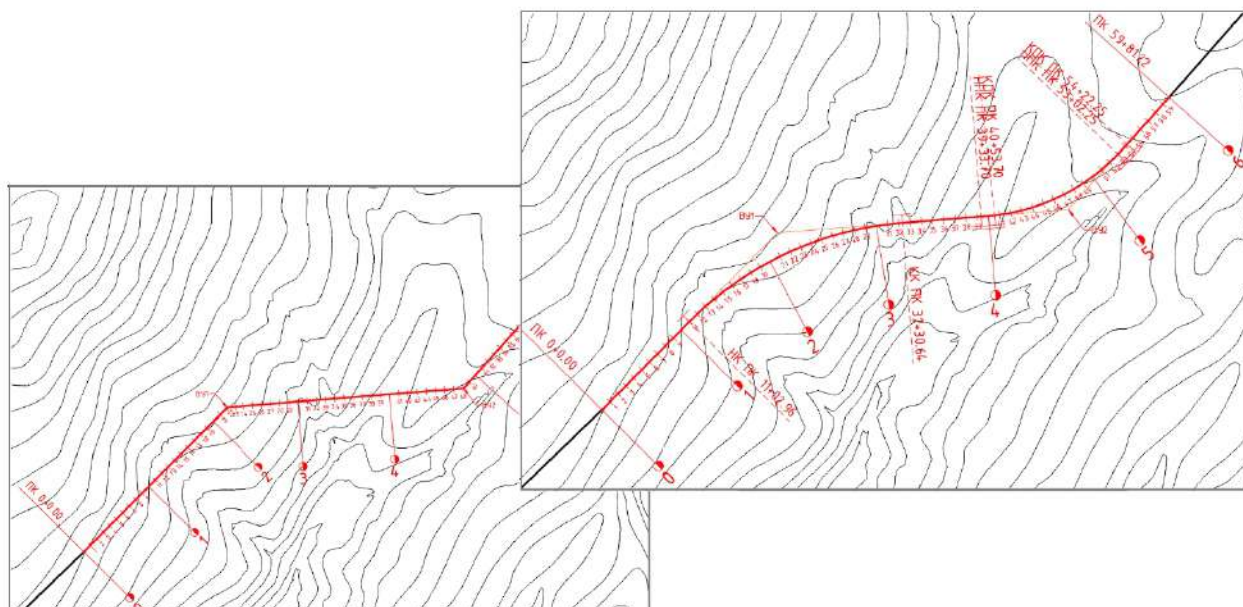


**Т. В. Самодурова, О. В. Гладышева,
Н. Ю. Алимова**

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ CIVIL 3D

Лабораторный практикум



Воронеж 2021

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Т. В. Самодурова, О. В. Гладышева, Н. Ю. Алимова

**ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ
CIVIL 3D**

Лабораторный практикум

Воронеж 2021

УДК 625.74:007(075.8)

ББК 38.7:32.965я7

С172

Рецензенты:

*кафедра инженерно-аэродромного обеспечения ФГКВОУ ВО
«Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия
имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж)
(начальник кафедры канд. техн. наук, доцент А. Н. Попов);
Н. И. Паневин, канд. техн. наук, директор ООО «Автодорис» (г. Воронеж)*

Самодурова, Т. В.

Геометрическое и пространственное моделирование транспортных сооружений с использованием программных средств Civil 3D: лабораторный практикум / Т. В. Самодурова, О. В. Гладышева, Н. Ю. Алимова; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 79 с.

С172

ISBN 978-5-7731-0929-7

В лабораторном практикуме приведена последовательность выполнения лабораторных работ по моделированию транспортных сооружений с использованием программных средств Civil 3D. Излагаются основные теоретические положения, принципы и порядок моделирования транспортных сооружений. Приводятся необходимые справочные материалы, примеры оформления чертежей.

Издание предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 «Строительство» (профили «Автомобильные дороги», «Автодорожные мосты и тоннели»), 08.04.01 «Строительство» (программы «Совершенствование технологий изысканий и проектирования транспортных сооружений», «Современные технологии проектирования автомобильных дорог и мостов»), специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» (специализация «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»), и может быть использован при курсовом проектировании, выполнении выпускной квалификационной работы, для самостоятельной и научной работы.

Ил. 82. Табл. 8. Библиогр.: 17 назв.

УДК 625.74:007(075.8)

ББК 38.7:32.965я7

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ISBN 978-5-7731-0929-7

© Самодурова Т. В., Гладышева О. В.,
Алимова Н. Ю., 2021

© ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный технический
университет», 2021

ВВЕДЕНИЕ

«Транспортная стратегия России на период до 2030 года» предусматривает увеличение темпов строительства и реконструкции автомобильных дорог, приведение их транспортно-эксплуатационного состояния в соответствие с требованиями нормативных документов. Помимо увеличения объемов строительства взят курс на более широкое внедрение инновационных технологий, в дорожной отрасли [13, 16, 17].

Современная автомобильная дорога – это сложное инженерное сооружение, состоящее из комплекса функционально связанных конструктивных элементов и дополнительных сооружений.

Автомобильная дорога определяется множеством геометрических параметров, физических свойств и транспортно-эксплуатационных показателей, обеспечивающих безопасное и удобное движение автомобильного потока с нормативными скоростями [5, 9, 14, 15]. Сегодня рабочее место инженера-проектировщика невозможно представить без систем автоматизированного проектирования, которые обеспечивают максимальную точность выполнения чертежей и экономят время за счет автоматизации многих рутинных операций.

Более того в настоящее время стремительно развиваются технологии информационного моделирования в строительстве и растет спрос на комплексные BIM-решения для дорожного хозяйства. Концепция информационного моделирования предполагает возможность обмена данными на различных этапах жизненного цикла, что выводит на новый уровень и открывает возможности решения комплексных задач проектирования, строительства и эксплуатации дорог в едином информационном пространстве. При таком подходе следует особое внимание уделять моделированию в виртуальном пространстве цифрового двойника, который содержит визуальные и технические характеристики всех элементов проекта.

Моделирование работы транспортного сооружения еще до начала его строительства позволяет продемонстрировать всю полноту проектного замысла, получить сведения не только для визуального представления и разработки многовариантных проектных решений, но и для выработки требований к необходимым строительным материалам, формированию заказа на оборудование, составления смет, графиков строительства и др. BIM-технологии позволяют увязать в единое информационное пространство всех участников жизненного цикла транспортного сооружения.

Сегодня одним из лидеров программных продуктов BIM-технологий, позволяющим подготовить наглядный материал для обсуждения и согласования, выполнить детальное проектирование и выпуск документации можно считать Autodesk Civil 3D [1]. Программный комплекс предназначен для землеустроителей, проектировщиков генплана и линейных сооружений. При этом программа может работать как обычный AutoCad. Несомненным преимуществом Civil

3D является возможность «беспроводного» обмена моделями с любым программным продуктом компании Autodesk.

В лабораторном практикуме изложены теоретические основы и представлен технологический цикл моделирования транспортных сооружений с использованием программных средств Civil 3D.

Лабораторный практикум соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов по направлениям подготовки 08.03.01 «Строительство» профили «Автомобильные дороги», «Автомобильные мосты и тоннели», 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» специализация «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений», 08.04.01 «Строительство» программа «Современные технологии проектирования автомобильных дорог и мостов» и может быть использован при изучении дисциплин «Автомобильные дороги и мосты», «Введение в специальность», «Геометрическое моделирование (AutoCAD)», «Современные технологии изысканий и проектирования транспортных сооружений», «Концептуальное проектирование транспортных сооружений на стадии предпроекта», «Пространственное моделирование транспортных сооружений», «Современные технологии пространственного моделирования транспортных сооружений», «Проектная деятельность», «Моделирование и оптимизация проектных решений», «Современные тенденции развития систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог», «Технологии информационного моделирования на различных этапах жизненного цикла транспортных сооружений», «Информационные технологии при изысканиях и проектировании автомобильных дорог».

В лабораторном практикуме предложен порядок выполнения заданий, способствующих усвоению материала, изложенного в курсах лекций, а также ряд заданий для индивидуального выполнения.

В каждой лабораторной работе приведены рекомендации для выполнения самостоятельной работы и контрольные вопросы.

Практикум может использоваться для курсового проектирования, выполнении выпускной квалификационной работы, для самостоятельной и научной работы обучающихся.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ AUTOCAD CIVIL 3D. РАБОЧИЕ ПРОСТРАНСТВА

1.1. Цель работы

Ознакомление с интерфейсом программы AutoCad Civil 3D. Изучение технологии построения чертежа в рабочем пространстве Рисование и аннотации.

1.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, программа AutoCad Civil 3D.

1.3. Теоретические сведения

Программный комплекс Civil 3D базируется на платформе AutoCad и позволяет работать в нескольких рабочих пространствах. При первом запуске программа по умолчанию открывается с активным Рабочим пространством Civil 3D. Вид окна представлен на рис. 1.

Окно программы AutoCad Civil 3D содержит заголовок окна, который включает имя редактируемого файла и расширение. По умолчанию при запуске программы файлу присваивается имя с порядковым номером: Чертеж1.dwg.

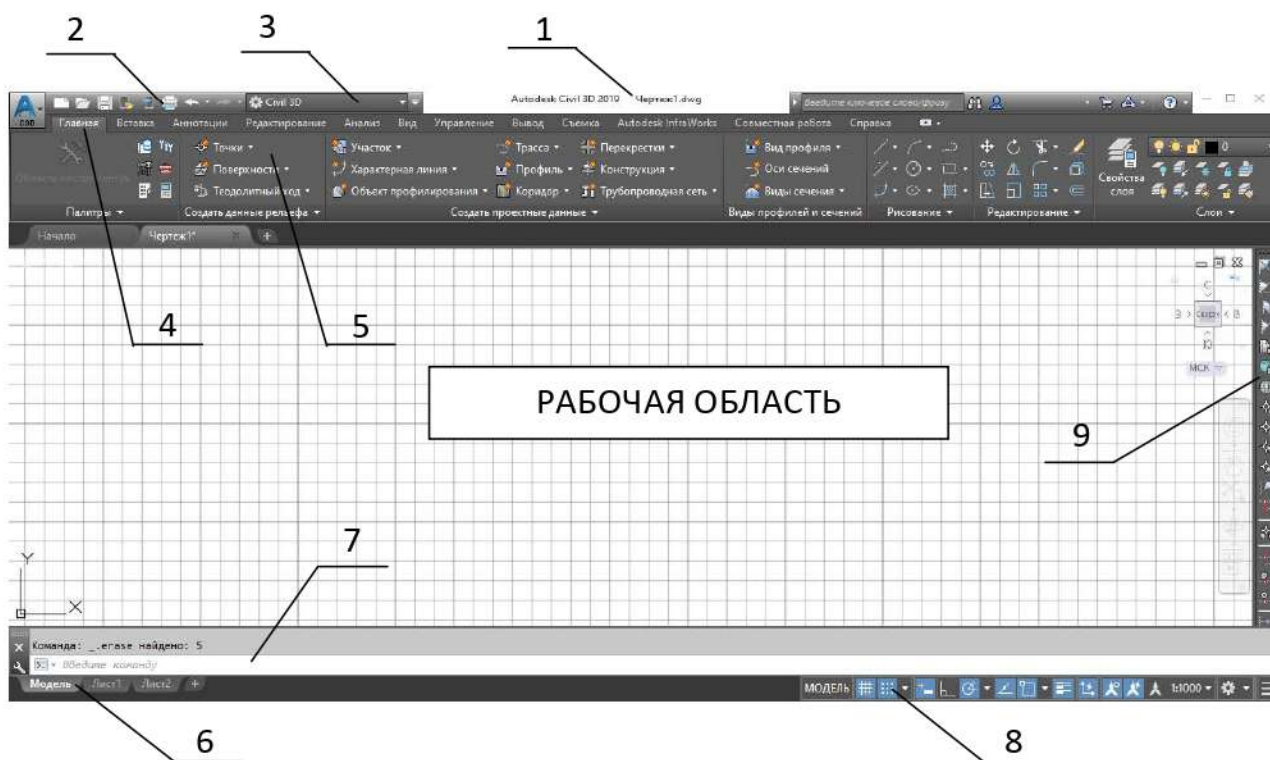


Рис. 1. Интерфейс рабочего пространства Civil 3D:

- 1 – имя файла; 2 – панель быстрого доступа, 3 – рабочее пространство,
- 4 – главное меню, 5 – лента команд, 6 – ярлыки вкладок графических областей,
- 7 – командная строка, 8 – панель режимов привязки и черчения,
- 9 – панель дополнительных команд

Помимо Civil 3D в программе доступны рабочие пространства, приведенные на рис. 2. Внешний вид, структура и расположение основных панелей в разных рабочих пространствах схож. Различие кроется в функциональных возможностях.

Функционал рабочего пространства **Рисование и аннотации** полностью соответствует AutoCad, что позволяет использовать AutoCad Civil 3D как обычный графический редактор.

Интерфейс рабочего пространства **Рисование и аннотации** приведен на рис. 3.

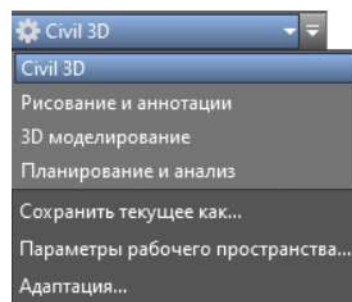


Рис. 2. Рабочие пространства AutoCad Civil 3D

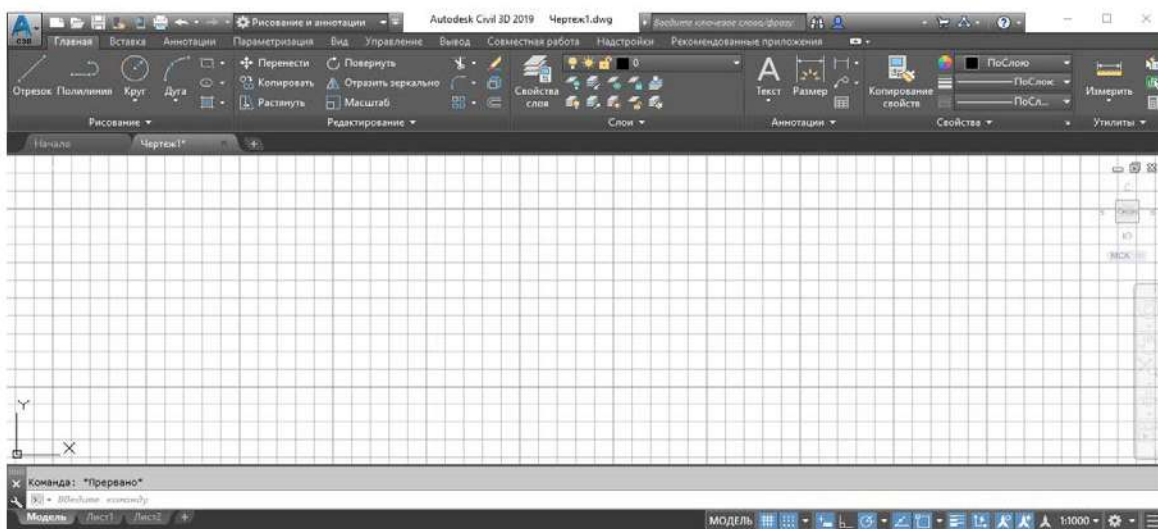


Рис. 3. Интерфейс рабочего пространства **Рисование и аннотации** программы Civil 3D

Не зависимо от выбора Рабочего пространства непосредственно под строкой заголовка находится строка главного меню программы. Падающее меню каждой вкладки содержит большое количество команд. На рис. 1 и 3 представлены команды вкладки **Главная**. Перечень команд вкладок соответствует функциональному назначению рабочего пространства. При активации команд выпадает подменю, где представлены варианты ее реализации. На рис. 4 приведены доступные способы построения трассы в Civil 3D.

Важно! Случайный щелчок мышью на экране или вызов команды можно отменить с помощью клавиши Esc на клавиатуре.

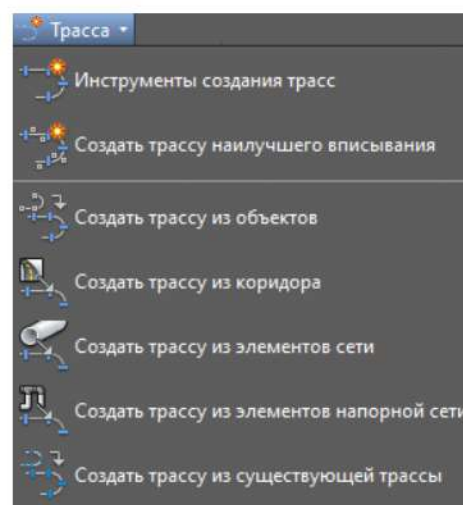


Рис. 4. Способы построения трассы

Центральную область окна занимает рабочее пространство или рабочая область. Здесь отображаются чертежи. Графическая область имеет несколько вкладок (по умолчанию три: Модель, Лист1, Лист2). Их ярлыки отображаются в нижней части рабочей области (рис. 5).






Рис. 5. Ярлыки вкладок графических областей

При создании нового чертежа активна вкладка **Модель**, называемая пространством модели. Под Моделью понимают рабочее пространство, не имеющее границ. По крайней мере, пространство Модели не ограничивается рамками видового экрана, чертежа или другими форматами. Создание чертежа обычно происходит во вкладке **Модель**. На вкладках **Лист1**, **Лист2** и т.д. выполняют компоновку чертежей на листах любых форматов и окончательное оформление перед выводом на печать. Печать промежуточных результатов возможна на любых этапах работы и выполнять ее можно из любой вкладки, в том числе и Модели.

При работе с программой внешний вид курсора меняется, с помощью клавиатуры и манипулятора мыши. Внешний вид курсора и описание режимов работы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Внешний вид курсора и описание режимов работы

Режим курсора	Вид курсора на экране дисплея	Описание режима работы
Выбор инструмента		Вид курсора при наведении на любой элемент рабочего окна программы кроме рабочей области. Выбор инструмента происходит нажатием левой кнопки мыши.
Выбор объекта для редактирования		Для выбора объекта достаточно, чтобы часть элемента попала в зону захвата. Захват осуществляется после нажатия левой кнопки мыши.
Указание местоположения объекта		После выбора инструмента черчения привязка объекта в рабочем пространстве происходит точно в перекрестии после нажатия левой кнопки мыши.

В программе доступно контекстное меню, которое обеспечивает быстрый доступ к командам. Форма и содержание контекстного меню зависит от положения указателя мыши и состояния задачи.

Нижняя часть окна AutoCad содержит область командных строк (рис. 6). В командной строке отображается текущее состояние процесса черчения – активная команда и запросы в виде подсказок и сообщений, посредством которых программа «общается» с пользователем.

Внимание! Выработайте привычку постоянно поглядывать на командную строку.




Рис. 6. Командная строка

В нижней части окна программы, под рабочим пространством, располагается Строка состояния (рис. 7). Она содержит пиктограммы, отражающие текущее состояние режимов привязки и черчения.



Рис. 7. Строка состояния режимов привязки и черчения

Состав панели настраивается при нажатии самой правой пиктограммы  и установке символа напротив нужного режима, как показано на рис. 8.

Режимы привязки и черчения являются одними из важнейших средств, которые не только значительно облегчают работу, но и позволяют выполнить сложные чертежи с высокой степенью точности. Режимы включают и отключают щелчком левой кнопки мыши на соответствующей пиктограмме, а также с помощью функциональных клавиш или комбинаций с клавиатуры. Помимо этого, как и любую команду, режимы можно вызывать запросом в командной строке.

Краткая характеристика и описание возможностей основных режимов привязки и черчения приведена в табл. 2.

Перечень функциональных клавиш и их комбинаций для вызова некоторых часто повторяющихся действий, т.е. горячих клавиш Autodesk приведен в прил. 2.

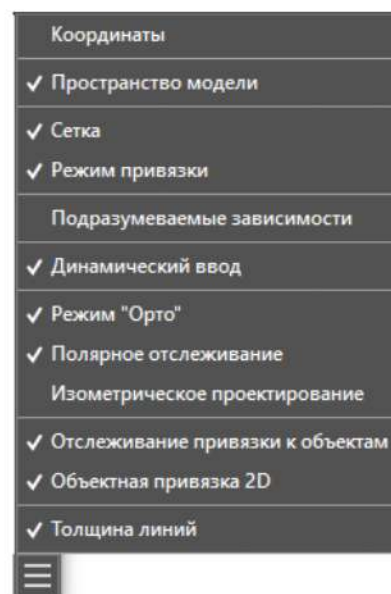
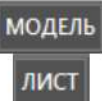














Рис. 8. Доступ к режимам привязки и черчения

При сохранении программа Civil 3D по умолчанию записывает внутреннее представление чертежа в файл с расширением .dwg. При этом предыдущей версии рисунка вместо расширения .dwg присваивается расширение .bak. Предыдущий bak-файл автоматически удаляется. Резервная копия файла позволяет при необходимости вернуться к предыдущей версии чертежа.

Таблица 2

Основные режимы привязки и черчения

Пиктограмма	Наименование режима	Функциональные клавиши активации режима	Возможности режима
	Пространство модели или листа	-	Переключение активных пространств
	Сетка	F7 или Ctrl+G	Отображение сетки чертежа
	Режим привязки	F9 или Ctrl+B	Привязка к сетке чертежа
	Динамический ввод	F12	Всплывающие подсказки около курсора
	Режим “Орто”	F8 или Ctrl+L	Ортогональное ограничение перемещений курсора
	Полярное отслеживание	F10 или Ctrl+U	Ограничение перемещений курсора заданными углами
	Отслеживание привязки к объектам	F11	Отображение опорных линий привязки
	Объектная привязка 2D	F3 или Ctrl+F	Привязка курсора к опорным точкам в 2D
	Толщина линий	-	Отображение/скрытие веса линий
	Динамическая ПСК	F6 или Ctrl+D	Привязка ПСК к плоскости активных тел
	Видимость аннотаций	-	Отображение аннотативных объектов
	Автомасштаб	-	Добавление масштаба объектов при изменении масштаба аннотаций
	Масштаб аннотаций	-	Масштаб аннотаций текущего вида

1.4. Задание

Для ознакомления с программой Civil 3D и функциональными возможностями рабочего пространства Рисование и аннотации предлагается выполнить задание, которое включает в себя решение следующих задач:

- загрузка программы Civil 3D с рабочего стола или с панели задач;
- создание нового файла .dwg;
- настройка параметров отображения рабочего пространства программы;
- построение основных видов чертежа шкафной стенки в масштабе 1:1;
- сохранение результатов работы.

1.5. Исходные данные

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы предоставляется опалубочный чертеж шкафной стенки в бумажном виде.

Пример варианта задания приведен в прил. 3.

1.6. Ход работы

Запустите программу Civil 3D двойным нажатием левой кнопки мыши на значок, расположенный на рабочем столе. При запуске создается новый чертеж с расширением .dwg.



В Civil 3D предусмотрена возможность настраивать пакет с учетом возможностей ПК и личных предпочтений.

Внимание! Не выполняйте самостоятельно настройку опций программы. Это может привести к сбою в программе и потере данных.

Настройка экрана. Вызовите контекстное меню на рабочем пространстве и выберите команду Настройка... На вкладке Экран нажмите на кнопку Цвета... В появившемся диалоговом окне Цветовая гамма окна чертежа установите для Пространства 2D-модели цвет Однородного фона черный, а цвет Перекрестия – белый. На этой же вкладке задайте Размер перекрестья равным 5.

Из общего перечня рабочих пространств выберите Рисование и аннотации. Окно программы будет соответствовать представленному на рис. 3.

Исследуйте чертеж шкафной стенки, предложенный на бумажном носителе, и визуально представьте пространственную модель объекта. Следует отметить, что объект имеет преимущественно прямые углы, поэтому при построении контура шкафной стенки целесообразно использовать режим Орто или задать Полярное отслеживание с шагом углов кратно 90° (табл. 1). При построении главных видов шкафной стенки необходимо соблюдать проекционные связи. Для этого включите режим Отслеживание привязки к объектам (табл. 2).

Чтобы выполнить чертеж «чисто», т.е. точно привязывать элементы объекта друг к другу или проекционным точкам включите режим Объектная привязка 2D, в котором галочками отметьте необходимые привязки, как показано на рис. 9.

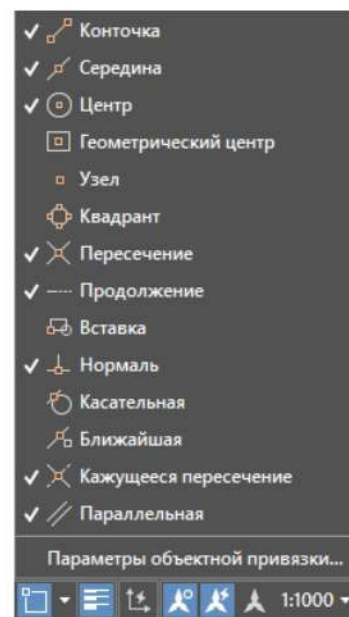


Рис. 9. Привязки курсора к опорным точкам

В качестве инструмента для построения контура объекта можно использовать Отрезок или Полилинию. Помимо этого, при выполнении чертежа понадобятся инструменты Круг, Точка, Штриховка и другие.

Вызвать любую команду можно:

- на ленте меню;
- набором с клавиатуры (некоторые команды вводятся только так).

Некоторые команды в меню ленты имеют подменю. В этом случае справа или внизу от команды изображен треугольник ▾. При нажатии на который открывается список близких по значению команд.

При вводе с клавиатуры в строку состояния (рис. 6) нужно ввести имя команды. Оно набирается полностью или с разрешенным сокращением в нижнем либо верхнем регистре (например, отрезок, ОТРЕЗОК, от и ОТ вводят одну и ту же команду). В полностью русифицированной версии имена команд вводятся русские, но можно вводить и английские с предшествующим символом подчеркивания (), например, _LINE (или _line). Для исполнения команды на клавиатуре нажмите клавишу Enter или Пробел.


После вызова команды (независимо от способа ее ввода) программа в командной строке выдает запросы, в ответ на которые необходимо ввести дополнительную информацию: численное значение, опцию, координаты точки или другие. Так при построении отрезка необходимо указать направление и длину. Направление задается указателем мыши, а расстояние – с клавиатуры. Для подтверждения нажмите Enter или Пробел. Тянувшаяся за курсором «нить» позволяет продолжить построение. Прервать, а при необходимости снова возобновить построение позволяют клавиши Enter или Пробел. К аналогичному результату приведет команда Ввод из контекстного меню.

Среди других команд контекстного меню можно отметить:

Замкнуть (Close) – замкнуть ломаную линию;

Отменить (Undo) – отменить последний нарисованный отрезок.

В результате построения каждый отрезок ломаной линии представляет собой отдельный примитив, каждый из которых можно свободно редактировать.

При построении с помощью инструмента **Полилинии** ломанная представляет собой группу примитивов, которые при выделении распознаются единым элементом. Так при выделении любого сегмента выделяется вся группа элементов, построенная за один сеанс использования команды. **Полилиния** позволяет строить последовательность прямолинейных и криволинейных сегментов. На прямолинейных участках команда позволяет менять ширину как при переходе от одного сегмента к другому, так и в пределах одного сегмента. Для этого в контекстном меню необходимо выбрать соответствующую команду и задать ее значение в начальной и конечной точках. При необходимости ломаную можно разбить на примитивы с помощью инструмента **Расчленить** , доступного на ленте главного меню или запросом в командной строке.

На рис. 10 приведен запрос при вводе команды **Круг**.

Команда: <code>_circle</code> Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]: 10,20
Радиус круга или [Диаметр] <20.0000>:

Рис. 10. Диалог в командной строке

Текст в запросе, заключенный в угловые скобки < >, соответствует ожидаемому по умолчанию ответу на запрос. При согласии с предложенным ответом достаточно нажать **Enter**. При несогласии – после двоеточия ввести необходимое значение.

Текст в квадратных скобках [] предполагает другие варианты задания команды. На рис. 10 запись в нижней строке означает, что для построения круга по умолчанию запрашивается его радиус. Для того, чтобы задать **Диаметр**, необходимо с клавиатуры ввести ключ данной опции – заглавную букву в слове (см. рис. 10). В данном случае это буква **Д** (высота регистра при вводе в командную строку значения не имеет).

Для **прерывания выполнения команды** используется одиночное нажатие клавиши **Esc**. Для **повторного ввода предыдущей команды** нажмите **Enter** или **Пробел** или в контекстном меню выберите команду **Повторить**. После двойного нажатия клавиши **Esc** возобновить команду подобным способом невозможно.

*Важно! Функциональные возможности клавиш **Enter** и **Пробел** аналогичны. Они используются при подтверждении ввода команд.*


Выделение объекта выполняется с помощью указателя курсора мыши или рамкой. В первом случае для выделения объекта достаточно навести курсор на объект и нажать левой кнопкой мыши. При выборе группы объектов исполь-

зуется клавиша Shift.

Во втором случае необходимо нажатием левой кнопки мыши указать первый угол рамки. Затем свободным движением руки указать второй угол рамки. На сторонах объекта появятся синие метки. Это значит, что объект выбран.

Выделение рамкой слева направо позволяет выделить все объекты, которые полностью попали в охватывающую рамку. Выделение рамкой справа налево – все объекты, хотя бы часть которых попала в текущую рамку. Наглядно способы выделения объектов показаны в прил. 4.

