Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Учебно-методическое пособие

Красноярск
СФУ
2026

УДК 625.72(07)
ББК 39.311-022я73
С-

Составители:
Татьяна Валентиновна Гавриленко
Татьяна Анатольевна Фёдорова

Современные технологии в проектировании транспортных сооружений: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / сост. Т. В. Гавриленко, Т. А. Фёдорова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2025. – Систем.требования: PC не ниже класса Pentium I; 128 Mb RAM; Windows 98/XP/7;AdobeReader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

Изложена методика выполнения лабораторных работ по автоматизированному проектированию автомобильной дороги в программном комплексе IndorCAD. В ходе её реализации производится сквозное проектирование дороги 4-й категории, начиная с ввода данных по топографической съёмке местности, и, заканчивая созданием чертежей плана трассы, продольного и четырёх поперечных профилей дороги.

Предназначено для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению «Строительство» (профиль «Автомобильные дороги»).

УДК 625.72(07)
ББК 39.311-022я73
© Сибирский федеральный университет, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1. РАБОЧАЯ СРЕДА ПРОГРАММЫ INDORCAD/ROAD И ВВОД ТОЧЕК ИЗ ТЕКСТОВОГО ФАЙЛА. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1 4
2. ИНЖЕНЕРНАЯ ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ МЕСТНОСТИ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 9
3. СОЗДАНИЕ ТРАССЫ В INDORCAD/ROAD. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3 16
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РУКОВОДЯЩИХ И КОНТРОЛЬНЫХ ОТМЕТОК ПРОЕКТНОЙ ЛИНИИ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4 23
5. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ЛИНИИ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5 30
6. УСТРОЙСТВО ТРУБ, ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ВЫРАБОТОК И РЕПЕРОВ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6 35
7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7 46
8. СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8 57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 67
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 68

ВВЕДЕНИЕ

Современные технологии проектно-изыскательских работ предполагают активное использование различных систем автоматизированного проектирования (САПР) транспортных сооружений. Применение САПР повышает качество проектных решений вследствие возможного рассмотрения множества конкурирующих вариантов в короткие сроки, внедрения математического моделирования и передовых методов проектирования. Одной из таких САПР является программный комплекс IndorCAD [1-3]. В учебно-методическом пособии изложены алгоритмы выполнения лабораторных работ на базе данной программы.

Лабораторные работы представляют собой сквозную технологию проектирования основных элементов автомобильной дороги, от ввода результатов геодезической съёмки местности – до выпуска на печать чертежей. В ходе их выполнения поэтапно строится инженерная цифровая модель местности, план трассы, продольный и поперечные профили автомобильной дороги. Результаты проектирования формируются в виде чертежей с помощью сопутствующей программы IndorDraw. Чертежи выполняются в форматах А3 и А4, что позволяет распечатать их на принтере.

1. РАБОЧАЯ СРЕДА ПРОГРАММЫ INDORCAD/ROAD И ВВОД ТОЧЕК ИЗ ТЕКСТОВОГО ФАЙЛА. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

1.1. Цель работы

Цель лабораторной работы заключается в знакомстве с системой автоматизированного проектирования автомобильных дорог IndorCAD. В результате её выполнения студент должен:

- познакомиться с рабочей средой программы IndorCAD/Road и освоить основные приемы работы в ней;
- научиться создавать свой проект в системе автоматизированного проектирования (САПР);
- импортировать в него из текстового файла данные топографической съёмки местности;
- задавать и менять свойства точек, формирующих инженерную цифровую модель местности (ИЦММ).

Перед началом выполнения лабораторной работы необходимо на пользовательском диске создать папку для хранения файлов с исходными данными и результатами проектирования. В её названии следует указать фамилию студента и номер группы (например, ***Иванов_ДС18-11Б***). В папку требуется скопировать текстовый файл ***Points_Project.txt***, содержащий данные геодезической съёмки местности [4].

1.2. Вызов программы и основы работы в системе IndorCAD/ROAD

Программу вызывают по её ярлыку, находящемуся на рабочем столе компьютера. В открывшемся окне **«Главная»** выбирают команду «**Создать»** и пиктограмму **«Новый проект»**, тем самым создавая файл для нового проекта. На экране монитора появляется *главное окно* системы (рис. 1.1). В заголовке главного окна (зелёная полоса вверху окна) содержится название проекта. По умолчанию – «**Проект 1»**. Имя файла проекта, созданного в системе **IndorCAD/ROAD**, имеет расширение «**.dms»**. На рис. 1.1 показано главное окно проекта с названием «**Автодорога**», поэтому в заголовке окна помещена надпись «**IndorCAD – Автодорога.dms**».

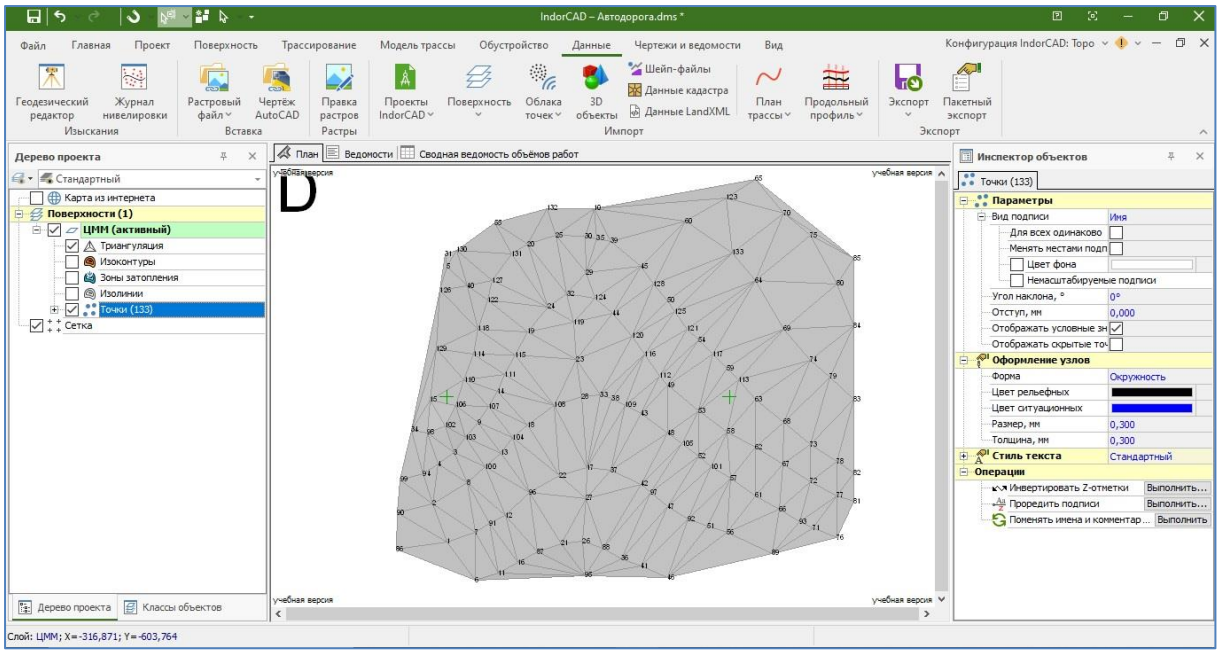


Рис. 1.1. Главное окно системы IndorCAD/ROAD с триангуляцией

Вторую строчку главного окна занимает *главное меню* системы. В него входят пункты: **«Файл»**, **«Главная»**, **«Проект»**, **«Поверхность»**, **«Трассирование»**, **«Модель трассы»**, **«Обустройство»**, **«Данные»**,

«Чертежи и ведомости» и «Вид». Щёлкнув левой кнопкой мыши (ЛКМ) по какому-либо из них, под строкой главного меню появляется горизонтальная лента с командами, относящимися к этому пункту меню. На рис. 1.1 показана строка с командами, относящимися к пункту главного меню **«Данные»** (подчёркнут линией). Некоторые команды меню отражаются серым цветом. Это означает, что данная команда не может быть выполнена по каким-то причинам – не включен нужный режим работы, не созданы условия для выполнения команды. В демонстрационной и учебной версии программы часть команд не активирована всегда.

Новый проект необходимо сохранить в созданной своей папке с помощью пункта главного меню «**Файл > Сохранить как»**. В окне **«Сохранить как»** через процедуру «**Обзор**» следует указать свою папку и имя файла. Рекомендуется в названии файла отразить дату создания проекта, например, «***2025-03-28_Автодорога»***.

В левой части главного окна системы располагается *дерево проектов*. Оно отображает структуру проекта: поверхности, элементы цифровой модели местности и т. п. Ширину области дерева объектов можно регулировать, перетаскивая мышью разделительную линию между ним и рабочим окном. Если дерево проектов не отражается на экране, то на закладке главного меню «**Вид**» следует активировать процедуру «**Дерево проекта**».

Проект может содержать несколько поверхностей. Программа работает одновременно только с одной, которая является *активной*. На рис. 1.1 дерево проектов имеет только одну поверхность (**ЦММ**), которая и является активной.

Бóльшую часть экрана занимает *рабочее окно*, в котором осуществляется проектирование. В нём отображается сетка (маленькие зелёные крестики). Она станет невидимой, если убрать флажок в дереве проектов напротив объекта «**Сетка**». Изображение в рабочем окне можно увеличить или уменьшить, вращая колесо мыши. Нажатие на колесо мыши переводит программу в режим перемещения – появляется лапка для перемещения проекта в плоскости.

В программе используется *геодезическая* (*левая*) система координат, т. е. ось X направлена вверх, ось Y – вправо, а ось Z – на пользователя. Перемещая курсор мыши по рабочему окну, можно

заметить в левом нижнем углу экрана изменение координат положения курсора мыши.

Свойства того или иного элемента проекта описаны в окне «**Свойства объектов»**. Объект, для которого требуется отразить свойства, выделяют курсором мыши в дереве проекта. Если окно не отображается на экране, то на закладке «**Вид**» следует активировать процедуру «**Свойства объектов**». Другой способ вызова окна – в дереве проекта выделяют ЛКМ объект, например, «**Сетка**», щёлкают по нему правой кнопкой мыши (ПКМ), и в появившемся контекстном меню выбирают пункт «**Свойства»**.

1.3. Настройка проекта

Перед началом работы необходимо настроить создаваемый проект, для чего вызывают команду:

*«***Проект > Настройки проекта > Настройки»**.

Окно настройки показано на рис. 1.2.

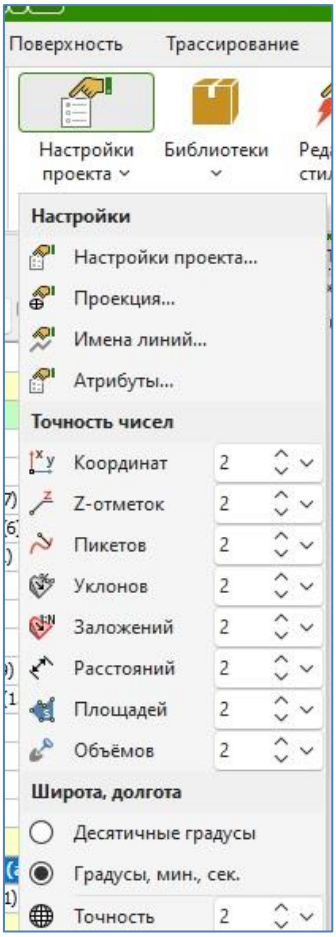


Рис. 1.2. Окно настройки проекта

В настройках требуется убедиться, что масштаб проекта задан правильно: «**1:10000»** (не забывайте после ввода информации нажимать

клавишу **<Enter>**. Информация будет введена, если масштаб окрасится в синий цвет), а также точность представления чисел и знаков (у всех параметров – 2). Набрав необходимые данные в строке значений, нужно обязательно нажать клавишу **<Enter>**.

В карточке объекта вводим:

- шифр работы (учебного плана), например: ***08.01.03.37***;

- наименование работы, например: ***Проект автодороги в Емельяновском районе Красноярского края***;

- ГИП (Ф.И.О. студента), например: ***Иванов П.С.***

После заполнения окна настройки закрываем его с помощью графической кнопки <**Закрыть**>.

1.4. Ввод точек из текстового файла

Проектирование дороги начинается с построения цифровой модели поверхности земли, исходными данными для которой является массив точек с известными геодезическими координатами и высотными отметками. Программа предусматривает несколько способов ввода данных. В лабораторной работе используется ввод точек из текстового файла. С другими способами можно познакомиться в [1, 2].

Алгоритм ввода точек следующий.

1. Активируют команду:

«Данные > Поверхность > Файлы описания точек (*.txt)».

Через окно **«Импорт файла»** открывают документ ***Points_Project.txt***, после чего начинает свою работу «**Мастер импорта текстового файла**».

2. На первом шаге «**Выбор формата данных и первой строки с данными**» задают позицию «**Столбцы отделяются разделителями**». Номер первой строки с данными – **2,** так как в первой строке находится шапка таблицы с названием столбцов.

3. На втором шаге «**Выбор символа, разделяющего столбцы данных в файле**» ставят флажки напротив символов-разделителей «**Пробелы**» и «**Табуляции**». В результате, сформируется таблица, состоящая из четырёх столбцов.

4. На третьем шаге «**Выбор назначения столбцов данных**» в шапке таблицы первому столбцу назначают координату **[Север, м]**, второму – координату **[Восток, м]**), третьему – отметку **[Z]**, четвертому – **Имя,** представляющее собой порядковый номер точки.

5. На четвертом шаге «**Задание дополнительных настроек**» следует убрать все флажки, т. к. не требуется соединять все точки линией и менять знак у отметок. После нажатия графической кнопки <**Готово>** в рабочем окне программы автоматически будет построена поверхность в виде совокупности треугольников, углы которых опираются на введённые точки (рис. 1.1). В дереве проектов можно увидеть, что в построенной цифровой модели – 133 рельефных точки.

