5. Нанести метки труб и колодцев на план.
6. Добавить таблицы труб и колодцев.
7. Построить коридор траншеи.
8. Построить поверхность по коридору.
9. Построить виды поперечных сечений и подсчитать объемы земляных работ.
10. Вывести чертеж на печать (сохранить в формат *pdf*).
11. Ответить на вопросы для самоконтроля.

Перечень обеспечивающих средств

1. Персональные компьютеры (ПК).
2. Программное обеспечение Autodesk Civil 3D.
3. Справка по Autodesk Civil 3D.
4. Цифровой чертеж (файл *Внешние сети.dwg*), расположенный в папке с исходными данными.
5. Учебно-методическая литература [1–6].

Общие теоретические сведения

Проектирование внешних инженерных сетей содержит в себе определенные сложности, среди которых – рутинное построение профилей, оформление трубопровода на плане и продольном профиле. Не обходится и без изменений: меняется трассировка трубопровода, меняются точки под-

ключения. Civil 3D поможет минимизировать время на внесение изменений, а создание и оформление продольных профилей будет занимать значительно меньше усилий и времени.

В данной лабораторной работе будет спроектирована сеть канализации.

Методика выполнения работы

Запуск программы

1. Запустите программу **Civil 3D**. Для этого выберите в меню **Пуск/Программы/Autodesk Civil 3D** или дважды щелкните левой клавишей мыши по значку данной программы  на рабочем столе.

2. Откройте чертеж *Внешние сети.dwg*, который находится в папке с исходными материалами лабораторной работы.

Создание характерной линии

Главными критериями проектирования трубопровода являются глубина залегания и продольный уклон. В нашем примере мы рассмотрим проектирование канализации – безнапорной водопроводной сети, с глубиной пролегания 2 м и продольным уклоном 8 промилле. Трасса прохождения трубопровода нанесена на чертеже при помощи полилинии.

В качестве рабочего элемента создания трубопровода мы будем использовать характерную линию.

3. На ленте интерфейса во вкладке **Главная** выберите **Характерные линии** , затем **Создать характерные линии из объектов** .

Левой кнопкой мыши выберите темную полилинию на чертеже и нажмите **Enter**.

4. В появившемся окне **Создание характерных линий** (рис. 4.1) введите имя с вашей фамилией (например «*Характерная линия Иванов*»), установите галочку **Назначить отметки** и **Стереть существующие объекты** и нажмите **ОК**.

5. В следующем окне **Назначить отметки** выберите поверхность *Рельеф*, уберите галочку у пункта **Вставить промежуточные точки перелома** и нажмите **ОК**.

6. Левой кнопкой мыши выберите только что созданную характерную линию на плане и на ленте интерфейса в разделе **Редактировать отметки** выберите **Редактор отметок** .

7. В окне задания шага  укажите шаг 2 м.

Выделите все вершины  и нажмите кнопку **Пошаговое понижение** . Затем в столбце **Следующий уклон** проставьте значение -8% (кроме последней вершины).

Нажмите на иконку галочки , чтобы закрыть редактор отметок.

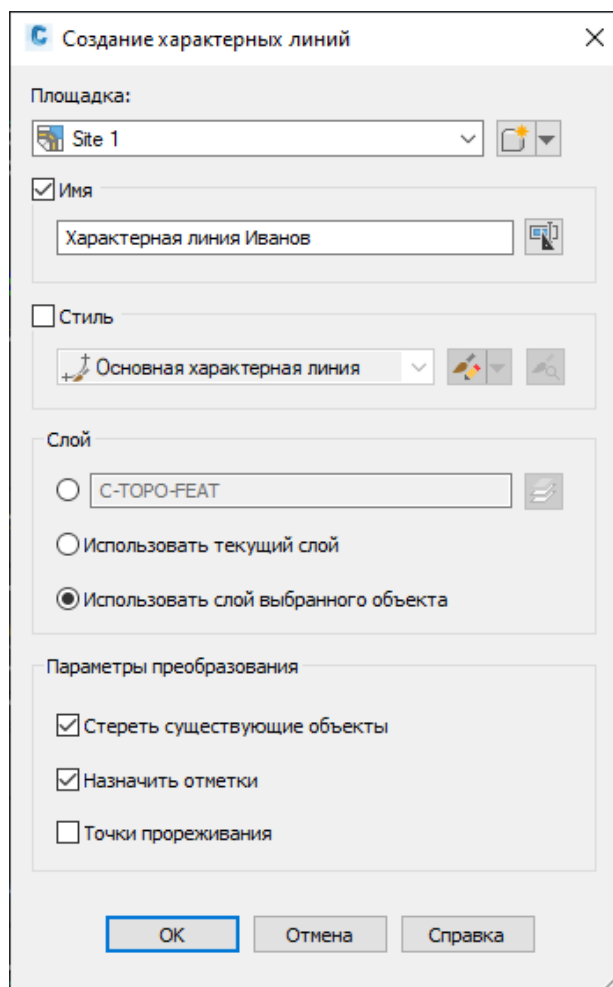


Рис. 4.1. Окно **Создание характерных линий**

Добавление вершин к характерной линии

Согласно типу трубопровода и выбранному диаметру колодцы должны стоять через каждые 35 метров. Расстановка колодцев производится по вершинам характерной линии, поэтому сейчас мы добавим необходимые нам вершины.

8.левой кнопкой мыши выберите характерную линию, на ленте интерфейса выберите команду **Вставить точку с отметкой** .

Пропечатайте команду *Шаг* и нажмите **Enter**. Укажите расстояние 35 и еще раз нажмите **Enter**. Чтобы прекратить команду **Вставить точку с отметкой** нажмите **Esc**.

Вдоль характерной линии появятся вершины, каждые 35 м (рис. 4.2).