Удалить выделенные объекты можно несколькими способами:

- клавиша Delete на клавиатуре;
- команда Стереть  на ленте главного меню или запрос в командной строке (СТЕРЕТЬ, _ERASE);
- команда Очистка чертежа, вызванная из командной строки запросом УДАЛИ (ОЧИСТИТЬ).

Выделенные объекты можно **Вырезать** и поместить в буфер обмена. Соответствующую команду можно вызвать из ленты главного меню, запросом в командной строке _CUTCLIP или сочетанием клавиш Ctrl+X.

Для быстрого перемещаться от одного фрагмента чертежа к другому предусмотрены команды **зуммирования** – изменения масштаба экранного отображения и **панорамирования** – перемещения чертежа по видовому экрану.

Зуммирование объекта возможно с помощью прокрутки колеса мыши. Для увеличения масштаба отображения движение от себя, для уменьшения – на себя. Двойной щелчок по колесу мыши позволяет отобразить все объекты, имеющиеся на чертеже, в пределах видимого рабочего пространства. Дополнительные варианты зуммирования можно вызвать уже известными способами – из ленты главного меню Вид/Навигация или запросом в командной строке.

При **панорамировании** происходит динамическое перемещение изображения по рабочему пространству. Активировать команду можно движением мыши при зажатом колесе, а также из ленты главного меню или запросом в командной строке.

Для переключения между режимами панорамирования и зуммирования удобно использовать контекстное меню, для выхода – клавиши Enter или Esc.

При выполнении чертежей понадобятся **команды редактирования**. Основные из них: Перенести, Копировать, Обрезать, Удлинить, Отразить зеркально, Повернуть. Команды доступны на ленте главного меню и запросом в командной строке. Возможны два принципа работы всех команд редактирования:

1) сначала выбрать объекты, а затем вызвать команду редактирования. Объекты можно выделять любым удобным способом (при выборе группы объектов используется клавиша Shift);

2) вызвать команду редактирования и указать объекты, к которым она применяется. Выбор объектов необходимо подтвердить клавишей Enter или Пробел.

1.7. Отчет о выполнении работы

В результате выполнения лабораторной работы должен быть создан чертеж главных видов (спереди, слева, сзади, сверху) шкафной стенки в масштабе 1:1.

1.8. Задание для самостоятельной работы

1. Установить на личный ПК с официального сайта Autodesk учебную версию Civil 3D и пакет адаптации согласно инструкции в прил. 1.
2. Стандарты ЕСКД и СПДС.
3. Возможности электронных систем работы с нормативно-техническими документами и стандартами.

1.9. Контрольные вопросы

1. Перечислите составляющие пользовательского интерфейса рабочих пространств Civil 3D и Рисование и аннотации.
2. Перечислите доступные рабочие пространства программного комплекса Civil 3D.
3. Расширение файлов, получаемых в результате работы с программой Autodesk Civil 3D.
4. Понятие пространство Модель.
5. Назначение командной строки.
6. Назначение строки состояния.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 РАБОТА С АТТРИБУТАМИ ОБЪЕКТОВ И КОМПОНОВКА ЧЕРТЕЖА

2.1. Цель работы

Изучение технологии и особенностей построения и оформления чертежей с использованием аннотативных свойств объектов. Вывод чертежа на печать.

2.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, лицензионная программа AutoCad Civil 3D.

2.3. Теоретические сведения

Самым удобным способом выполнения чертежа является построение его в масштабе 1:1, т.е в натуральную величину с последующим масштабировани-

ем на стадии компоновки листа. Элементы, не имеющие отношение к модели конструкции, а относящиеся исключительно к листу (рамка и штамп), выполняются в пространстве листа также в натуральную величину. А масштаб отображения конструкции на листе регулируется при помощи задания масштаба видового экрана.

Актуальной бывает задача – отобразить на чертеже один и тот же фрагмент конструкции несколько раз в разных масштабах. При этом размеры, мультивыноски и т.п. на каждом фрагменте чертежа свои (рис. 11).

Грамотно выполнен чертеж, если объект, физически присутствующий в конструкции в единственном числе, вычерчен на чертеже (в пространстве Модель) только один раз и не копируется многократно. Скомпоновать такой чертеж можно с помощью видовых экранов, каждому из которых будет назначен масштаб отображения и задан набор (перечень) пояснений. Тогда при внесении изменений нет необходимости изменять одно и то же во множестве копий, рискуя где-нибудь пропустить необходимые изменения.

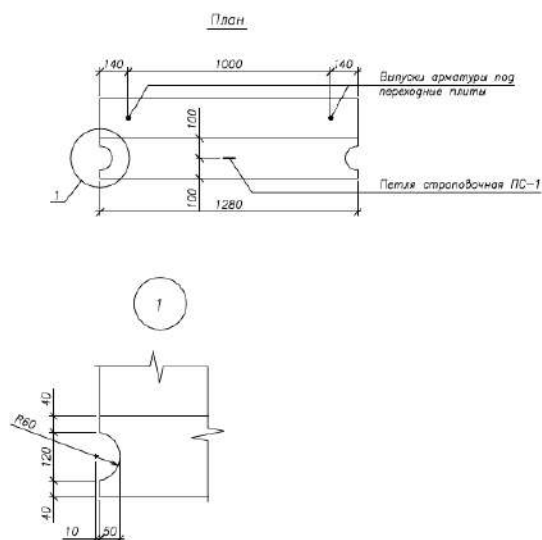


Рис. 11. Чертеж узла

В таких случаях удобно использовать аннотативные свойства объектов. *Аннотативными* могут быть текст, размеры, штриховки, мультивыноски, блоки и другие объекты, используемые для пояснения чертежа. Для каждого аннотативного объекта заранее задаются масштабные коэффициенты, с которыми этот объект будет изображаться. При компоновке чертежа (создании видовых экранов) в нем появляются только те аннотации, для которых был прописан масштабный коэффициент данного видового экрана. Если нужно отобразить одни и те же аннотации на разных фрагментах, при разных масштабах, тогда необходимо задать несколько масштабных коэффициентов. Но сами аннотации (размеры, текст, мультивыноски и др.) проставляются один раз.

Последовательность действий компоновки чертежа с использованием аннотативных свойств:

- при создании стилей (текстового, размерного и др.) указать опцию «аннотативный»;
- установить требуемый масштаб отображения чертежа;
- задать аннотативные масштабы (масштабы отображения аннотаций);
- при компоновке чертежа для видовых экранов установить аннотативный масштаб совпадающие с масштабом отображения.

2.4. Задание

Для освоения работы с аннотативными свойствами объектов и компоновки чертежа предлагается выполнить задание, которое включает в себя решение следующих задач:

- создать аннотативные стили атрибутам чертежа;
- создать видовые экраны в пространстве Листа с необходимыми масштабами отображения;
- оформить и вывести на печать чертеж шкафной стенки (масштаб главных видов 1:20, узла 1:10).

2.5. Исходные данные

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы используется чертеж основных видов шкафной стенки в виде файла с расширением .dwg, созданный на предыдущем занятии.


2.6. Ход работы


Запустите программу AutoCad Civil 3D. Подгрузите чертеж основных видов шкафной стенки, созданный на предыдущем занятии. Для этого в меню Файл выберите команду Открыть и укажите необходимый для работы файл.

В программе по умолчанию установлены системные стили атрибутам чертежа, но они не удовлетворяют потребностям. Поэтому настройка масштаба аннотаций начинается с настройки стилей (текстовых, размерных, для мультивыносок, таблиц и других). Стили аннотаций доступны на вкладке ленты Главная/Аннотации, представленной на рис. 12.



Рис. 12. Стили аннотаций

Вызовите Диспетчер текстовых стилей  и нажав на кнопку , создайте свой стиль на основе системного стиля Standart или любого другого, назовите вновь созданный стиль АТ-Свое имя. Обязательно укажите, что данный стиль аннотативный. Для чего установите галочку в соответствующем поле Аннотативный. Сделайте стиль текущим и закройте диалоговое окно.

Вызовите Диспетчер размерных стилей . Создайте свой размерный стиль, на основе системного размерного стиля Аннотативный нажав кнопку . Назовите его АР-Свое имя. Проследите, чтобы была установлена галочка в поле, отвечающем за аннотативные свойства объекта, как на рис. 13.

Нажмите Далее и установите параметры размерного стиля в соответствии с рис. 14-16.

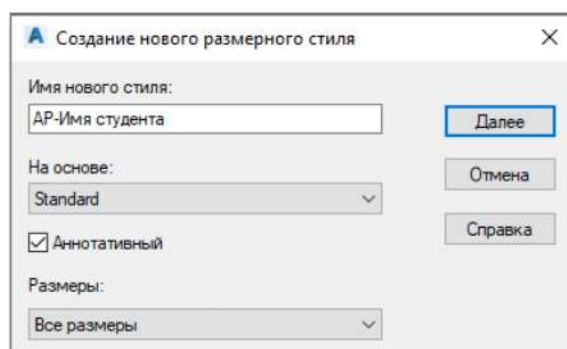


Рис. 13. Окно Создание нового размерного стиля

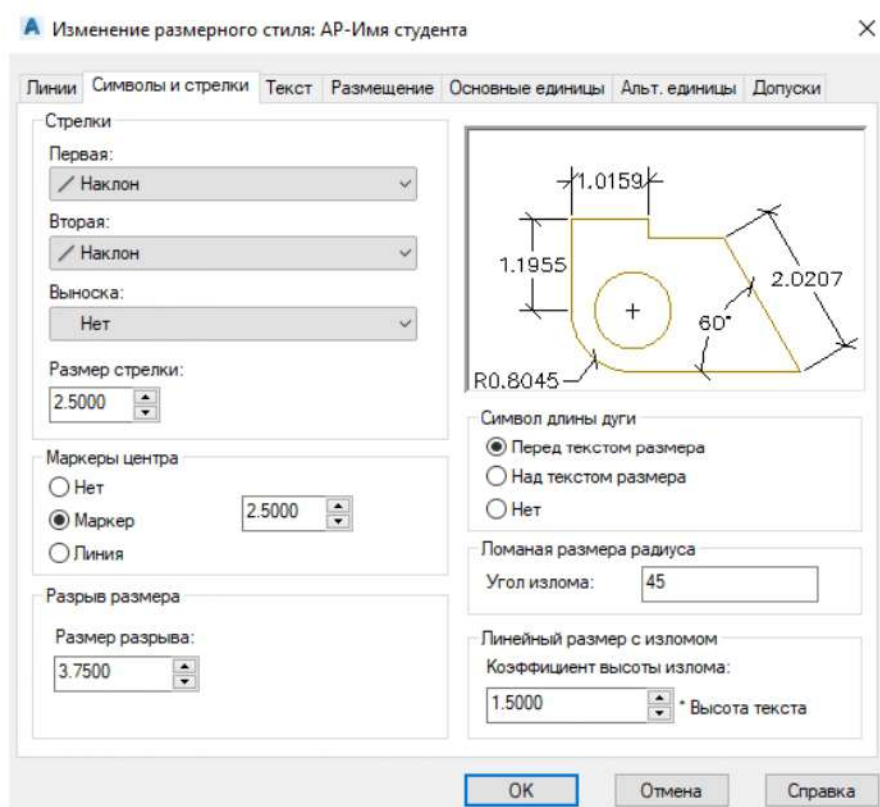


Рис. 14. Параметры вкладки Символы и стрелки

В поле **Размер разрыва** введите 3.75.

На вкладке **Текст** укажите текстовый стиль АТ-Имя студента и высоту текста 3.5 мм. Размещение текста определите, как на рис. 15. Назначьте Отступ от размерной линии равным 0.625 и укажите ориентацию текста **Вдоль размерной линии**.

На вкладке **Символы и стрелки** укажите, что размерные линии начинаются и заканчиваются засечками, т.е. в поле **Стрелки** установите **Наклон**. Укажите, что **Выноса** не имеет ни каких конечных элементов, как показано на рис. 14. **Размер наклона** введите 2.5.

Важно! При введении десятичной дроби в качестве разделителя выберите исключительно знак (.) точка.

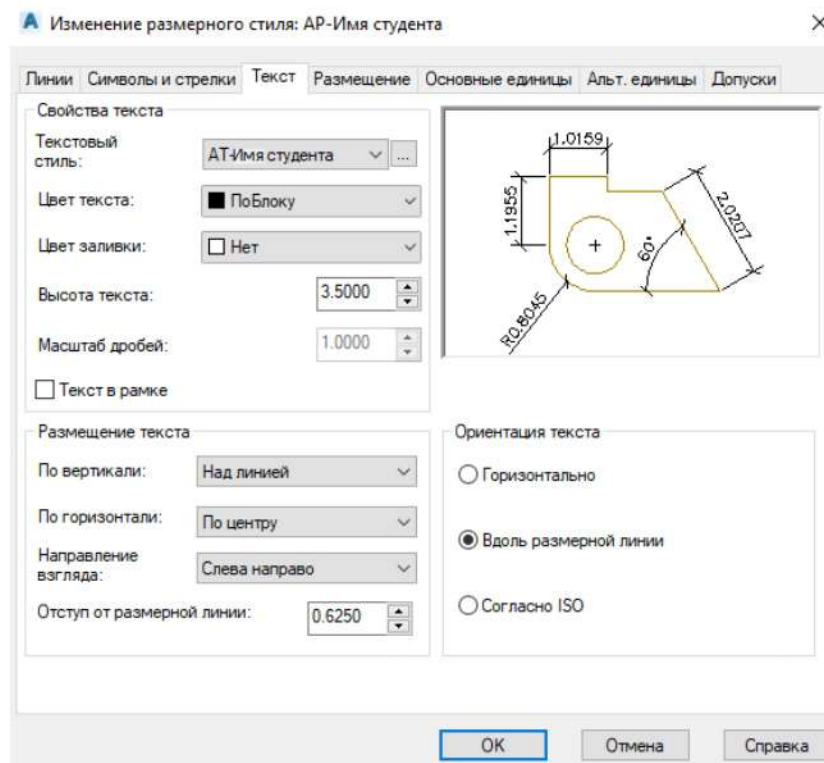


Рис. 15. Параметры вкладки Текст

На вкладке **Основные единицы** установите **Точность 0** без знаков после запятой, в качестве **Десятичного разделителя** выберите запятую, как показано на рис. 16.

Интересно! На чертеже возможно выводить все размеры стиля с учетом масштабного коэффициента. Для этого необходимо указать **Масштаб измерений**. Например, натуральная величина объекта 4 единицы, а нужно, чтобы на чертеже стояло значение 4000. Для этого достаточно установить масштаб измерений, равный 1000. Тогда, на чертеже все значения данного стиля будут отображаться с учетом коэффициента 1000, т.е. вместо 4 будет выводиться 4000.

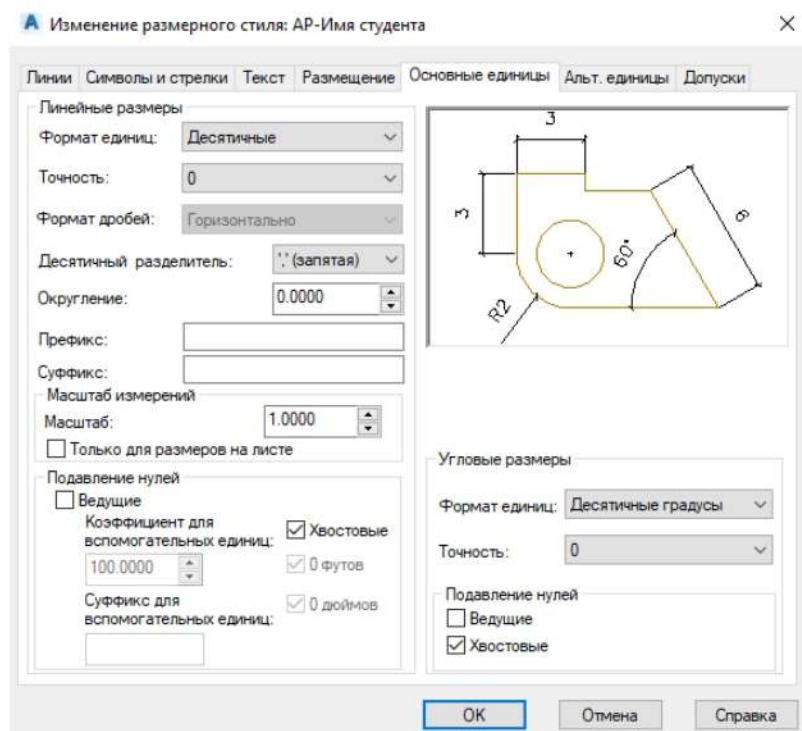



Рис. 16. Параметры вкладки Основные единицы

В нашем случае масштаб измерения нужно оставить равным 1.

Подтвердите настройки размерного стиля и определите его текущим, нажав Установить в окне Диспетчер размерных стилей. Закройте диалоговое окно.

Вызовите Диспетчер стилей мультивыносок . Создайте новый стиль мультивыносок, назвав его АМ-Свое имя. Проследите, чтобы была установлена галочка в поле, отвечающем за аннотативные свойства объектов, как на рис. 17.

Нажмите Продолжить и установите параметры стиля отображения мультивыносок в соответствии с рис. 18.

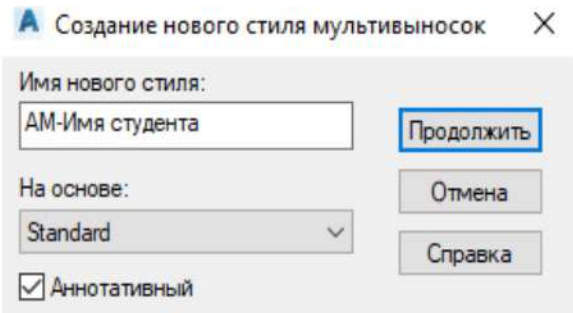


Рис. 17. Создание нового стиля мультивыносок

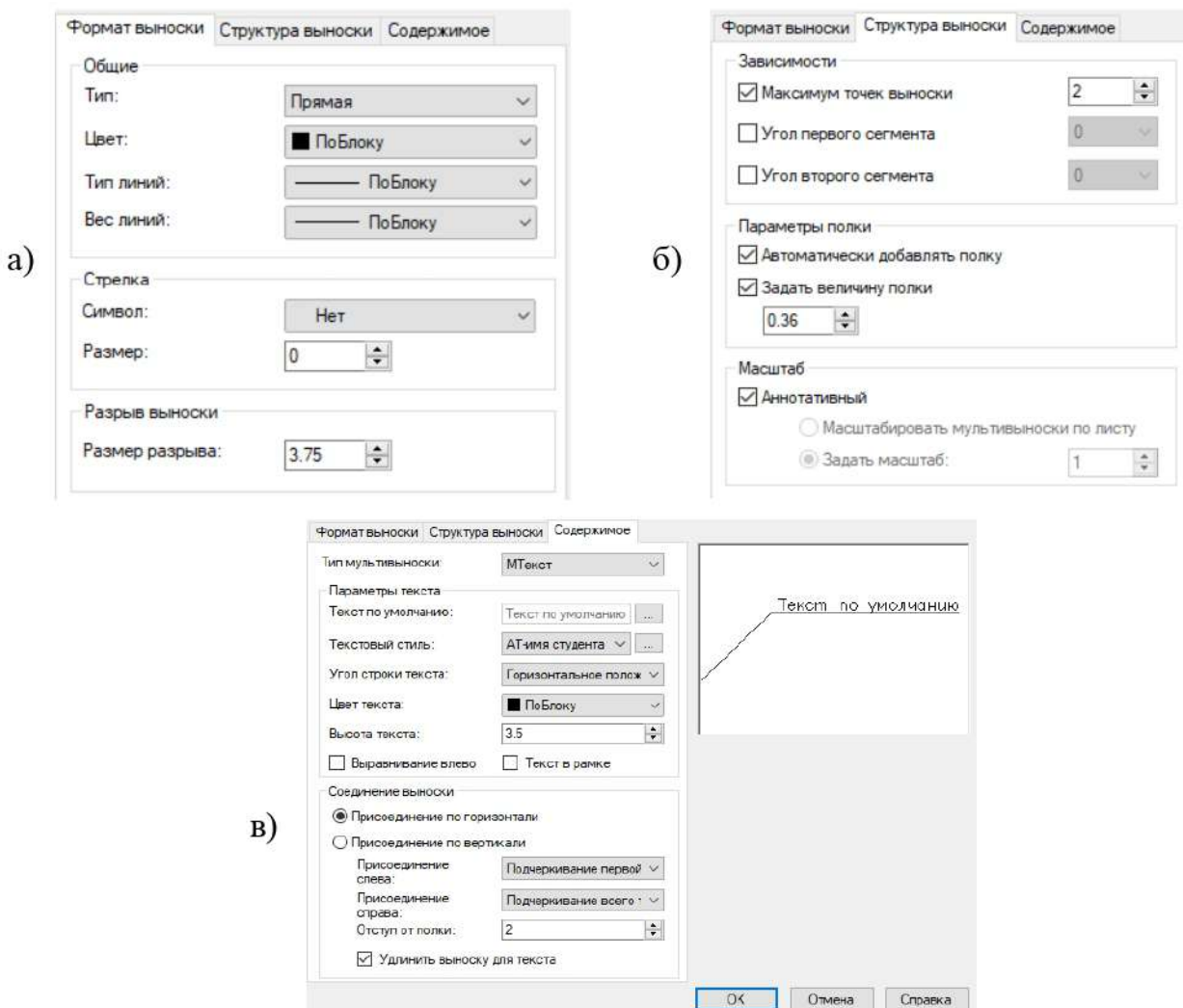



Рис. 18. Настройка параметров вкладок Изменение стиля мультивыносок: а) вкладка формат выноски; б) структура выноски; в) содержание

Завершив настройки, сделайте стиль АМ-Имя студента текущим нажав


Установить


и закройте диалоговое окно.


Установка масштаба отображения чертежа, масштаба аннотаций


По умолчанию в программе установлен масштаб аннотаций 1:1. О чем свидетельствует соответствующая пиктограмма в правом нижнем углу рабочего пространства . Для корректного отображения чертежа на листе будем использовать масштаб 1:20, соответственно и масштаб аннотаций необходимо задать 1:20. Выберите его из предлагаемого списка.

Теперь на чертеже можно проставлять размеры, наносить текст и вставлять другие аннотативные объекты (таблицы, штриховки, мультивыноски).


Важно! При наведении на аннотативные объекты рядом с курсором появляется значок .

Аннотативные объекты созданные таким образом, имеют аннотативный масштаб только 1:20. При выключенном режиме Видимость аннотаций  аннотации отображаются только в текущем режиме. В нашем случае только при масштабе 1:20.

Если нужно, чтобы аннотативные объекты отображались всегда, не зависимо от выбранного масштаба, необходимо включить режим Видимость аннотаций . Следует отметить, что отображаться аннотации будут величиной, соответствующей прописанному масштабу, т.е. 1:20.

Добавить масштабы отображения аннотативным объектам можно используя пиктограмму Автоматическое добавление масштаба к аннотативным объектам .


Важно! Данную пиктограмму рекомендуется включать только для выбора нужных масштабов и отключать сразу после их добавления.

Добавим таким образом масштаб аннотаций 1:10. Для чего в списке масштабов аннотаций выберем масштаб 1:10. Выключим Автоматическое добавление масштабов к аннотативным объектам .

Просмотреть и изменить свойства аннотативных объектов можно через окно свойств объекта в разделе Разное (рис. 19). Выберите любой атрибут на чертеже и вызовите его свойства одним из способов:

– двойным щелчком мыши по объекту,

– выделением объекта и вызовом команды Свойства любым способом (нажатием на клавиатуре клавиш **Ctrl+1**, вызовом из командной строки, из контекстного меню, со стандартной панели инструментов).

Посмотрите какие аннотативные масштабы заданы для выбранного элемента. Для этого щелкните на числовом значении соответствующего поля и еще раз на появившейся в строке пиктограмме .

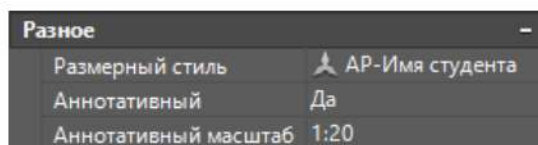


Рис. 19. Аннотативные свойства объекта

В диалоговом окне Масштаб аннотаций объекта, вид которого приведен на рис. 20, можно добавлять и удалять масштабы аннотаций.

При компоновке чертежа в пространстве листа с помощью видовых экранов важно правильно установить масштаб чертежа и соответствующий ему масштаб аннотаций.

Перейдите на вкладку рабочего пространства Лист 1.

Создайте видовой экран масштабом отображения 1:20, в котором будут отображаться главные виды шкафной стенки. Для этого выделите имеющийся видовой экран и зайдите в его свойства. В разделе Разное укажите Стандартный масштаб и Масштаб аннотаций равным 1:20. Пользовательский масштаб автоматически выйдет равным 0.05, как показано на рис. 21.

Разное	
Масштаб аннотаций	1:20
Стандартный масштаб	1:20
Пользовательский масш...	0.05

Рис. 21. Свойств видового экрана, вкладка Разное

Создать видовой экран произвольной формы (в том числе и круг) можно следующим образом:

- 1) начертите замкнутую геометрическую фигуру на пространстве Листа;
- 2) выберите команду Лист/Видовые экраны листа/Объект;
- 3) укажите нужный объект (в нашем случае круг).

Скомпонуйте чертеж на Листе таким образом, чтобы на видовом экране масштаба 1:20 отображались четыре главных вида чертежа. А ниже в видовом экране масштаба которого 1:10 – Узел 1, как показано на рис. 22.

Обратите внимание, если масштабы назначены верно, то аннотации на чертеже выглядят однородно – высота текста, размер засечек и т.д. одинаковые.

Завершите оформление чертежа, нанеся условные обозначения видов, разрезов и др. Оформление чертежа выполняйте при активном пространстве Лист. Начертите стандартную рамку и заполните штамп. Пример оформления штампа приведен в прил. 4.

Построение рамки и штампа можно выполнять по координатам. В пространстве Листа нижний левый угол области печати, которая обозначается пунктирной линией всегда имеет координаты (0;0). Исходя из этого, начните построение стандартной рамки с левого нижнего угла, координаты которого (20;5). Длины сторон рамки можно рассчитать алгебраически.

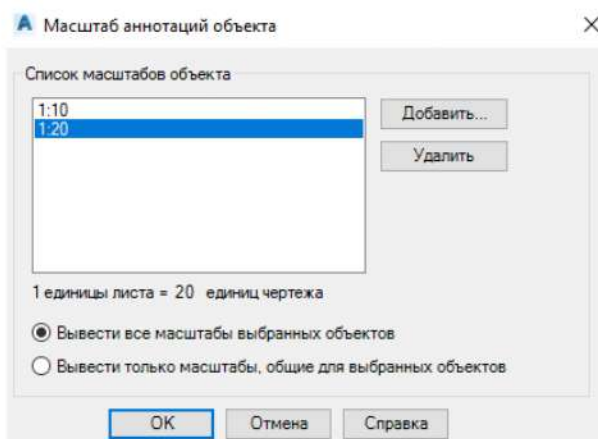


Рис. 20. Масштабы аннотаций объекта

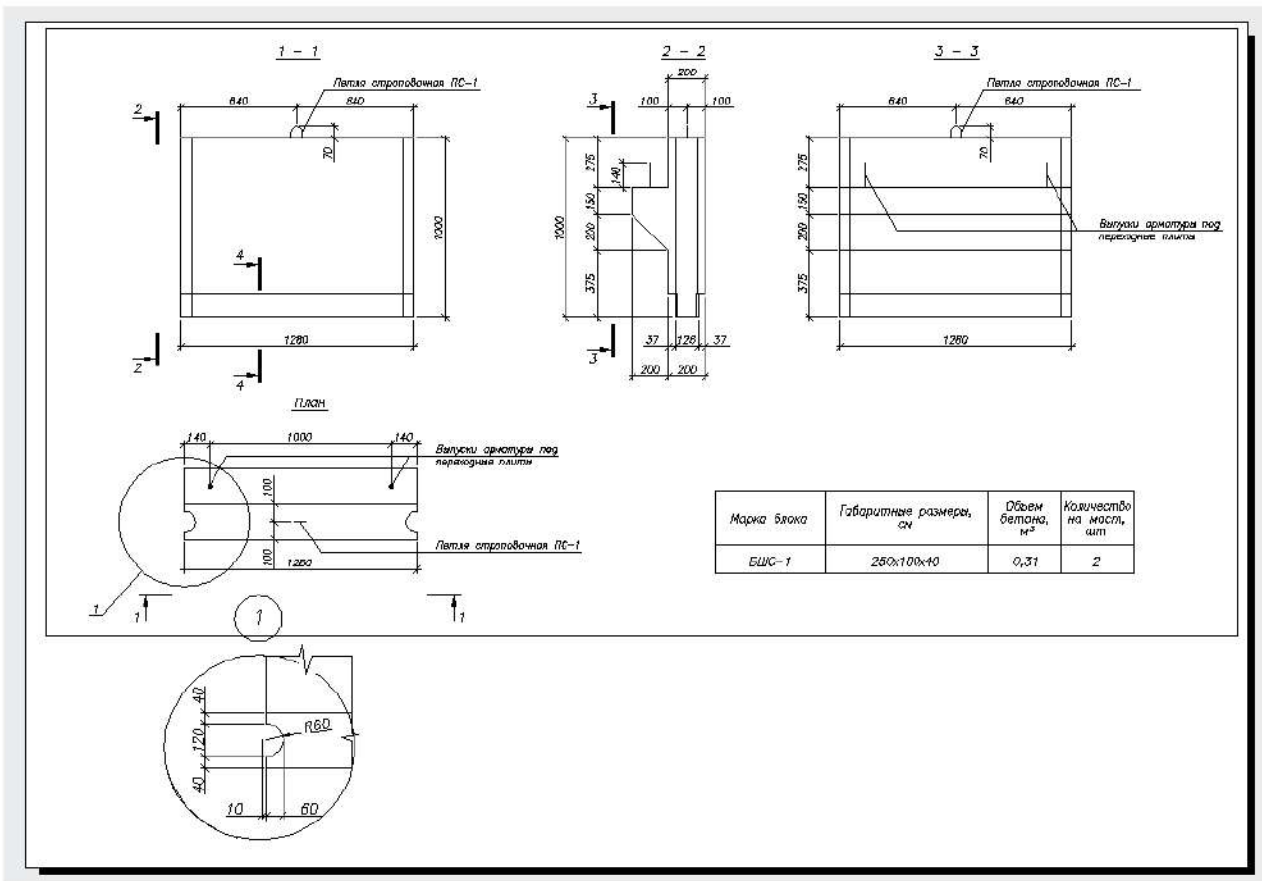


Рис. 22. Компоновка чертежа на пространстве Листа

По умолчанию область печати всегда меньше размеров листа. Поэтому целесообразно заранее отредактировать или создать Пользовательский формат листа, с обнуленными областями печати, как на рис. 23.