1.5. Редактирование объектов

Редактирование объектов производят с помощью окна «**Свойства объектов**» или кратко: **«Свойства»**. В нём можно поменять некоторые свойства, как общие для всего объекта, например объекта «**Точки**», так и для выделенных объектов цифровой модели. Чтобы выделить отдельные элементы проекта, необходимо вызвать контекстное меню «**Выделение»** (щелкнуть ПКМ в области рабочего окна) и в нём команду «**Правка объектов»**. Следует выбрать команду выделения, например, «**Внутри многоугольника»**.

Выделение группы точек происходит следующим образом: щёлкая ЛКМ, строят вершины произвольного многоугольника так, чтобы выделяемые точки оказались у него внутри. Заканчивается построение многоугольника двойным нажатием ЛКМ по той его вершине, с которой началось построение фигуры. Ограниченные контуром объекты подсветятся жёлтым цветом, а в окне «**Свойства**» появится дополнительная закладка со свойствами для выделенных элементов. Отменить построение можно клавишей **<Esc>**.

Чтобы выделить всю цифровую модель, в меню «**Выделение**» следует выбрать пункт «**Выделить все»**.

2. ИНЖЕНЕРНАЯ ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ МЕСТНОСТИ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

2.1. Цель работы

Представление топографической информации в цифровом виде называется *инженерной цифровой моделью местности* (ИЦММ) [5]. В программе IndorCAD цифровая модель имеет аббревиатуру ЦММ. Цель лабораторной работы – научиться строить ЦММ и редактировать её элементы. В результате выполнения данной работы студент должен:

• изучить основные элементы ЦММ (точки, рёбра, треугольные грани, линии и полигоны);

• освоить приёмы их создания и редактирования;

• построить модель обрыва.

В качестве исходных данных используется проект, созданный в ходе выполнения первой лабораторной работы.

2.2. Загрузка проекта

Загрузить проект с цифровой моделью местности можно двумя способами.

1-й способ. Вызывать программу по её ярлыку, находящемуся на рабочем столе компьютера, и в окне «**Начало работы**» выбрать файл с созданным проектом, например, «***2022-09-01_Автодорога.dms***». Имя требуемого файла можно найти либо в списке «**Последние файлы**», либо с помощью команды: «**Файл > Открыть**».

2-й способ. Зайти в свою папку на диске и дважды щёлкнуть ЛКМ по искомому файлу проекта.

2.3. Настройка отображения цифровой модели местности

2.3.1. Изолинии. Согласно дереву проекта, ЦММ состоит из нескольких объектов: триангуляции, изоконтуров, зон затопления, изолиний, точек. Кроме них в ЦММ может входить ещё ряд объектов: полигоны и линии, тексты и другие, которые в данной ЦММ пока не созданы. Щёлкнув правой кнопкой мыши (ПКМ) по любому выбранному объекту, можно вызвать контекстное меню и в нём через пункт «**Свойства»** активизировать окно «**Свойства**».

Флажки напротив объектов в дереве проекта делают их видимыми. В качестве упражнения следует убрать и поставить снова эти флажки.

2.3.2. Настройка отображения рельефа в горизонталях. Одним из способов отображения поверхности являются *изоконтуры* – области, в которых высоты местности распределены в некотором диапазоне. Изоконтуры раскрашены в разные цвета, что позволяет быстро выявлять на поверхности пониженные (или повышенные) места, водоразделы и прочие объекты рельефа. Раскрыв ветвь «**Изоконтуры**» в дереве проекта, можно увидеть диапазоны высотных отметок и цвета, соответствующие каждому диапазону.

Более привычным является представление модели местности в горизонталях, называемых в программе IndorCAD *изолиниями*, т. е. линиями равных высот местности. Для их отображения в дереве проекта следует поставить флажок напротив объекта «**Изолинии»** и вызвать инспектор объектов (выделить этот объект курсором мыши).

Программа может работать как с положительными значениями отметок, так и отрицательными. Учитывая, что все введённые в проект точки местности имеют только положительные отметки, ветвь «**Положительные**» в инспекторе объектов следует развернуть, а ветвь «**Отрицательные**» свернуть.

Далее задают шаг горизонталей по высоте. Т. к. масштаб проекта был принят 1:10000, для которого на топографических картах горизонтали вычерчиваются через 2,5 м, в пункте **«Положительные > Шаг, м»** необходимо ввести значение **2,5** и нажать клавишу <**Enter**>, чтобы введённое значение стало синим.

На картах масштаба 1:10000 принято горизонтали, кратные 10, изображать утолщёнными, следовательно, в пункте «**Утолщать каждую**» необходимо ввести число 4. В строящейся модели такими являются горизонтали 20 м и 30 м.

Чтобы утолщение было заметно на ИЦММ, следует на ветке дерева «**Стили линий > Утолщённых > Толщина линии, мм**» задать значение **0,5**.

Далее настраивают вид подписи горизонталей. В группе «**Параметры подписи**» задают:

- «**Точность**» – **1** (т. е. один знак после запятой);
- «**Подписывать автоматически**» – поставить флажок;
- «**Стиль текста**» – **Индивидуальный**;
- «**Размер символов, мм**» – **2,0**.

На ветке «**Прочее > Способ построения»** нужно выбрать значение **«Сглаживать сплайном»**. Тогда горизонтали будут отображаться плавными линиями, что соответствует естественным формам рельефа.

2.4. Работа с точками

2.4.1. Подпись точки. Основой для построения ЦММ являются введённые точки. При работе с ними необходимо в программе перейти на закладку «**Главная**». По умолчанию на построенной модели у точки

отображается её имя. С помощью окна свойств, вызванного для объекта «**Точки**», можно изменить вид подписи: задать высотную отметку или одновременно имя и высотную отметку.

2.4.2. Поиск точки. Точку на модели очень легко найти по имени. В качестве упражнения требуется найти точку № **55**, расположенную в северо-западной части модели (в верхнем левом углу рабочего окна). Сначала в окне «**Свойства**», вызванном для точек, в ветви «**Параметры > Вид подписи**» задают значение «**Имя**». Далее, для поиска точки используют процедуру на закладке **«Главная > Найти > Точку по имени»**. В открывшемся окне следует задать номер точки **55** и нажать графическую кнопку **<Искать>**.

2.4.3. Редактирование высотной отметки точки. На цифровой модели можно изменить высотную отметку любой точки. В качестве примера можно изменить отметку точки 55. Сначала её выделяют курсором мыши и в окне инспектора объектов на закладке **«Выделенные объекты»** в ветви «**Координаты > Z-отметка**» напротив позиции «**Абсолютная**» вместо значения 27,5 вводят новое значение **28,0** м. В позиции «**Комментарий**» записывают пояснение: «***Изменили отметку***». Горизонталь рядом с точкой 55 станет более плавной.

2.4.4. Ввод новых точек по известным координатам. Пусть требуется ввести дополнительную точку с координатами X = 821,0 м; Y = 519,0 м; Z = 30,5 м. Для этого активируют закладку «**Главная > Точки > В произвольном месте»**. И устанавливают новую точку в произвольном месте. В инспекторе объектов на закладке «**Выделенные объекты»** точке присваивают имя (номер) **134**. В позиции «**Координаты > Плановые»** вводят значения абсолютных координат ***X*** – величину **821,0** м и ***Y*** **–** число **519,0** м, а в позиции «**Z-отметка**» – значение **30,5** м.

2.4.5. Смена статуса точки. В системе IndorCAD рельеф моделируется *триангуляцией* – совокупностью треугольных граней, вершины которых опираются на точки геодезической съёмки [1, 2]. Точки, участвующие в построении триангуляции, называются *рельефными*. Остальные точки – *ситуационные.* Они предназначены для размещения на них ситуационных элементов (реперов, одиночных деревьев, родников и прочих объектов местности). Новые точки автоматически строятся как рельефные, но с помощью инспектора объектов статус можно поменять. В качестве упражнения курсором мыши нужно выделить построенную точку № 134 и в окне «**Свойства**» на закладке **«Выделенные объекты»** сменить

её статус, сделав её ситуационной. Триангуляция на новой точке исчезнет. Возвращая этой точке статус рельефной, восстанавливают триангуляцию.

2.5 Триангуляция и её элементы

2.5.1. Триангуляция Делоне. В программе IndorCAD триангуляция выполняется по правилу Делоне, т. е. строятся треугольники, наиболее приближенные к равностороннему треугольнику [6]. Необходимое и достаточное условие правила Делоне – выполнение *кругового свойства*, когда внутри окружности, описанной вокруг любого из треугольников, не лежит ни одна другая вершина триангуляции (рис. 2.1).

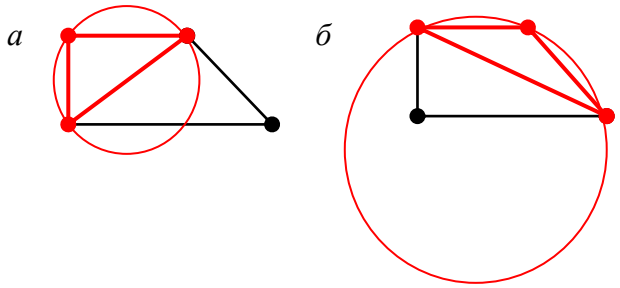


Рис. 2.1. Круговое свойство триангуляции; *а* – триангуляция по правилу Делоне; *б* – триангуляция не по правилу Делоне

2.5.2. Переброска рёбер в смежных треугольниках. Иногда на отдельных участках ЦММ триангуляция Делоне сильно искажает форму реального рельефа, поэтому требуется перестроить треугольники так, чтобы их рёбра моделировали линии водоразделов или тальвегов (русел водотоков). Это делается с помощью специальной процедуры «**Переброска рёбер**» на закладке «**Поверхность**». В качестве упражнения необходимо активизировать процедуру **«Поверхность > Переброска рёбер»** и щёлкнуть ЛКМ по ребру, соединяющему точки № **55** и № **20**. Участок модели перестроится.

2.5.3. Отсечение поверхности. На периферийных участках ЦММ часто требуется убрать лишние треугольные грани, которые образовались автоматически, хотя они не описывают реального рельефа.

Отсечение поверхности делают следующим образом:

- активируют закладку **«Поверхность > Отсечение поверхности»**;
- включают флажок напротив позиции **«Временно отобразить линии отсечения поверхности»**;

• нажимают на пиктограмму  и ЛКМ щёлкают внутри треугольника, который необходимо убрать;

• передвигают курсор мыши внутри отсекаемого треугольника и в конце строящегося отрезка дважды нажимают ЛКМ (первое нажатие создаёт конец отрезка, а второе указывает, что построение отрезка требуется закончить). Прервать построение отрезка можно с помощью клавиши **<Esc>**.

Треугольник исчезнет, но останется красная пунктирная линия отсечения поверхности. Отменить только что сделанное удаление можно, используя команду  в левом верхнем углу экрана.

В качестве упражнения необходимо сделать невидимым треугольник, построенный на точках № 34, 126 и 129 в западной части ЦММ.

Аналогиным образом можно удалить несколько смежных треугольников, если отрезок пройдёт через них. При сложной конфигурации вместо отрезка строят ломаную линию, при этом вершины ломаной строятся с помощью одиночного нажатия ЛКМ, а в конце построения ЛКМ нажимается дважды. Чтобы восстановить треугольники в любое время работы с ЦММ, следует выделить ЛКМ пунктирную линию отсечения, вызвать нажатием ПКМ контекстное меню и воспользоваться командой **«Удалить»**.

2.5.3. Уклоны. Каждая треугольная грань ЦММ характеризуется уклоном, позволяющим оценить направление стока воды. Свойства отображения уклонов находятся в инспекторе объектов, вызванном для объекта «**Триангуляция**».

Настройку отображения уклонов производят следующим образом:

• вызывают инспектор объектов для объекта «**Триангуляция**»;

• включают отображение уклонов триангуляции (ставят флажок напротив элемента **«Уклоны»**);

• раскрывают ветвь дерева со свойствами уклонов;

• устанавливают флажок «**Подписывать величину уклона»** и задают размер подписей – 1,5 мм.

Размер стрелок может зависеть от величины уклона или быть задан пользователем. Во втором случае убирают флажок в позиции «**Зависит от уклона»** и задают размер стрелок **1,5**.

Цифровая модель местности с отключенным изображением треугольников показана на рис. 2.2.

2.4. Построение обрыва

Обрыв – это форма рельефа, образованная в результате боковой водной эрозии. Для его отображения строят *полигон* – замкнутую линию, включающую в себя верх и низ обрыва. Точки ЦММ 11, 16, 87 и 21 будут образовывать линию верха обрыва. Для удобства их следует переименовать в **11в**, **16в**, **87в** и **21в**.

Подошву обрыва будут образовывать четыре новые точки. Сначала с помощью команды «**Главная > Точки > В произвольном месте»** на ЦММ создают новую точку. В инспекторе объектов задают ей статус – «**Рельефная»**; имя – **11н,** координаты и отметку из табл. 2.1. Аналогичным образом строятся и остальные точки.

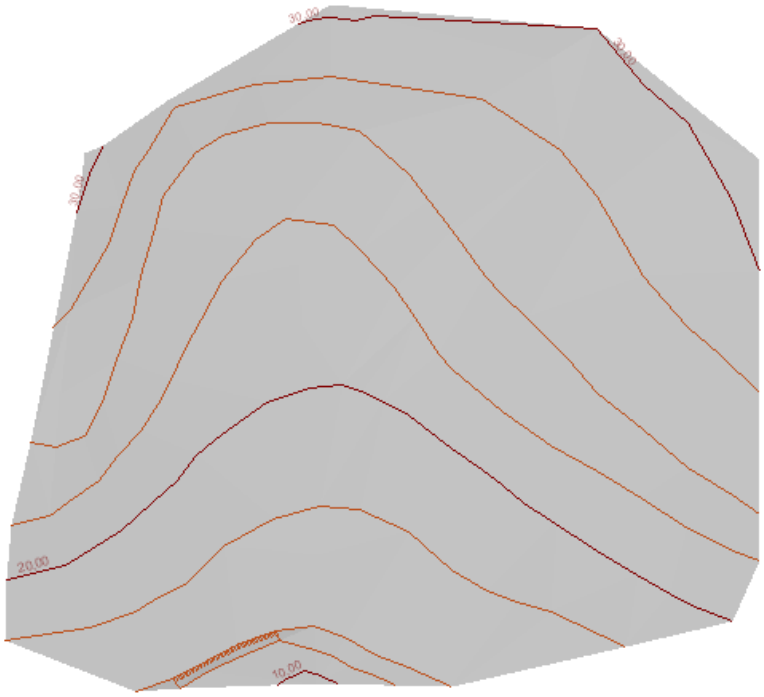


Рис. 2.2. Цифровая модель местности

Таблица 2.1

Координаты точек, образующих подошву обрыва

Имя точки	Координата *X*, м	Координата *Y*, м	Отметка *Z*, м
11н	-643,0	196,0	12
16н	-605,0	258,0	12
87н	-575,0	328,0	12
21н	-543,0	409,0	12

С помощью команды «**Главная > Линии > Только по существующим точкам»** создают полигон, последовательно захватывая курсором мыши точки 11в, 16в, 87в, 21в, 21н, 87н, 16н, 11н, 11в. При замыкании контура появится окно, в котором следует поставить флажок напротив позиции «**Сделать полигон структурным»**. Построение полигона внесёт изменения в триангуляцию.