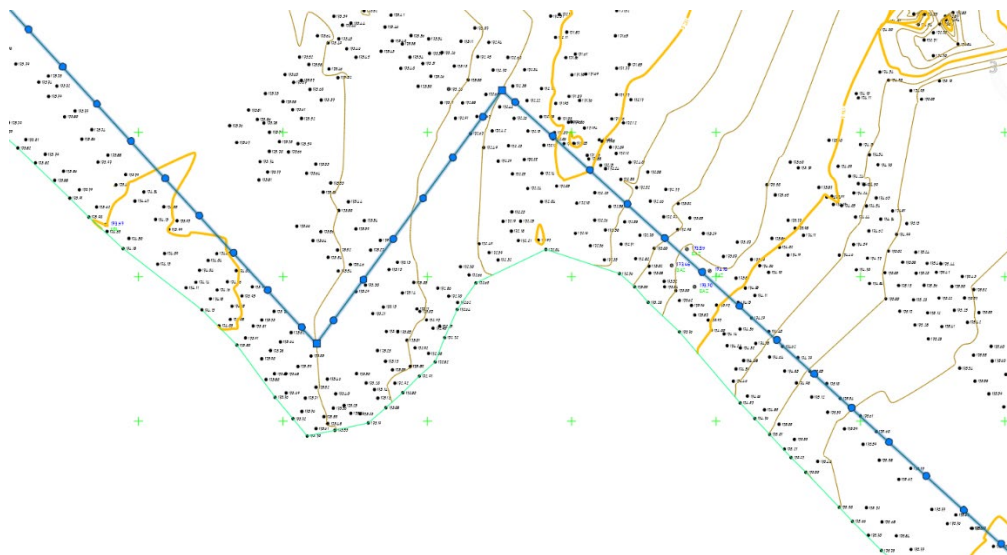


Рис. 4.2. Появление вершин вдоль характерной линии

Создание трубопроводной сети из характерной линии

В предыдущем пункте вы создали «скелет» трубопровода – линию с заданным уклоном и глубиной пролегания, теперь создадим из нее саму трубопроводную сеть, с колодцами и трубами на плане.

9. На ленте интерфейса во вкладке **Главная** выберите **Трубопроводная сеть** , затем **Создать трубопроводную сеть из объекта** .

Левой кнопкой мыши выберите характерную линию с левого края.

Щелкните левой кнопкой мыши по характерной линии, подтвердите или обратите направление потока. Направление должно идти слева направо, по направлению продольного уклона. Если все верно, то подтвердите направление потока нажатием клавиши **Enter**. Если стрелка указывает в обратную сторону, то выберите или пропечатайте команду *Обратить* и нажмите **Enter**.

Откроется окно **Создание трубопроводной сети из объекта**.

10. В этом окне укажите следующие параметры (рис. 4.3):

– имя сети с вашей фамилией (например «*Трубопроводная сеть Иванов*»);

- в списке элементов сети выберите *Канализация*;
- создаваемую трубу выберите *150 мм – труба из гофрированного полиэтилена высокой плотности*;
- создаваемый колодец выберите *Концентрический колодец 1200 диаметр*;
- поверхность (имя поверхности) укажите *Рельеф*;
- установите галочку у пункта **Использовать отметки вершин**;
- ссылку на отметку вершины выберите *Снаружи снизу*.

Нажмите **ОК**.

Создание трубопроводной сети из ...

Имя сети:
Трубопроводная сеть Иванов

Описание сети:

Список элементов сети:
Канализация

Создаваемая труба:
150 мм - труба из гофрированного поли

Создаваемый колодец:
Концентрический колодец 1 200 диаме:

Слой...

Имя поверхности:
Рельеф

Имя трассы:
<нет>

☒ Стереть существующий объект
☒ Использовать отметки вершин

Ссылка на отметку вершины

☐ Снаружи сверху
☐ Верх
☐ Осевая линия
☐ Дно
☒ Снаружи снизу

ОК Отмена Справка

Рис. 4.3. Окно Создание трубопроводной сети из объекта

На плане появятся колодцы и трубы (рис. 4.4).

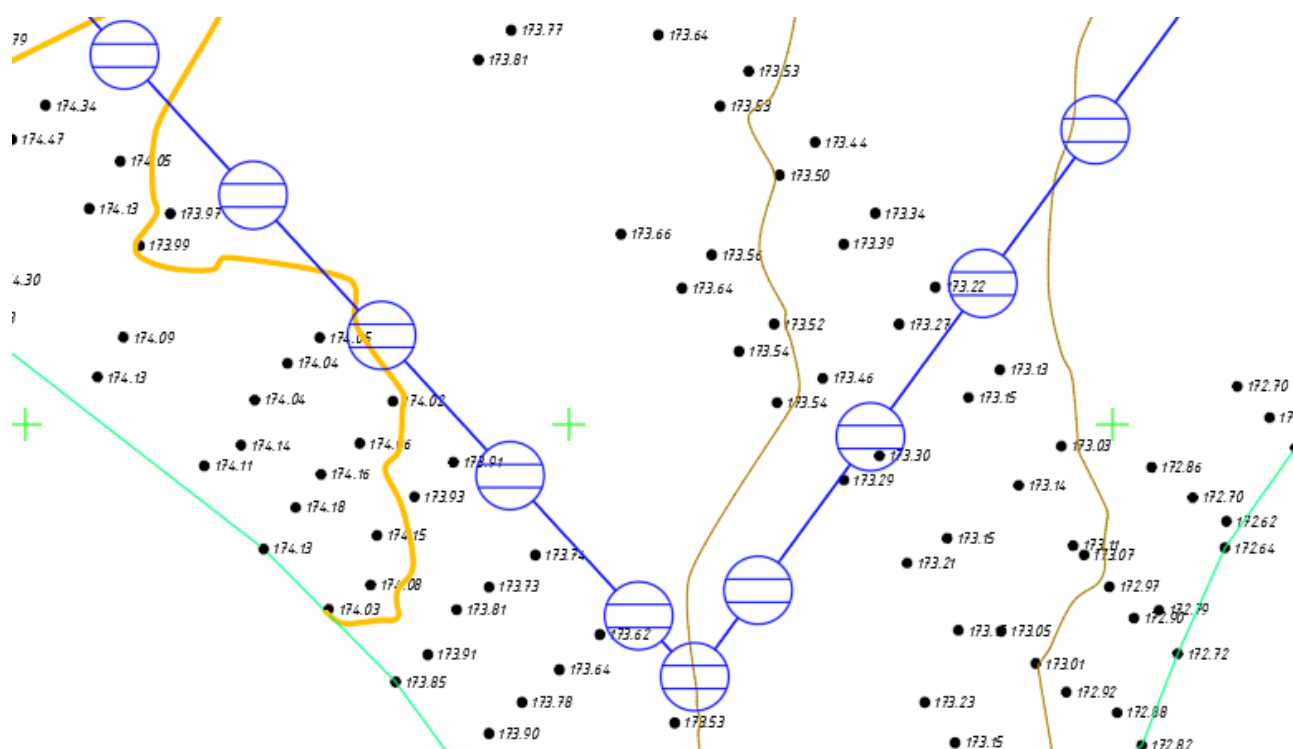


Рис. 4.4. Созданные колодцы и трубы

Создание продольного профиля с трубопроводом

Следующая задача – построить продольный профиль земли и отобразить проектный трубопровод на виде профиля.