Управлять параметрами формата возможно через Диспетчер параметров листов, доступный в меню Файл / Печать / Параметры листа или в контекстном меню Лист1, Лист2 и др.

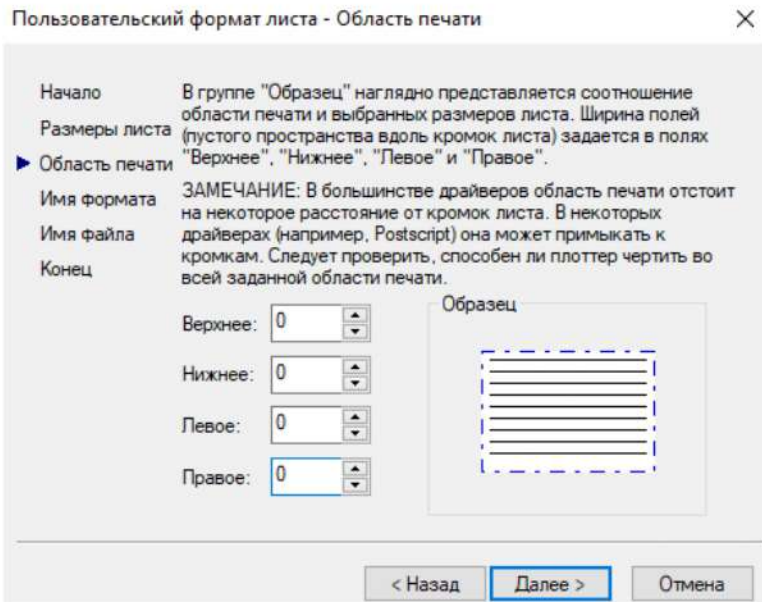


Рис. 23. Назначение области печати в Окне Пользовательский формат листа

Выведите чертеж на печать, вызвав одноименную команду. Параметры окна Печать настраиваются в соответствии с потребностями. При этом указывается имя принтера/плоттера, формат, масштаб, качество печати и т.д. В слу-

чае, если предполагается сохранить чертеж в формате pdf, вместо принтера/плоттера выберите DWG To PDF. В этом случае назначение параметров печати может быть подобно рис. 24.

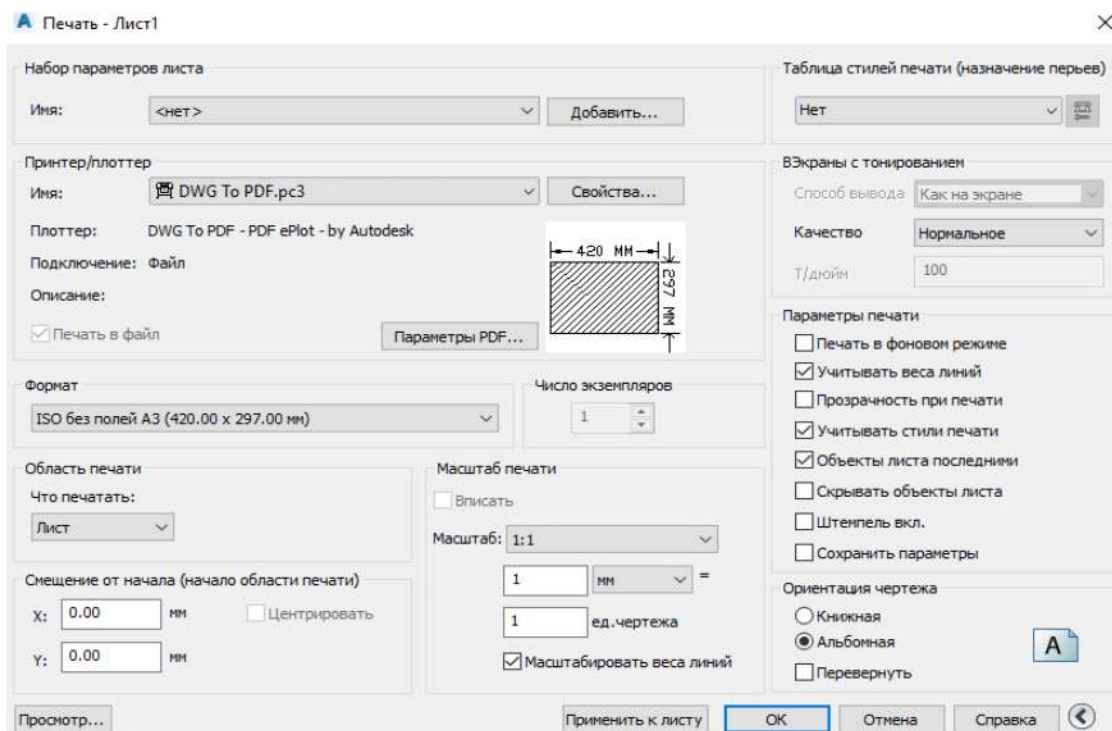


Рис. 24. Параметры окна Печать при сохранении чертежа в формате pdf

2.7. Отчет о выполнении работы

Результатом работы является чертеж шкафной стенки, выполненный с применением аннотативных свойств объектов.

2.8. Задание для самостоятельной работы

1. Настроить стили для нанесения аннотативной штриховки.
2. Дополнить чертеж, выполнив сечение 4-4 в масштабе 1:10, нанести штриховку.

2.9. Контрольный вопросы

1. Что относится к атрибутам чертежа?
2. Свойство аннотативных объектов.
3. Команда вызова свойств объекта.
4. Символ, используемый в качестве разделителя порядков числа при введении десятичной дроби.
5. Назначение видового экрана.
6. Как изменить размеры области печати?
7. Последовательность выполнения чертежа, если его фрагменты имеют разные масштабы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА ТРАССЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ CIVIL 3D

3.1. Цель работы

Ознакомление с технологией и особенностями проектирования плана трассы в программном комплексе Civil 3D [1].

3.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, программа Civil 3D.

3.3. Теоретические сведения

Моделирование линейных объектов выполняется в рабочем пространстве Civil 3D. Интерфейс пространства приведен на рис. 1.

Для управления объектами используется Область инструментов. В области инструментов доступны два режима – Просмотр активного чертежа, при котором доступны для редактирования только объекты текущего чертежа и Главное представление – отображаются все чертежи со своими наборами проектов.

В Области инструментов доступны вкладки Навигатор, Параметры, Съёмка, Панель инструментов. Панель обычно располагается слева от рабочего пространства, вид ее представлен на рис. 25. В Навигаторе представлены все объекты, которые есть на чертеже или можно создать. Существующий объект имеет вложения, иерархическую структуру которых можно просмотреть, развернув объекты. Трассы включают Осевые линии трасс, Трассы для смещения, Трассы для сопряжения и др.

На вкладке Параметры позволяет настроить стили отображения объектов. Можно использовать стандартные стили или настраивать пользовательские.

Вкладка Съёмка предназначена для управления проектами съёмки, данными и параметрами съёмки.

Панель инструментов предоставляют доступ к различным инструментам и компонентам проектирования.

По умолчанию инструментальные палитры содержат элементы конструкции и конструкции коридора.

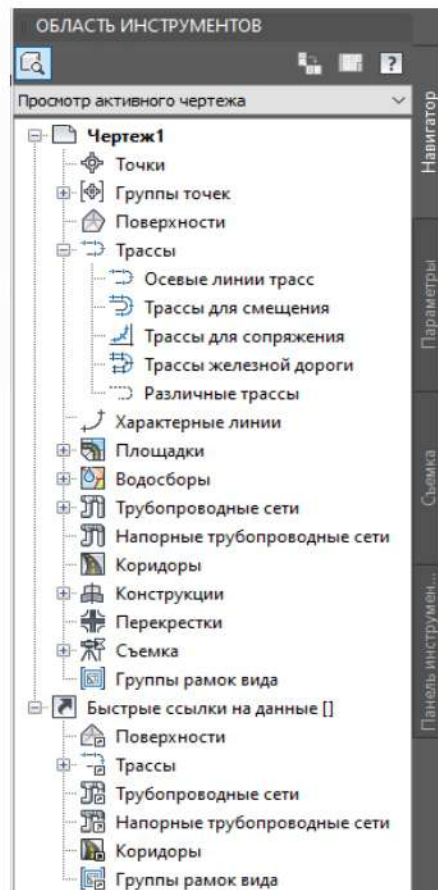


Рис. 25. Вкладки Области инструментов

При моделировании линейных объектов при помощи программного продукта Civil 3D должны соблюдаться основные принципы и требования действующих нормативных документов [5, 6, 9, 10, 12, 14]. При проектировании плана трассы регламентируются такие технические нормы проектирования как минимальные радиусы кривых в плане, максимальный продольный уклон, протяженность прямых участков и определяют основные принципы: трассирование по возможности по кратчайшему направлению между заданными пунктами (воздушная линия), природные условия района проложения трассы, ситуационные особенности района проектирования, правила пересечения крупных водотоков, требования по обеспечению удобства и безопасности движения, а также соблюдение принципов ландшафтного проектирования автомобильных дорог [2, 5, 9, 12, 14].

Возможности программного продукта Civil 3D позволяют автоматизировать процесс проложения трассы, получения ведомостей и другие операции.

Существует несколько способов построения трассы с использованием программного комплекса Civil 3D. Рассмотрим проектирование плана трассы методом полигонального трассирования. При использовании этого метода на топографической карте строят полигон – ломаный магистральный ход. В его изломы вписывают круговые кривые или круговые кривые с переходными кривыми.

При геометрическом моделировании используются так называемые элементы базовой геометрии или примитивы – это элементарные плоские линии, описываемые уравнениями бесконечной прямой, окружности, квадратичной параболы, клотоиды, сплайна. При создании трассы примитивы воспринимаются как единый объект. Трассы могут представлять собой автономные объекты или родительские по отношению к профилям, сечениям, коридорам. В таком случае, при редактировании трассы изменения автоматически будут учитываться во всех связанных с ней объектах.

В Civil 3D возможно создание трасс различных типов, приведенных на рис. 26. При проектировании новой трассы автомобильной дороги применяют тип **Осевая линия**, который относится к независимым объектам. Трассы типов **Смещение** и **Сопряжение на пересечении** можно создать независимыми, но чаще их построение выполняют автоматически на основе данных, связанных с другими трассами.

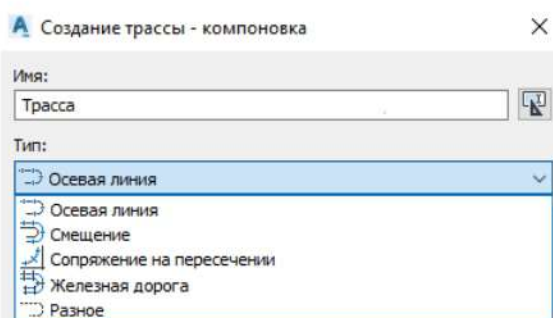


Рис. 26. Типы трасс

3.4. Задание

Для освоения методов проектирования плана трассы в программе Civil 3D предлагается выполнить задание, которое включает в себя следующие задачи:

- создание магистрального хода трассы;
- закругление трассы в плане круговой кривой без переходных кривых;
- закругление трассы в плане круговой кривой с переходными кривыми;
- редактирование параметров трассы;
- расчет ведомости углов поворота, прямых и кривых.

3.5. Исходные данные

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы необходима цифровая модель местности, технические нормативы для категории проектируемой автомобильной дороги.

3.6. Ход работы

В качестве исходных данных следует принять поверхность земли, представляющая цифровую модель рельефа с заданными направлениями начала и конца трассы, полученную с использованием программных средств Autodesk или сторонних программных продуктов [11].

Используя команду **Создать проектные данные / Трасса / Инструменты создания трасс**, доступную на вкладке **Главная** создайте ломаный ма-

гистральный ход, последовательно указывая начало, вершины углов поворота и конец проектируемой трассы.

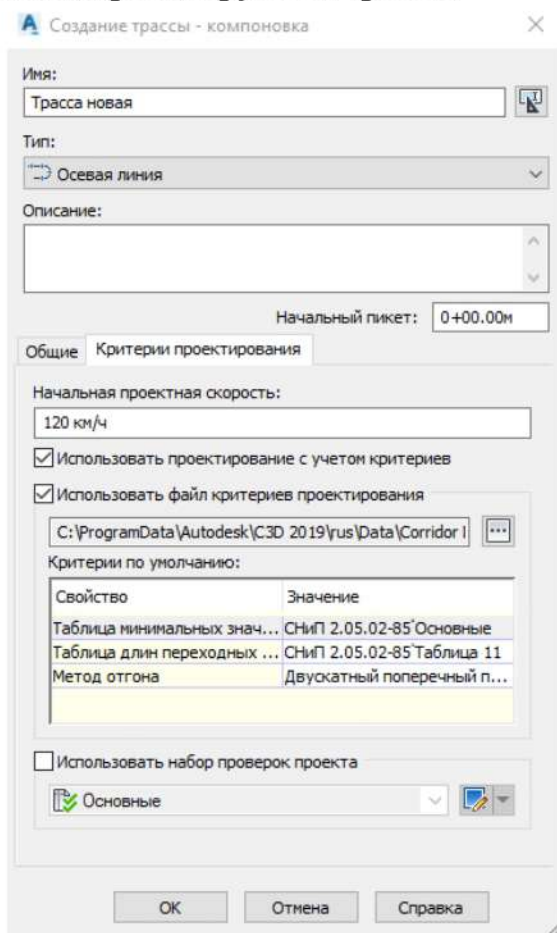


Рис. 27. Диалоговое окно команды Инструменты создания трасс

Для этого в открывшемся диалоговом окне команды **Создание трассы – компоновка**, представленном на рис. 27, укажите **Имя: Трасса новая**, **Начальный пикет: 0+00,00м**. Далее необходимо назначить критерии проектирования согласно требованиям нормативных документов [14]. Начальную проектную скорость принимают исходя из проектной категории дороги согласно табл. 5.2 в СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги». В качестве файла критерия проектирования необходимо в программу подгрузить этот документ. Для этого проверьте, а в случае отсутствия укажите путь к файлу **СНиП 2.05.02-85* Актуализированная редакция** в формате **.xml**, расположенному в памяти компьютера. Подтвердите ввод данных нажатием **ОК**.

На всплывшей панели **Инструменты компоновки трассы**, вид которой представлен на рис. 28, выберите команду **Прямой участок - прямой участок (без кривых)**.

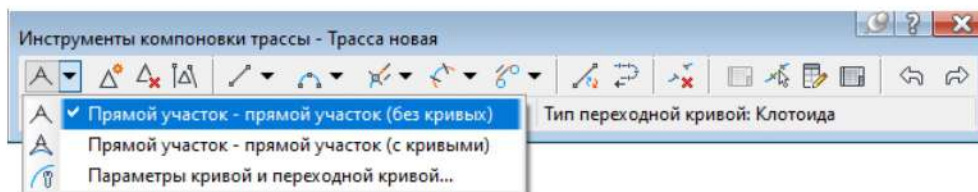


Рис. 28. Команда Прямой участок – прямой участок (без кривых) панели Инструменты компоновки трассы

Последовательно укажите курсором мыши на цифровой модели рельефа точки начала трассы, углов поворота и конца трассы. Подтвердите ввод данных нажатием клавиши **Enter** или **Пробел**. В результате на поверхности земли будет построена трасса в виде ломаного магистрального хода, представленного на рис. 29.

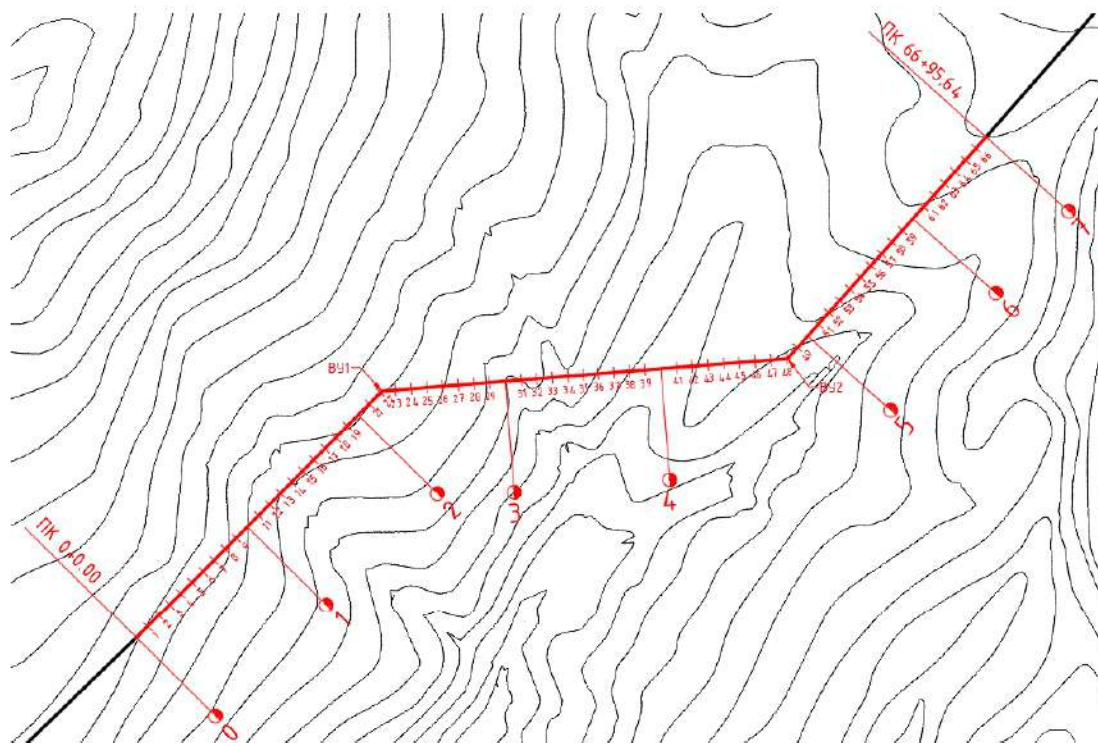


Рис. 29. Магистральный ход трассы с двумя углами поворота

В углы поворота трассы необходимо вписать закругления. При проектировании кривая в плане может состоять из одной круговой кривой, если радиус закругления в плане не менее 3000 м для дорог I категории и не менее 2000 м для всех остальных категорий или круговой кривой и переходных кривых, если радиусы менее рекомендованных [14].

Закругление, состоящее из одной круговой кривой выполните с помощью команды **Сопряжение свободной кривой** (между двумя объектами по радиусу), представленной на рис. 30.

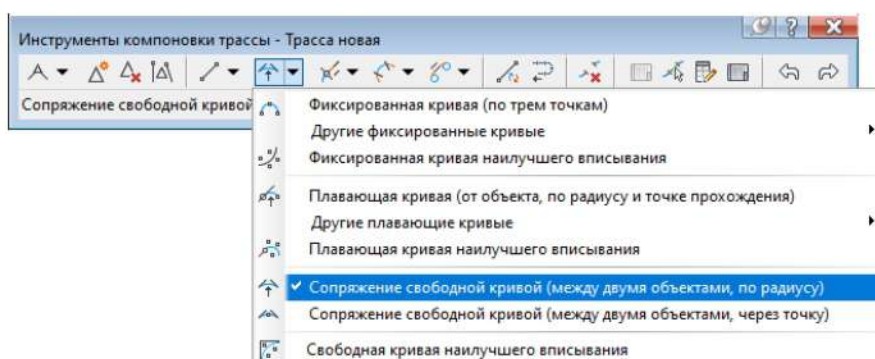


Рис. 30. Команда Сопряжение свободной кривой (между двумя объектами по радиусу)

На запросы команды **Введите первый/следующий объект:** необходимо последовательно по направлению трассы курсором указать объекты, между ко-

торыми будет вписано закругление. Далее в командной строке назначьте радиус закругления, исходя из условия проектирования угла поворота без переходных кривых. Завершить построение закругления позволяет двойное нажатие клавиши **Enter** или Пробел. Результат закругления трассы круговой кривой представлен на рис. 31.

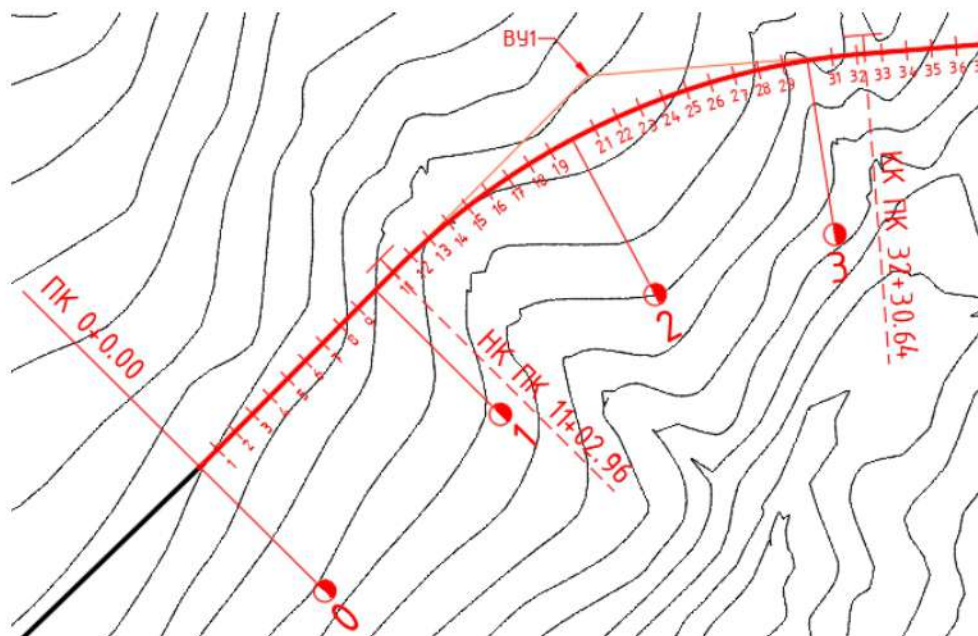


Рис. 31. Закругление трассы в плане круговой кривой

Для вписывания в вершины углов поворота закругления с переходными кривыми используйте команду **Свободная переходная кривая – кривая – переходная кривая** (между двумя объектами), расположение которой представлено на рис. 32. Величину радиуса закругления следует принимать не менее нормативных для категории проектируемой дороги, согласно данным таблицы 5.3 в СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги».

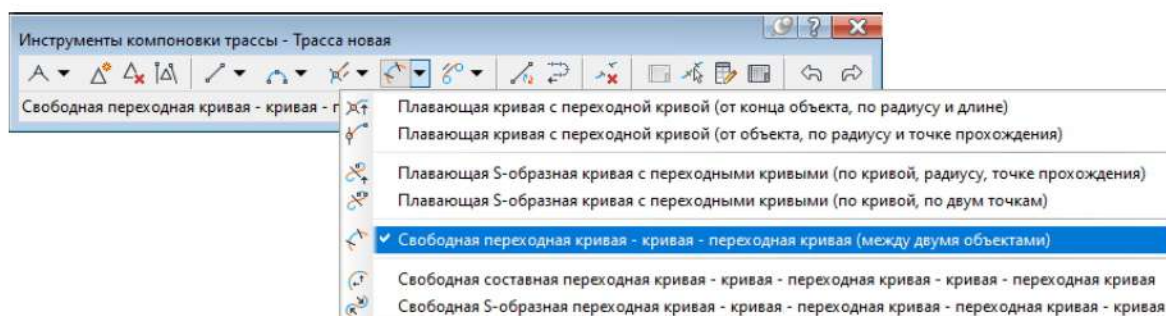


Рис. 32. Команда **Свободная переходная кривая – кривая – переходная кривая** (между двумя объектами)

Результат закругления угла поворота трассы круговой кривой с переходными кривыми, представлен на рис. 33.

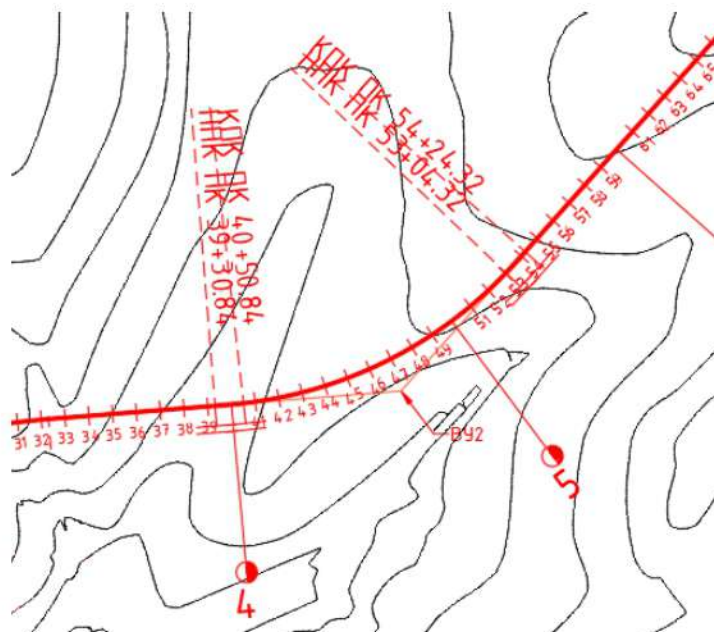


Рис. 33. Закругление угла поворота трассы круговой кривой с переходными кривыми

Программа Civil 3D позволяет редактировать положение оси трассы на цифровой модели рельефа. С помощью обычных ручек программы можно изменять положение начала и конца трассы, углов поворота. Добавлять или удалять углы поворота, изменять величины элементов позволяет команда **Редактировать геометрию трассы...**, которая доступна в контекстном меню при выделении объекта для редактирования. Команда вызывает панель **Инструменты компоновки трассы**, на которой сгруппированы инструменты редактирования. Вид панели представлен на рис. 28, 30, 32.

При построении, редактировании закруглений углов поворота и других манипуляциях, связанных с изменением положения оси, пикетаж трассы обновляется автоматически. На оси трассы закрепляются и выносятся точки начала и конца круговых и переходных кривых с указанием их пикетажного положения.

Стиль отображения элементов оформления трассы необходимо настроить в соответствии с требованиями нормативных документов [3, 7, 8, 10]. Для этого вызовите команду контекстного меню **Редактировать метки трассы...** В открывшемся диалоговом окне **Метки трассы**, вид которого представлен на рис. 34, можно изменять текущие стили и создавать пользовательские для отображения отдельных элементов проектируемой трассы.

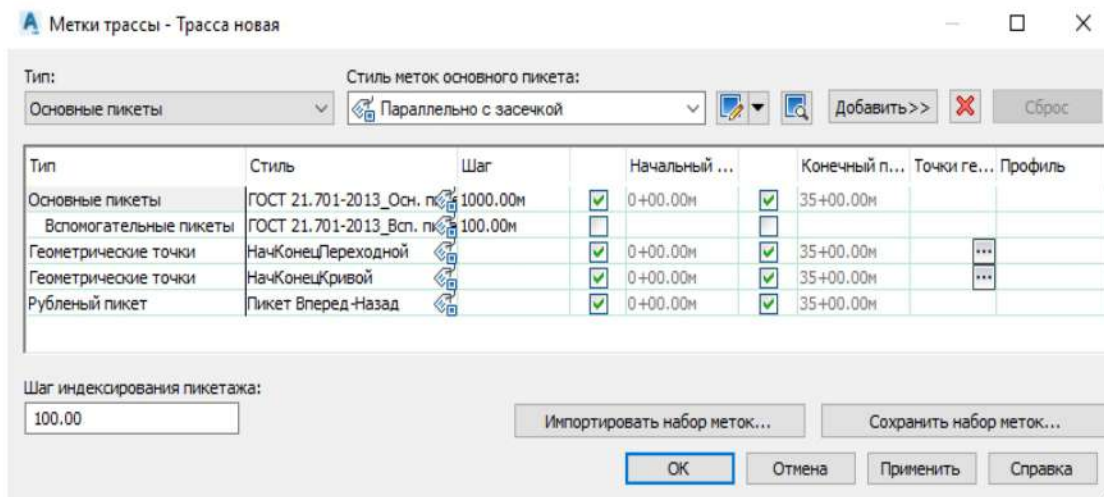


Рис. 34. Диалоговое окно команды Редактировать метки трассы

На рис. 35 представлен законченный вид проектируемой трассы автомобильной дороги.