Далее вызывают команду «**Поверхность > Создание откоса > По полигону»** и полигон выделяют мышью. На курсоре мыши будет указана цифра 1, т. е. курсором необходимо указать первую точку верха обрыва – точку 11в. После этого на курсоре появится цифра 2 и курсор необходимо подвести к точке 21в – конечной точке верха обрыва. В окне свойств откоса задают тип штриховки **«Обрыв»**.

После этого в процедуре **«Поверхность > Параметры отображения»** указывают параметры штриховки: «**Шаг» – 2 мм**, **«Длина длинных»** (штрихов) – **50**%. Полигон должен быть при этом выделен, т. е. подсвечен жёлтым цветом. Цифровая модель с обрывом показана на рис. 2.2.

3. СОЗДАНИЕ ТРАССЫ В INDORCAD/ROAD. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

3.1. Цель работы и исходные данные

Цель работы – научиться проектировать трассу автоматизированным способом в программе IndorCAD/Road. В результате выполнения данной работы студент должен:

- освоить алгоритм построения трассы методом тангенсов;
- построить трассу в соответствии с исходными проектными данными;
- научиться редактировать трассу и оформлять её изображение на плане.

В качестве исходных данных используются созданная ранее инженерная цифровая модель местности, координаты вершин тангенциального хода трассы и характеристики закруглений (радиусы кривых и длины переходных кривых).

Трасса дороги – это пространственная линия оси автомобильной дороги, проложенная на местности. Ее проекцию на горизонтальную плоскость (топографическую карту или ЦММ) называют *планом трассы*.

При создании плана трассы по методу тангенсов сначала намечают *вершины трассы,* затем соединяют их ломаной линией и в образовавшиеся углы поворота вписывают кривые [7, 8]. К вершинам трассы относят *начало трассы* (НТ), *конец трассы* (КТ) и вершины двух углов поворота (ВУ1 и ВУ2).

Выполнение лабораторной работы начинают с загрузки проекта, созданного в лабораторной работе 2.

3.2. Создание тангенциального хода трассы

В главном меню системы переходят на закладку «**Трассирование**» и в пункте меню «**Создать трассу**» выбирают способ «**По тангенциальному ходу**». Последовательными щелчками мыши произвольно строят четыре точки (вершины ломаной линии). Завершают построение повторным щелчком на последней точке. После создания произвольной ломаной линии приступают к редактированию координат её вершин, которые должны соответствовать данным табл. 3.1.

Таблица 3.1

Координаты опорных точек трассы

Вершина трассы	Координата *X*, м	Координата *Y*, м
Начало трассы	-166	-105
ВУ-1	-15	180
ВУ-2	62	1082
Конец трассы	541	1241

Редактирование координат опорных точек трассы осуществляют с помощью процедуры **«Трассирование > Вершины трассы»**. В открывшемся окне **«Параметры вершин трассы»** будут перечислены все построенные опорные точки трассы (вершины ломаной линии): **Начало трассы**, **ВУ1** (вершина первого угла поворота), **ВУ2** (вершина второго угла поворота) и **Конец трассы**. Если при построении трассы ошибочно образовалась дополнительная вершина **ВУ3**, то её выбирают в этом списке опорных точек курсором мыши и активизируют красную пиктограмму «**Удалить …**», расположенную над списком опорных точек трассы.

Если на трассе создался только один угол поворота, то необходимо окно «**Вершины трассы**» закрыть и активизировать команду «**Трассирование > Редактирование**». Щёлкаем левой кнопкой мыши по линии трассы в любом месте, чтобы добавилась вторая вершина трассы. Выход из режима редактирования трассы осуществляется нажатием

курсора мыши на команду «**Редактирование**». И снова нужно вызвать процедуру **«Трассирование > Вершины трассы»**.

Перед тем, как корректировать координаты опорных точек трассы, необходимо убедиться, что во всех углах поворота кривые отсутствуют, о чём у точек ВУ1 и ВУ2 должна свидетельствовать красная надпись «**Длина кривой равна нулю**». Если кривые были вписаны автоматически, то в списке опорных точек курсором мыши следует выделить ВУ1 и вызвать команду «**Сбросить кривую**» (рис. 3.1). Значения радиуса и переходных кривых станут равными нулю. Аналогичным образом поступают и с ВУ2.

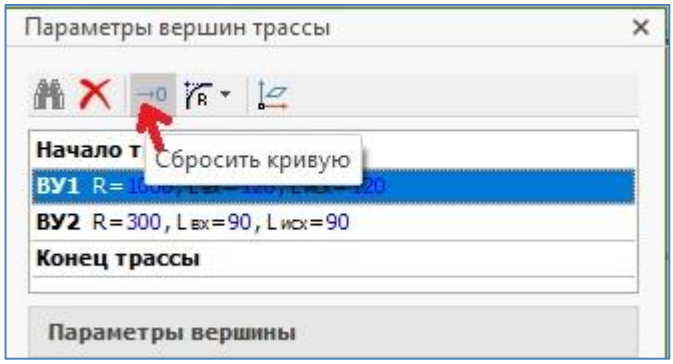


Рис. 3.1. Фрагмент окна «**Параметры вершин трассы**»

Далее в списке опорных точек трассы выделяют курсором мыши опорную точку «**Начало трассы**» и вводят значения координат *X* и *Y* из табл. 3.1. Затем в списке последовательно выбирают другие точки и также меняют их координаты.Ломаная линия (*тангенциальный ход*) трассы показана на рис. 3.2.

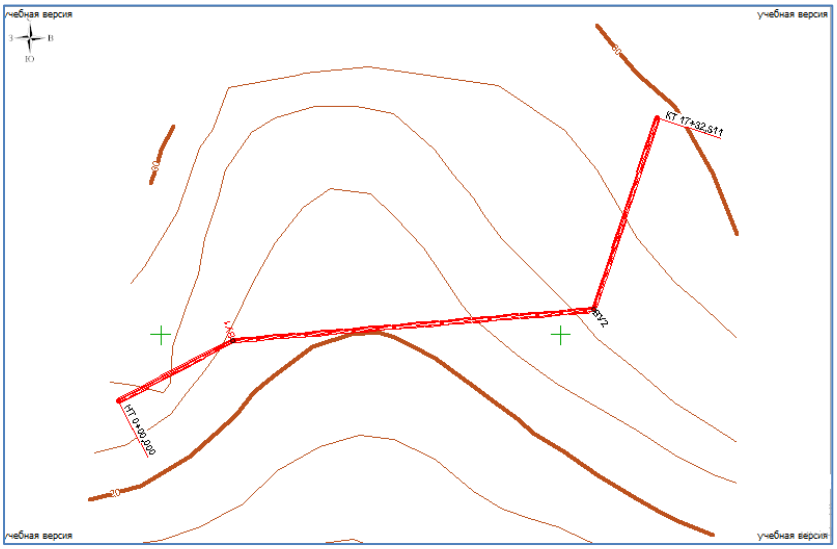


Рис. 3.2. Ломаная линия трассы

Следует заметить, что после создания тангенциального хода в дереве проектов появляется новый слой **«Трассы»** (в скобках указывается количество созданных в данном проекте трасс), в котором находится построенный объект – «**Трасса (активная)»**.

3.3. Настройка проектных параметров трассы

На следующем этапе работы настраивают параметры созданной трассы. В дереве проектов левой кнопкой мыши щёлкают по позиции **«Трасса (активная)»**, тем самым вызывая окно «**Свойства»** для проектируемой трассы. Если оно скрыто, то в главном меню системы следует перейти на закладку «**Вид**» и активировать команду «**Свойства объектов**».

Сначала задают своё имя трассы (например, *Трасса Иванова*), а затем присваивают категорию дороги и вводят соответствующие ограничения на параметры закруглений в плане и проектной линии в продольном профиле. Для этого в группе параметров **«Ограничения»** нажимают графическую кнопку <**Установить**>, в меню выбирают позицию «**Загородные дороги**» и назначают дороге **IV категорию**. Все ограничения установятся автоматически в соответствии с СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги [9]. Ограничения на уклоны и радиусы вертикальных кривых для дороги IV категории приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Ограничения на уклоны и радиусы кривых для дороги IV категории

Параметр	Значение
Минимальный уклон на участке выемки, ‰	5
Максимальный уклон, ‰	60
Минимальный выпуклый радиус, м	5000
Минимальный вогнутый радиус, м	2000
Минимальный радиус в плане, м	300

Следует заметить, что предлагаемое программой значение минимального продольного уклона 5 ‰ логично применять только к участкам выемки для обеспечения минимального уклона дна кюветов.

3.4. Создание закруглений в плане

После того, как ломаная линия будет отредактирована, вводят параметры закруглений: радиусы и переходные кривые. Предлагаемые их

проектные значения приведены в табл. 3.3. В программе IndorCAD в качестве переходных кривых предусмотрены клотоиды.

Таблица 3.3

Параметры закруглений проектируемой трассы

Вершина трассы	Радиус кривой, м	Переходные кривые, м	
		Входящая клотоида	Исходящая клотоида
ВУ-1	1000	120	120
ВУ-2	300	90	90

В главном меню системы переходят на закладку «**Трассирование**» и активизируют команду «**Вершины трассы**». В открывшемся окне «**Параметры вершин трассы**» в списке выбирают вершину первого угла поворота ВУ-1 и задают значения радиуса кривой, входной и выходной клотоид из табл. 3.3 [9]. Аналогично поступают с вершиной второго угла поворота ВУ-2. После ввода кривых окно «**Параметры вершин трассы**» закрываем. Построенная трасса показана на рис. 3.3.

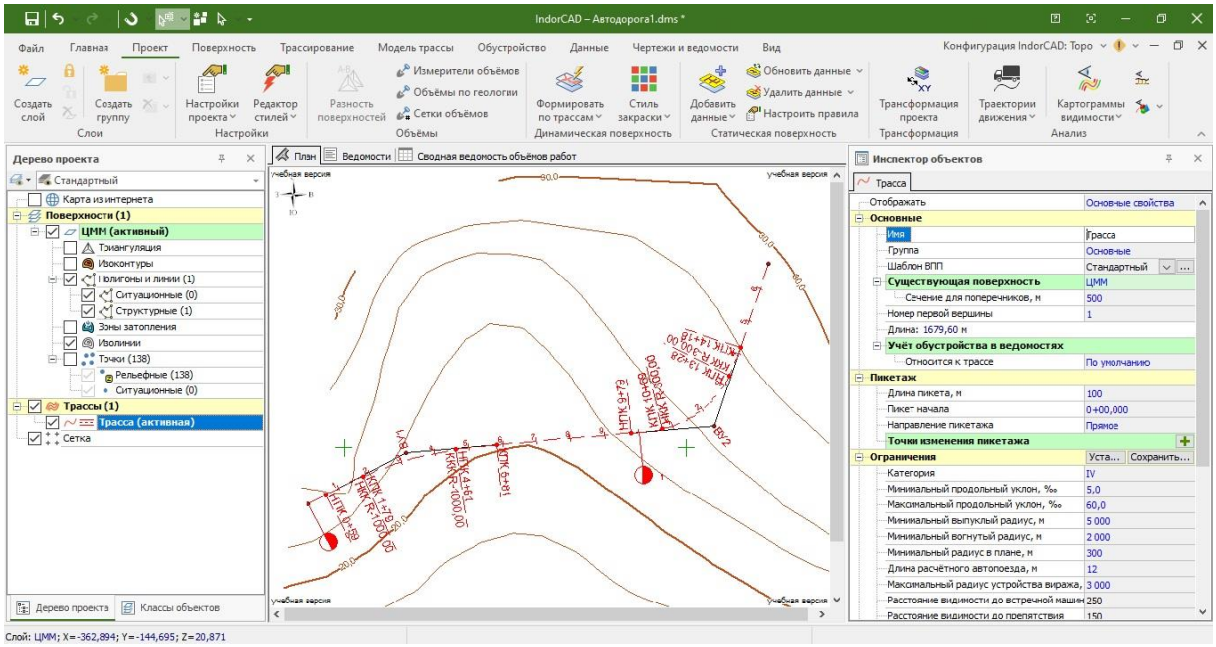


Рис. 3.3. Рабочая область с построенной трассой

3.5. Настройка отображения трассы

Настройка отображения трассы производится как для активной трассы, так и для всех трасс. Сначала настраивают отображение для всех трасс, для этого в **Дереве проекта** необходимо щелкнуть левой кнопкой

мыши по объекту «**Трассы»,** чтобы вызвать окно **«Свойства»** для всех трасс стазу.

В окне свойств информация хранится на трёх закладках: **«Основные»**, **«3D-вид»** и **«Подписи»**. Ярлык активной закладки сверху подкрашен зелёной линией. Переход с одной закладки на другую происходит с помощью щелчка ЛКМ.

Сначала вводят данные на закладке **«Основные»**. В группе параметров «**Отображение линий трасс**» для параметра «**Отображать**» следует указать значение «**Только ось**». Ставят флажок напротив позиции «**Отображать тангенциальный ход**», чтобы на плане были видны углы поворота трассы.