Для построения профиля сначала необходимо создать трассу трубопровода.

11. На ленте интерфейса выберите команду **Трасса** , затем команду **Создать трассу из элементов сети** .

Щелкните левой кнопкой мыши по левому верхнему колодцу, а затем по правому нижнему. Будет выбрана вся сеть. Нажмите **Enter**.

Откроется окно **Создание трассы**.

12. В окне создания трассы укажите следующие параметры (рис. 4.5):
– имя трассы со своей фамилией (например «*Трасса трубопровода Иванов*»);

– стиль трассы – выберите *Все элементы красные*;

- набор меток трассы – укажите *ГОСТ Р 21.1701–2013*;
 - у пункта **Создать профиль и вид профиля** должна стоять галочка.
- Нажмите **ОК**.

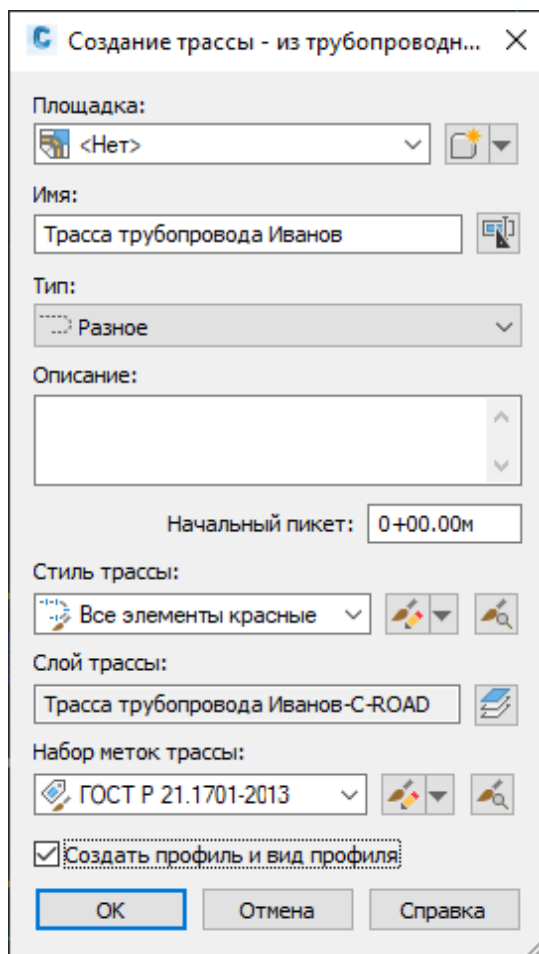


Рис. 4.5. Параметры при создании трассы трубопровода

13. В окне создания профиля выберите поверхность *Рельеф* и нажмите кнопку **Добавить**. Затем нажмите на команду **Вычертить на виде профиля**.

14. В разделе **Общие** укажите Стиль вида профиля *ГОСТ 21.704–2011 Канализация*. Затем перейдите в раздел **Области данных**. В нем также выберите набор данных *ГОСТ 21.704-2011 Канализация*.

15. Нажмите на кнопку **Создать вид профиля** и укажите расположение профиля на чертеже справа.

Продольный профиль готов (рис. 4.6).

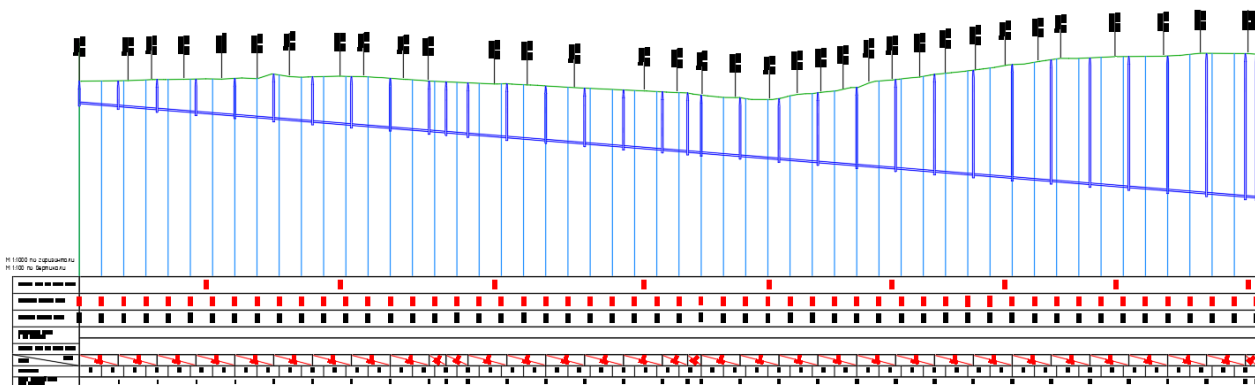


Рис. 4.6. Продольный профиль с созданным трубопроводом

Нанесение меток труб и колодцев на план

Согласно требованиям оформления внешних инженерных сетей на плане каждая труба должна быть подписана меткой с указанием длины и выбранного диаметра трубы. Сделать это при помощи Civil 3D очень просто.

16. На ленте интерфейса перейдите во вкладку **Аннотации** и нажмите на иконку **Добавить метки**. Откроется окно **Добавление меток**.

В нем укажите следующие параметры (рис. 4.7):

– **объект** выберите *Трубопроводная сеть*;

– **тип метки** – *Вся сеть – на плане*;

– **стиль меток труб** – *Длина и Диаметр (мм)*.

Нажмите кнопку **Добавить** и левой кнопкой мыши щелкните по любому элементу трубопровода.

Ко всем трубам на плане добавятся метки длин и диаметров (рис. 4.8). В окне **Добавление меток** нажмите **Заккрыть**.