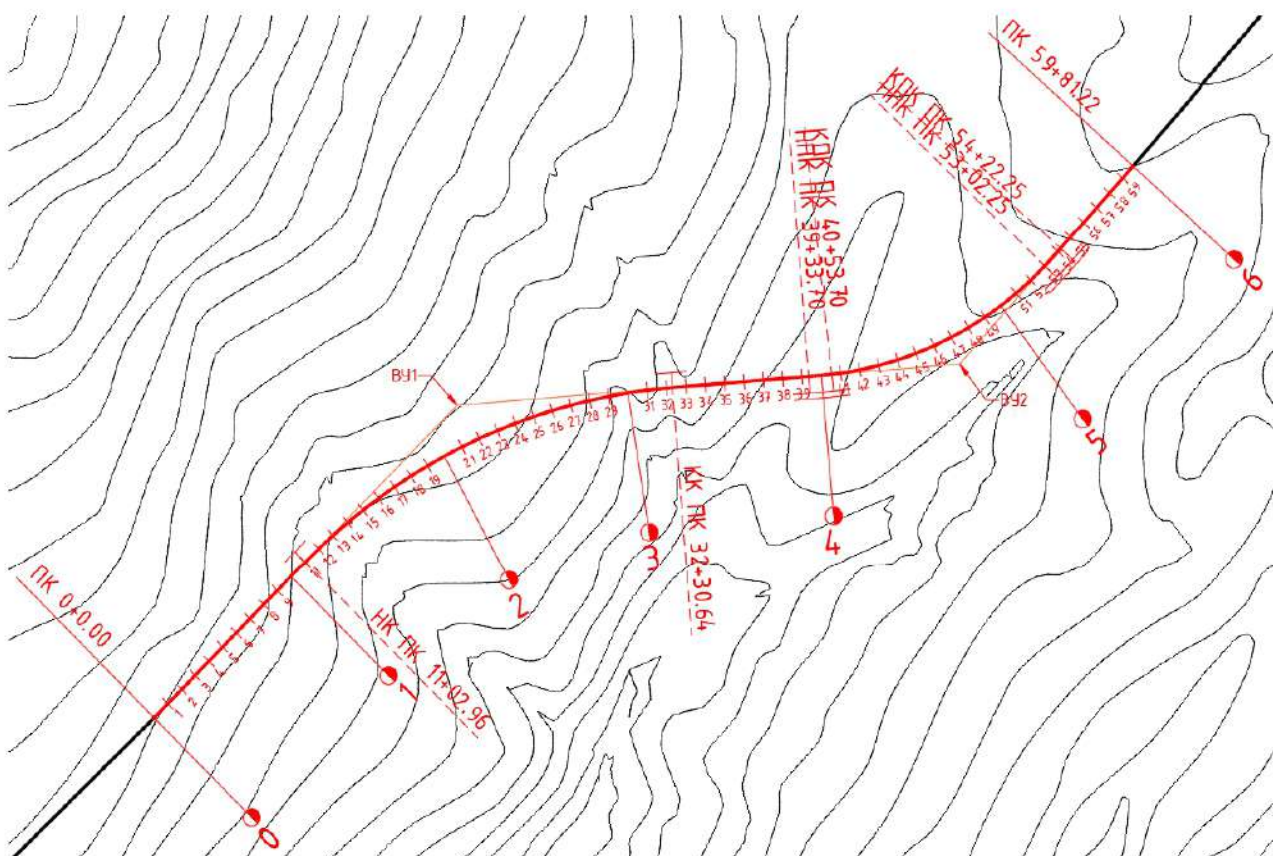


Рис. 35. Общий вид трассы автомобильной дороги

Программа Civil 3D позволяет формировать различные ведомости по объекту проектирования. Их перечень представлен на рис. 36.

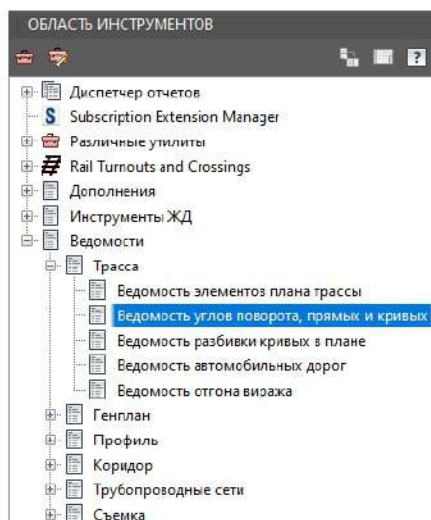


Рис. 36. Ведомости трассы

Создайте ведомость углов поворота, прямых и кривых трассы по команде **Ведомости / Трасса / Ведомость углов поворота, прямых и кривых** доступной на вкладке **Панели инструментов**.

Ведомости формируются в формате .xml, поэтому доступны для редактирования и экспорта в другие форматы.

Ведомость углов поворотов, прямых и кривых запроектированной трассы представлена на рис. 37.

Ведомость углов поворота, прямых и кривых

Трасса: Трасса новая
 Описание:
 Начальный ПК: 0+00.00
 Конечный ПК: 59+81.22

Точка	Положение вершины угла			Величина угла поворота		Радиус, м	Элементы кривой, м					Положение переходных кривых						Расстояние между	Длина прямой, м				
	км	ПК	+	влево	вправо		тангенс	тангенс	переходные кривые	круговая кривая	биссектриса	начало	конец	начало	конец	начало	конец						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
НТ	0	0	0																				
ВУ 1	2	22	13,75	130° 14' 55,07"		3000,00	1110,80	1110,80	0,00	0,00	2127,68	199,04										2213,75	1102,96
ВУ 2	4	47	13,09		127° 19' 18,44"	1800,00	779,40	779,40	120,00	120,00	1248,56	138,75	39	33,70	40	53,70	53	2,25	54	22,25		2593,25	703,06
КТ	5	59	81,22																			1338,36	558,97

Рис. 37. Ведомость углов поворота, прямых и кривых

3.7. Отчет о выполнении работы

Результатом работы является вариант плана трассы, запроектированный методом полигонального трассирования.

3.8. Задание для самостоятельной работы

1. Построить магистральный ход альтернативного варианта проложения трассы и вписать в углы поворота закругления.
2. Вывести на печать варианты плана трассы.
3. Вывести ведомости углов поворота, прямых и кривых.

3.9. Контрольные вопросы

1. Перечислите основные принципы проектирования плана трассы.
2. Какие исходные данные требуются для проектирования плана трассы?
3. Какие технические нормативы используются при проектировании пла-

на трассы?

4. Какие элементы плана трассы знаете?

5. Как производится проектирование плана трассы по методу полигонального трассирования?

6. Назовите этапы проектирования автомобильной дороги.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

4.1. Цель лабораторной работы

Освоение технологии проектирования продольного профиля автомобильной дороги в программном комплексе Civil 3D [1].

4.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, программа Civil 3D.

4.3. Теоретические сведения

Проектирование продольного профиля автомобильной дороги должно выполняться в соответствии с техническими нормами, приведенными в СП 34.13330.2012 [14].

Основными принципами положения проектной линии продольного профиля являются:

1. Соблюдение технических норм проектирования: максимальный продольный уклон, минимальные радиусы вертикальных кривых (выпуклых и вогнутых).

2. Обеспечение минимальных объемов земляных работ и рационального распределения земляных масс.

3. Прохождение проектной линии через контрольные точки – начало и конец трассы, места расположения водопропускных труб, мостов, путепроводов.

4. Ограничение длин участков с предельными уклонами.

5. Ограничение минимальных длин вертикальных кривых одного знака во избежание получения «неспокойной» проектной линии.

6. Обеспечение зрительной плавности и ясности трассы, удобства и безопасности движения.

Высотные отметки профиля в контрольных точках рассчитываются по формулам.

В начале и в конце трассы величина руководящей рабочей отметки определяется по условию снегонезаносимости:

$$H_{\text{рук}} = h_S + \Delta h, \quad (1)$$

где h_S – средняя высота снежного покрова, м; Δh – возвышение бровки земляного полотна над высотой снежного покрова.

Минимальная рабочая отметка над трубой:

$$H_{\text{min}} = d + \delta + \Delta + h_{\text{до}}, \quad (2)$$

где d – диаметр трубы; δ – толщина стенки трубы; Δ – минимальная засыпка над трубой; $h_{\text{до}}$ – толщина монолитных слоев дорожной одежды.

Минимальная отметка проезда для мостов определяется по одной из формул:

– на судоходных реках

$$H_M = H_{\text{PCY}} + \Gamma_c + h_{\text{кон}}, \quad (3)$$

где H_{PCY} – расчетный судоходный уровень; Γ_c – судоходный габарит; $h_{\text{кон}}$ – высота конструкций пролетных строений с учетом толщины дорожной одежды;

– на несудоходных реках

$$H_M = H_{\text{ПУВВ}} + \Gamma_n + h_{\text{кон}}, \quad (4)$$

где $H_{\text{ПУВВ}}$ – расчетный уровень высокой воды; Γ_n – подмостовой габарит, нормируемый техническими условиями:

$\Gamma_n = 0,75$ м в несудоходных пролетах;

$\Gamma_n = 1,5$ м тоже при редком корчеходе;

$\Gamma_n = 2,0$ м тоже при интенсивном корчеходе.

Рассмотрим возможность создания продольного профиля автомобильной дороги по оси трассы, проложенной на цифровой модели местности.

4.4. Задание

Для освоения технологии проектирования продольного профиля в программе Civil 3D предлагается выполнить задание, которое включает в себя следующие задачи:

- создание черного профиля по поверхности;
- автоматическое построение проектного профиля;
- построения проектного профиля по требованиям нормативных документов;
- назначение контрольных точек;
- вписывания вертикальных кривых в углы перелома проектного профиля;
- настраивание стиля отображения отметок оси дороги;
- добавление недостающих рабочих отметок, меток;

- редактирование элементов проектного профиля;
- табличное представление проектного профиля;
- оформление вид продольного профиля.

4.5. Исходные данные

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы необходимы:

- цифровая модель местности с нанесенной трассой автомобильной дороги;
- технические нормативы для категории проектируемой автомобильной дороги;
- информация о запроектированных искусственных сооружениях;
- руководящая рабочая отметка.

4.6. Ход работы

Вызовите команду Профиль / Создать профиль поверхности. В диалоговом окне Создание профиля по поверхности из списка выберите трассу, для которой необходимо создать профиль и поверхность построения. Задайте диапазон пикетов, как показано на рис. 38 и подтвердите выбор нажатием кнопки Добавить. В результате в Списке профилей появится нужная поверхность. Исходными данными для ее построения послужит Поверхность земли, т.е. существующая поверхность.

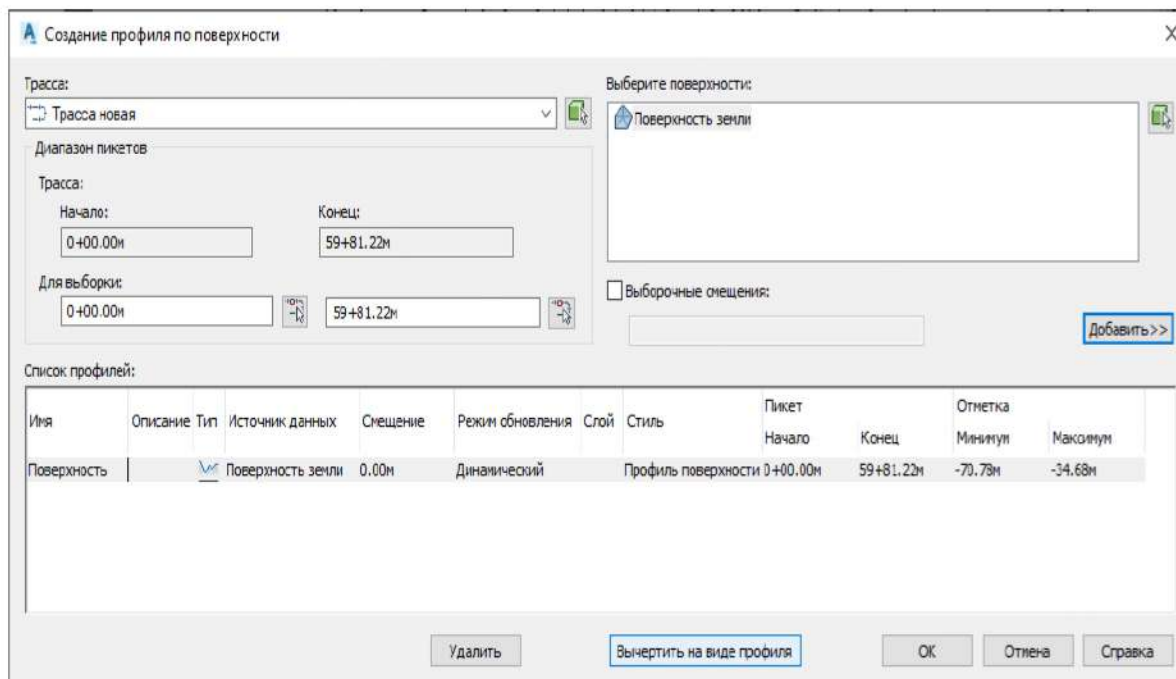


Рис. 38. Окно Создание профиля по поверхности

При нажатии кнопки **Вычертить на виде профиля**, откроется окно **Создание вида профиля – общие**, позволяющее настроить вид профиля. На вкладке **Диапазон пикетов** можно задать начальный и конечный пикет профиля трассы. При нажатии кнопки **Создать вид профиля**, программа запросит исходное расположение вида профиля. Укажите курсором мыши точку в пространстве **Модель** для размещения профиля.

Программа автоматически строит черный профиль по исходным данным поверхности земли. Одновременно создается и проектный профиль, повторяющий профиль земли. На рис. 39 приведен фрагмент (ПК 0+00 – ПК 15+00) продольного профиля автомобильной дороги.

В сетке под профилями сгруппированы фактические и проектные данные. Так как ось трассы совпадает с линией земли, отметки оси дороги повторяют отметки земли, а все рабочие отметки равны 0,00 м. Уклоны оси трассы соответствуют уклонам сторон триангуляционных треугольников, из которых создана поверхность земли.

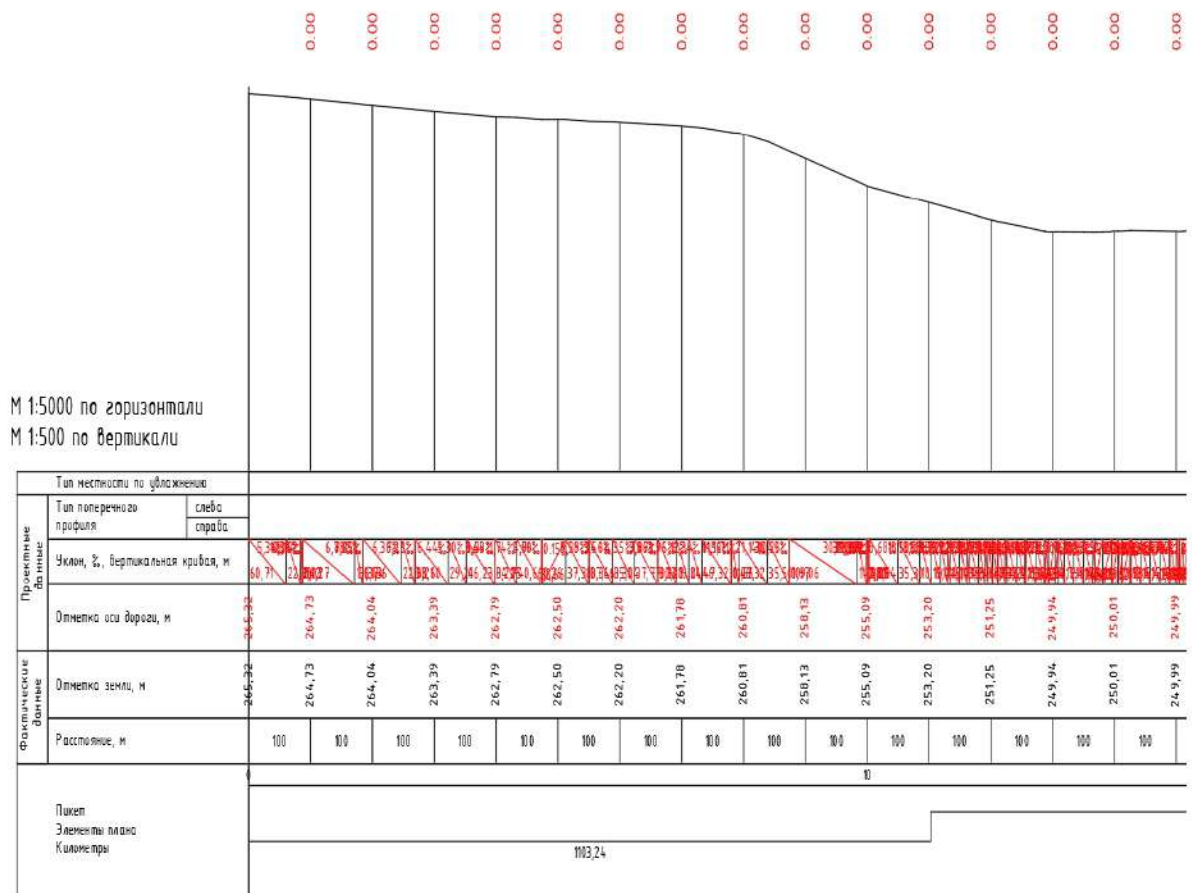


Рис. 39. Продольный профиль автомобильной дороги

Для построения проектного профиля по требованиям нормативных документов воспользуйтесь командой Профиль / Инструмент создания профилей. Заполните ячейки диалогового окна Создание профиля – вычертить новый в соответствии с рис. 40. В качестве файла критерия проектирования подгрузите СНиП 2.05.02-85* Актуализированная редакция в формате .xml. Подтвердите ввод данных нажатием ОК.

В открывшемся диалоговом окне Инструменты создания компоновки профиля, расположение которого представлено на рис. 41, выберите команду Вычертить прямые участки.

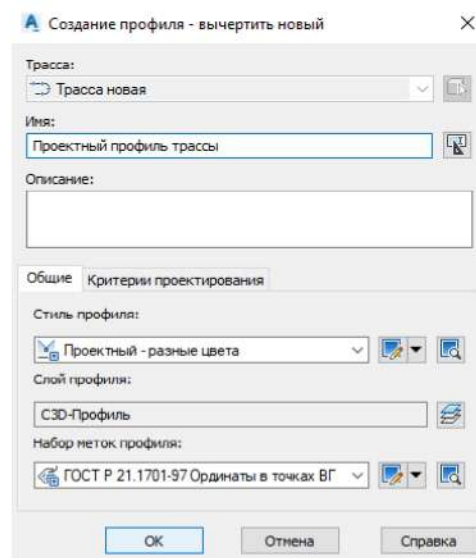


Рис. 40. Окно команды Создание профиля – вычертить новый

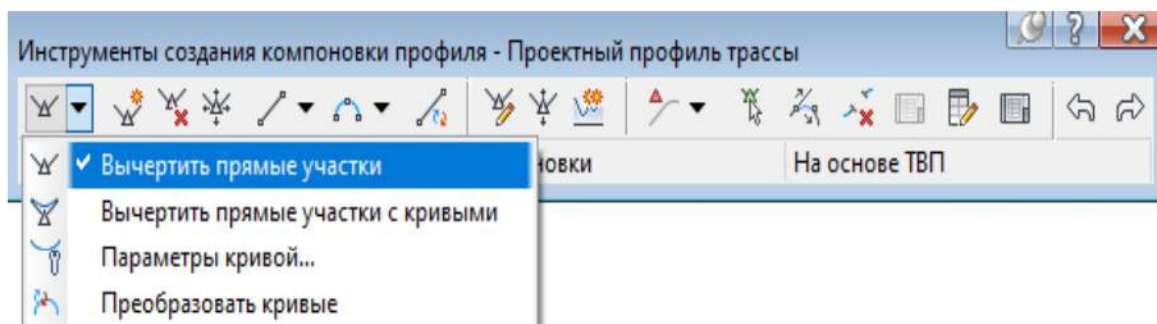


Рис. 41. Окно Инструменты создания компоновки профиля

На запрос команды Указать начальную / следующую точку, последовательно укажите точки перелома профиля начиная с ПК 0+00.

На начальном этапе продольный профиль проложите таким образом, чтобы объемы земляных работ были минимальны. При нанесении проектной линии необходимо соблюдать шаг проектирования в соответствии с категорией дороги. Подтвердите ввод данных, нажатием клавиши **Enter**.

Для корректного отображения отметок оси дороги необходимо «привязать» проектный профиль к поверхности.

Выделите профиль левой клавишей мыши и вызовите Свойства вида профиля на вкладке Изменить профиль. В открывшемся окне на вкладке Области данных в столбце Профиль 2 необходимо указать Проектный профиль трассы для всех доступных строк, а в строке данных Вертикальная геометрия данных профиль указать в столбце 1, как показано на рис. 42.

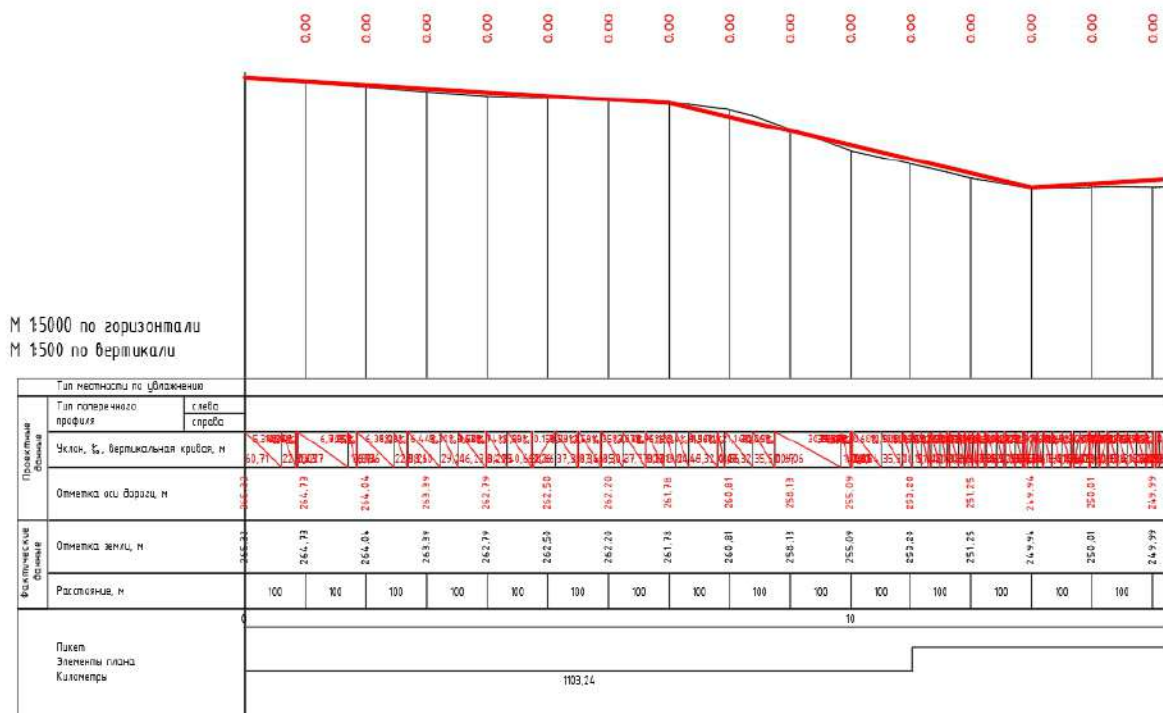


Рис. 42. Исходный проектный профиль

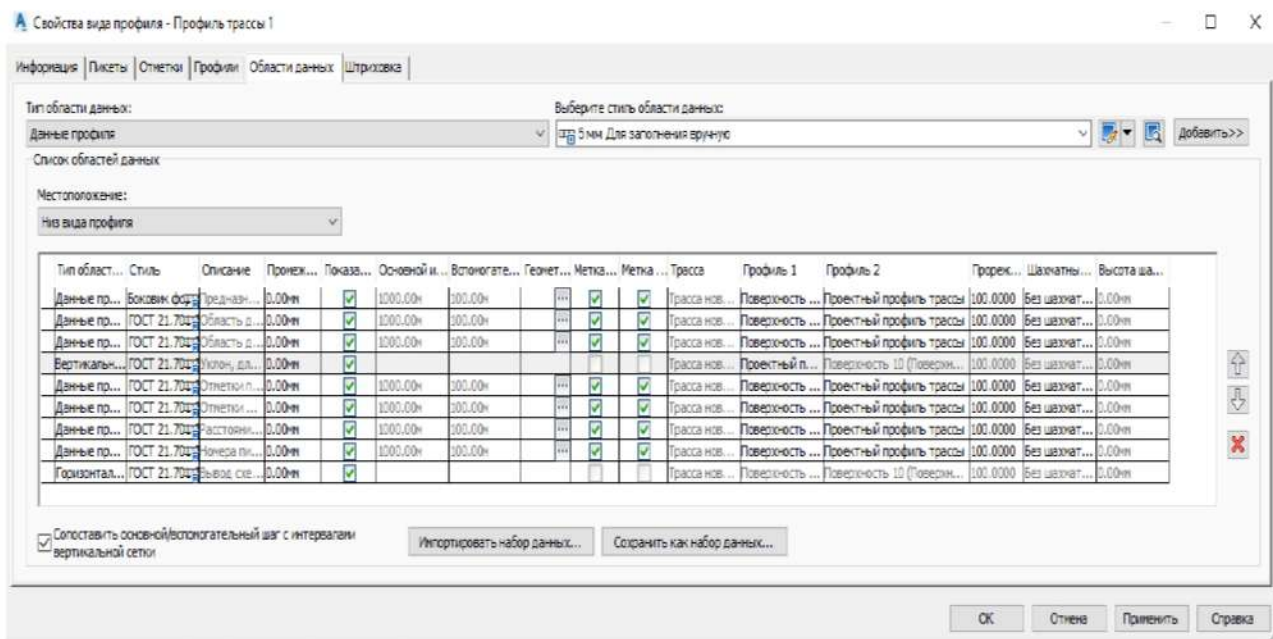


Рис. 43. Окно Свойства вида профиля

Чтобы программа рассчитала рабочие отметки, в строке Местоположение: переключитесь на Верх вида профиля, и в качестве Профиля 2 выберите Проектный профиль трассы, как представлено на рис. 44. Нажимаем кнопку ОК.

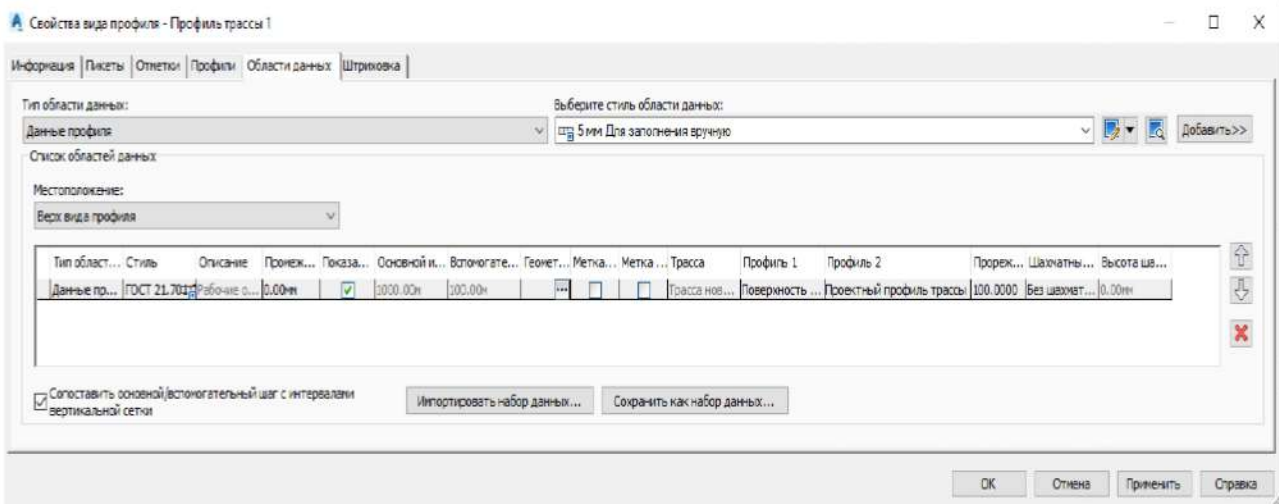


Рис. 44. Окно команды Свойства вида профиля

Программа автоматически просчитает уклоны и расстояния, обновит красные и черные отметки на пикетах, проставит рабочие отметки. Результат преобразования профиля трассы представлен на рис. 45.