В группе параметров «**Отображение кривых**» необходимо поставить флажок напротив позиции «**Отображать границы кривых и вершины углов**» и задать для символов конца кривой и конца переходной кривой **Вариант 1.**

Далее раскрывают ветку «**Отображение пикетов и километровых меток**». Ставят флажок напротив позиции «**Пикеты**» и проверяют, чтобы был убран флажок напротив параметра **«Сквозная нумерация**».

На ветке **«Добавочные значения»** задают «**Шаг, м» – 100** (чтобы подписывались только полные пикеты) и у позиции **«Отображать маркеры»** следует убрать флажок (маркеры предназначены для обозначения шага разбивки трассы. Если он совпадает с пикетами, то такие маркеры не нужны).

Затем в окне свойств переходят на закладку **«Подписи»** и ставят флажки напротив позиций **«Вершины углов»** и **«Границы кривых, начало и конец трассы»**.

Раскрывают ветку **«Границы кривых, начало и конец трассы»** и ставят флажки напротив позиций «**Начало и конец переходных кривых**», «**Начало и конец круговых кривых**», «**Радиусы кривых**».

Раскрывают ветку **«Названия границ кривых»** и ставят флажки напротив позиций:

- «**Начало круговой кривой**»,
- «**Конец круговой кривой**»,
- «**Начало переходной кривой**»,
- «**Конец переходной кривой**».

Ставят флажки напротив позиций **«Начало трассы»** и **«Конец трассы»**.

Далее раскрывают ветку **«Пикеты»** и ставят флажок напротив позиции «Главное значение пикета». Тогда в подписи границ будет указываться всё значение пикета, а не только плюсовое значение.

Можно уменьшить размер текста, для чего надо раскрыть ветку **«Стиль текста»** и задать размер символов, например, 2,5 мм.

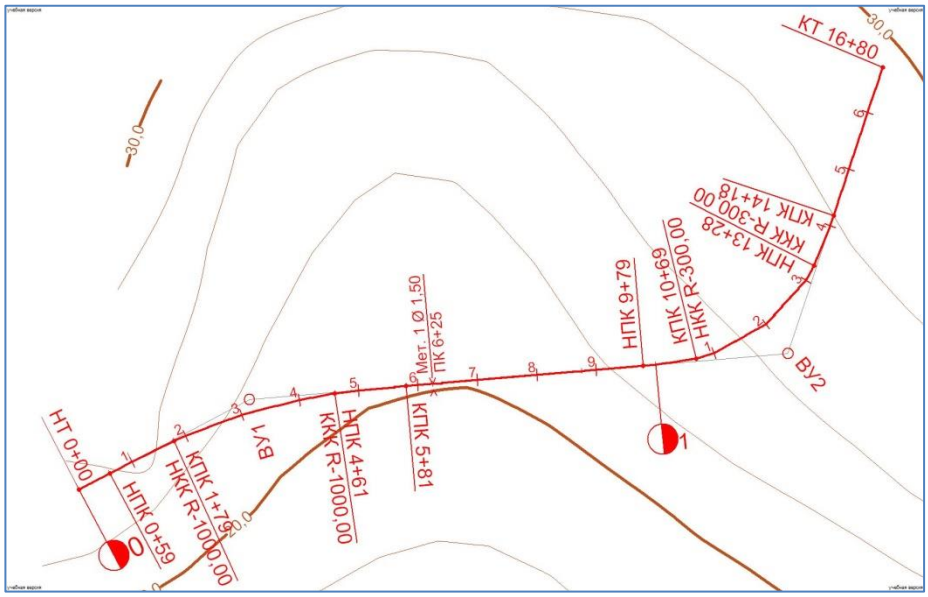


Рисунок 3.4 – Пример оформления трассы

3.6. Создание ведомости углов поворота, прямых и кривых

В конце проектирования создают ведомость углов поворота, прямых и кривых. Необходимо активизировать команду **«Чертежи и ведомости»**. В правой части ленты в блоке «Ведомости» находим пиктограмму «**План трассы»**  и раскрываем её. В появившемся списке **«Ведомость углов поворота, прямых и кривых плана трассы…»**.

В открывшемся окне необходимо настроить вид ведомости углов поворота в соответствии с [10]. Для этого вместо значения «Стандартный шаблон» выбирают позицию **«Без шаблона»**. Вывод километров указать, «**Как в ГОСТ 21.701.2013 (рисунок В.1)**». На ветке «**Дополнительно**» необходимо поставить флажки напротив позиций **«Координаты»** и **«Румб»** и убрать их напротив позиций «**Домер**» и «**Азимут**». После этого нажимают графическую кнопку **<ОК>**.

Далее, откроется окно «**Предварительный просмотр ведомости**» с ведомостью углов поворота, прямых и кривых. Нажимают на пункт **«Поместить в проект»**. Ведомость будет находиться на закладке

«Ведомости» над главным окном системы. Нужно перейти на эту закладку (рис. 3.5) и выбрать команду **«Экспортировать выбранную ведомость в файл»** - пиктограмму с изображением дискеты. Нужно выбрать папку, в которой хранится файл с этим проектом. Программа запишет туда файл в формате pdf и с именем «Ведомость углов поворота, прямых и кривых».

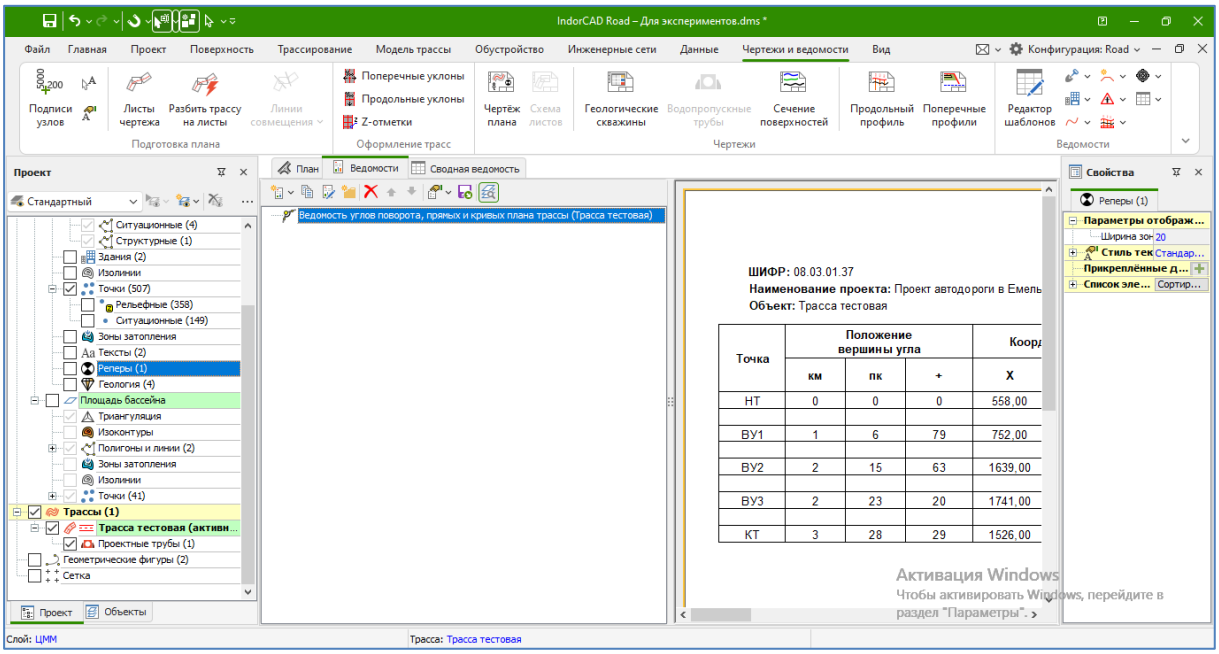


Рисунок 3.5 – Хранение ведомости в проекте

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РУКОВОДЯЩИХ И КОНТРОЛЬНЫХ ОТМЕТОК ПРОЕКТНОЙ ЛИНИИ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

4.1. Цель работы

Продольным профилем автомобильной дороги называют развёрнутую в плоскости чертежа проекцию оси дороги на вертикальную плоскость [7, 8]. На продольном профиле присутствует *линия земли по оси дороги*) и *проектная линия* – линия, с высотными отметками по оси проезжей части автомобильной дороги.

Перед началом построения проектной линии определяют руководящие отметки и контрольные точки. *Руководящая отметка* необходима для того, чтобы установить оптимальную высоту насыпи, которая обеспечит нормальные условия эксплуатации земляного полотна. *Контрольные точки* – точки, определяющие положение проектной линии

продольного профиля в начале и конце трассы, в местах пересечения автомобильных и железных дорог, а также водных препятствий [7, 8].

Цель работы – освоить методику определения руководящих и контрольных отметок для проектной линии продольного профиля.

В результате её выполнения студент должен научиться:

- делать разбивку трассы на поперечные профили;
- определять руководящую отметку из условия снегонезаносимости насыпи;
- из анализа стока воды на ЦММ находить места установки водопропускных труб;
- вычислять контрольные отметки для проектной линии продольного профиля;
- настраивать окно продольного профиля.

В качестве исходных данных используется проект трассы, выполненный в предыдущей лабораторной работе.

4.2. Определение руководящей отметки

На открытых участках местности с обеспеченным стоком воды руководящую отметку определяют из условия снегонезаносимости дороги [7, 8]. Схема к её определению показана на рис. 4.1.

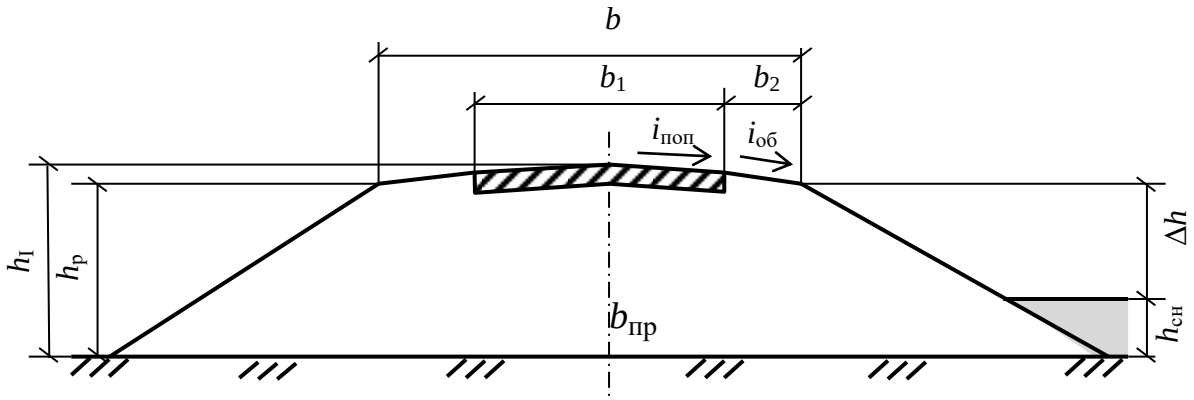


Рис. 4.1. Схема к определению руководящей отметки из условия снегонезаносимости дороги

Руководящую отметку вычисляют по формуле

$$h_{\text{рук}} = h_{\text{сн}} + \Delta h + i_{\text{об}} \cdot b_2 + i_{\text{поп}} \frac{b_1}{2}, \qquad (4.1)$$

где $h_{\text{сн}}$ – расчётная толщина снегового покрова 5%-ой обеспеченности; Δh – возвышение бровки земляного полотна над уровнем снежного покрова,

зависящее от категории автомобильной дороги; b_1 – ширина покрытия (суммарная ширина проезжей части и 2-х краевых полос); b_2 – ширина обочины за вычетом краевой полосы; $i_{об}$ – поперечный уклон неукреплённой части обочины; $i_{поп}$ – поперечный уклон покрытия.

Дорога IV категории обычно имеет следующие показатели. b_1 = 7 м; b_2 = 1,5 м, Δh = 0,5 м. Поперечные уклоны покрытия и обочин зависят от их вида. В случае асфальтобетонного покрытия $i_{поп}$ = 20 ‰. Уклон обочины $i_{об}$ = 40 ‰. При высоте снегового покрова 5%-ой обеспеченности $h_{сн}$ = 0,55 м руководящая отметка составит:

$$h_{рук} = 0{,}55 + 0{,}5 + 0{,}04 \cdot 1{,}5 + 0{,}02 \cdot \frac{7}{2} = 1{,}18\,\text{м}. \qquad (4.2)$$

4.3. Разбивка трассы на поперечные профили

Чтобы привязать трассу к ЦММ (определить отметки рельефа на пикетах и контрольных точках), требуется разбить трассу, т. е. назначить поперечные створы, в которых будут вычислены отметки и построены поперечные профили дороги. Данную процедуру выполняют с помощью команды **«Трассирование > Выполнить разбивку».** В открывшемся диалоговом окне следует указать шаг разбивки **100 м** и установить флажок напротив позиции «**На главных точках трассы»**. В этом случае разбивка будет сделана на пикетах и создадутся дополнительные поперечные профили в точках сопряжения элементов плана трассы (прямолинейных сегментов, переходных кривых, круговых вставок и пр.). Задают величину руководящей отметки в соответствии с вычисленным значением 1,18 м. После разбивки на изображении трассы появятся дополнительные линии, моделирующие верхнюю поверхность дороги.

Если при разбивке трассы были допущены ошибки (задана неверная руководящая отметка или шаг разбивки), то следует удалить разбивку, воспользовавшись командой «**Трассирование > Удалить разбивку»**. Рекомендуется проверить правильность разбивки до начала проектирования продольного профиля, так как её удаление приведёт к потере результатов проектирования продольного профиля и поперечных профилей трассы.