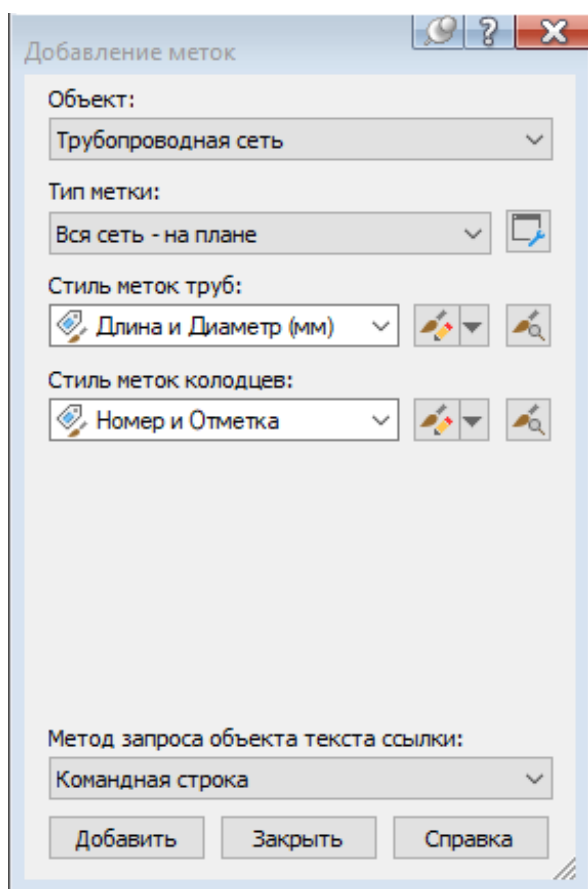


Рис. 4.7. Параметры при добавлении меток

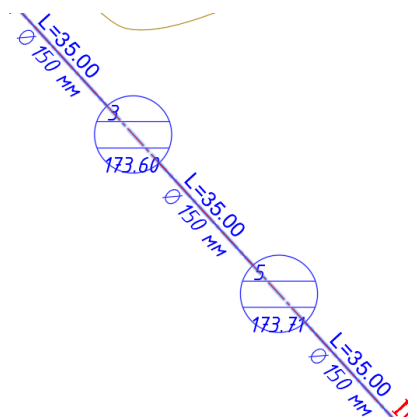


Рис. 4.8. Добавленные метки

Добавление таблиц труб и колодцев

Выполнение проекта также включает в себя создания ведомостей и спецификаций по трубам и колодцам. Наглядные таблицы элементов Civil 3D помогут это сделать быстрее.

17.левой кнопкой мыши выберите трубу на плане (синяя линия) и на ленте интерфейса выберите команду **Добавить таблицу – Добавить трубу** (рис. 4.9).

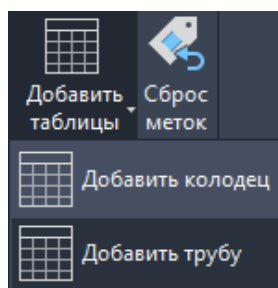


Рис. 4.9. Команда добавления таблиц

18. В окне создания таблиц просто нажмите **ОК**. Затем укажите расположение таблиц на чертеже справа.

Изменение диаметра трубы

Довольно часто в сети применяются трубы разного диаметра, также часто проходят изменения в проекте, требующие изменения диаметра труб.

Мощная динамика Civil 3D позволит сделать это с минимальными временными затратами.

18.левой кнопкой мыши выберите трубу на плане. Затем на ленте интерфейса выберите команду **Свойства трубы** . Откроется окно свойств трубы. Перейдите на вкладку **Свойства элемента**. В самом низу измените внутренний диаметр трубы на *160.00 мм*.

Нажмите **ОК**. Метка трубы на плане тут же обновилась.

Построение коридора траншеи

Для подсчета объемов выемки-насыпки траншеи необходимо построить коридор.

19. На ленте интерфейса во вкладке **Главная** нажмите на иконку **Конструкция**  и выберите **Создать конструкцию**.

В окне создания конструкции укажите имя конструкции с вашей фамилией (например «*Траншея Иванов*»).

Затем разместите конструкцию на чертеже в стороне.

Примечание. Для удобства быстрой работы с трубопроводной сетью и конструкцией вы можете использовать два видовых экрана. Для этого на ленте интерфейса щелкните по вкладке **Вид**, затем выберите удобную для вас конфигурацию видового экрана  в разделе **Видовые экраны модели**. В одном видовом экране настройте отображение трубопроводной сети, а в другом – конструкции.

20. На ленте интерфейса во вкладке **Главная** нажмите на иконку **Инструментальные палитры**  (или вызовите палитры с помощью быстрых клавиш Ctrl+3).

21. В палитре *Трубы и траншеи* выберите *РовСтрубой2*.

22. Произведите следующие настройки конструкции (рис. 4.10):

- **Боковой откос** – *1:0.25*;
- **Толщина подстилающего слоя** – *0.10м*;
- **Минимальная глубина специальной засыпки** – *0.30м*;
- **Ширина** – *1.00м*.

левой кнопкой мыши щелкните по оси конструкции. Построится траншея (рис. 4.11).

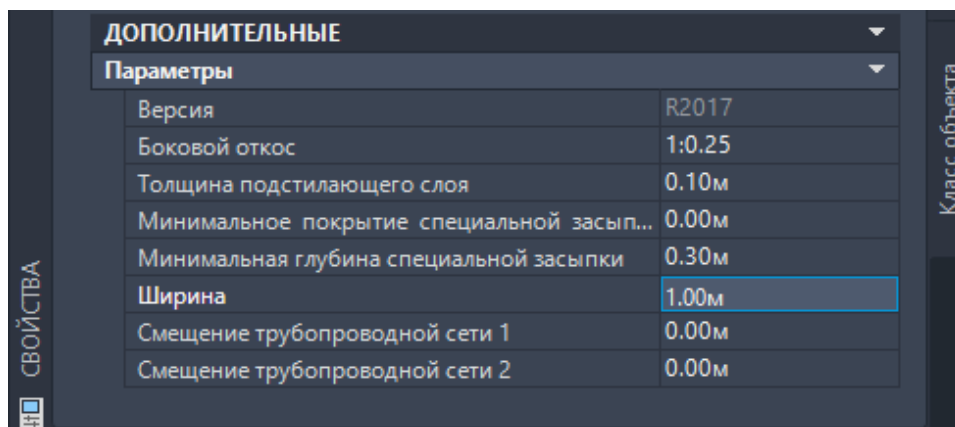


Рис. 4.10. Команда добавления таблиц

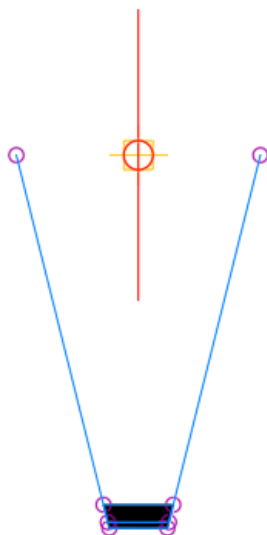


Рис. 4.11. Созданная конструкция – траншея

23. На ленте интерфейса во вкладке **Главная** выберите **Коридор** , затем **Создать коридор**.