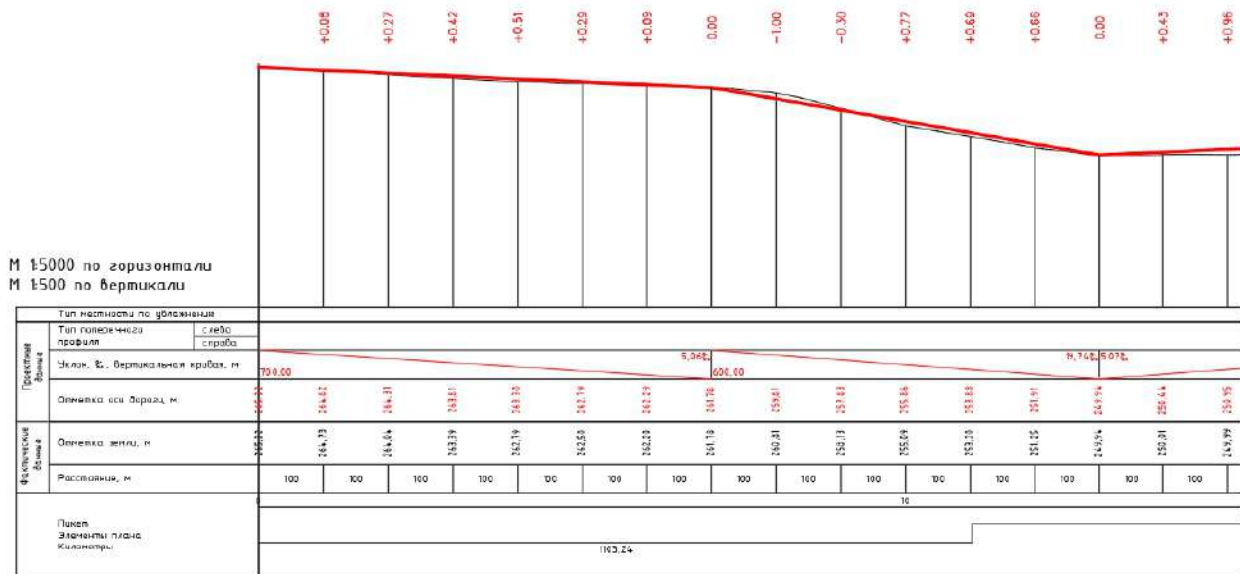


Рис. 45. Проектный профиль дороги после «привязки» к поверхности земли

Изменить стиль отображения и добавить недостающие рабочие отметки позволяет команда Аннотации / Добавить метки / Вид профиля / Добавить метки видов профилей.

Редактирование стиля доступно из окна добавления меток, представленного на рис. 46. Стиль отображения элементов оформления продольного профиля необходимо настроить в соответствии с требованиями нормативных документов [3, 4, 7, 8, 10].

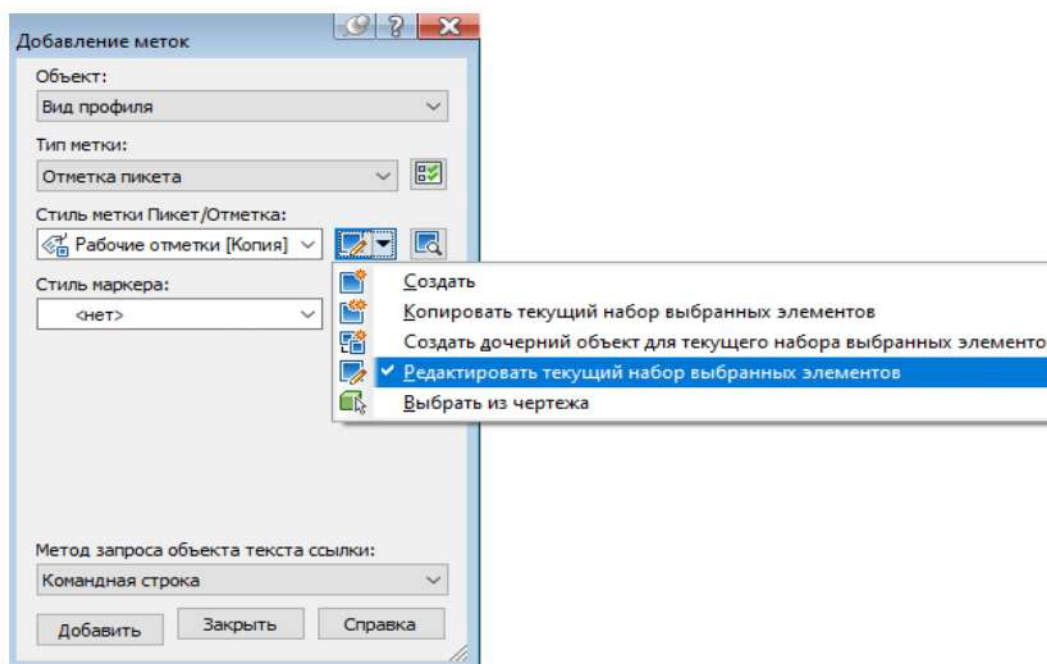


Рис. 46. Окно Добавление меток

Необходимо скорректировать положение проектной линии с учетом контрольных точек (формулы 2 – 4). Сместить элементы проектного профиля можно с помощью стандартных ручек AutoCad (рис. 47) либо используя команды панели Инструменты создания компоновки профиля, доступной из контекстного меню.

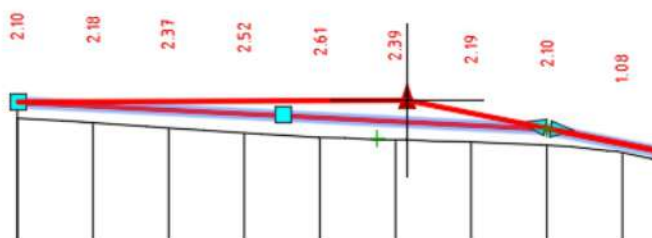


Рис. 47. Смещение элементов профиля с помощью стандартных ручек

Используя команду Поднять/опустить ТВП, расположение которой представлено на рис. 48, поднимите весь профиль на величину руководящей рабочей отметки.

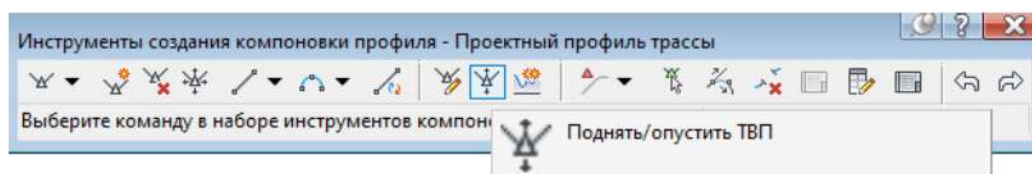


Рис. 48. Команда Поднять/опустить ТВП

Для этого в диалоговом окне команды в строке **Изменение отметки:** задайте необходимую величину и нажмите **ОК**.

Данная команда также позволяет перемещать вертикально только часть профиля, указанную в диапазоне. Что позволяет, например, приподнимать профиль в местах расположения водопропускных труб. Пример заполнения окна приведен на рис. 49.

Команда **Табличное представление профиля**, расположение которой представлено на рис. 50, а окно на рис. 51, позволяет изменять геометрию профиля вводом данных в соответствующие ячейки. Профиль перестраивается в интерактивном режиме.

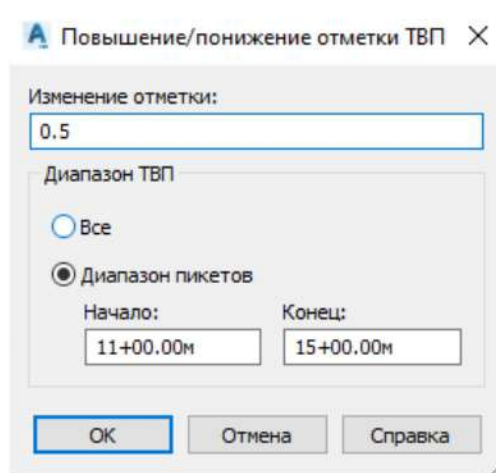


Рис. 49. Окно **Повышение/понижение отметки ТВП**

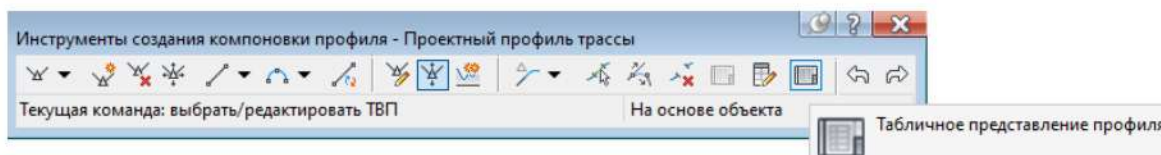


Рис. 50. Команда **Табличное представление профиля**

Номер	Заблокировать	Пикет ТВП	Отметка ТВП	Входящий уклон	Исходящий уклон	А (изменение уклона)
1		0+00.00м	267.42м		-5.00‰	
2		5+00.00м	264.92м	-5.00‰	-16.00‰	11.00‰
3		13+00.00м	252.12м	-16.00‰	5.00‰	21.00‰
4		20+00.00м	255.62м	5.00‰	-11.00‰	16.00‰
5		30+00.00м	244.62м	-11.00‰	-17.00‰	6.00‰
6		38+00.00м	231.02м	-17.00‰	5.00‰	22.00‰
7		47+00.00м	235.52м	5.00‰	9.04‰	4.04‰
8		59+80.17м	247.10м	9.04‰		

Рис. 51. Окно команды **Табличное представление профиля**

На панели **Инструменты создания компоновки профиля** также доступны команды редактирования, позволяющие удалить часть проектного профиля, добавить или удалить точку перелома. Фрагмент продольного профиля после редактирования приведен на рис. 52.

Инструменты для вписывания вертикальных кривых в углы перелома профиля доступны там же на панели **Инструменты создания компоновки профиля**. Вызовите команду **Свободная вертикальная кривая (парабола)**, расположение которой показано на рис. 53, последовательно выберите объекты,

между которыми надо вписать вертикальную кривую, указывая радиус кривой в соответствии с требованиями нормативных документов [14]. При нажатии клавиши **Enter** программа построит вертикальную кривую, учитывая значения Т, К, Б, Д.

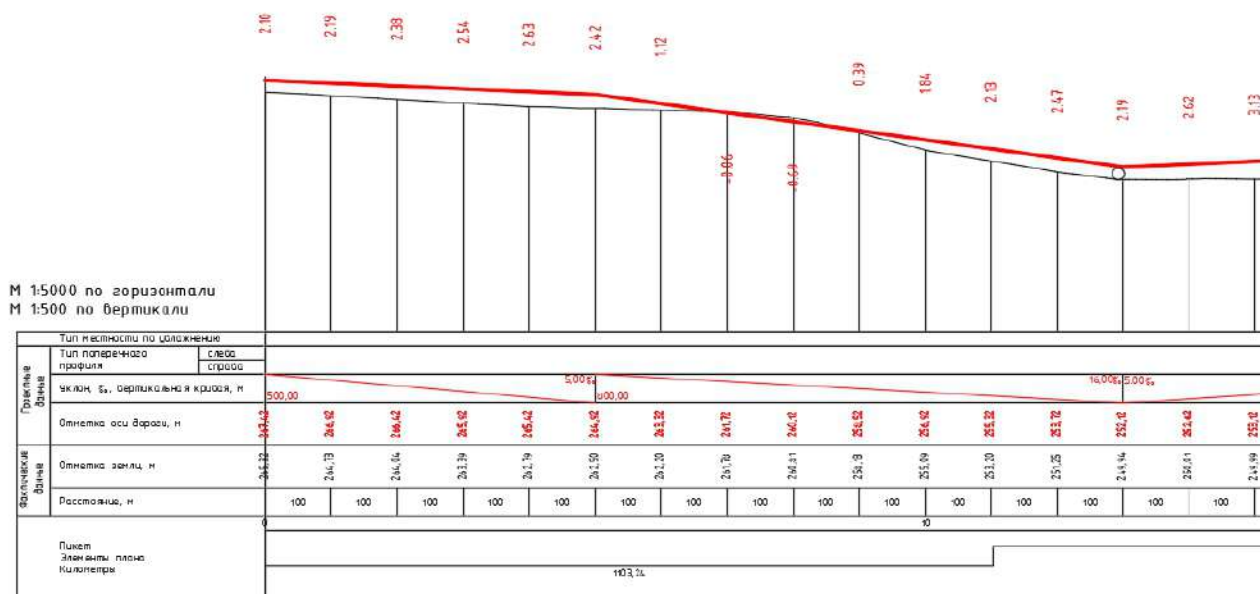


Рис. 52. Фрагмент продольного профиля после редактирования

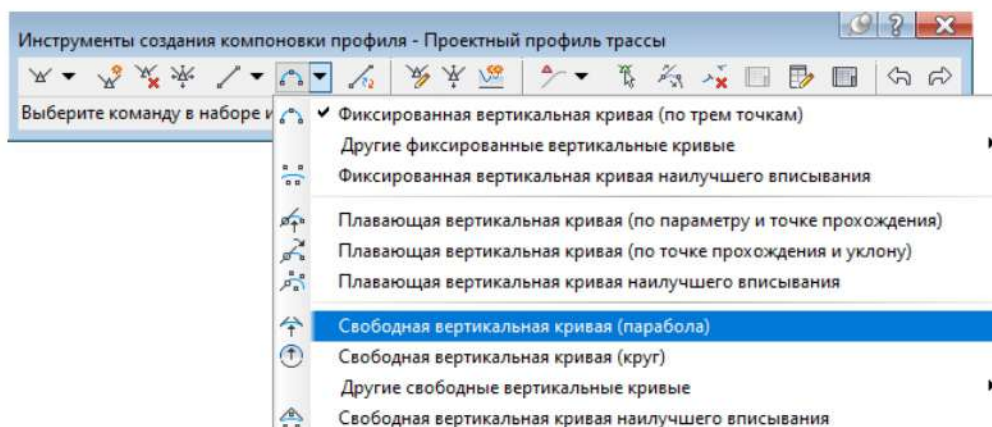


Рис. 53. Команды построения вертикальных кривых

Чтобы завершить построения, дважды нажмите клавишу **Enter** или **Пробел**.

На профиле можно добавить метки в произвольном месте для этого выберите профиль, команду **Добавить метки видов / Пикет/Отметка**, щелкните указателем мыши на сетке профиля и зафиксируйте положение метки курсором мыши или вводом значения с клавиатуры.

Фрагмент продольного профиля с вписанными вертикальными кривыми и добавленными метками представлен на рис. 54.

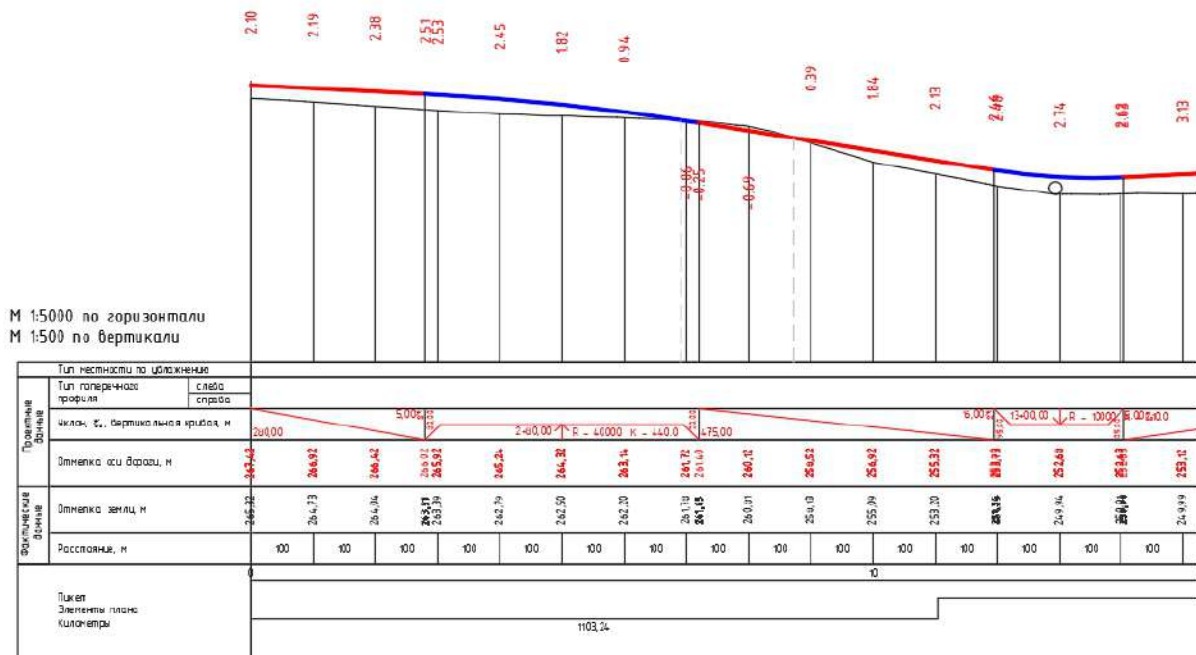


Рис. 54. Продольный профиль с вписанными вертикальными кривыми

При необходимости вид продольного профиля можно настроить используя возможности окон Свойства вида профиля, Стиль вида профиля, вызываемых на ленте интерфейса во вкладке Вид профиля / Изменить вид / Свойства вида профиля.

4.7. Отчет о выполнении работы

Результатом работы является продольный профиль автомобильной дороги, запроектированный методом построений.

4.8. Задание для самостоятельной работы

1. Построить продольный профиль автомобильной дороги методом построений для альтернативного варианта проложения трассы.
2. Вписать вертикальные кривые в углы перелома проектного профиля.
3. Вывести на печать оба варианта продольных профилей автомобильной дороги.

4.9. Контрольные вопросы

1. Технические нормативы, используемые для проектирования продольного профиля автомобильной дороги.
2. Как определяется минимальная отметка для водопропускной трубы?
3. Как определяется минимальная отметка проезда по мосту?
4. Как определить руководящую рабочую отметку?

5. Как учитывают уровень грунтовых вод при проектировании проектной линии продольного профиля?
6. Что такое точка нулевых работ на продольном профиле?
7. Как определить рабочую отметку?
8. Какие параметры оформления профиля можно настроить?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В CIVIL 3D

5.1. Цель лабораторной работы

Изучение технологии моделирование верха земляного полотна автомобильной дороги в программе Civil 3D [1].

5.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, программа Civil 3D.

5.3. Теоретические сведения

Земляное полотно – наиболее разнообразный по конструкции элемент автомобильной дороги. Проектирование земляного полотна предполагает назначение параметров проезжей части и обочин, параметры которых устанавливаются в соответствии с ГОСТ 33475-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Технические требования» [5].

При проектировании земляного полотна необходимо обеспечить его прочность и устойчивость под многократным воздействием нагрузок от подвижного состава и природных факторов. Требования к земляному полотну в различных дорожно-климатических зонах нашли свое отражение в типовом проекте конструкций земляного полотна [15]. Случаи разработки индивидуальных проектов земляного полотна с проверкой его устойчивости определены в СП 34.13330.2012 [14].

Проектирование земляного полотна в Civil 3D предполагает моделирование трехмерной модели объекта. Трехмерная модель линейно-протяженного объекта в Civil 3D представляет собой коридор. Для его построения помимо плана и продольного профиля трассы необходимо иметь конструкцию поперечного профиля дороги. Конструкция представляет собой поперечное сечение автомобильной дороги и состоит из элементов, которые определяют полосы движения, обочины, выходы на рельеф, соединенные с поверхностью. При построении коридора конструкция размещается с заданным шагом вдоль базовой линии трассы. Объединение конструкций между собой позволяет получить трехмерную модель коридора.

В данной лабораторной работе уделим внимание моделированию конструкции поперечных профилей земляного полотна.

5.4. Задание

Для освоения методов проектирования поперечного профиля автомобильной дороги в Civil 3D предлагается выполнить задание, которое включает следующие задачи:

- задание стиля конструкции и стиля набора кодов отображения компонентов конструкции;
- конструирование поперечного профиля автомобильной дороги путем добавления элементов конструкции, обозначающих полосы движения к базовой (осевой) линии;
- добавление элементов конструкции, обозначающих обочины;
- добавление элементов конструкции, обозначающих элементы выхода на рельеф;
- назначение входных свойств элементов конструкции;
- симметричное отображение конструкции на противоположную сторону.

5.5. Исходные данные

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы необходимы план и продольный профиль автомобильной дороги, запроектированные в Civil 3D.

5.6. Ход работы

Создать конструкцию поперечного профиля земляного полотна позволяет команда **Создать проектные данные / Конструкция / Создать конструкцию**, доступная на вкладке **Главная**. В открывшемся окне задайте имя, из выпадающего списка выберите тип конструкции и стиль набора кодов.

Стиль конструкции определяет способ отображения поперечного сечения конструкции в процессе ее создания. Стиль набора кодов определяет способ кодирования и отображения компонентов конструкции при включении в модель коридора. Пример заполнения окна приведен на рис. 55.

После нажатия **ОК**, укажите в пространстве **Модель** местоположение базовой линии, представляющей собой ось поперечного профиля конструкции. При выборе местоположения выполняется зуммирование чертежа до базовой линии.

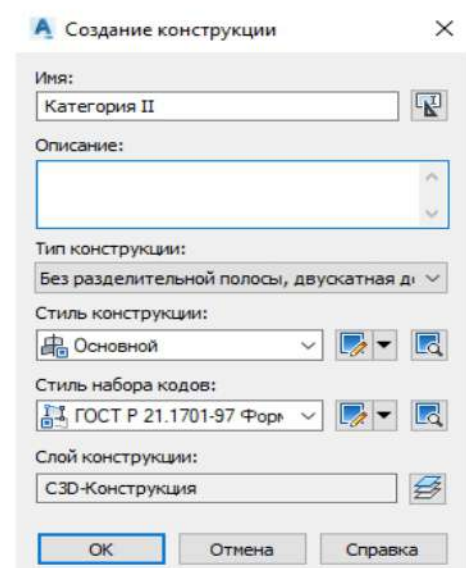


Рис. 55. Окно Создание конструкции

Инструментальные палитры Civil 3D содержат предварительно настроенные элементы конструкций, с помощью которых можно определить компоненты поперечного профиля, такие как полосы движения, обочины, кюветы и т.д.

Откройте каталог Инструментальные палитры на вкладке Главная / Палитры и добавьте необходимые элементы к базовой (осевой) линии поперечного профиля. Общий вид каталога Инструментальные палитры показан на рис. 56. В каталоге представлены различные конструкции, полосы движения, обочины, разделительные полосы, бордюры, выход на рельеф, элементы общего вида, условный элемент, трубы в траншеях, подпорные стенки и другие элементы.

На Инструментальной палитре выберите элементы, из которых состоит конструкция поперечного профиля автомобильной дороги.

Например, для отображения полос движения, выберите Наружная-ПолосаВиждаМногослойная и присоедините элемент к осевой линии профиля.

По умолчанию элемент появится справа от оси.

При выборе элемента конструкции поступает запрос на определение его параметров. Параметры элементов необходимо занести в окне Свойства элемента конструкции, доступное из контекстного меню. Вид окна показан на рис. 57.

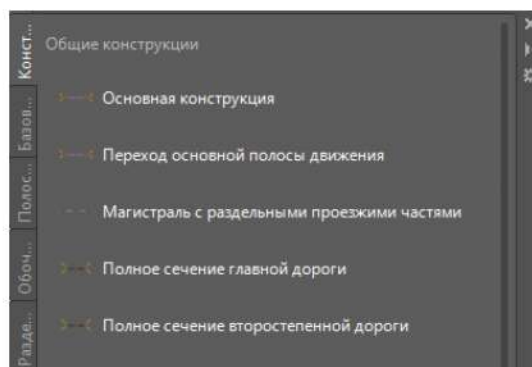


Рис. 56. Фрагмент каталога Инструментальные палитры

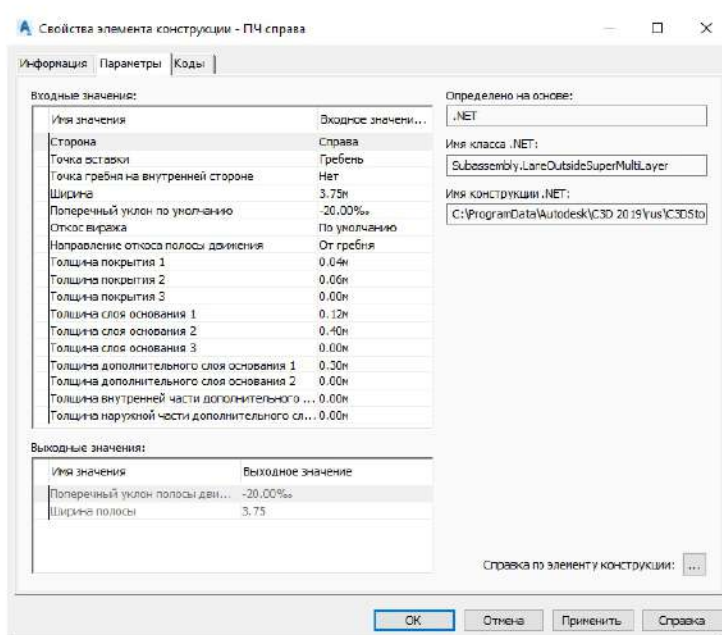


Рис. 57. Свойства элемента конструкции проезжей части

Конструкция поперечного профиля будет иметь вид, показанный на рис. 58. Окружностями обозначены возможные места для привязки следующих элементов. При наведении курсора круг подсвечивается.

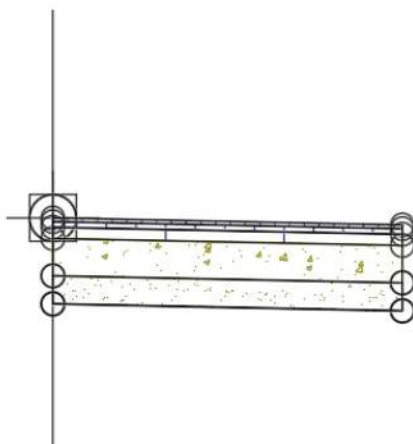


Рис. 58. Промежуточный этап моделирования конструкции поперечного профиля автомобильной дороги

Добавьте элемент конструкции, обозначающий обочины. На вкладке **Базовый** выберите элемент **Простая обочина** и присоедините его к верхнему краю проезжей части. В окне **Свойства элементов конструкции** задайте входные параметры, соответствующие категории дороги. Вид окна приведен на рис. 59.

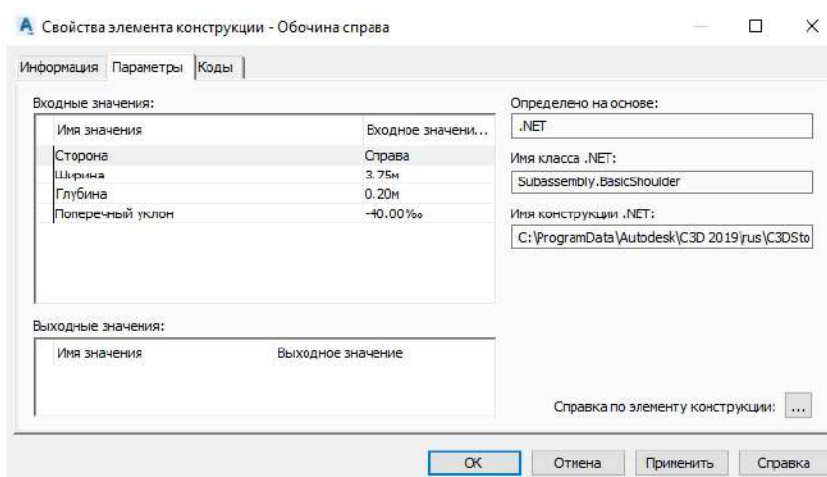


Рис. 59. Свойства элемента конструкции обочины

В качестве элементов выхода на рельеф, соответствующих откосам, в местоположении конкретного сечения, добавьте **ПростойБоковойОткосВыемкиСКюветом**, доступный на вкладке **Базовый**, присоединив его к верхнему внешнему краю обочины. Данный элемент конструкции содержит два элемента и способен адаптироваться к требованиям и выемки и насыпи.

Для симметричного отображения конструкции на противоположную сторону, выберите все добавленные элементы и воспользуйтесь командой **Зеркало**, доступной из контекстного меню. В результате получен поперечный профиль автомобильной дороги, представленный на рис. 60, который можно использовать для построения модели коридора.

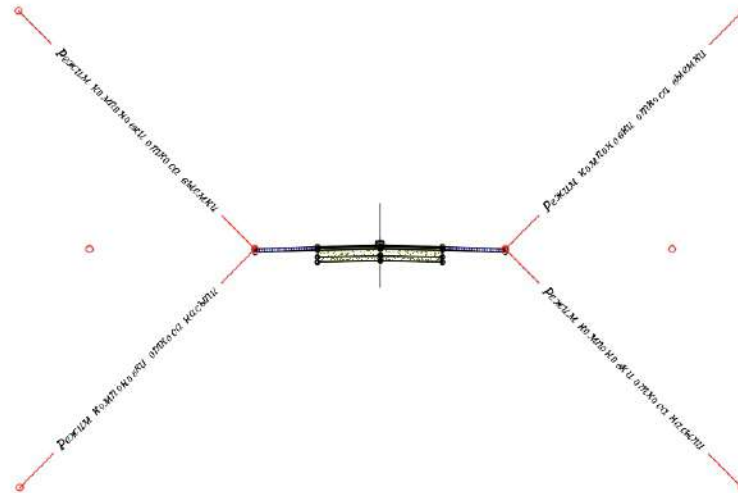


Рис. 60. Поперечный профиль автомобильной дороги

Входные параметры для типов насыпей и выемок устанавливаются в окне **Свойства элемента конструкции**, вид которого представлен на рис. 61. Назначьте геометрические параметры откосов выемки и насыпи в соответствии с требованиями нормативных документов [15].