Помимо созданных поперечных створов требуется создать еще несколько, в которых будут задаваться контрольные точки для проектной линии. К *контрольным точкам* проектной линии относят следующие точки: начало и конец трассы; отметки проезжей части мостов и

путепроводов; минимальные отметки насыпи над трубами; отметки головки рельса железной дороги и отметки осей проезжих частей существующих автомобильных дорог на пересечениях в одном уровне с проектируемой дорогой. Отметки контрольных точек начала и конца трассы устанавливают по нивелировочному журналу. При учебном проектировании они принимаются в соответствии с руководящими отметками. Минимально допустимые отметки над трубами и мостами являются контрольными точками, ограничивающими положение проектной линии снизу [7, 8].

Дополнительно предполагается устройство перекрёстка на **ПК 8+76** при высоте насыпи **1,73 м**.

4.4. Разбивка дополнительных створов

Пикетажное положение трубы определяют на основе анализа стока воды по направлению стрелок (см. рис. 4.2). Если видимость уклонов была отключена, то нужно в дереве проектов установить флажок у объекта «**Триангуляция**», вызвать окно свойств для него и установить флажок напротив элемента **«Уклоны».**

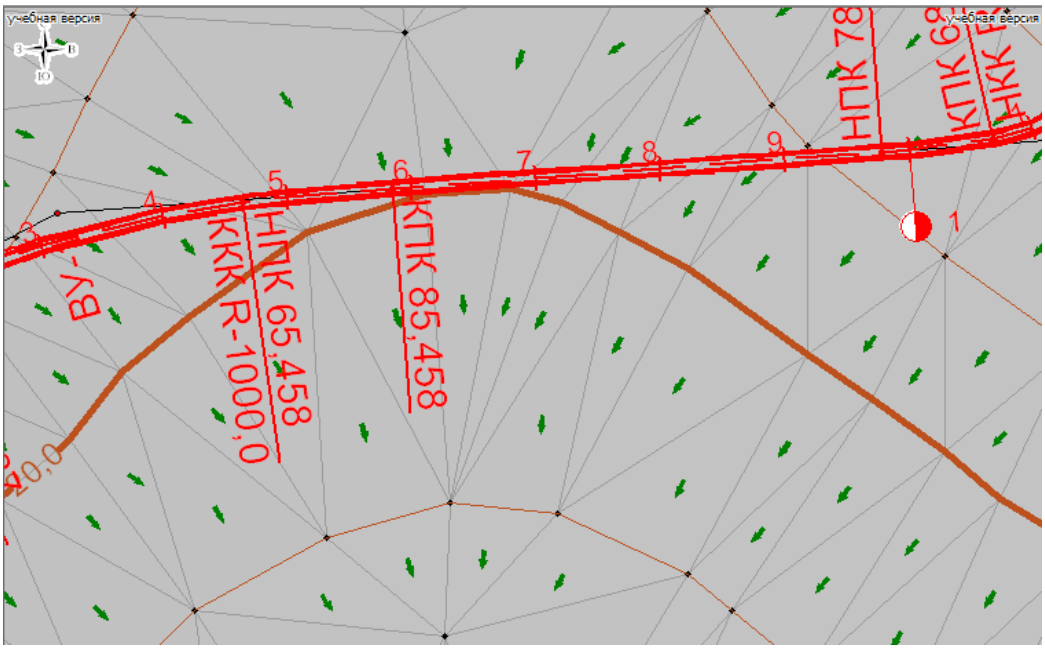


Рис. 4.2. Направление стока воды

Направления стрелок показывают, что поток воды устремляется в район ПК 6+25, следовательно, в этом месте должна быть устроена водопропускная труба.

Чтобы определить отметку местности на этом пикете, требуется создать дополнительный поперечный профиль. Для этого нужно перейти на закладку **«Трассирование»** и активировать команду **«Создание поперечного профиля»** с помощью пиктограммы . Далее, курсором мыши следует указать на трассе примерное положение нового поперечного профиля и щёлкнуть ЛКМ. В появившемся окне нужно уточнить пикет, т.е. ввести значение пикета **6**, значение плюса **25** и убрать флажок у позиции «**Скрытый**» установить его у позиции **«Ключевой»**, чтобы поперечник не был скрытым. Построенный створ поперечного профиля подкрасится жёлтым цветом. Это означает, что данный створ сейчас является активным, т. е. будет отображаться в специальном окне проектирования поперечного профиля. Аналогичным образом строят поперечный профиль в месте предполагаемого перекрёстка на **ПК 8+76**. И также не забываем переместить флажок с позиции «**Скрытый**» на позицию «**Ключевой**». Новый створ также подкрасится жёлтым цветом, т.е. теперь он стал активным.

Чтобы определить контрольные отметки, требуется знать отметки местности, которые удобно взять из окна продольного профиля дороги.

4.5. Вызов окна продольного профиля и настройка изображения

Окно, предназначенное для проектирования продольного профиля дороги, вызывают по команде **«Модель трассы > Продольный профиль»**. Оно состоит из трёх частей: *поля чертежа*, *сетки чертежа* и *окна свойств продольного профиля*.

На чертежах продольного профиля линейно-протяжённых объектов горизонтальный и вертикальный масштабы отличаются в 10 раз, поэтому в левом нижнем углу необходимо задать масштаб **1:10**. Увеличение и уменьшение изображения в поле чертежа осуществляют поворотом колеса мыши.

Проектная линия продольного профиля в заданной руководящей отметке отображается красным цветом, чёрным – линия существующей поверхности земли под осью трассы. Вертикальные линии, соответствующие разбивке трассы на поперечные профили (поперечники), отображаются светло-коричневым цветом (рис. 4.3).

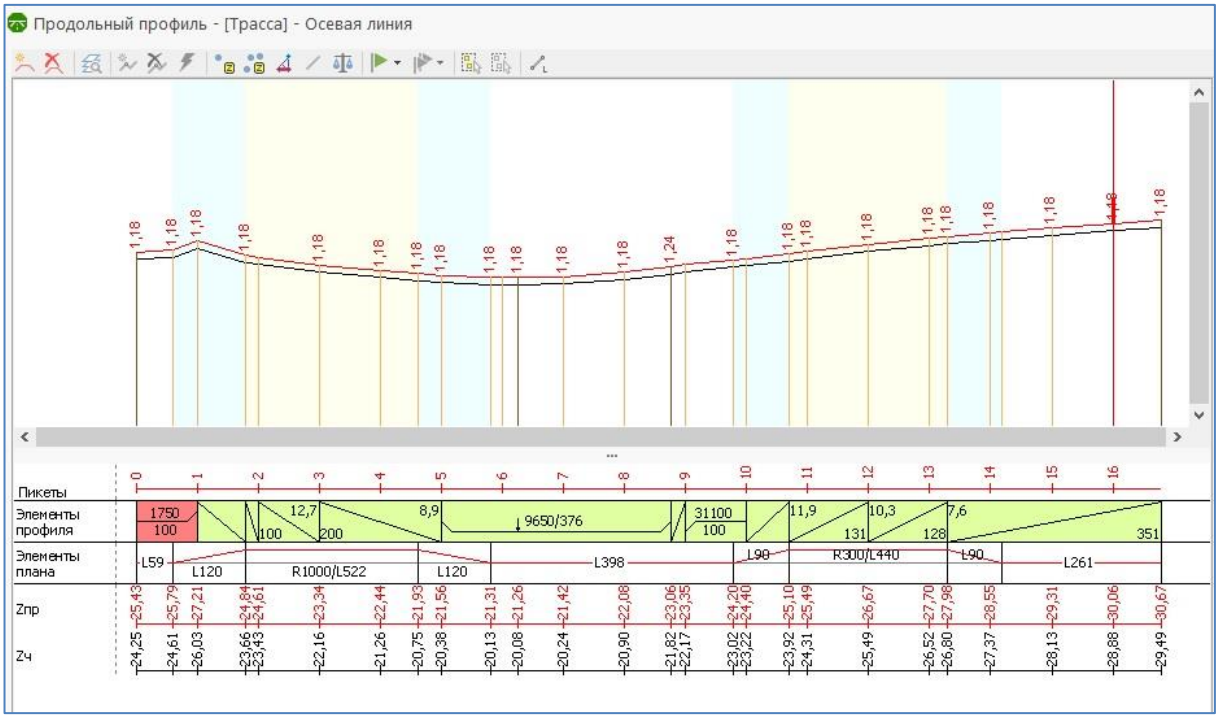


Рис. 4.3. Окно продольного профиля дороги

Над проектной линией красным цветом показаны *рабочие отметки* (разность между отметками оси дороги и отметками земли), синим цветом в скобках – *интерполированные рабочие отметки*, необходимые в случае разработки проекта ремонта или реконструкции дороги. Чтобы убрать синие отметки необходимо щелкнуть ПКМ по полю окна с чертежом продольного профиля и в появившемся окне убрать флажок напротив позиции «**Интерполированные отметки»**.

Внизу в сетке чертежа следует также щёлкнуть ПКМ и в появившемся окне убрать флажки напротив лишних параметров. В разделе отметок следует оставить флажки только напротив строк с проектными отметками и отметками земли, т. к. рабочие отметки показаны над проектной линией, а интерполированные отметки используются при выполнении проекта реконструкции или ремонта дороги. Фрагмент окна продольного профиля, с настроенным изображением поля и сетки чертежа, приведён на рис. 4.3.

Окно продольного профиля закрывается при нажатии курсором на крестик в правом верхнем углу окна продольного профиля.

4.6. Вычисление отметок контрольных точек

Контрольные точки в начале и конце трассы вычисляют по формуле

$$H = H_з + h_{рук}, \quad (4.3)$$

где $H_з$ – отметка местности на пикете контрольной точки. Тогда контрольная отметка в начале и конце трассы соответственно

$$H_{НТ} = H_з + h_{рук} = 24,25 + 1,18 = 25,43 \text{ м}.$$

$$H_{КТ} = H_з + h_{рук} = 29,49 + 1,18 = 30,67 \text{ м}.$$

Минимально допустимую высоту насыпи в створе оси трубы определяют по формуле

$$h_{тр} = d + \delta + \Delta, \quad (4.3)$$

где d – диаметр трубы, м; δ – толщина стенки трубы, м; Δ – расстояние от верха звена трубы до поверхности дорожного покрытия.

В случае установки гофрированных металлических труб $\delta = 0,03$ м; $\Delta = 0,8$ м. При использовании труб диаметром 1,5 м

$$h_{тр} = d + \delta + \Delta = 1,5 + 0,03 + 0,8 = 2,33 \text{ м}. \quad (4.4)$$

Тогда минимальная отметка проектной линии над трубой

$$H_{тр} = H_з + h_{тр} = 20,08 + 2,33 = 22,41 \text{ м}. \quad (4.5)$$

Отметка проектной линии на пересечении с дорогой в одном уровне на ПК 8+76 при высоте пересекаемой дороги $h_{дор} = 1,72$ м определится, как

$$H_{дор} = H_з + h_{дор} = 21,82 + 1,73 = 23,55 \text{ м}.$$

Найденные отметки помещают в ведомость контрольных точек (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Ведомость контрольных точек

№ точки	Название точки	Пикет	Отметка, м		Положение проектной линии
			земли	проектной линии	
1	НТ	0+00	24,25	25,43	проходит через точку
2	Труба	6+25	20,08	не менее22,41	не ниже точки
3	Перекресток	8+76	21,82	23,55	проходит через точку
4	КТ	16+79,6	29,49	30,67	проходит через точку

На основании контрольных точек прокладывают проектную линию продольного профиля дороги.

5. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ЛИНИИ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

5.1. Цель работы

В работе требуется создать проектную линию *классическим методом тангенсов*. Его суть заключается в том, что сначала строят ломаную линию, а затем в её углы вписывают вертикальные кривые [7, 8].

Цель работы состоит в том, чтобы научиться проектировать продольный профиль дороги классическим методом (методом тангенсов) в программе IndorCAD/Road.

В результате выполнения данной работы студент должен:

- освоить алгоритм проектирования продольного профиля дороги классическим методом в системе IndorCAD;
- построить проектную линию в соответствии с ограничениями и нормативными требованиями для заданной категории дороги;
- научиться оформлять продольный профиль дороги.

В качестве исходных данных используется проект, выполненный в предыдущей лабораторной работе.

5.2. Основные требования к проектной линии продольного профиля

При построении проектной линии должны соблюдаться некоторые требования к уклонам, минимальному радиусу и длинам вертикальных кривых, протяжённости выемок [9].

На значения уклонов накладывают ограничения [7-9]:

- уклоны не должны превышать максимально допустимые для заданной категории дороги (см. табл. 3.2);
- в условиях образования гололедицы на проезжей части искусственного сооружения (моста или путепровода) уклоны не должны превышать 30‰;
- в целях обеспечения отвода поверхностных вод от земляного полотна, уклоны проектной линии в местах выемок, на мостах и путепроводах должны быть не менее 5 ‰.

При проектировании вертикальных кривых должны соблюдаться требования:

- радиусы вертикальных кривых – не менее допустимых (см. табл. 3.2);
- длины выпуклых вертикальных кривых – не менее 300 м;
- длины вогнутых вертикальных кривых – не менее 100 м.

Дополнительно накладывается ограничение на длину выемки (не более 500 м), чтобы обеспечить своевременный отвод воды из кюветов.

5.3. Построение ломаной линии

Метод построения проектной линии выбирают в окне продольного профиля, вызываемого командой **«Модель трассы > Продольный профиль»**. В окне свойств продольного профиля на ветке «**Варианты профилей**» нажимают графическую кнопку **<+ Добавить>** и выбирают «**Новый профиль > Классический (пустой)**». Проектная линия станет отрезком, соединяющим точки начала и конца трассы в руководящей отметке.

В проектную линию необходимо добавить вершины, которые строятся на контрольных точках, возвышенностях и понижениях рельефа. Перечень вершин с их пикетажным положением приведён в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Пикеты вершин проектной линии продольного профиля

Вершина	Пикет
ВУ 1	3+00
ВУ 2	6+25
ВУ 3	8+76
ВУ 4	13+00

Вершины строят с помощью кнопки  «**Добавить вершину**», находящейся в верхней строке окна продольного профиля (см. рис. 5.1).