В окне создания коридора укажите имя создаваемого коридора траншеи с вашей фамилией (например «*Коридор траншеи Иванов*»), из списков выберите свою трассу, профиль, конструкцию, а также выберите целевую поверхность *Рельеф*. Затем поставьте галочку у пункта **Параметры базовой линии и областей** и нажмите **ОК**.

24. Откроется окно **Параметры базовой линии и областей**. В нем нажмите на значок многоточия  в столбце **Цель**.

В окне **Соответствие целей** для поверхности укажите *Рельеф* (если он не указан), для *Ширины или смещения целей* и *Целевого значения уклона* Трубопроводной сети 1 укажите свою созданную трубопроводную сеть (рис. 4.12). Нажмите **ОК** для закрытия окна **Соответствие целей**.

Еще раз нажмите **ОК**. Если появится предупреждающее окно с информацией об изменении коридора, то выберите вариант **Перестроить коридор**. Построится коридор (рис. 4.13).

Соответствие целей

Имя коридора:
Коридор траншеи Иванов

Имя конструкции:
Траншея Иванов

Начальный пикет:
0+00.00

Конечный пикет:
10+50.00

Цель	Имя объекта	Элемент конструкции	Группа конструкций
Поверхности	<Нажмите здесь для зада...		
Существующая поверхность	Рельеф	TrenchPipe2	По центру
Ширина или смещение целей			
Трубопроводная сеть 1	Трубопроводная сеть ...	TrenchPipe2	По центру
Трубопроводная сеть 2	<Нет>	TrenchPipe2	По центру
Целевое значение уклона или отметки			
Трубопроводная сеть 1	Трубопроводная сеть ...	TrenchPipe2	По центру
Трубопроводная сеть 2	<Нет>	TrenchPipe2	По центру

Рис. 4.12. Параметры соответствия целей

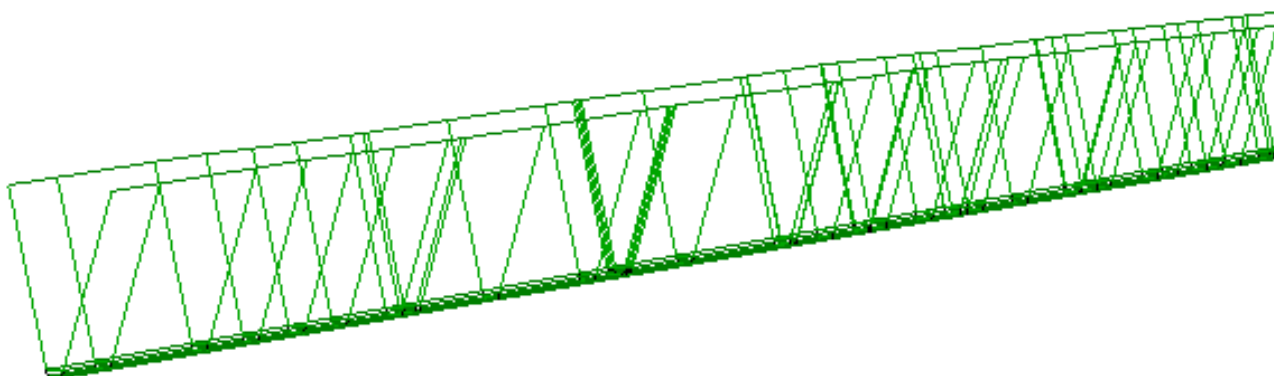


Рис. 4.13. Коридор в режиме просмотра объектов

Построение поверхностей по коридору

24. Для построения поверхностей по коридору левой кнопкой мыши выберите коридор траншеи и на ленте интерфейса в открывшейся вкладке **Коридор** выберите команду **Поверхности коридора** .

Откроется окно **Поверхности коридоров**.

Нажмите на иконку **Создать поверхность коридора** .

25. Переименуйте появившуюся поверхность в *Дно траншеи*. Укажите код *Канавы* и добавьте его, нажав на знак плюса . Коррекция свеса для поверхности выберите *Нижние звенья*.

26. Создайте еще две поверхности:

– Имя – *10 см*. Коды: *Канавы*, *Канавы_основ*. Коррекция свеса – *Верхние звенья*;

– Имя – *30 см*. Коды: *Канавы*, *Канавы_засып*. Коррекция свеса – *Верхние звенья*.

Для всех поверхностей укажите стиль *Ничего*.

Все параметры должны быть как на рис. 4.14.

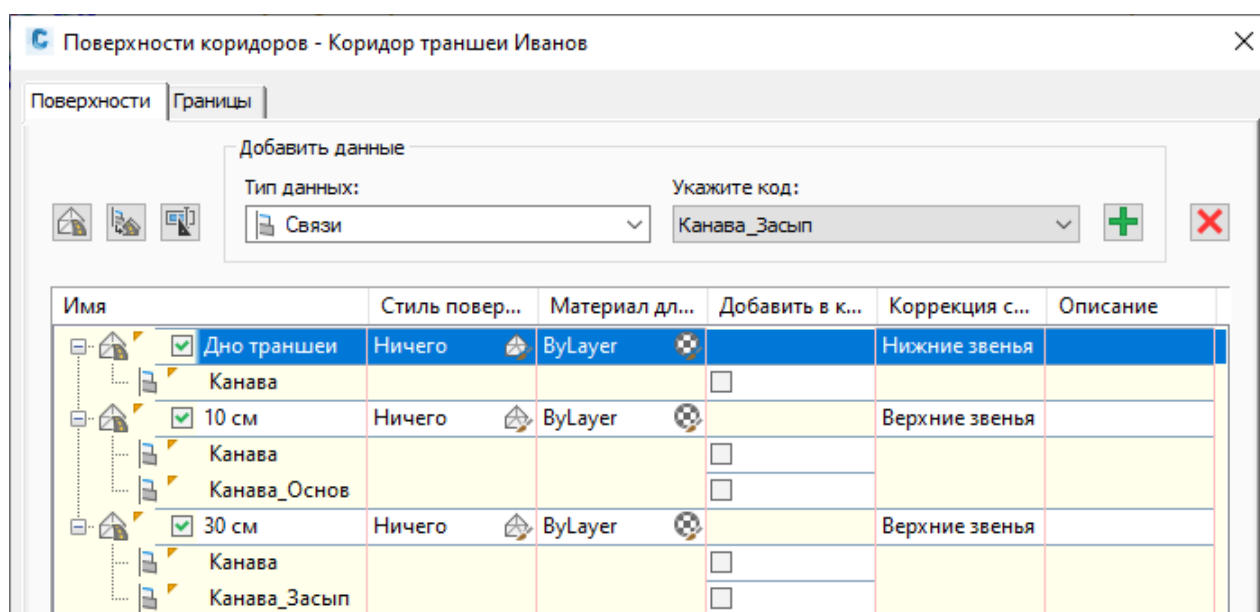


Рис. 4.14. Параметры поверхностей коридоров

27. Перейдите на вкладку **Границы**. Для всех поверхностей поставьте границу *Канавы_ВыхНаПов*. Для этого щелкните правой кнопкой