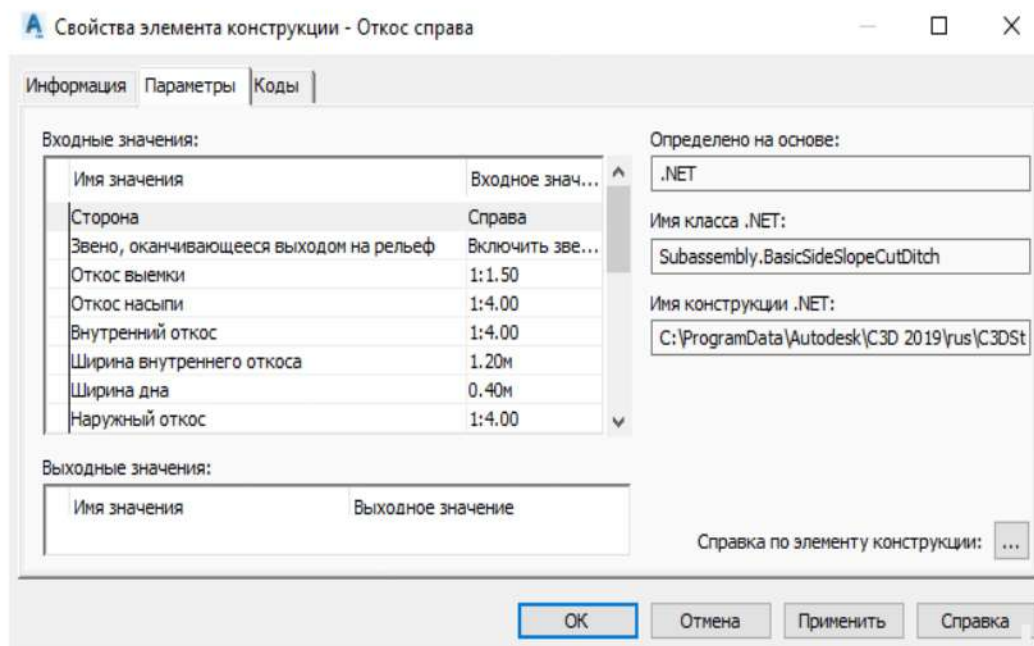


Рис. 61. Окно Свойства элемента конструкции

5.7. Отчет о выполнении работы

Результатом работы является динамическая конструкция поперечного профиля автомобильной дороги, изменяющаяся в зависимости от высоты насыпи, глубины выемки.

5.8. Задание для самостоятельной работы

1. Добавить к конструкции поперечного профиля автомобильной дороги элементы, обозначающие кюветы.
2. Добавить к конструкции поперечного профиля автомобильной дороги элементы, обозначающие бермы.

5.9. Контрольные вопросы

1. Технические нормативы, используемые при моделировании верха земляного полотна автомобильной дороги.
2. Цель назначения стиля конструкции и стиля набора кодов отображения компонентов поперечного профиля.
3. Перечислите элементы поперечного профиля автомобильной дороги, которые необходимо добавить при конструировании верха земляного полотна.
4. Какие входные свойства элементов конструкции поперечного профиля можно настроить?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 СОЗДАНИЕ КОРИДОРА И ПОВЕРХНОСТИ КОРИДОРА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ В CIVIL 3D

6.1. Цель лабораторной работы

Изучение технологии создание коридора и поверхности коридора автомобильной дороги в программе Civil 3D [1].

6.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, программа Civil 3D.

6.3. Теоретические сведения

Возможности пространственного моделирования линейных объектов в программном комплексе Civil 3D реализованы на основе создания надстраиваемых 3D моделей – коридоров. В случае моделирования автомобильной до-

роги коридор создается поверх данных о поверхности земли, плане трассы, продольном профиле и информации о конструкции поперечных профилей.

Коридор автомобильной дороги в программе Civil 3D создается путем размещения 2D сечений конструкций поперечного профиля вдоль трассы на заданном расстоянии друг от друга. В качестве осевой линии коридора используется ось трассы.

На основе коридора автомобильной дороги возможно создать динамически связанную с ней поверхность. Такую поверхность можно настраивать – изменять стиль, добавлять метки и использовать ее для анализа поверхности (например, подсчета объемов работ).

6.4. Задание

Для освоения методов создания коридора и поверхности коридора автомобильной дороги в Civil 3D предлагается выполнить задание, которое включает следующие задачи:

- задание проектного профиля, конструкции поперечного профиля и целевой поверхности для построения коридора;
- настраивание частоты вставки конструкций поперечного профиля при формировании коридора;
- просмотр модели автомобильной дороги в трехмерном изображении;
- просмотр и интерактивное редактирование конструкций поперечного профиля автомобильной дороги, на основе которых построен коридор;
- построение поверхности по коридору автомобильной дороги,
- изменение описания коридора автомобильной дороги и связанного с ней описания поверхности.

6.5. Исходные данные

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы необходимы план, продольный профиль автомобильной дороги, конструкция поперечного профиля, запроектированные в Civil 3D.

6.6. Ход работы

Создадим коридор автомобильной дороги в программе Autodesk Civil 3D путем размещения конструкций поперечного профиля по оси трассы на заданном расстоянии друг от друга. Для этого на вкладке Главная выберите команду Создать проектные данные / Коридор.

В качестве конструкции поперечного профиля необходимо задать динамическую модель, сформированную при выполнении предыдущей лабораторной работы.

В открывшемся диалоговом окне **Создание коридора** укажите:

Имя: Коридор АД;

Стиль коридора: Основной;

Профиль: Проектный профиль трассы;

Конструкция: Конструкция Поперечного профиля.

Для формирования откосов назначьте в качестве целевой поверхности **Поверхность земли**, как показано на рис. 62. Нажмите **ОК**.

В открывшемся окне **Параметры базовой линии** и областей необходимо настроить частоту вставки конструкций поперечного профиля. Для этого внесите значения частоты применения конструкций в ячейки, соответствующие точкам геометрии трассы и профиля. Частота применения конструкций влияет на точность построения коридора и вес файла. Вид окна представлен на рис. 63.

При нажатии кнопки **ОК** Civil 3D на основе информации о поверхности земли, плане трассы и ее продольном профиле адаптирует динамическую модель поперечного профиля автомобильной дороги и встраивает ее в заданные точки. Одноименные элементы смежных конструкций поперечных профилей соединяются и образуют коридор, т.е. трехмерную модель автомобильной дороги.

На плане трассы появляются характерные линии коридора, такие как кромка проезжей части, бровка земляного полотна, линия выхода на рельеф и др. Все характерные линии перелома обозначены зеленым цветом.

Фрагмент общего вида модели коридора автомобильной дороги представлен на рис. 64.

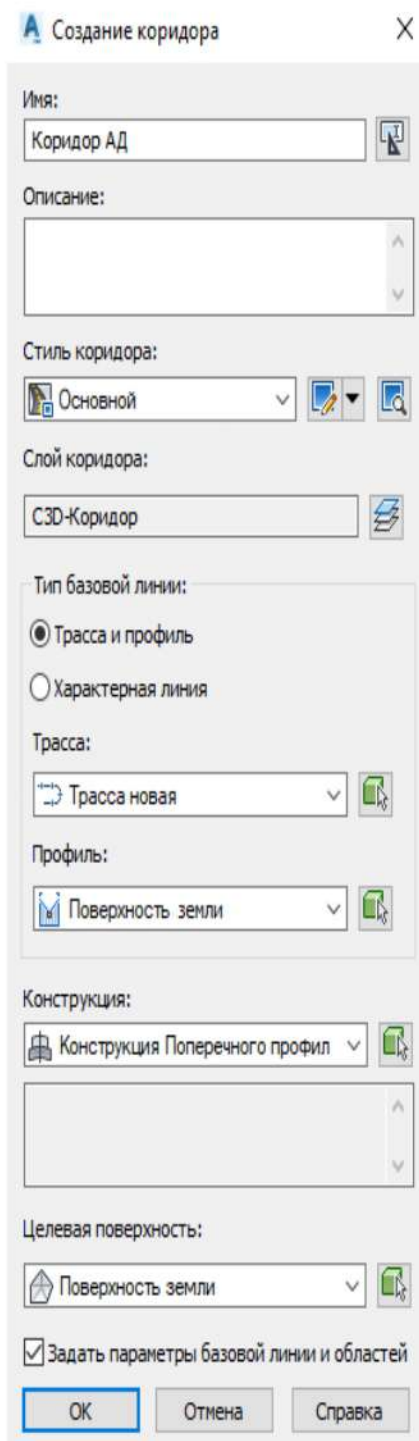


Рис. 62. Окно **Создание коридора**

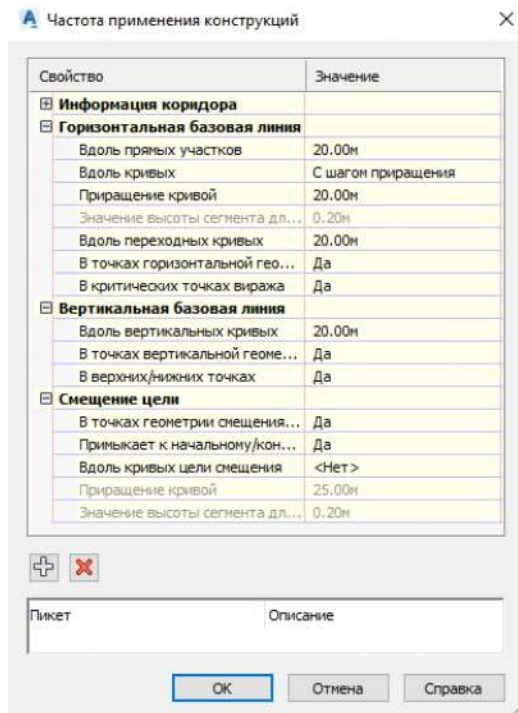


Рис. 63. Окно Частота применения конструкций

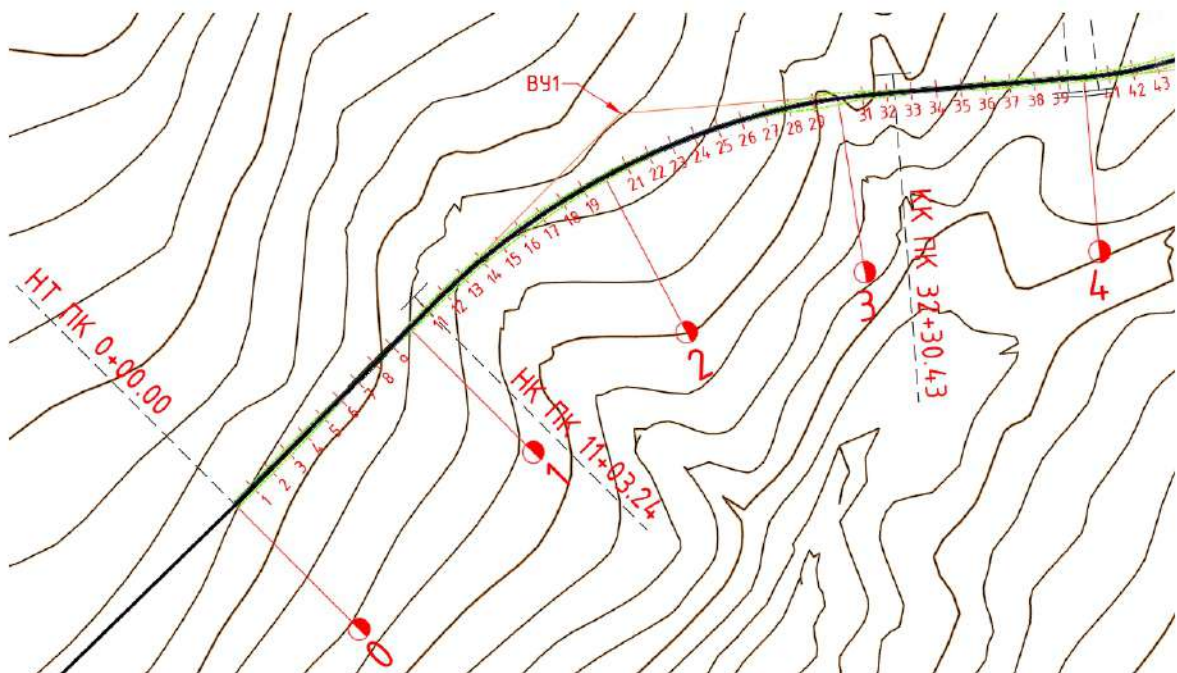


Рис. 64. Модель коридора автомобильной дороги

Чтобы просмотреть модель автомобильной дороги в трехмерном изображении, выберите объект и вызовите из контекстного меню команду **Просмотр объектов**. В открывшемся окне можно детально рассмотреть модель, задавая ей разные способы отображения и свободно вращая ее в любую сторону. На

рис. 65 представлен фрагмент коридора автомобильной дороги в трехмерном изображении.

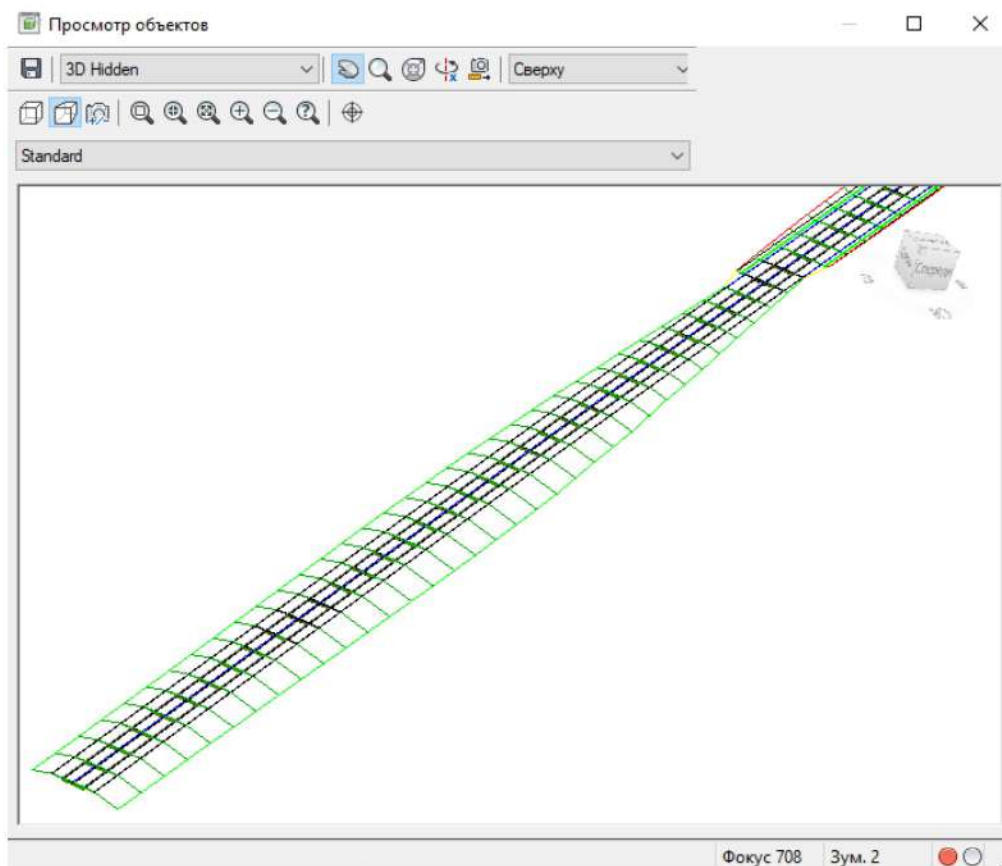


Рис. 65. Коридор автомобильной дороги в окне Просмотр объектов

Для просмотра и интерактивного редактирования конструкций поперечного профиля автомобильной дороги, на основе которых построен коридор, в контекстном меню вызовите команду **Изменить сечения коридора / Редактор сечений коридора**.

Выберите команду **Параметры просмотра/редактирования** и в окне параметров назначьте **Стиль набора кодов - «ГОСТ Р 21.1701-97 Форма 11 (для конструкций)»**.

Вносить изменения в конструкцию поперечного профиля позволяет команда **Редактор параметров**. Окно редактирования представлено на рис. 66.

После внесения изменений в конструкции поперечных профилей, необходимо обновить коридор. Для этого на вкладке **Навигатор** правой клавишей мыши нажмите на **Коридор АД**, и выберите пункт **Перестроить**.

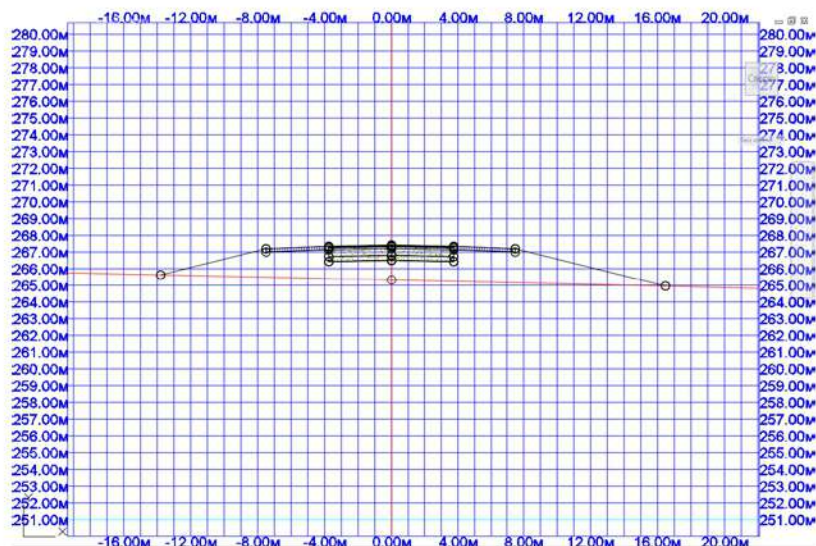


Рис. 66. Поперечный профиль автомобильной дороги в окне Редактор сечений

На основе модели коридора автомобильной дороги можно построить динамически связанную с ней поверхность коридора. Изменения в описании коридора отражаются в описании поверхности.

Для этого укажите коридор, и в контекстном меню выберите команду Поверхности коридоров. В открывшемся окне задайте имя поверхности и стиль поверхности. Выберите Тип данных: Связи и Укажите код: Мощение. Нажмите пиктограмму Добавить элемент поверхности. В окне Поверхности коридора появится строка, в которой указан дополнительный элемент поверхности. Вид окна представлен на рис. 67.

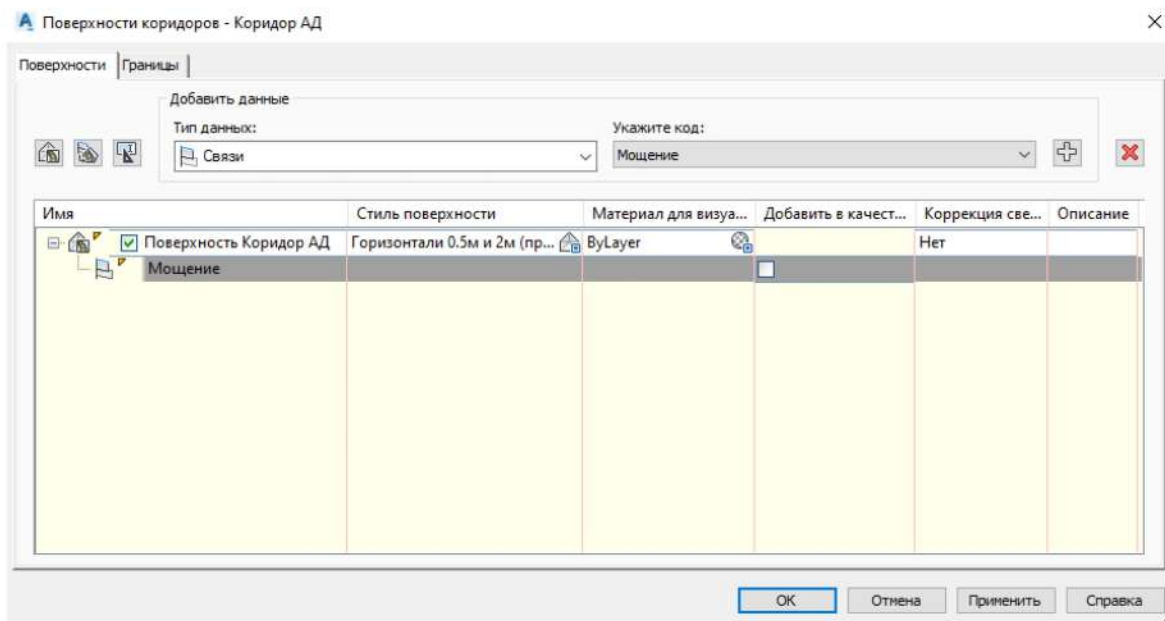


Рис. 67. Окно Поверхности коридора

На вкладке **Границы** для выбранной поверхности назначьте край мощеной обочины. Для этого правой кнопкой мыши выберите команду **Добавить автоматически / КМТ**.

6.7. Отчет о выполнении работы

Результатом работы является трехмерная модель автомобильной дороги (коридор) и динамически связанная с ней поверхность.

6.8. Задание для самостоятельной работы

1. Отредактируйте стиль поверхности, созданной по коридору автомобильной дороги.
2. Добавьте на поверхность необходимые метки.

6.9. Контрольные вопросы

1. Понятие и принцип создания коридора линейного объекта.
2. Исходные данные для построения коридора автомобильной дороги.
3. Принцип назначения частоты применения конструкций поперечного профиля.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 ПОСТРОЕНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ В CIVIL 3D

7.1. Цель лабораторной работы

Изучение технологии построения поперечных профилей автомобильной дороги в программе Civil 3D [1].

7.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, программа Civil 3D.

7.3. Теоретические сведения

Civil 3D позволяет автоматически вывести поперечный профиль автомобильной дороги, который представляет собой сечение модели плоскостью, перпендикулярной оси трассы. Возможно получить как единичный профиль на определенном пикете, так и группу поперечных профилей с определенным шагом по всей трассе.

Построение сечений выполняется по оси трассы на основе данных цифровой модели рельефа, проектного профиля и динамической конструкции поперечного профиля и выносятся для представления на рабочую область пространства Модель.

Сечения представляют собой отдельно объект сечения и отдельно вид сечения, что позволяет настраивать отображение поперечного профиля.

7.4. Задание

Для освоения методов построения поперечных профилей автомобильной дороги в Civil 3D предлагается выполнить задание, которое включает следующие задачи:

значение стиля отображения поперечного профиля автомобильной дороги.

7.5. Исходные данные

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы необходим коридор автомобильной дороги и динамически связанная с ней поверхность, полученные в Civil 3D.

7.6. Ход работы

Наличие конструкции коридора автомобильной дороги позволяет получить поперечный профиль на любом пикете. Для его построения в ленте Главного меню вызовите команду **Виды профилей и сечений / Оси сечений** и укажите трассу. В окне **Создание группы осей сечения** задайте имя и в столбце **Выборка** отметьте элементы, которые должны отображаться в сечении и в дальнейшем учитываться при расчете объемов материалов.

Стиль отображения коридора **Коридор АД Земполотно** выберите **ГОСТ Р 21.1701-97_Земляное полотно**. Вид окна **Создание осей сечения** приведен на рис. 68.

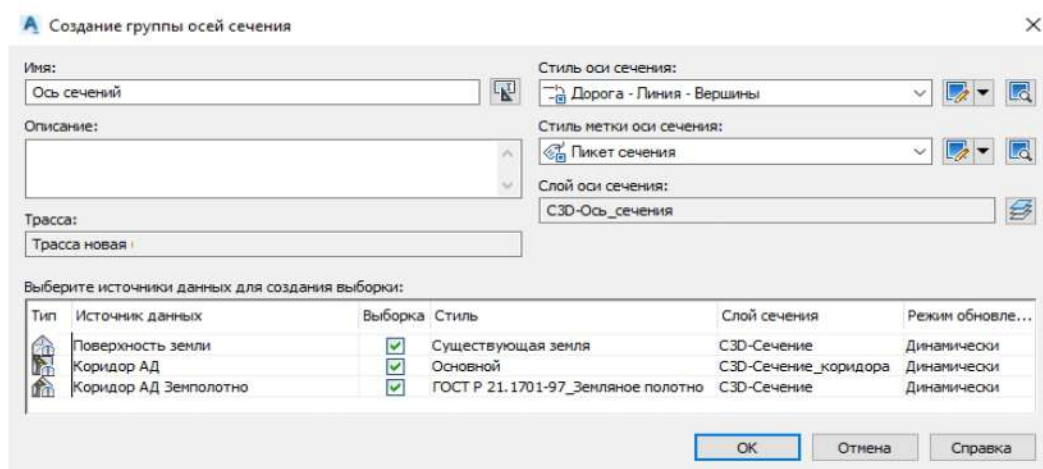


Рис. 68. Вид окна Создание осей сечения

Для создания поперечных профилей с определенным интервалом по оси трассы в окне Инструменты для работы с осями сечений выберите команду Методы создания оси сечения / По диапазону пикетов. И укажите параметры, по которым необходимо выполнить сечения. Пример заполнения окна приведен на рис. 69.

При нажатии клавиши ОК, на плане трассы на заданных пикетах отображаются оси сечений. Их вид приведен на рис. 70.

При построении группы поперечных профилей с постоянным интервалом велика вероятность, что не все типы профилей попадут в сечение, поэтому необходимо построить дополнительные сечения.

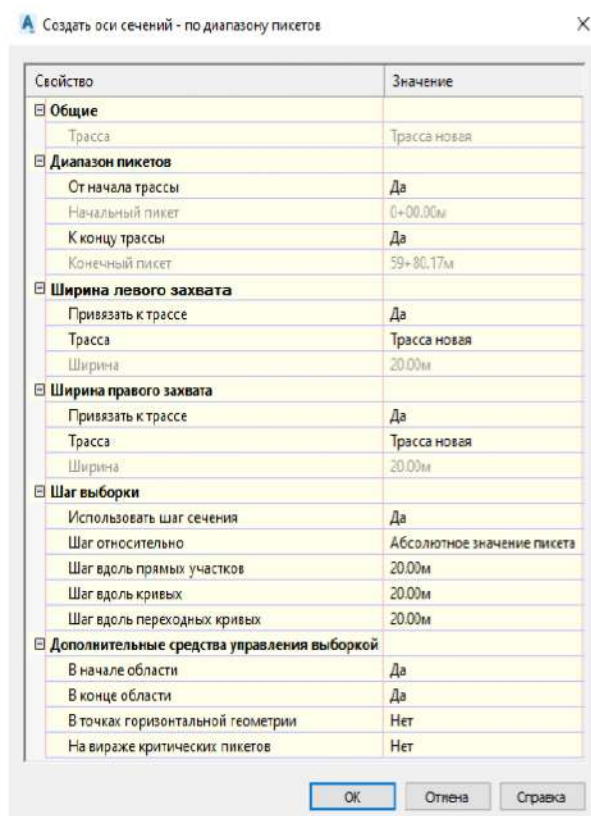


Рис. 69. Окно Создать оси сечений – по диапазону пикетов

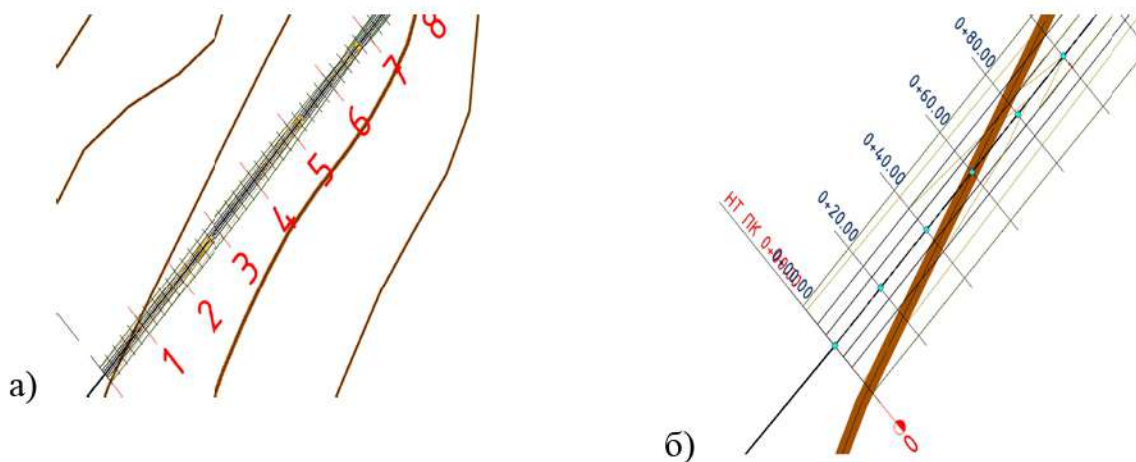


Рис. 70. Оси сечений на плане трассы:

а) изображение при отдалении; б) изображение при приближении

Для просмотра и печати единичного поперечного профиля на пикете воспользуйтесь командой Виды профилей и сечений / Виды сечений / Создать вид сечения.

Для вывода группы поперечных профилей – командой Виды профилей и сечений / Виды сечений / Виды сечений / Создать несколько видов. Вид окна Создание нескольких видов сечений представлен на рис. 71.

На вкладке Параметры отображения сечения для каждой поверхности назначьте Стиль.