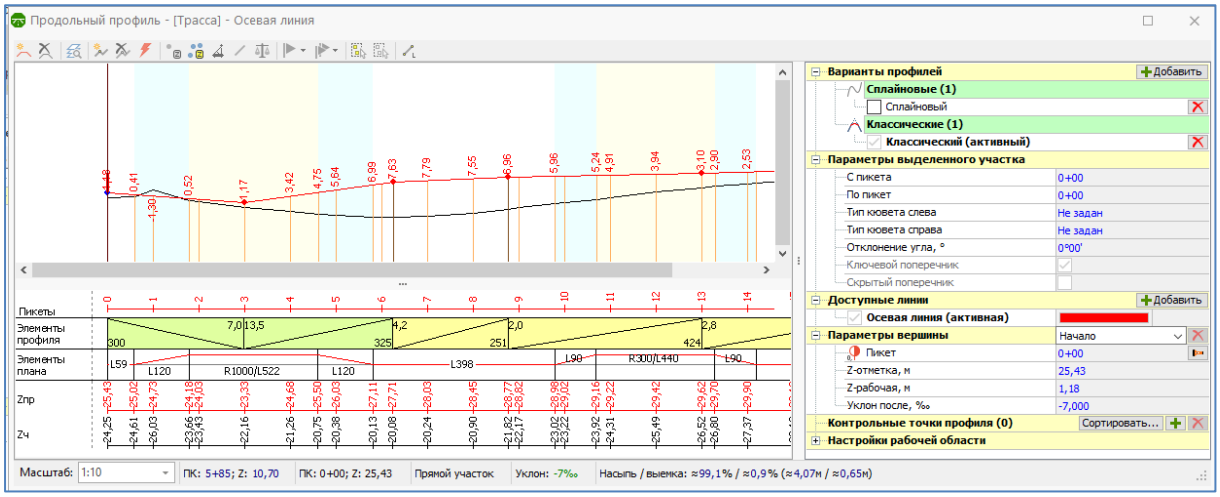


Рис. 5.1. Ввод параметров вершины с помощью инспектора объектов

После нажатия на неё у курсора появится изображение небольшой окружности. При подводе курсора к проектной линии, окружность меняется на знак «плюс». Нужно установить курсор на красной проектной линии в районе ПК 3+00 и щёлкнуть ЛКМ. Новая вершина сразу становится выделенной (отображается синим цветом). В окне свойств в поле «**Параметры вершины** > **Пикет**» необходимо уточнить пикетное положение вершины в соответствии с табличным значением (см. табл. 5.1). Аналогичным образом создают и остальные вершины.

Если при построении ломаного хода образовались лишние вершины, то их следует удалить. Для этого необходимо выделить вершину (или найти в списке – в окне свойств в графе «**Параметры вершин**», см. рис. 5.1) и нажать кнопку:  **«Удалить выделенную вершину».**

На следующем этапе построения задают значения уклонов отрезков в соответствии с табл. 5.2. Корректировку уклонов удобно вести последовательно от начального пикета трассы. Сначала курсором мыши в окне свойств выбирают вершину **«Начало трассы».** Следует убедиться, что рабочая отметка на ПК 0+00 соответствует вычисленному значению руководящей отметки 1,18 м. Если она оказалась изменённой, то в инспекторе объектов в окошке «**Z-рабочая, м**» проставляют значение **1,18 м**.

После этого заполняют графу «**Уклон после».** В районе ПК 1+00 трасса проходит в выемке, поэтому уклон линии должен быть не меньше 5 ‰. Согласно таблице 5.2 необходимо ввести отрицательный уклон **-7‰**. Знак «–» означает, что линия пойдёт на спуск (см рис. 5.1).

Таблица 5.2

Данные для построения ломаного хода проектной линии

Вершина	Пикет	Уклон после, ‰	Вид точки
НТ	0+00	-7	Начало трассы
ВУ-1	3+00	-2	Дополнительная точка для построения ломаной
ВУ-2	6+25	3	Труба
ВУ-3	8+76	11	Перекресток
ВУ-4	13+00	6,8	Дополнительная точка для построения ломаной
КТ	16+79,6		Конец трассы

Затем корректируют уклон второго отрезка ломаного хода, т. е. выделяют вершину на ПК 3+00 (ВУ-1) и корректируют уклон в поле «**Уклон после»** в соответствии со значением уклона из табл. 5.2. Аналогично поступают с вершинами ВУ-3 и ВУ-4. На последнем отрезке значение уклона не удаётся сделать целым, иначе проектная линия не пройдёт через контрольную точку конца трассы. Но всё же его стоит округлить до значения 6,8 ‰, тогда контрольная точка изменится на 1 см, что является приемлемым.

После построения ломаного хода следует сохранить результаты и ещё раз проверить введённые значения уклонов до ввода радиусов вертикальных кривых.

Корректировка уклонов на продольном профиле с вписанными вертикальными кривыми приводит к изменению уклонов по всей трассе. При наличии вертикальных кривых на проектной линии прямолинейные отрезки ломаного хода будут являться касательными к дугам вертикальных кривых, и изменение уклона ломаной приведёт к изменению уклона касательной, что, в свою очередь, автоматически изменит радиус вертикальной кривой, отметки и другие параметры проектной линии. Значение радиусов кривых обнуляют с помощью окна свойств для выделенной вершины в строке **«Параметры вершины > Радиус, м»** (рис. 5.1).

Убедившись, что все значения уклонов соответствуют данным из табл. 5.2, приступают к вписыванию вертикальных кривых. Последовательно для каждой вершины перелома в поле «**Радиус, м»** вводят значения радиусов вертикальных кривых согласно данным табл. 5.3.

Таблица 5.3

Данные для построения вертикальных кривых проектной линии

Вершина	Пикет	Уклон после, ‰	Радиус, м
НТ	0+00	-7	
ВУ-1	3+00	-2	25000
ВУ-2	6+25	3	50000
ВУ-3	8+76	11	15000
ВУ-4	13+00	6,8	75000
КТ	16+79,6		

В результате построения геометрические характеристики профиля должны совпасть с данными табл. 5.4. Построенный профиль показан на рис. 5.2.

В конце построения производят анализ профиля по строке сетки «**Элементы профиля**». В ней для прямых участков профиля подписан уклон и длина; для вертикальных кривых приведены значения параметров: длина кривой, радиус и точка, в которой уклон касательной равен 0 ‰.

Таблица 5.4

Геометрические характеристики проектной линии

Вершина	Пикет	Уклон после, ‰	Радиус, м	Длина кривой, м
НТ	0+00	-7		
ВУ 1	3+00	-2	25000	125
ВУ 2	6+25	3	50000	250
ВУ 3	8+76	11	15000	120
ВУ 4	13+00	6,8	75000	315
КТ	16+79,6			

В графе «**Элементы профиля»** части проектной линии отображаются на цветном фоне, который «подсказывает», соблюдены ли нормы проектирования:

- зелёный фон означает, что ограничения не нарушены;
- красный – радиус кривой менее допустимого или уклон прямого участка более допустимого;
- жёлтый – выбрано неудачное сочетание элементов.

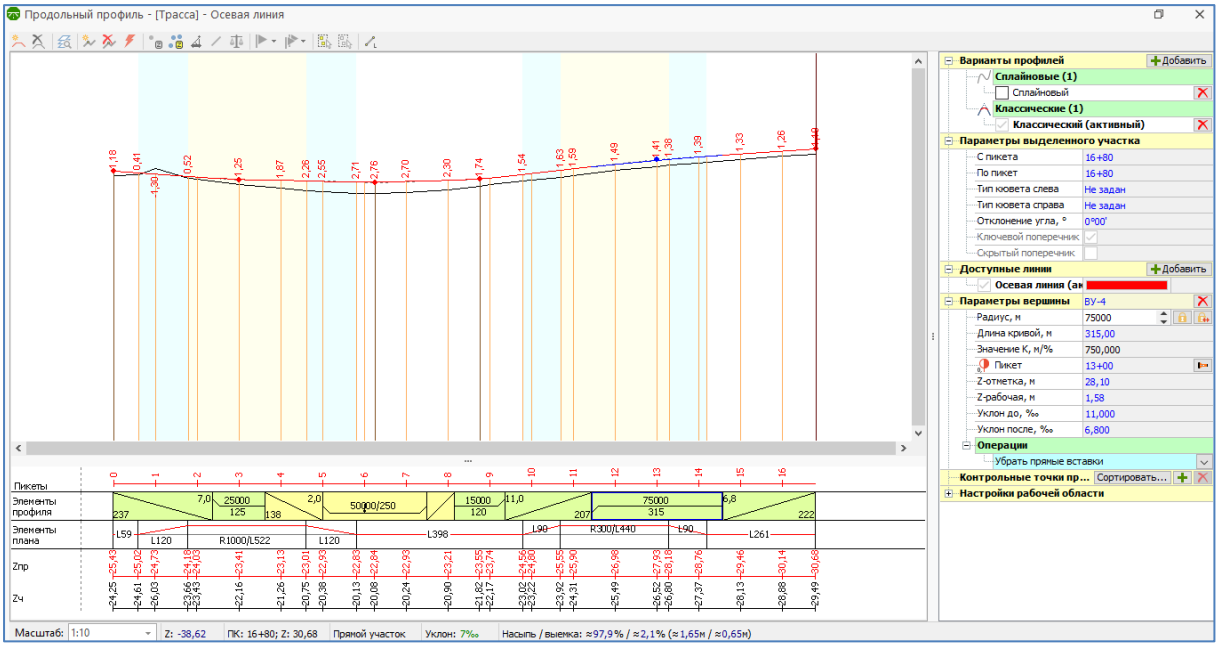


Рисунок 5.2 – Проектная линия продольного профиля

На построенном профиле жёлтым цветом выделены участки с уклоном менее 5 ‰. Ограничение на минимальный уклон применимо только к участкам выемок. Так как на профиле жёлтый диапазон совпадает с участком насыпи, то данным предупреждением программы можно пренебречь.

6. УСТРОЙСТВО ТРУБ, ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ВЫРАБОТОК И РЕПЕРОВ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

6.1. Цель работы

Цель работы – научиться устанавливать трубы и геологические выработки по трассе и заполнять их характеристики.

В результате выполнения данной работы студент должен научиться:

- устанавливать трубы на плане трассы;
- задавать расположение шурфов и скважин в полосе отвода;
- заполнять литологическую колонку;
- наносить реперы.

Исходными данными является проект продольного профиля дороги, разработанный в предыдущей лабораторной работе.

6.2. Устройство труб

Водопропускную трубу на ЦММ создают с помощью команды «**Обустройство > Водопропускные трубы**» в правой верхней части экрана. Двойным щелчком мыши следует указать положение трубы на оси активной трассы в районе ПК 6+25. В дереве проектов у проектируемой трассы появится новый объект «**Проектные трубы**», а на плане – новая труба (рис. 6.1).

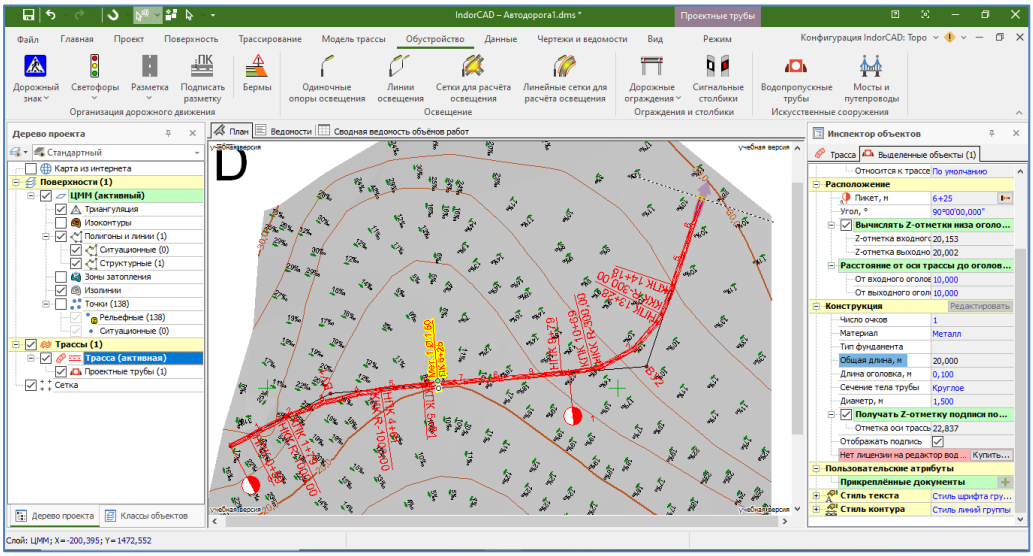


Рис. 6.1. Рабочее окно с построенной трубой

Редактирование трубы производят с помощью окна свойств для элемента «**Проектные трубы**» (в дереве объектов ЛКМ выделить объект «**Проектные трубы**»). Редактируемая труба должна быть выделена, т. е. подсвечена жёлтым цветом. Если выделение отсутствует, то необходимо в рабочем окне щёлкнуть дважды ЛКМ по трубе, построенной на трассе.

В окне свойств следует перейти на закладку «**Выделенные объекты**» и задать параметры:

- расстояние от оси трассы до оголовков: **10 м** от входного оголовка; **10 м** – от выходного оголовка;
- число очков (отверстий) – **1**;
- тип фундамента – **гравийно-песчаная подушка**;
- материал – **металл**;
- длина оголовка – **0,1** м;
- сечение тела трубы – **круглое**;
- диаметр – **1,5** м;
- положение – ПК **6+25**;
- угол – **90°**.

Далее следует поставить флажок напротив позиции **«Вычислять *Z*-отметки низа оголовков по поверхности»**.

6.3. Устройство скважин и шурфов

6.3.1 Правила устройства скважин и шурфов. При принятии проектных решений следует учитывать геологическую характеристику местности. Проектировщик должен владеть информацией о физических свойствах грунтов и наличии грунтовых вод, чтобы оценить надёжность оснований дорожных одежд и искусственных сооружений, устойчивость высоких насыпей и откосов выемок. Грунтовый разрез трассы выполняют по данным инженерно-геологических обследований, осуществляемых благодаря устройству шурфов и скважин. *Шурфы* – это вертикальные выработки сечением 1,2-2 м, устраиваемые на равнинных участках трассы ручным способом. Скважины бурят в местах предполагаемого строительства искусственных сооружений (труб и мостов), на участках глубоких выемок, под высокими насыпями. В остальных местах копают шурфы. На 1 км трассы обычно устраивают не менее трёх геологических выработок (шурфов или скважин). Геологические выработки закладывают в пределах придорожной полосы шириной до 200 м [7, 8].