мышью по имени поверхности и выберите **Добавлять автоматически** – *Канавы_ВыходНаПов.*

Нажмите **ОК**. Коридор перестроится.

*Построение видов поперечных сечений
и подсчет объемов земляных работ*

28. На ленте интерфейса, на вкладке **Главная** выберите команду **Оси сечений** .

Левой кнопкой мыши выберите трассу на плане.

29. В окне **Создание группы осей сечения** введите имя с вашей фамилией (например «*Оси сечения Иванов*») и нажмите **ОК**.

Появится панель **Инструменты для работы с осями сечения**.

30. Выберите методы создания осей сечения и метод *По диапазону пикетов* (рис. 4.15).

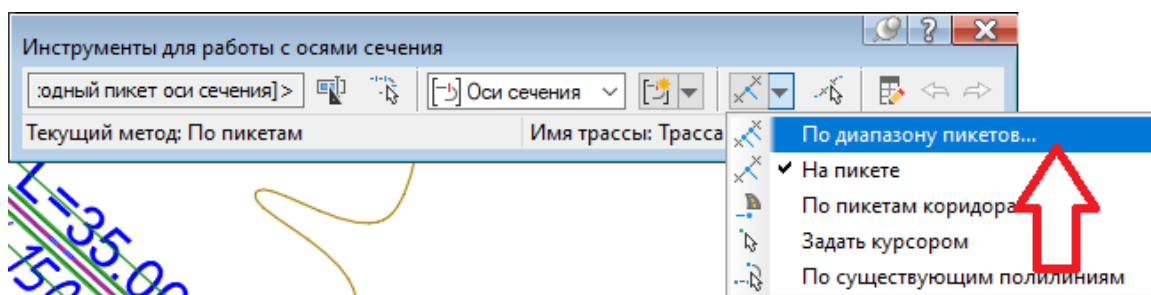


Рис. 4.15. Выбор метода создания осей сечения

В окне **Создать оси сечений – по диапазону пикетов** нажмите **ОК**.

Вдоль коридора появятся синие линии поперечных сечений.

31. На ленте интерфейса, на вкладке **Анализ** нажмите на иконку **Расчет материалов** .

В окне **Выбор группы осей сечения** нажмите **ОК**. Откроется окно **Расчет материалов**.

32. В окне расчета материалов для **ЧЗ** укажите поверхность *Рельеф* для ЗемПолотна укажите *Дно траншеи*.

Таким образом был посчитан объем выемки траншеи.

33. Для подсчета объема обратной засыпки снова зайдите в **Расчет материалов** . В окне **Выбор группы осей сечения** нажмите **ОК**.

34. Нажмите на кнопку **Импортировать другие критерии**. В качестве критерия выбирайте *Выемка-Насыпь*.

Снова появится окно указания поверхностей для расчета материалов.

35. Для этого списка материалов укажите следующие поверхности:

- ЧЗ – *Дно траншеи*;
- ЗемПолотно – *10 см*.

Аналогично создайте еще два списка материалов.

Для первого списка используйте следующие настройки поверхностей:

- ЧЗ – *10 см*;
- ЗемПолотно – *30 см*.

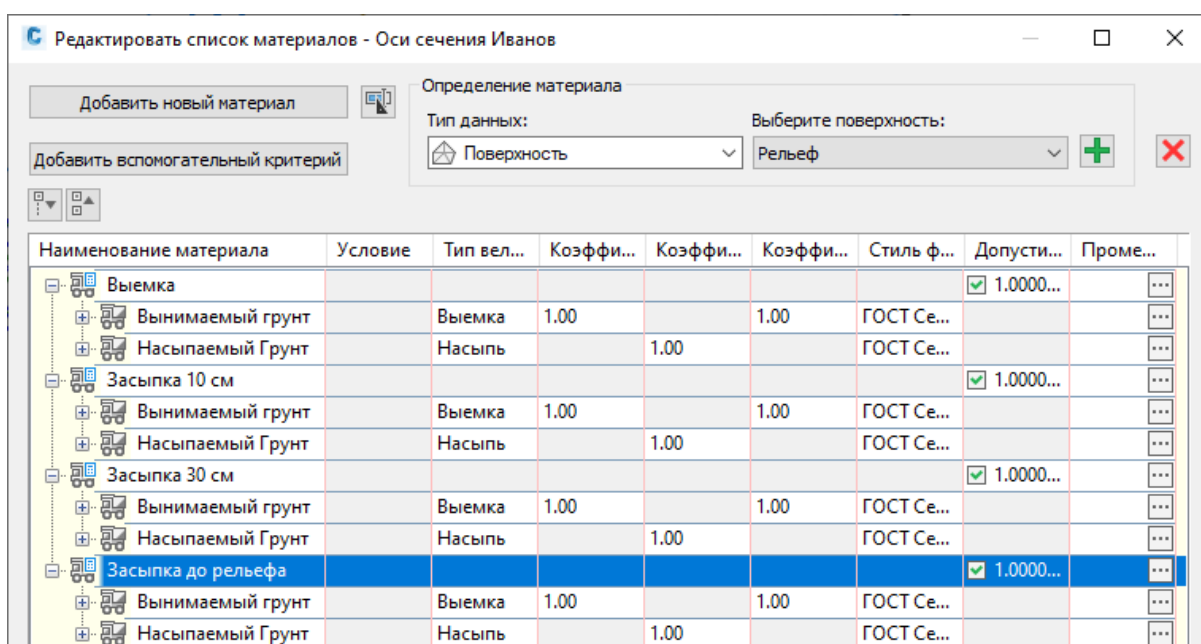
Для второго списка используйте следующие настройки поверхностей:

- ЧЗ – *30 см*;
- Зем.Полотно – *Рельеф*.