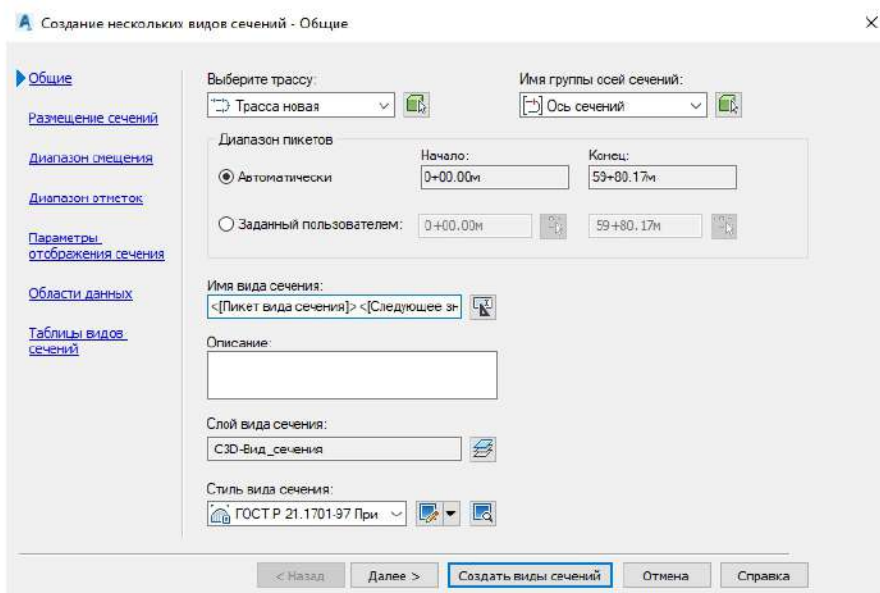


Рис. 71. Окно Создание нескольких видов сечений

Пример заполнения окна Параметры отображения сечения приведен на рис. 72.

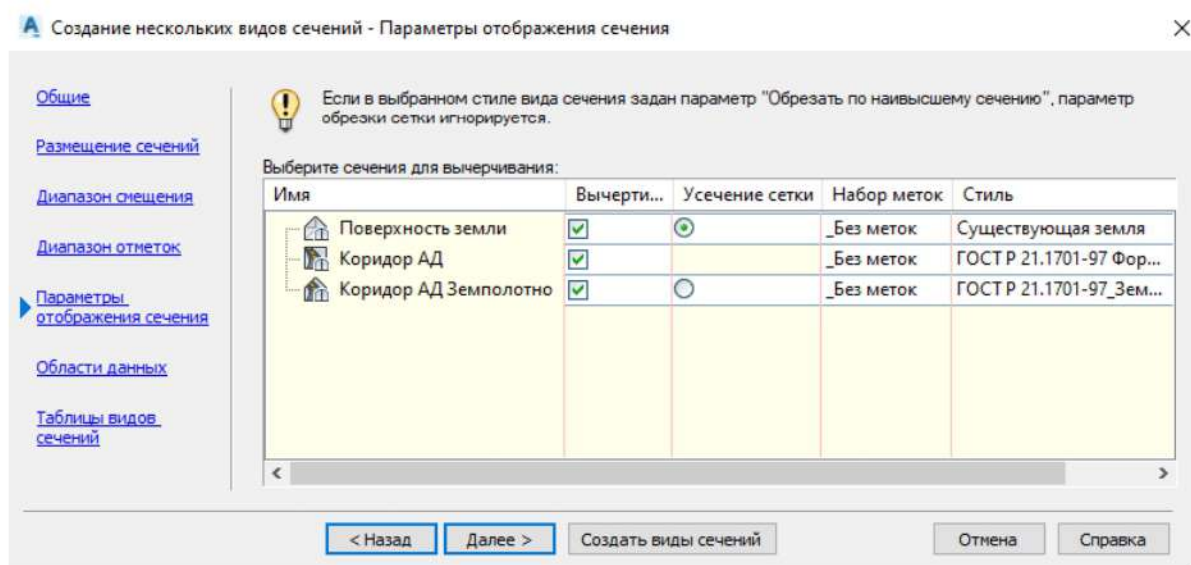


Рис. 72. Вкладка Параметры отображения сечения

На вкладке Области данных укажите поверхности, с которых должна считываться информация для представления поперечных профилей. Вариант заполнения столбцов Поверхность 1 и Поверхность 2 приведен на рис. 73.

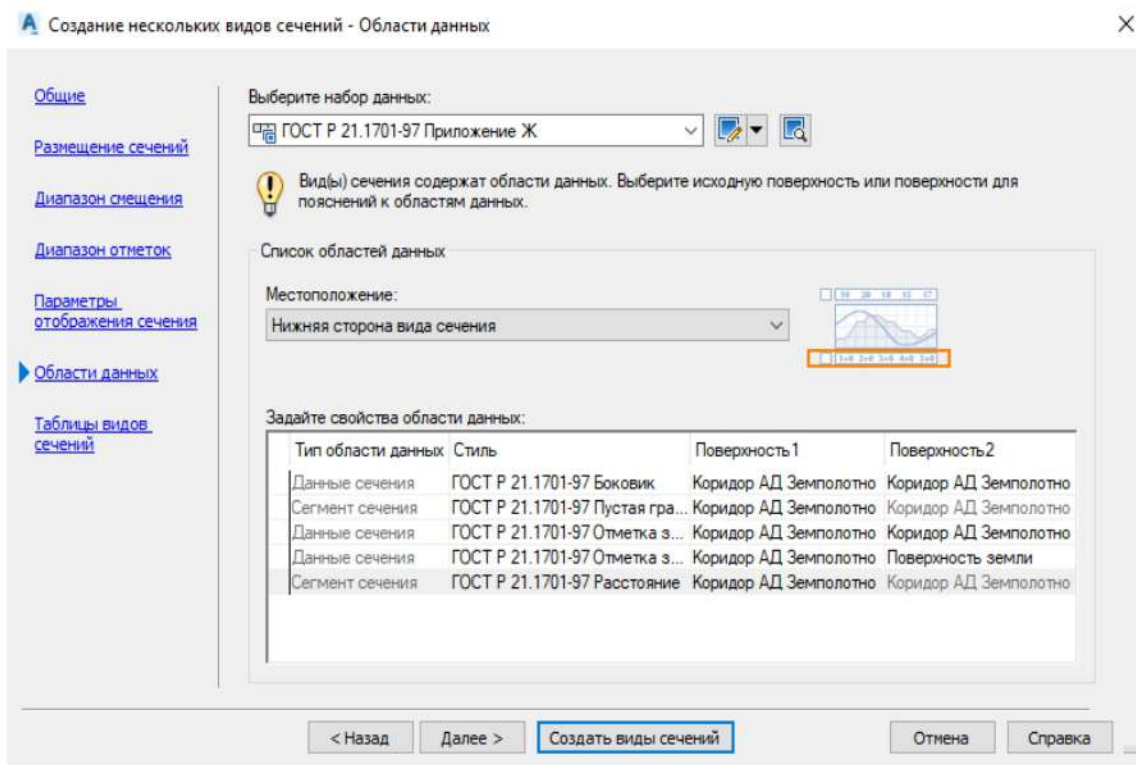


Рис. 73. Вкладка Области данных

Нажмите **Создать виды сечений** и укажите точку вставки в пространстве Модель. Civil 3D выведет поперечные профили со всех указанных ранее пикетов. На рис. 74 представлен поперечный профиль автомобильной дороги на ПК 1+60.

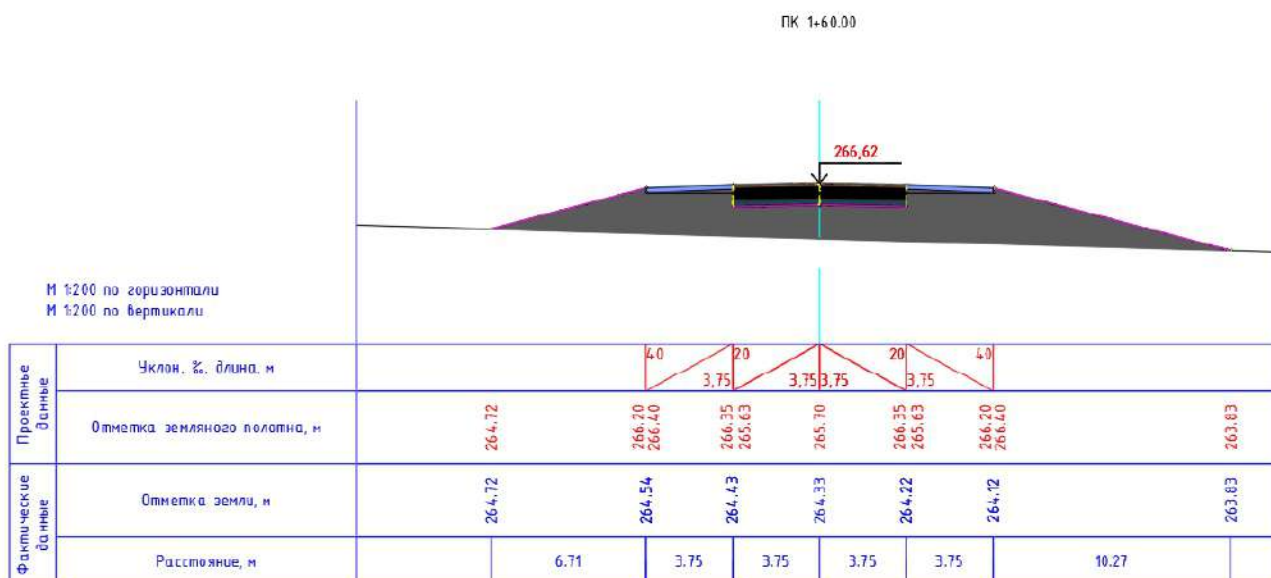


Рис. 74. Поперечный профиль автомобильной дороги

7.7. Отчет о выполнении работы

Результатом работы являются поперечные профили автомобильной дороги, полученные с определенным шагом и на отдельных пикетах.

7.8. Задание для самостоятельной работы

1. Отредактируйте стиль отображения поперечных профилей автомобильной дороги в соответствии с требованиями ГОСТ.
2. Вывести на печать типовые поперечные профили земляного полотна автомобильной дороги.

7.9. Контрольные вопросы

1. Что представляет собой поперечный профиль автомобильной дороги в программе Civil 3D?
2. Исходные данные для построения поперечного профиля автомобильной дороги.
3. Технические параметры, которые необходимо контролировать при моделировании поперечного профиля автомобильной дороги.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И МАТЕРИАЛОВ В CIVIL 3D

8.1. Цель лабораторной работы

Изучение технологии расчета объемов земляных работ и материалов в программе Civil 3D [1].

8.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, программа Civil 3D.

8.3. Теоретические сведения

Возможности Civil 3D позволяют рассчитать объемы земляных работ, представляющих собой выемку или насыпь, а также общий объем земляных работ на основе моделей коридора.

Методы определения композитного объема земляных работ и материалов основан на сравнении двух поверхностей – базовой и поверхности сравнения.

При расчете объемов земляных работ за базовую принимаем поверхность цифровой модели рельефа, за поверхность сравнения – поверхность коридора.

На основании анализа данных об усредненных площадях Civil 3D позволяет получить объем работ и материалов как для всей трассы в целом, так и для отдельных участков, т.е. между осями сечений коридора автомобильной дороги.

В Civil 3D реализована возможность наглядного представления об объемах, расстояниях и направлении перемещения грунта на диаграмме перемещения земляных масс.

8.4. Задание



Для расчета объемов земляных работ в Civil 3D предлагается выполнить типовое задание, которое включает в себя следующие задачи:

- создание поверхности по коридору автомобильной дороги с указанием источников для построения;
- назначение границ поверхности сравнения по внешнему контуру земляного полотна;
- формирование композитной поверхности, содержащей информацию о поверхности земли и земполотна;
- расчет общих объемов земляного полотна и их представление в табличной форме;
- попикетный расчет объемов земляных работ;
- расчет объемов материалов дорожной одежды;
- вывод ведомостей объемов земляных работ и объемов материалов.

8.5. Исходные данные

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы необходима модель коридора автомобильной дороги, полученная в Civil 3D.

8.6. Ход работы

Откройте модель коридора автомобильной дороги в Civil 3D. Чтобы создать поверхность по коридору выделите его и вызовите команду **Изменить коридор / Поверхности коридора**. В открывшемся окне нажмите на пиктограмму  **Создать поверхность коридора**. Укажите источники для построения. Для этого в ячейке **Укажите код** из выпадающего меню выберите **База отсчета**. Выберите курсором поверхность, в которую планируете добавить элементы, и нажмите на пиктограмму  **Добавить элемент поверхности**. В столбце **Коррекция свеса** укажите параметр **Нижние звенья**. Оформление окна **Поверхности коридора** приведено на рис. 75.

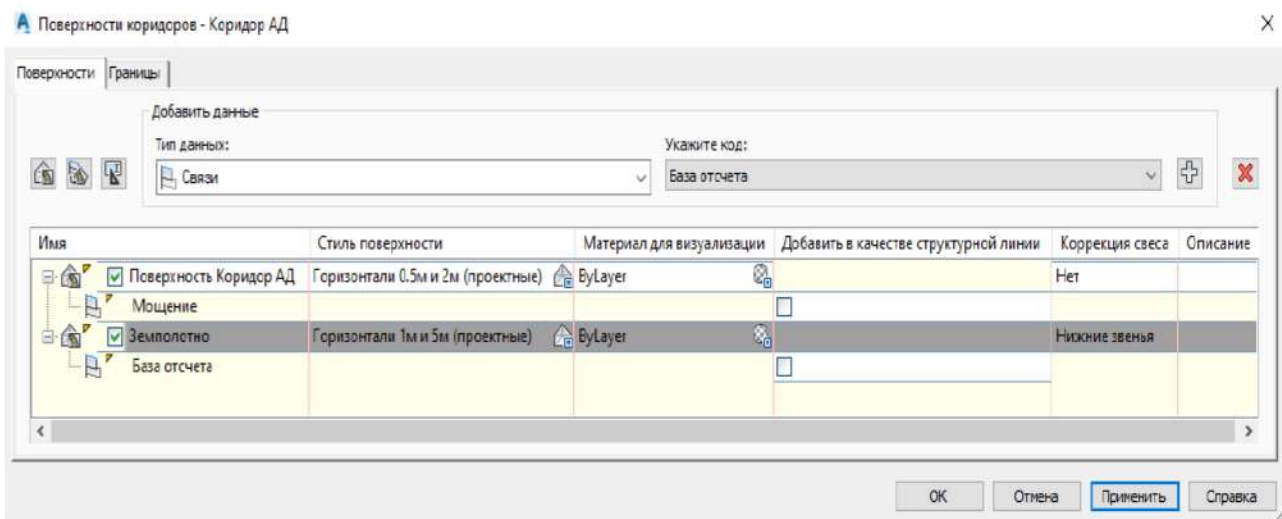


Рис. 75. Окно Поверхности коридора вкладка Поверхности

В окне Поверхности коридора на вкладке Границы выделите правой кнопкой мыши поверхность Земполотно и назначьте Внешний контур по границам коридора, как показано на рис. 76.

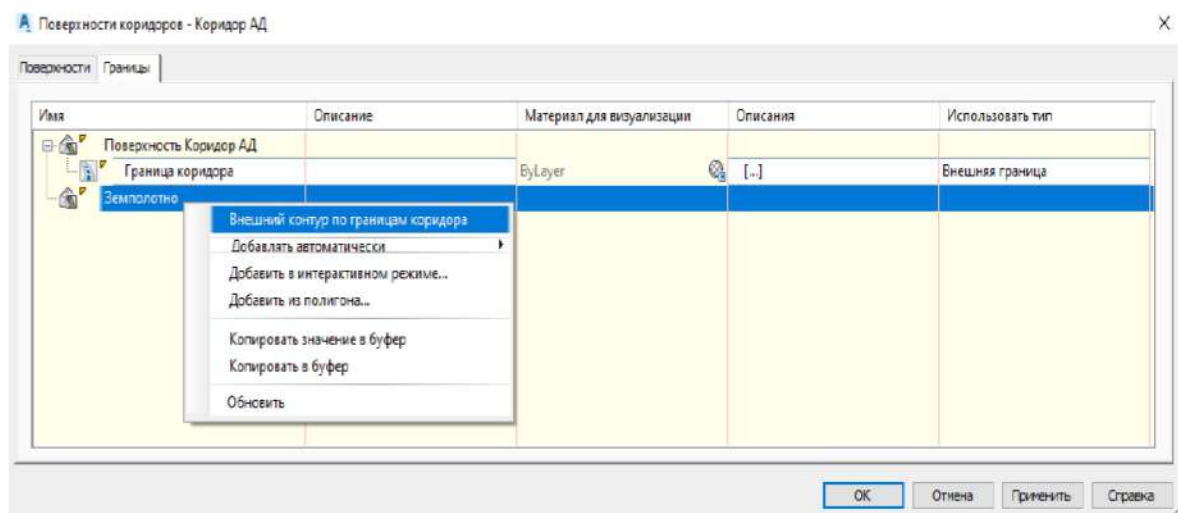



Рис. 76. Окно Поверхности коридора вкладка Границы

При нажатии ОК строится поверхность по земляному полотну.

Для расчета общих объемов земляных работ вызовите команду Анализ / Пульт управления объемами. В открывшейся таблице нажмите пиктограмму  Создать новую поверхность для вычисления объема и сформируйте композитную поверхность, содержащую информацию о поверхности земли и земляному. Для этого за базовую примите Поверхность земли, а в качестве поверхности сравнения – Земполотно, как показано на рис. 77.

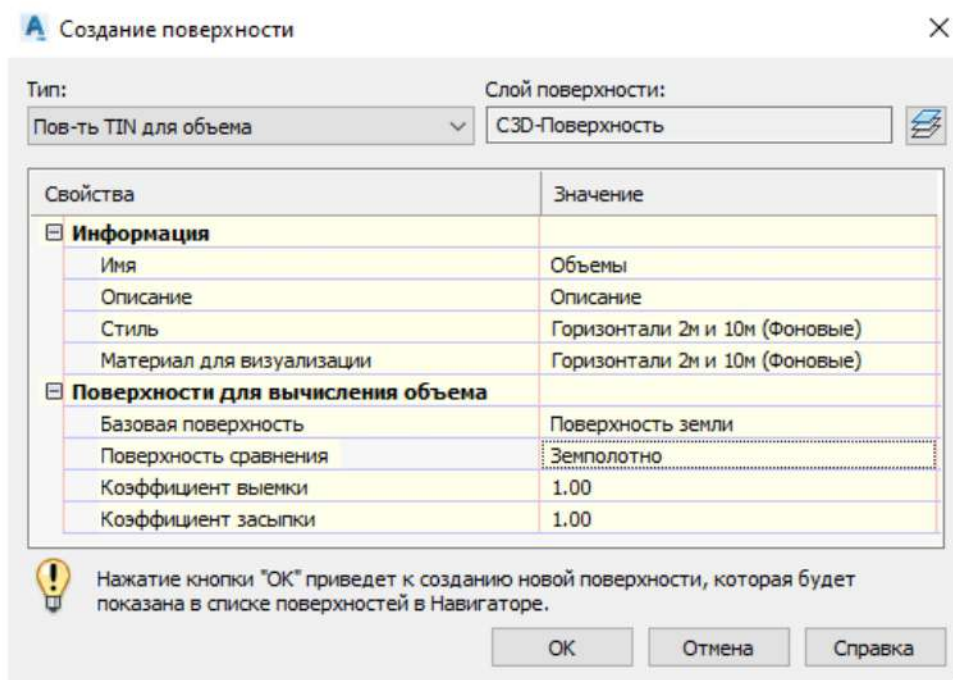


Рис. 77. Создание композитной поверхности

В результате общие объемы выемки и насыпи, а также разность объемов выводятся в табличной форме, приведенной на рис. 78.

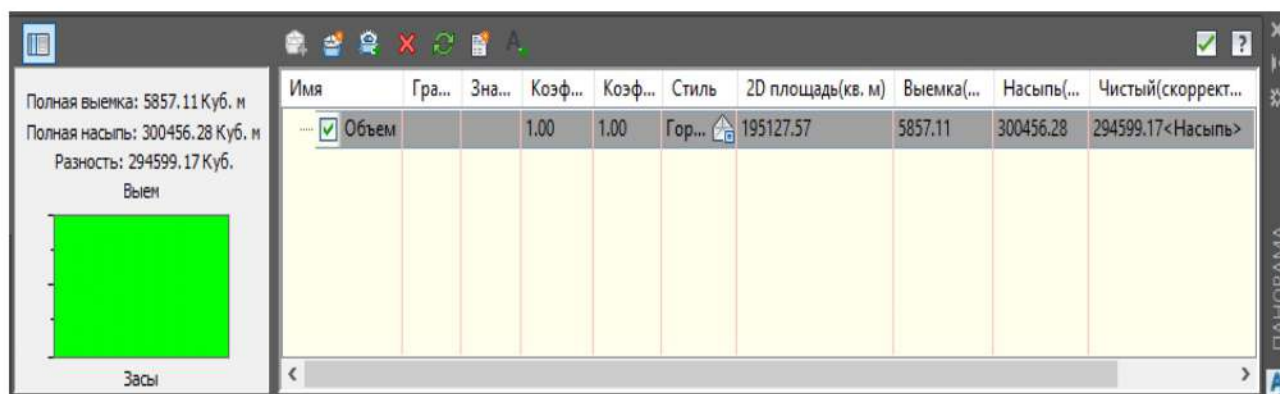


Рис. 78. Общие объемы земляных работ

Для попикетного расчета объемов земляных работ и расчета объема дорожной одежды необходимо построить поперечные сечения. После чего вызовите команду Анализ / Объемы и материалы / Расчет материалов.

В окне Редактировать список материалов – Ось сечений для Поверхность земли необходимо задать условие База, а для Коридор АД Земполотно условие Сравнить, как показано на рис. 79. Метод расчета объемов земляных работ выберите Композитные объемы.

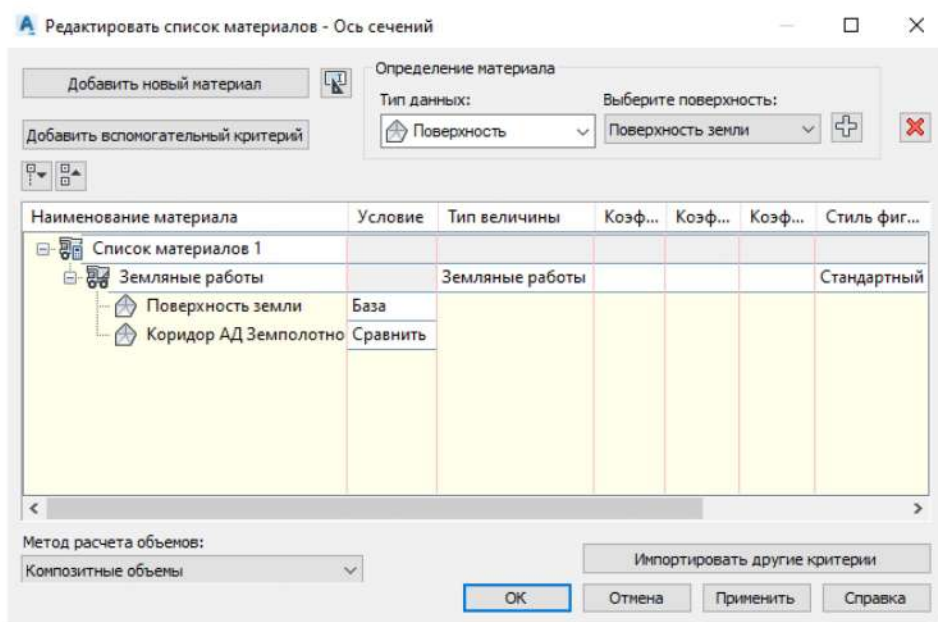


Рис. 79. Окно Редактировать список материалов – Ось сечений

Вывести объемы земляных работ в табличной форме позволяет команда Анализ / Объемы и материалы / Таблица общих объемов.

На рис. 80 представлен фрагмент таблицы суммарных объемов земляных работ.

Объемы							
Пикет	Площадь выемки	Площадь насыпи	Объем выемки	Объем насыпи	Суммарный объем выемки	Суммарный объем насыпи	Результирующий объем
0+00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+20.00	0.00	0.00	0.00	97.07	0.00	97.07	-97.07
0+40.00	0.00	0.00	0.00	97.71	0.00	194.78	-194.78
0+60.00	0.00	0.00	0.00	112.03	0.00	306.81	-306.81
0+80.00	0.00	0.00	0.00	209.44	0.00	516.24	-516.24
1+00.00	0.00	0.00	0.00	534.92	0.00	1051.17	-1051.17

Рис. 80. Фрагмент таблицы суммарных объемов земляных работ

Расчет объемов материалов дорожной одежды выполняется также командой Анализ / Объемы и материалы / Расчет материалов. В окне Редактировать список материалов выберите метод расчета Усредненная площадь. Нажатием кнопки Добавить новый материал сформируйте перечислите материалы дорожной одежды, назовите их. В столбце Тип величины выберите Конструкции и добавьте каждому слою соответствующий ему код фигуры.

На рис. 81 представлено диалоговое окно с внесенными материалами конструкции дорожной одежды.

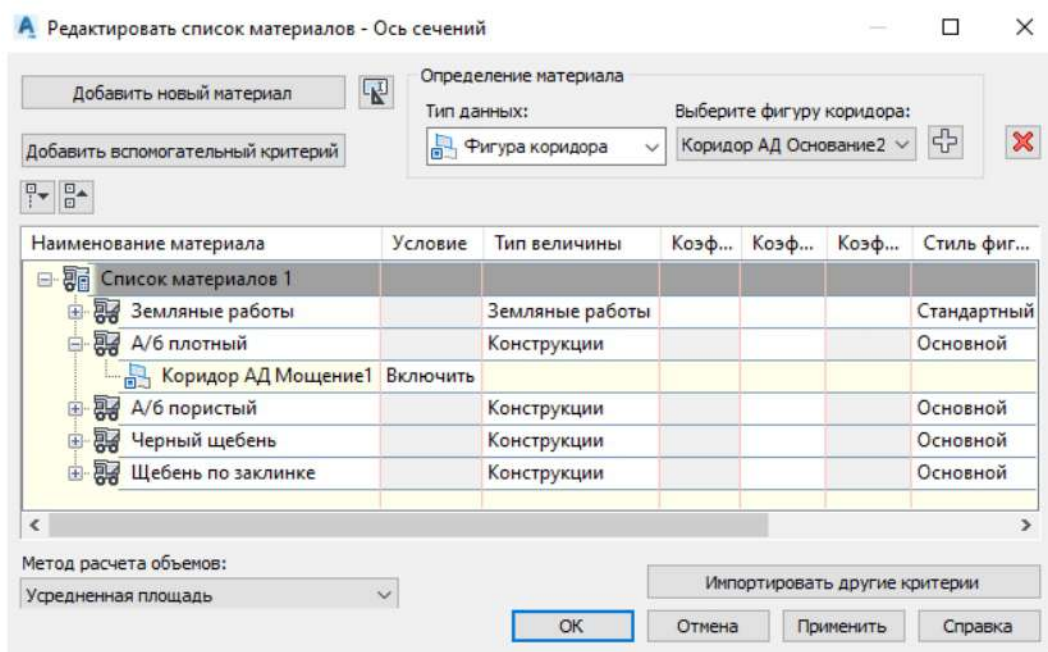


Рис. 81. Окно Редактировать список материалов – Ось сечений

Вывести объемы материалов дорожной одежды позволяет команда Анализ / Объемы и материалы / Таблица объемов материалов. Фрагмент таблицы объемов материалов дорожной одежды приведен на рис. 82.

Ведомость материалов: А/б плотный			
Пикет	Площадь	Объем	Результирующий объем
0+00.00	1.80	0.00	0.00
0+20.00	1.80	36.00	36.00
0+40.00	1.80	36.00	72.00
0+60.00	1.80	36.00	108.00
0+80.00	1.80	36.00	144.00
1+00.00	1.80	36.00	180.00

Рис. 82. Фрагмент таблицы объемов материала дорожной одежды

8.7. Отчет о выполнении работы

Результатом работы являются ведомости объемов земляных работ и объемов материалов для автомобильной дороги.

8.8. Задание для самостоятельной работы

1. Вывести на печать ведомости типовые поперечные профили земляного полотна автомобильной дороги.

2. Создать диаграмму перемещения земляных масс, на основе материала Учебного пособия «Работа с диаграммами перемещения земляных масс», размещенное на официальном сайте компании Autodesk <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/civil-3d/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/RUS/Civil3D-Tutorials/files/GUID-FE54D3EB-0701-4F90-997A-1D86EEFC947-htm.html>.

8.9. Контрольные вопросы

1. Какую поверхность принимают за базовую при расчете объемов земляных масс?
2. Что служит границами при расчете объем работ и материалов на отдельных участках автомобильных дорог.
3. Назначение диаграммы перемещения земляных масс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лабораторный практикум ориентирован на освоение технологии геометрического и пространственного моделирования транспортных сооружений с использованием возможностей программного комплекса Autodesk Civil 3D.

Приведенное в практикуме подробное описание технологии геометрического и пространственного моделирования транспортных сооружений, позволяет обучающимся выполнять не только лабораторные работы по нескольким учебным дисциплинам, но самостоятельно осваивать технологию моделирования транспортных сооружений, проводить расчеты при курсовом проектировании, при проведении научных исследований и выполнении выпускной квалификационной работы. Знакомство с основными возможностями программного комплекса позволит студентам самостоятельно более широко использовать его возможности, работая с документацией Autodesk Civil 3D, приведенной на официальном сайте компании <https://www.autodesk.ru/> [1].

Освоение технологий геометрического и пространственного моделирования позволит подготовить выпускников к решению задач профессиональной деятельности в проектной и изыскательских сферах.

Выпускник, освоивший программные средства Autodesk Civil 3D повышает свою информационную культуру и способен вести обработку, анализ и представление информации в профессиональной деятельности с использованием информационных и компьютерных технологий.