На глубину скважин влияет несколько факторов: её местоположение, тип грунта, вид земляного полотна, капитальность искусственных сооружений. В выемках глубина бурения скважины должна дать представление о грунтовом профиле не менее чем на глубину промерзания грунта и толщины дорожной одежды ниже бровки земляного полотна:

$$h_{\text{скв}} = h_{\text{прмз}} + h_{\text{в}}, \qquad (6.1)$$

где $h_{\text{скв}}$ – глубина скважины, $h_{\text{прмз}}$ – глубина промерзания, $h_{\text{в}}$ – рабочая отметка выемки (глубина выемки). Например, глубина промерзания составляет $h_{\text{прмз}}$ = 3 м, тогда заложение скважины под выемкой глубиной $h_{\text{в}}$ = 1,3 м должно быть не менее 4,3 м.

Скважины под высокими насыпями бурят на величину активной зоны, в пределах которой происходит сжатие пор грунта под действием веса насыпи [8], в среднем на 3-4 м. Глубина скважины у трубы составляет 6-8 м. Шурфы обычно имеют глубину 1,5-2 м.

В разрабатываемом проекте дороги скважины необходимо предусмотреть в начале и конце трассы, под выемкой и трубой. На **ПК 11+00** закладывают шурф.

6.3.2. Создание геологических выработок на ЦММ. Чтобы создать скважину или шурф необходимо активировать команду «**Главная** > **Ситуация** > **Геология** > **Геологические скважины**».

Устанавливают скважины в начале трассы, на ПК 1+00, ПК 6+25, ПК 11+00 и конце трассы двойным щелчком ЛКМ. В дереве объектов в группе **«ЦММ»** появится новый объект **«Геология»** с указанием в скобках количества построенных скважин – 5.

6.3.3. Задание свойств скважины. На ЦММ выделяют скважину, построенную в начале трассы – ставят курсор в центр кружка, изображающего скважину (при этом курсор переходит в режим «**Захват**», т.е. приобретает вид перекрестья с кружком), и щёлкнуть левой кнопкой мыши. Скважина подсветится жёлтым цветом и активизируется окно свойств для выделенной скважины (рис. 6.2).

На ветке «**Паспорт**» вводят тип скважины. Для скважин вводят название «**Разведочная скважина без воды**». Такие скважины обозначаются в программе как С. Далее задают индекс, т.е. порядковый номер скважины. По умолчанию программа сама присваивает индекс по мере построения скважин. Далее выбирают способ бурения: «**Колонковый**». Диаметр скважины остаётся по умолчанию – **127** мм.

Для шурфов вводят название «**Шурф**». Шурфы будут обозначаться: Ш-1, Ш-2 и т.д. Далее выбирают способ бурения: «**Ручной**». Размер шурфа – **1000** мм (т. е. 1 метр).

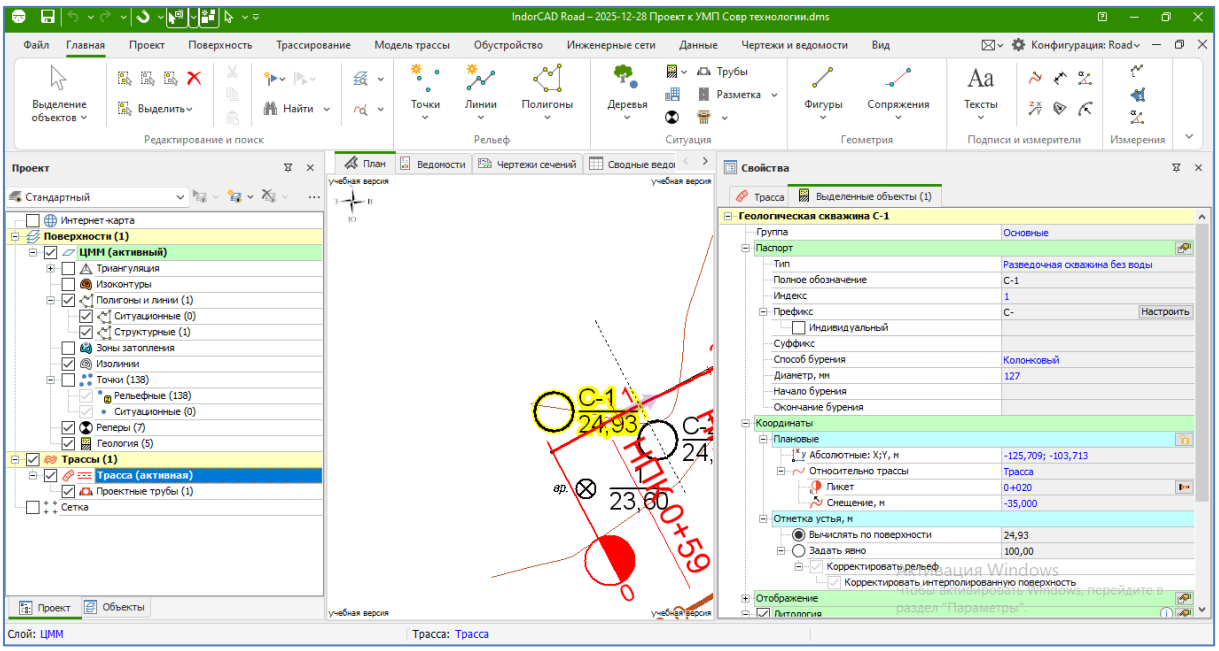


Рис. 6.2. Окно свойств для выделенной скважины

Затем необходимо уточнить расположение скважины в плане. Его можно задать координатами *X* и *Y* или относительно проектируемой трассы. В лабораторной работе используется второй способ. Значения пикетов и смещений приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Характеристики геологической выработки

№ выработки	Префикс	Пикет	Смещение, м
1	С-	0+20	-35
2	С-	1+00	40
3	С-	6+25	35
4	Ш-	11+00	25
5	С-	16+50	-30

На ветке «**Координаты / Плановые / Относительно трассы**» выбирают имя проектируемой трассы (по умолчанию там указан вариант «**Ближайшая трасса**»). Отрицательный знак указывает на расположение геологической выработки слева от оси трассы. Число считается введённым в программу, если после нажатия клавиши <**Enter**> оно станет станет синим.

6.3.4. Заполнение литологической колонки. На следующем этапе нужно сформировать геологические слои в соответствии с данными таблицы 6.2.

Таблица 6.2

Геологические слои

№ выра-ботки	Первый слой		Второй слой		Консистенция
	мощность, м	Грунт	Мощность, м	Грунт	
1	2,5	суглинок	2,0	песок мелкий	малой степени водонасыщения
2	2,5	суглинок	2,0	песок мелкий	малой степени водонасыщения
3	2,0	суглинок	4,0	песок мелкий	средней степени водонасыщения
4	2,0	суглинок	0	песок мелкий	малой степени водонасыщения
5	2,0	суглинок	2,5	песок мелкий	малой степени водонасыщения

Для этого вызывают редактор геологических скважин с помощью команды: «**Главная** > **Ситуация** > **Редактор геологических скважин**», рис 6.3.

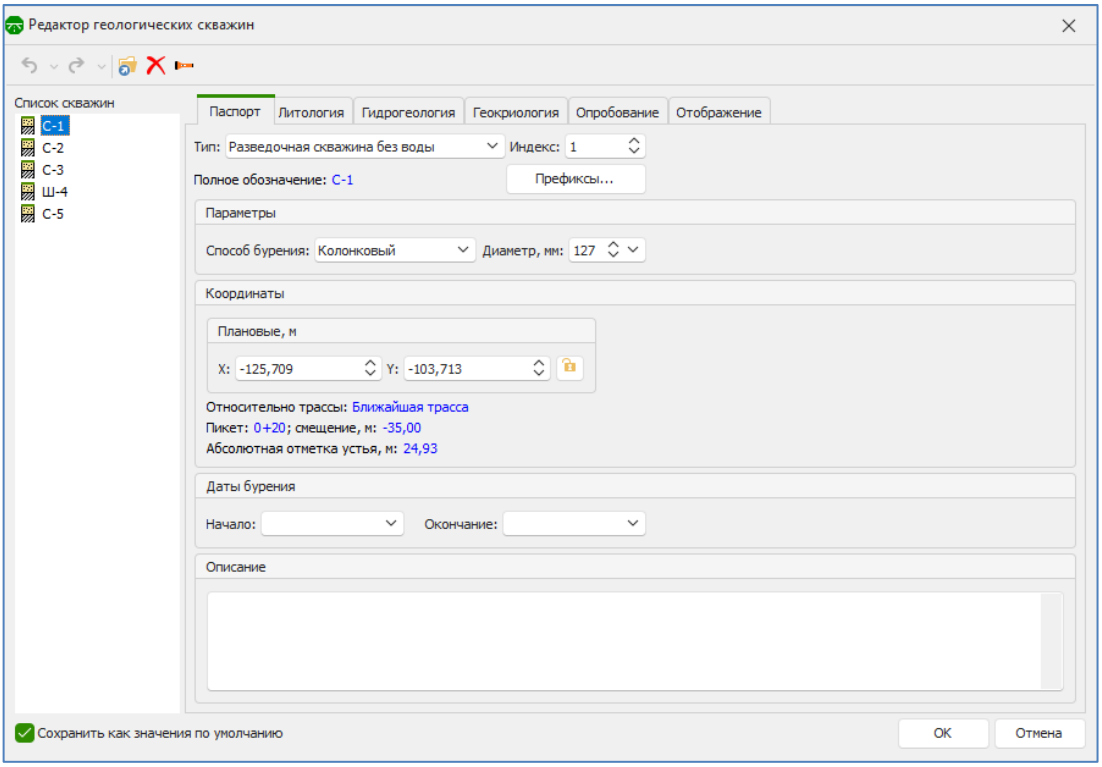


Рис. 6.3. Окно редактора геологических скважин

В редакторе геологических скважин необходимо перейти на закладку «**Литология**», содержимое которой показано на рис. 6.4.

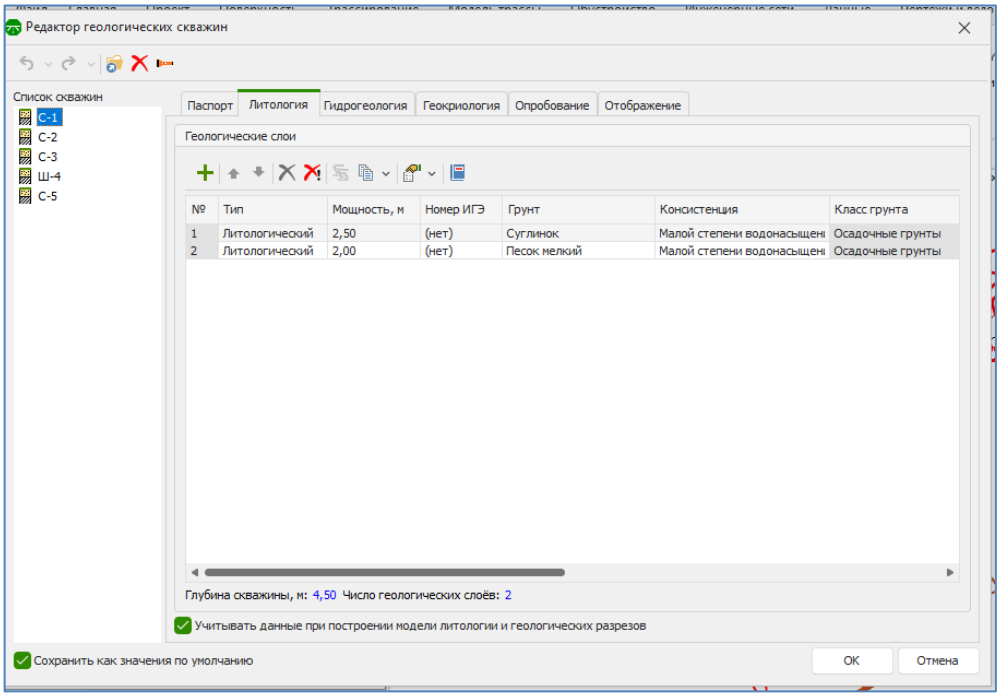


Рис. 6.4. Таблица на закладке «Литология»

Создают первый геологический слой, нажимая графическую кнопку < + >. По умолчанию установлен литологический слой. Помимо литологических слоёв в программе предусмотрены почвенно-растительный и балластный слои.

Во второй колонке, называемой **«Мощность»**, задают толщину слоя в соответствии с табл. 6.2.

Колонку «**Номер ИГЭ**», т. е. номер инженерно-геологического элемента из классификатора грунтов не заполняют.

В колонке «**Грунт**» выбирают группу **«Осадочные грунты»**, в которой указывают грунт «**Суглинок**». Если ячейка пустая или появляется какой-то другой грунт, то ячейку нужно изменить с помощью редактора грунтов. Для этого в меню окна **«Геологические слои»** выбирают пиктограмму **«Запустить редактор библиотеки грунтов»** (рис. 6.5).