Итого, у вас получится четыре списка материалов.

36. Переименуйте их соответственно (рис. 4.16):

- Выемка;
- Засыпка 10 см;
- Засыпка 30 см;
- Засыпка до рельефа.



Наименование материала	Условие	Тип вел...	Коз ffi...	Коз ffi...	Коз ffi...	Стиль ф...	Допусти...	Проме...
Выемка							☒ 1.0000...	...
Вынимаемый грунт		Выемка	1.00		1.00	ГОСТ Се...		...
Насыпаемый Грунт		Насыпь		1.00		ГОСТ Се...		...
Засыпка 10 см							☒ 1.0000...	...
Вынимаемый грунт		Выемка	1.00		1.00	ГОСТ Се...		...
Насыпаемый Грунт		Насыпь		1.00		ГОСТ Се...		...
Засыпка 30 см							☒ 1.0000...	...
Вынимаемый грунт		Выемка	1.00		1.00	ГОСТ Се...		...
Насыпаемый Грунт		Насыпь		1.00		ГОСТ Се...		...
Засыпка до рельефа							☒ 1.0000...	...
Вынимаемый грунт		Выемка	1.00		1.00	ГОСТ Се...		...
Насыпаемый Грунт		Насыпь		1.00		ГОСТ Се...		...

Рис. 4.16. Готовый список материалов

Нажмите **ОК**.

37. Далее на ленте интерфейса перейдите во вкладку **Анализ** и выберите команду **Таблица общих объемов** (рис. 4.17).

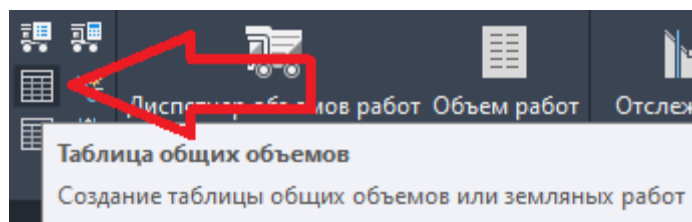


Рис. 4.17. Выбор команды **Таблица общих объемов**

В окне создания таблиц выберите перечень материалов *Выемка* и нажмите **ОК**. Затем укажите расположение таблицы на плане справа.

Таблица объемов готова (рис. 4.18).

Объемы							
Пикет	Площадь выемки	Площадь насыпи	Объем выемки	Объем насыпи	Суммарный объем выемки	Суммарный объем насыпи	Результирующий объем
0+00.00	3.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+20.00	4.28	0.00	81.25	0.00	8125	0.00	8125
0+40.00	4.72	0.00	90.01	0.00	171.26	0.00	171.26
0+60.00	6.17	0.00	108.84	0.00	280.10	0.00	280.10
0+80.00	6.48	0.00	126.51	0.00	406.61	0.00	406.61
1+00.00	7.20	0.00	136.86	0.00	543.46	0.00	543.46
1+20.00	7.69	0.00	148.90	0.00	692.37	0.00	692.37
1+40.00	8.39	0.00	160.76	0.00	853.13	0.00	853.13
1+60.00	8.50	0.00	168.83	0.00	1021.96	0.00	1021.96
1+80.00	10.02	0.36	185.14	3.56	1207.11	3.56	1203.54
2+00.00	9.15	0.10	191.66	4.52	1398.77	8.08	1390.69
2+20.00	11.07	0.00	202.14	0.95	1600.91	9.03	1591.88
2+40.00	10.86	0.00	219.30	0.00	1820.22	9.03	1811.19
2+60.00	11.01	0.02	218.70	0.15	2038.92	9.18	2029.73
2+80.00	11.02	0.05	220.25	0.65	2259.17	9.83	2249.33
3+00.00	11.56	0.00	225.81	0.50	2484.98	10.33	2474.64
3+20.00	11.12	0.02	226.83	0.19	2711.80	10.53	2701.28
3+40.00	22.42	1.84	465.43	40.68	3177.23	51.21	3126.02
3+60.00	12.09	2.01	345.11	38.57	3522.35	89.78	3432.56
3+80.00	12.61	1.53	246.96	35.49	3769.31	125.27	3644.04

Рис. 4.18. Таблица общих объемов

Вывод чертежа на печать

Функционал Civil 3D позволяет создать рамки и листы с проектными данными в автоматическом режиме.

38. Для создания рамки вида в **Области инструментов** щелкните правой кнопкой по разделу *Группы рамок вида*  и выберите команду **Создать рамки вида**.

Перейдите в раздел **Листы**.

39. Сделайте выбор *Только профиль(и)*. Затем нажмите на иконку обзора  в *Шаблоне для листа профиля*. В открывшемся окне рядом с именем файла шаблона чертежа снова нажмите на иконку обзора . В появившемся окне выберите папку *PlanProduction*, затем выберите шаблон *Russian Civil 3D (Metric) Profile (1000).dwt*.

Компоновку (масштаб) выберите *A4X7 Профиль к 1000*.

Нажмите **ОК**.

40. Перейдите в раздел **Виды профилей**. Для **Стиля вида профиля** и **Набора данных** укажите *ГОСТ Канализация*.

Нажмите **ОК**, а затем – на кнопку **Создание рамок видов**.

На плане появится рамка вида (рис. 4.19).