Освоение технологий геометрического и пространственного моделирования транспортных сооружений способствует формированию общепрофессиональных компетенций, в частности способность участвовать в инженерных изысканиях и обработке их результатов, проектировании объектов транспортного строительства, подготовке проектной документации с использованием средств программных комплексов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Autodesk Civil 3D. Проектирование дорог и автомагистралей с помощью Civil 3D. Возможности Civil 3D [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/products/civil-3d/road-design?plc=CIV3D&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1> (дата обращения 20.01.2021).
2. Автоматизированное проектирование транспортных сооружений с использованием программных средств CREDO III: лабораторный практикум / Т.В. Самодурова, О.В. Гладышева, К.В. Панферов, Н.Ю. Алимова, Ю.В. Бакланов. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. – 116 с.
3. ГОСТ 21.204-93. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта. – Введ. 01.09.1994, постановление Госстроя России № 18-27. – М: Изд-во стандартов, 2003. – 23 с.
4. ГОСТ 21.302-2013. Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям. – Введ. 11.06.2013, приказ Фед. агентства по техн. регул. и метр. № 156-ст. – М.: Стандартиформ, 2013. – 58 с.
5. ГОСТ 33475-2015. Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Технические требования. – Введ. 08.09.2016, приказ. Фед. агентства по техн. регул. и метр. № 1008-ст. – М.: Стандартиформ, 2016. – 11 с.
6. ГОСТ Р 21.1101-2013. СПДС. Основные требования к проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Введ. 30.12.2013, приказ Фед. агентства по техн. регул. и метр. № 2385-ст. – М.: Стандартиформ, 2015. – 32 с.
7. ГОСТ Р 21.207-2013. СПДС. Условные графические обозначения на чертежах автомобильных дорог. – Введ. 01.01.2015, приказ. Фед. агентства по техн. регул. и метр. № 2315-ст. – М.: Стандартиформ, 2015. – 21 с.
8. ГОСТ Р 21.701-2013. СПДС. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. – Введ. 01.01.2015, приказ Фед. агентства по техн. регул. и метр. № 2380-ст. – М.: Стандартиформ, 2015. – 32 с.
9. ГОСТ Р 52399-2005. Геометрические элементы автомобильных дорог. – Введ. 01.05.2006, приказ Фед. агентства по техн. регул. и метр. № 297-ст. – М.: Стандартиформ, 2006. – 7 с.
10. Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию (с изменениями на 01 октября 2020 года). - Введ. 04.03.2008, постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 №87.
11. Построение цифровых моделей местности с использованием программных средств CREDO III: лабораторный практикум/ Т.В. Самодурова, О.В. Гладышева, К.В. Панферов, Н.Ю. Алимова, Ю.В. Бакланов. — Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 85 с.

12. Проектирование автомобильных дорог. Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Том 5. Проектирование автомобильных дорог. / Г. А. Федотов, П. И. Поспелов, Э. К. Кузахметова, В. Д. Казарновский и др.; под ред. Г. А. Федотова, П. И. Поспелова. – М.: Информавтодор, 2007. – 668 с.
13. Развитие транспортной системы [Электронный ресурс]: Государственная программа РФ - Введ. 28.12.2012, распоряжение правительства РФ от 28.12.2012 № 2600-р. Режим доступа: <https://docplan.ru/Data2/1/4293785/4293785961.pdf> (дата обращения 20.01.2021).
14. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. – Введ. 01.07.2013, приказ Минрегиона России № 226. – М.: Госстрой России. 2013. – 107 с.
15. Типовые проектные решения. 503-0-48.87. Земляное полотно автомобильных дорог общего пользования. – Введ. 30.03.1987, распор. Минтрансстрой СССР №7. – М.: Союздорпроект. 1987. – 55 с.
16. Транспорт. Основные итоги работы транспорта [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/23455?print=1> (дата обращения 20.01.2021)
17. Транспортная стратегия развития до 2030 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docplan.ru/cgi-bin/ecat/ecat.cgi?b=2&pid=1&i=4293747111&pr=1> (дата обращения 20.01.2021)

РЕГИСТРАЦИЯ ПРОФИЛЯ УЧАЩЕГОСЯ И ПОЛУЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ КОПИИ CIVIL 3D

Для успешной установки учебной версии Autodesk Civil 3D на ПК необходимо выполнить следующие действия:

1. Вступите в Образовательное Сообщество на официальном сайте компании Autodesk, перейдя по ссылке <https://www.autodesk.com/education/edu-software/overview?sorting=featured&page=1> и нажмите кнопку Начать.


2. Чтобы стать полноценным участником образовательного портала и получить доступ к образовательным копиям лицензионных продуктов Autodesk зарегистрируйтесь или войдите в созданный ранее аккаунт нажав ссылку **SIGN IN**, и указав логин и пароль.

Для регистрации создайте аккаунт, заполнив данные образовательного профиля.

Пример заполнения ячеек окна **Get education benefits** показан на рис. П.1.1. Нажмите **NEXT**.

3. На странице **Create account** укажите свои настоящие имя и фамилию. Они понадобятся при подтверждении статуса учащегося.

Укажите адрес электронной почты и пароль, которыми будете пользоваться для входа в аккаунт.

Get education benefits 

Autodesk offers free software to eligible students, educators and institutions. Be prepared to provide proof of enrollment or employment at a [Qualified Educational Institution](#).

Country, Territory, or Region of educational institution
Russian Federation

Educational role WHAT'S THIS ?
Student

Institution Type
University/Post-Secondary

Date of Birth
January 1 2000

NEXT

[ALREADY HAVE AN ACCOUNT? SIGN IN](#)

Рис. П.1.1. Окно данных образовательного профиля

4. При заполнении окна **Just one more step** из выпадающего списка выберите название университета: Воронежский Государственный Технический Университет, укажите направление обучения: **Architecture, Engineering & Construction** и даты начала и завершения обучения. Нажмите **NEXT**.

5. Обязательным условием является согласие с условиями предложенного договора, поэтому в окне **Terms of service** в соответствующем месте установите галочку и нажмите **Continue**.

6. На странице портала образовательных продуктов Autodesk, проверьте правильность введенных вами данных и нажмите **Confirm**.

7. Далее необходимо подтвердить статус учащегося. Для чего в окне **Additional documentation needed** подгрузите фотографию или скан одного из

следующих документов:

- выписка об успеваемости;
- справка от образовательного учреждения;
- копия студенческого билета (фотография удостоверения личности не требуется).

Данные, указанные на документе должны совпадать с информацией, указанной при регистрации на портале Autodesk.

Для отправки нажмите на кнопку **Drag documents here, or browse** и прикрепите нужный файл, а потом нажмите на **Submit**.

8. После успешного подтверждения статуса учащегося откроется доступ для получения образовательных копий.

9. В меню каталога предлагаемых программных продуктов выберите **Civil 3D**, что приведен на рис. П.1.2. Перейдите к скачиванию продукта.

10. Из предлагаемого каталога выберите нужную версию, язык, операционную систему. Нажмите **NEXT**.

11. В сплывающем окне согласитесь с условиями предложенного договора.

12. После чего появляется серийный номер и ключ для установки образовательной копии продукта. Нажмите **Download** и укажите путь для скачивания установочного файла.

13. После завершения процесса скачивания найдите в указанной папке файл с расширением **.exe**. Откройте его и укажите путь установки. Нажмите **Установить**.

14. Тип лицензии установить – **однопользовательская**, у меня есть информация о продукте, вводите предоставленные ранее серийный номер и ключ продукта и нажмите **Установка**. Установка выполняется с помощью специальной программы-инсталлятора, которая переписывает файлы из папки, где хранится программа, в папку, созданную на жестком диске компьютера. Необходимо проверить свободное место на жестком диске.

15. По окончании установки программного продукта скачайте с официального сайта <https://www.autodesk.com> и запустите **Пакет адаптации Civil 3D для России**. Что облегчит работу в программе за счет встроенных шаблонов, стилей, ведомостей и других встроенных возможностей, адаптированных под российские стандарты.

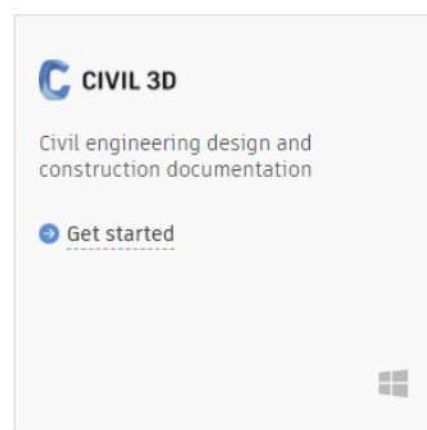


Рис. П.1.2. Вид программного комплекса **Civil 3D** в каталоге продуктов Autodesk

Горячие клавиши Civil 3D

Таблица П.2.1

Клавиши общего назначения Autodesk Civil 3D

Клавиши	Функция
Delete	удаление предварительно выбранных объектов
Enter или Пробел	ввод (исполнение) команды
повторное нажатие Enter или Пробел	возобновление предыдущей команды
Esc	отказ от выполнения команды

Таблица П.2.2

Управляющие и функциональные клавиши

Клавиши	Функция
F1	вызов справки
F2	разворачивание журнала командной строки
F3 или Ctrl+F	включение/отключение объектной привязки
F4	включение/отключение функции 3Dпривязка
F5 или Ctrl+E	переключение плоскостей изометрических проекций
F6 или Ctrl+D	переключение режима отображения координат
F7 или Ctrl+G	включение/выключение видимости сетки
F8 или Ctrl+L	включение/отключение ортогонального режима черчения
F9 или Ctrl+B	включение/отключение шаговой привязки
F10 или Ctrl+U	включение/отключение полярного отслеживания
F11	включение/отключение режима отслеживания объектной привязки
F12	включение/отключение динамического ввода

Таблица П.2.3

Клавиши работы с буфером обмена

Клавиши	Функция
Ctrl+X	вырезать выделенные объекты в буфер обмена
Ctrl+C	копировать выделенные объекты в буфер обмена
Ctrl+Shift+C	копирование выделенных объектов в буфер обмена с базовой точкой
Ctrl+V	вставка данных из буфера обмена
Ctrl+Shift+V	вставка данных из буфера обмена единым блоком.

Таблица П.2.4

Клавиши работы с файлами

Клавиши	Функция
Ctrl+N	создание нового чертежа
Ctrl+O	открытие существующего файла чертежа
Ctrl+S	сохранение текущего чертежа
Ctrl+Shift+S	сохранить как
Ctrl+P	вывод текущего чертежа на печать
Ctrl+Q	закрыть программу
Ctrl+Z	отмена последней операции
Ctrl+Y	отмена последней операции «отменить»

Таблица П.2.5

Дополнительные комбинации клавиш

Клавиши	Функция
CTRL+0	включение и отключение режима чистого экрана
CTRL+1	включение и отключение палитры Свойства
CTRL+2	включение / отключение Центра управления
CTRL+3	открытие / закрытие окна Инструментальных палитр
CTRL+4	включение /отключение Диспетчера подшивок
CTRL+5	включение /отключение Информационной палитры
CTRL+6	включение /отключение Диспетчера подключения к БД
CTRL+7	включение /отключение Диспетчера наборов пометок
CTRL+8	включение / отключение палитры Быстрый калькулятор
CTRL+9	включение / отключение окна Командной строки
CTRL+A	выбор объектов в чертеже
CTRL+Shift+A	включение /отключение групп
CTRL+J или CTRL+M	повторное выполнение последней команды
CTRL+[или CTRL+\	прерывание текущей команды
CTRL+R	циклическое переключение между видовыми экранами листов
CTRL+T	включение и отключение режима Планшет
ALT+F4	закрытие окна приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

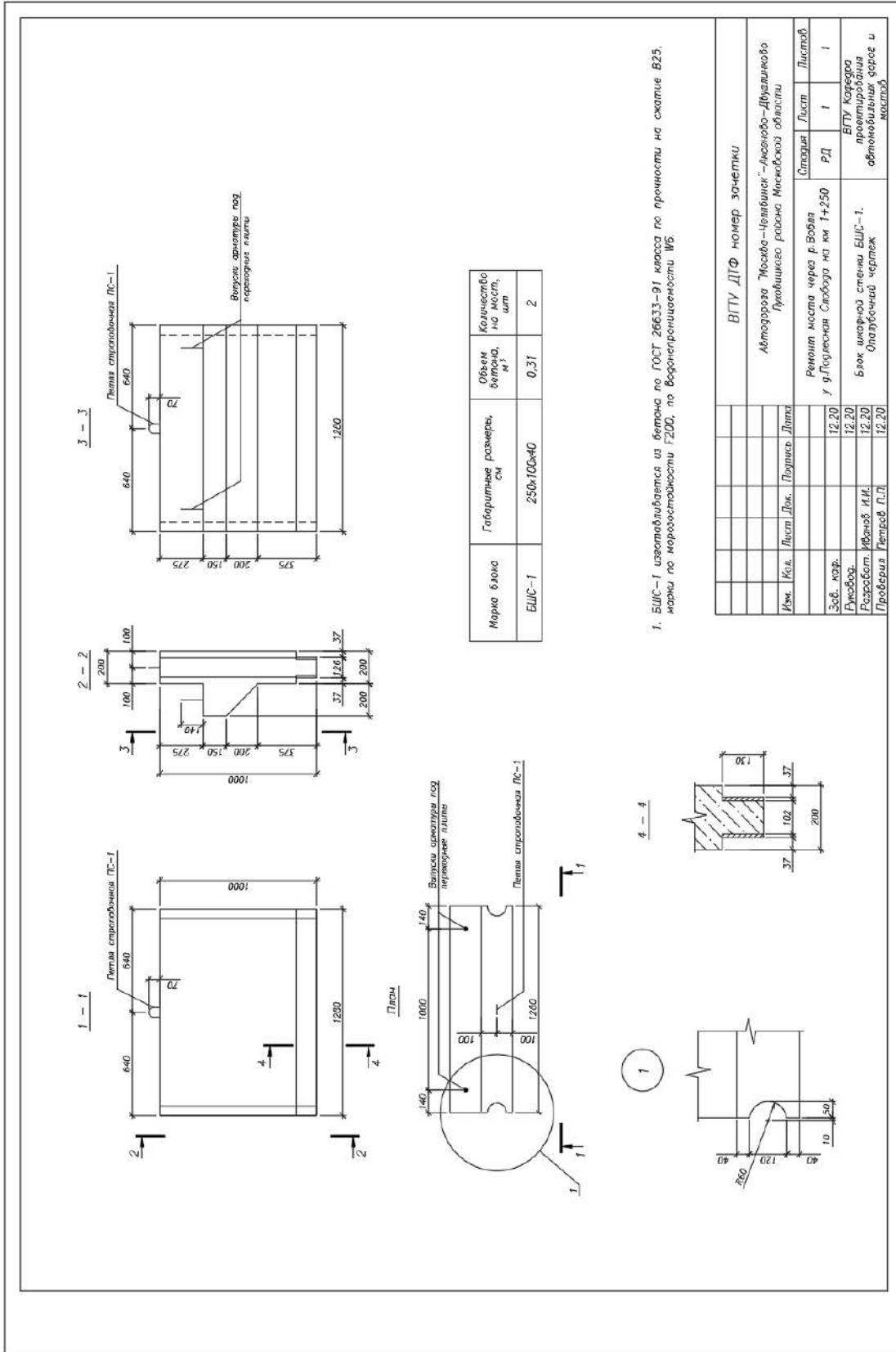
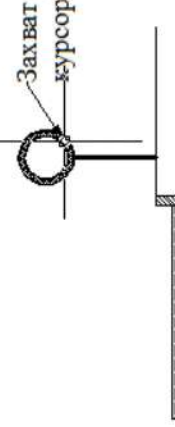
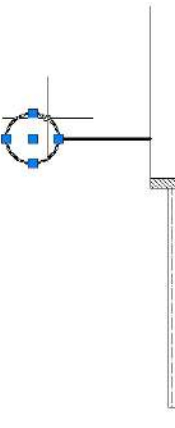
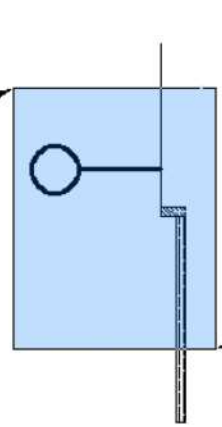
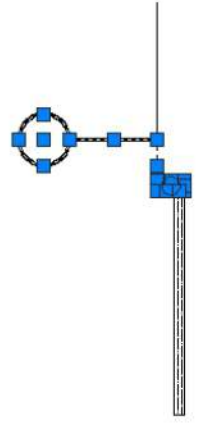
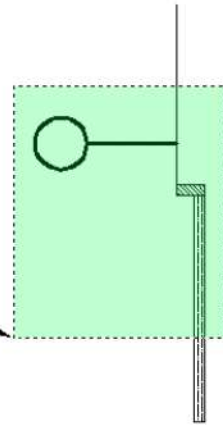
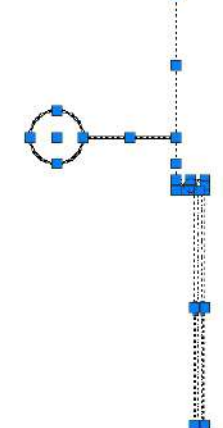


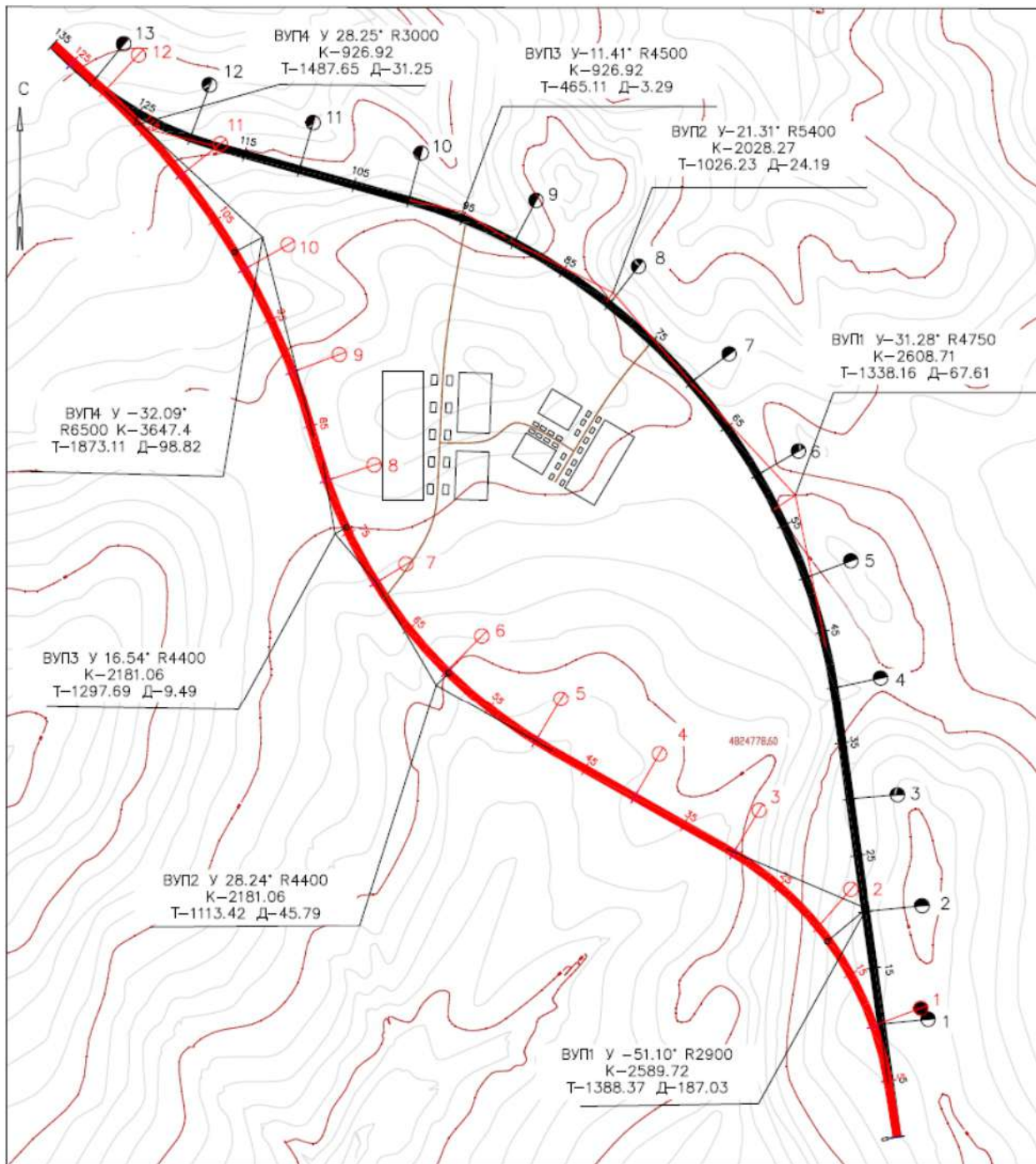
Рис. П.3. Задание для выполнения Лабораторной работы 1 и 2. Опалубочный чертеж шкафной стенки

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица П.4

Способы выделения объектов

Способ захвата	Пример выделения	Результат
<p>Указателем мыши</p>	 <p>Захват указателем курсора мыши</p>	
<p>Охватывающей рамкой</p>	 <p>Второй угол рамки</p> <p>Первый угол рамки</p>	
<p>Секущей рамкой</p>	 <p>Второй угол рамки</p> <p>Первый угол рамки</p>	



М 1: 25 000
Сечение поверхности через 5 м.

Рис. П.5. Пример оформления плана трассы автомобильной дороги

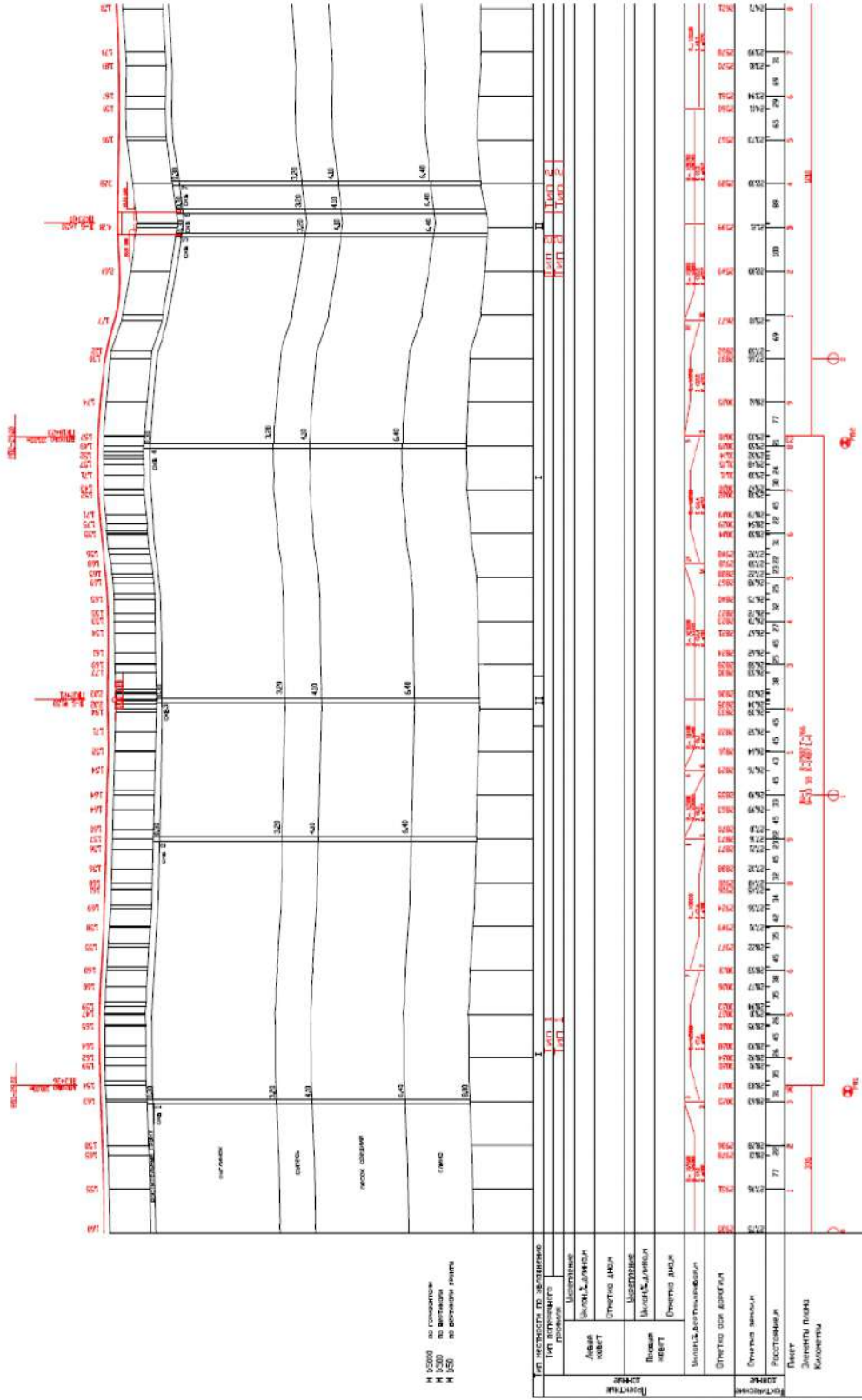


Рис. П. 6. Пример оформления продольного профиля автомобильной дороги

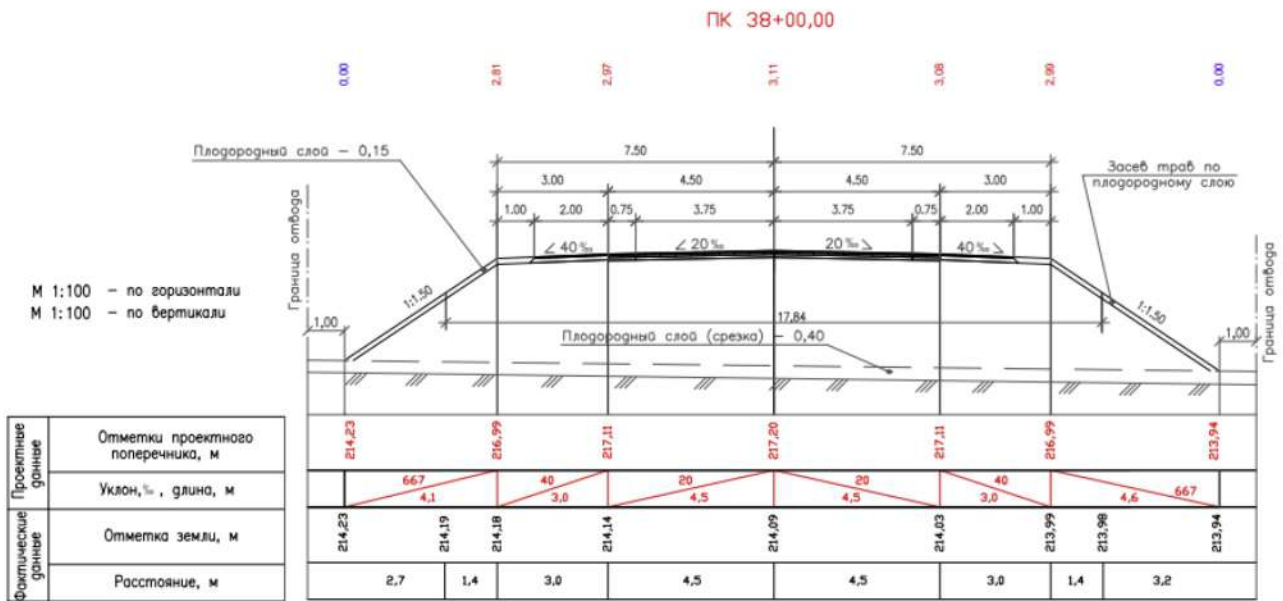


Рис. П.7. Пример оформления поперечного профиля земляного полотна автомобильной дороги

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Лабораторная работа № 1. Интерфейс программы AutoCad Civil 3D. Рабочие пространства.	5
Лабораторная работа № 2. Работа с атрибутами объектов и компоновка чертежа	14
Лабораторная работа № 3. Проектирование плана трассы в программном комплексе Civil 3D	24
Лабораторная работа № 4. Проектирование продольного профиля автомобильной дороги.	33
Лабораторная работа № 5. Моделирование конструкции поперечных профилей земляного полотна в Civil 3D.	44
Лабораторная работа № 6. Создание коридора и поверхности коридора автомобильной дороги в Civil 3D.	49
Лабораторная работа № 7. Построение поперечных профилей автомобильной дороги в Civil 3D.	55
Лабораторная работа № 8. Расчет объемов земляных работ и материалов в Civil 3D.	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	66
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	67
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Регистрация профиля учащегося и получение образовательной копии Civil 3D.	69
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Горячие клавиши Civil 3D.	71
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.	73
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.	74
ПРИЛОЖЕНИЕ 5.	75
ПРИЛОЖЕНИЕ 6.	76
ПРИЛОЖЕНИЕ 7.	77

Учебное издание

Самодурова Татьяна Васильевна

Гладышева Ольга Вадимовна

Алимова Наталья Юрьевна

**ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ CIVIL 3D**

Лабораторный практикум

Редактор Кусаинова Е. А.

Подписано в печать 21.03.2021.

Формат 60×84 1/16. Бумага для множительных аппаратов.

Уч.-изд. л. 4,9. Усл. печ. л. 4,6. Тираж 350 экз. Заказ № 28.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский проспект, 14

Участок оперативной полиграфии издательства ВГТУ
394026 Воронеж, Московский проспект, 14