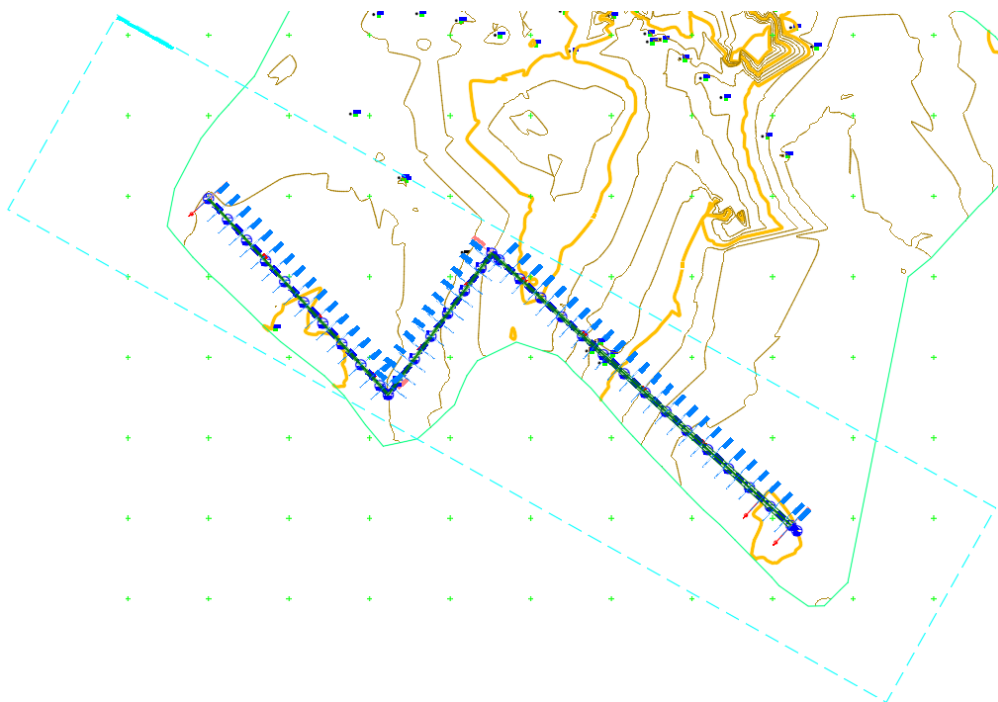


Рис. 4.19. Созданная рамка вида

41. На ленте интерфейса во вкладке **Вывод** выберите команду **Создать листы** .

В открывшемся окне **Создать листы** установите галочку *Все листы в текущем чертеже* и нажмите **Создание листов**. Появится предупреждающее сообщение, что для завершения процесса текущий чертеж будет сохранен. Нажмите **ОК**.

42. Появится окно **Диспетчер подшивок**. В этом окне два раза щелкните по названию рамки, чтобы развернуть лист. Затем щелкните правой кнопкой мыши и выберите **Создать лист**.

Откроется готовый лист с профилем (рис. 4.20).

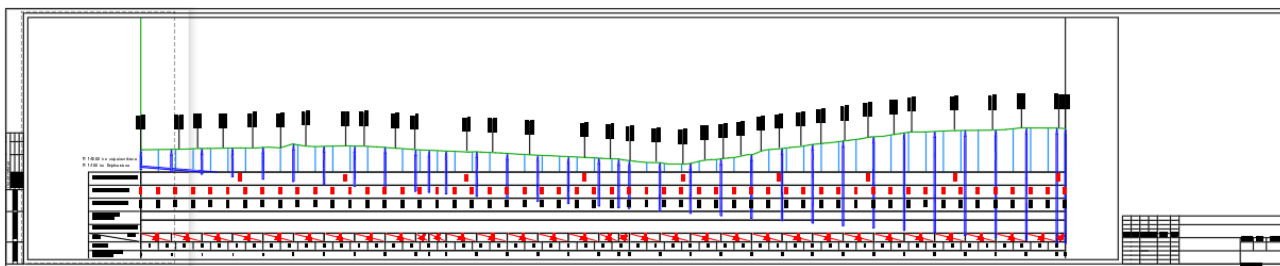


Рис. 4.20. Готовый лист с профилем

Стандартными функциями листа можно быстро добиться аккуратного расположения профиля на листе.

43. На ленте интерфейса во вкладке **Вывод** выберите команду **Печать** . Откроется окно печати. В нем выберите принтер *AutoCAD PDF*, формат выберите *ISO A0* и альбомную ориентацию чертежа. Далее в области печати выберите *Рамку*, затем очертите рамку листа с привязкой к угловым точкам по диагонали. После того, как вы очертите границы, вновь откроется окно **Печать**. Теперь в нем появилась возможность поставить галочку **Вписать** в параметре **Масштаб печати**. Поставьте галочку и нажмите **ОК**.

44. Затем укажите имя файла с вашей фамилией (например «*Лист трубопровода Иванов*») и путь сохранения.

Лист чертежа сохранится в формате *pdf* в указанной вами папке.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие параметры необходимо указать при создании продольного профиля с трубопроводом?
2. Как строятся поверхности по коридору?
3. Для чего служат оси сечения?
4. Какие данные необходимы для построения таблицы общих объемов?
5. Для чего служат рамки вида?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения данного курса обучающиеся приобретают знания и практические навыки для профессиональной деятельности, связанной с обработкой геодезических данных и решением инженерно-геодезических задач, в том числе с автоматизированным проектированием технологических трубопроводных сетей.

В процессе освоения содержания данного курса предполагается обязательное проведение текущего и итогового контроля знаний обучающихся. Текущий контроль осуществляется путем оценки промежуточных заданий, выполняемых на практических занятиях, а также результатов самостоятельных работ.

Результаты самостоятельных работ представляются обучающимися преподавателю в форме отчета по каждой теме.

По каждому разделу пройденного материала осуществляется текущая аттестация обучающегося.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий : монография. – Новосибирск : СГГА, 2004. – 260 с.
2. Уставич Г. А. Геодезия. В 2-х кн. Кн. 1 : учеб. для вузов. – Новосибирск : СГГА, 2012. – 352 с.
3. Уставич Г. А. Геодезия. В 2-х кн. Кн. 2 : учеб. для вузов. – Новосибирск : СГГА, 2014. – 536 с.
4. Чэпел Э. AutoCAD Civil 3D 2014. Официальный учебный курс / Пер. с англ. А. В. Снастина, С. П. Ивженко. – М. : ДМК Пресс, 2015. – 440 с.
5. Малюх В. Н. Введение в современные САПР : курс лекций. – М. : ДМК Пресс, 2014. – 192 с.
6. Горобцов С. Р., Сальников В. Г. Автоматизированное проектирование линейных объектов в Civil 3D : практикум. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – 81 с.

При изучении материалов по теме САПР рекомендуется использовать следующие периодические издания:

- «САПР и графика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sapr.ru>;
- «Геодезия и картография» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://geocartography.ru>;
- «Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://journal.miiigaik.ru>;
- «Геопрофи. Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geoprofi.ru>.

Учебное издание

Горобцов Сергей Романович
Сальников Валерий Геннадьевич
Астапов Андрей Михайлович

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ В CIVIL 3D

Редактор *Е. К. Деханова*
Компьютерная верстка *О. И. Голиков*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.
Подписано в печать 29.12.2021. Формат 60 × 84 1/16.
Усл. печ. л. 6,16. Тираж 100 экз. Заказ 193.
Гигиеническое заключение
№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.
Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плеханова, 10.
Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плеханова, 8.