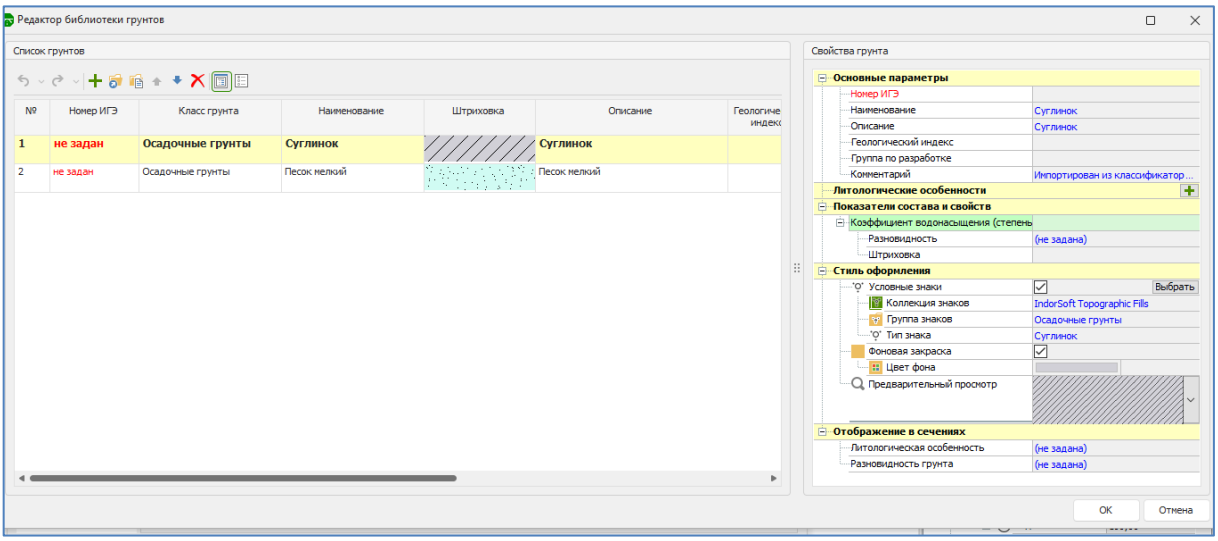


Рис. 6.5. Окно редактора библиотеки грунтов

В окне свойств грунта (рис. 6.5) задают наименование грунта. На ветке «**Стиль оформления**» выбирают группу знаков «**Осадочные грунты**», тип знака «**Суглинок**». Геологический слой будет отображаться на грунтовом разрезе соответствующим знаком. Окно редактора можно закрыть.

Далее устанавливают консистенцию грунта (столбик в таблице «**Консистенция**» на рис. 6.4). Если он не виден, то следует прокрутить в таблице горизонтальную полосу прокрутки вправо. Значения консистенции задают в ячейке, щёлкая ЛКМ по ней. Выбирают папку «**По**

степени влажности» и степень влажности в соответствии с табл. 6.2. На первой скважине консистенция грунта по влажности – «**Малой степени водонасыщения**».

На следующем этапе добавляют второй слой, нажимая снова графическую кнопку < + >. Слой также должен быть литологическим. Мощность – в соответствии с табл. 6.2; грунт – «**Песок мелкий»**. Тогда глубина скважины, установленной в начале трассы, составит 4,5 м. Редактирование грунта происходит аналогичным образом.

6.3.5. Редактировние скважины под выемкой на ПК 1+00. Аналогичным образом выделяют на ЦММ скважину на ПК 1+00 и вносят её характеристики в соответствии с данными из табл. 6.2. Грунты принимают те же: суглинок и песок пылеватый. Так как под выемками глубина скважины складывается из глубины выемки и глубины промерзания, составляющей для г. Красноярска 3 м, то глубина скважины под выемкой с рабочей отметкой 1,3 м должна быть не менее 4,5 м. Отсюда следует, что мощность второго слоя из песка пылеватого составляет 2 м.

6.3.6. Редактирование скважины под трубой на ПК 6+25. Алгоритм заполнения характеристик скважины такой же. Принимая глубину скважины 6 м, мощность второго слоя следует задать **– 4,0 м.** грунты остаются те же. Так как в районе трубы грунт бывает чаще всего насыщен водой, то консистенцию «**Средней степени водонасыщения»**.

6.3.7. Редактирование выработки на ПК 11+00. В этом месте устраивают шурф, поэтому в паспорте нужно указать тип **«Шурф»**. Учитывая физическую глубину шурфа и толщину верхнего слоя суглинка, мощность второго слоя должна быть нулевой.

6.3.8. Редактировние скважины в конце трассы. В конце трассы располагается скважина с характеристиками из табл. 6.2 и аналогичными предыдущим скважинам грунтами.

6.3.9. Настройка отображения геологических колонок на продольном профиле дороги. Вызывают окно свойств для объекта **«Геология»** (нужно щёлкнуть ЛКМ по объекту «**Геология**» в окне «**Проект**»). В нём указаны параметры отображения геологических колонок. Напротив позиции **«Отображать колонки в разрезах»** необходимо установить флажок.

Здесь также указана ширина полосы отображения близких и снесенных выработок. Если скважины будут располагаться за пределами

этой полосы, то они не попадут в грунтовый разрез на чертеже продольного профиля дороги. Ширина полосы для снесённых выработок должна превышать максимальную величину смещения на 10 м. Так как у скважины на ПК 1+00 смещение от оси трассы составляет 40 м, то параметру **«Ширина полосы снесённых выработок, м**» задают значение **50**.

В соответствии с нормативными требованиями слои грунта следует обозначать консистенцией, поэтому в позиции **«Обозначение грунтов»** необходимо выбрать параметр **«Штриховкой консистенции»**.

В группе параметров «**Дополнительные данные по грунтам**» флажок напротив всех позиций (**Геологические индексы элементов**, **Номера инженерно-геологичесих элементов**, **Группы грунтов по разработке)** можно убрать, т.к. мы их не задаём.

В группе **«Геологические слои»** необходимо поставить флажок напротив позиции «**Отображать штриховку**».

Включить способ построения – **«По колонкам»**.

Список построенных скважин можно увидеть в инспекторе объектов, если раскрыть ветвь **«Список элементов**».

В конце настройки изображений рекомендуется для каждой скважины вызвать окно **«Свойства геологических скважин»** и на закладке «**Отображение > Разрезы»** убедиться, что там стоит флажок напротив позиции «**Отображать колонки в разрезах**». Если флажок отсутствует, то данная выработка не будет отображаться на разрезе (в старой версии программы **«Трехмерной модели»**).

Построенный грунтовый профиль можно увидеть в окне **«Продольный профиль»**, рис. 6.6.

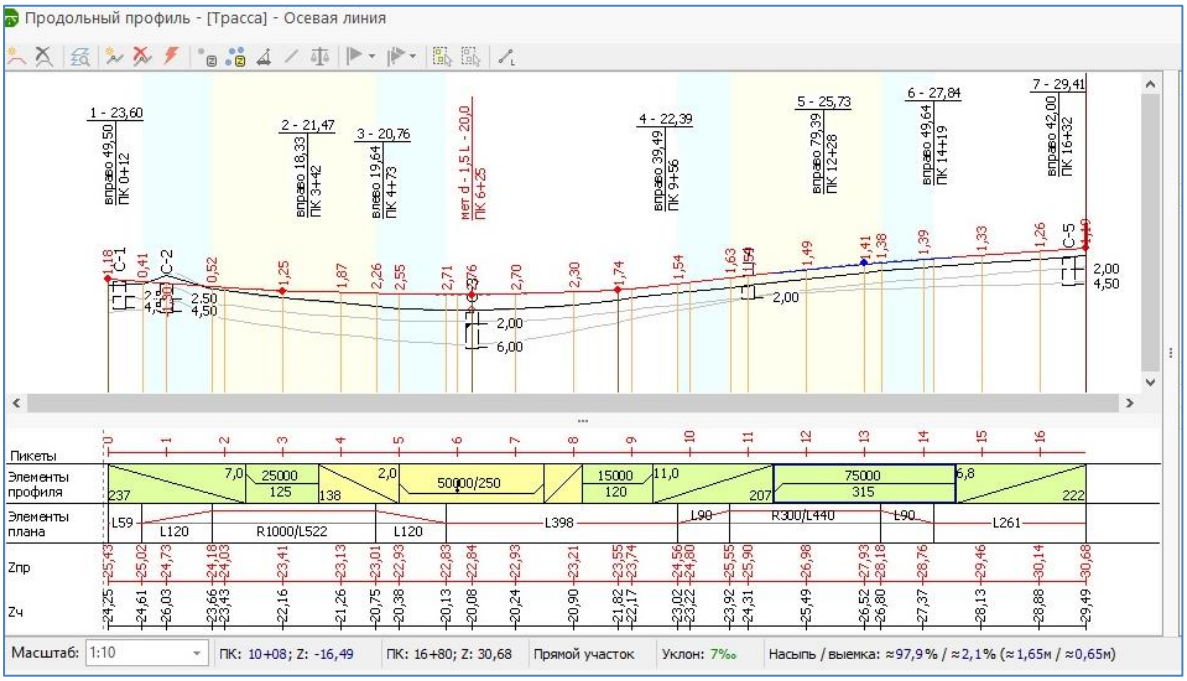


Рис. 6.6. Продольный профиль с грунтовым разрезом, трубой и реперами

6.4. Расстановка реперов по трассе

Репе́р – это геодезический знак, который закрепляет точку на местности с известной абсолютной отметкой. Реперы необходимы для привязки трассы при выносе её проекта на местность. Чтобы привязать трассу, необходимо располагать реперами на небольшом расстоянии от главных точек трассы: начала и конца трассы, вершин углов поворота, начала и конца закругления [7, 8]. Реперы строятся в соответствии с ведомостью в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Ведомость реперов

№	Вид репера	Плановые координаты		Отметка, м
		X, м	*Y*, м	
1	Временный	-204,0	-71,0	23,60
2	Фундаментальный	-47,0	212,0	21,47
3	Временный	16,0	333,0	20,76
4	Временный	0,0	820,0	22,39
5	Временный	72,0	1122,0	25,73
6	Временный	278	1206	27,84
7	Временный	483	1266	29,41

Чтобы создать репер на цифровой модели необходимо в главном окне программы на ленте с вкладками активировать команду «**Главная** >

Реперы». Устанавливают реперы в любом месте ЦММ щелчком мыши на некотором расстоянии от оси трассы. В дереве проекта в группе **«ЦММ»** появится новый объект **«Реперы»** с указанием в скобках количества построенных реперов (рис. 6.6).

Редактирование реперов производят с помощью инспектора объектов для элемента «**Реперы»** (в дереве проекта ЛКМ выделить объект **«Реперы»**). Редактируемый репер должен быть выделен, т.е. подсвечен жёлтым цветом. Если выделение отсутствует, то необходимо в рабочем окне щёлкнуть дважды ЛКМ по построенному реперу.

Для выделенного репера на вкладке **«Выделенные объекты»** в соответствии с табл. 6.3 задают соответствующие характеристики. В группе **«Параметры»** – номер и тип репера (временный, фундаментальный и т.п.). В группе **«Координаты»** задают плановые абсолютные координаты и абсолютную отметку. В позиции **«Z-отметка»** необходимо нажать графическую кнопку **<По поверхности>**.

Продольный профиль с надпрофильными обозначениями реперов приведен на рис. 6.6. Если не все реперы отражаются на чертеже, то необходимо увеличить ширину полосы поиска реперов: в окне инспектора объектов для реперов на закладке **«Реперы»** надо раскрыть ветку **«Параметры отображения в разрезах»** и параметру **«Ширина зоны поиска, м»** задать значение 100 м.

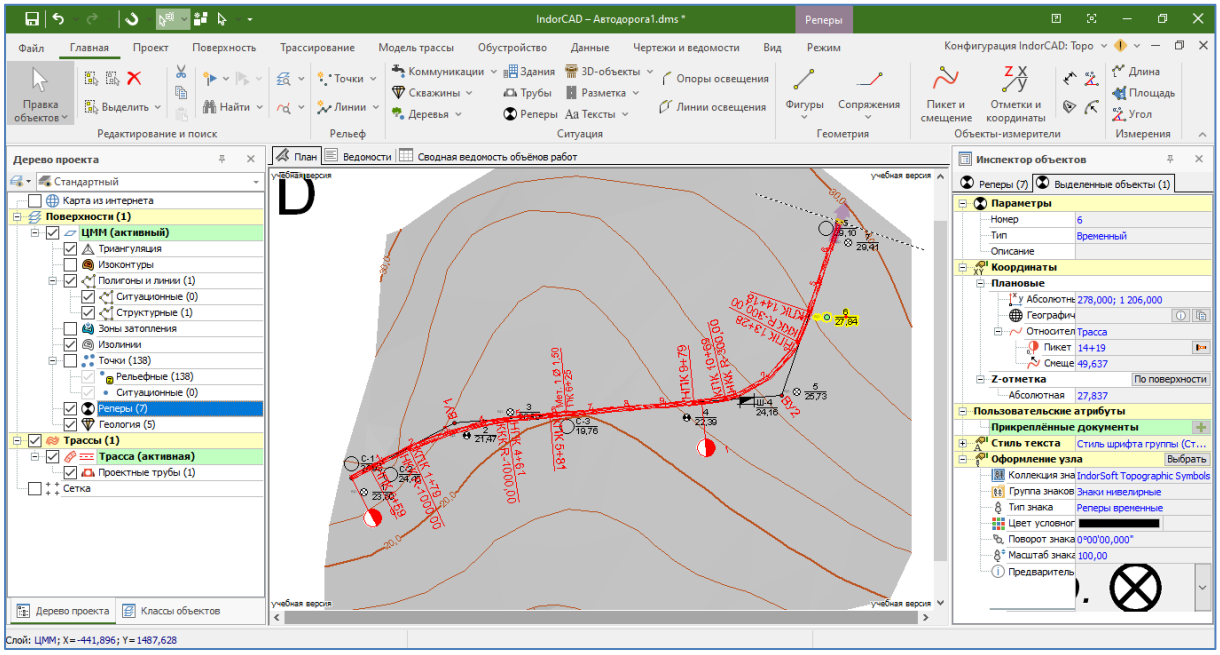


Рис. 6.7. Рабочая область с реперами

7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

7.1. Цель работы

Поперечные профили дороги назначают в зависимости от категории дороги, высоты насыпи или глубины выемки, грунтовых условий и с учётом природных особенностей района строительства [7, 8]. Цель работы – научиться конструировать поперечные профили дороги в программе IndorCAD/Road.

В результате выполнения данной работы студент должен:

- анализируя проектную линию продольного профиля, научиться назначать конструкции типовых поперечных профилей дороги;
- задавать в программе IndorCAD поперечные профили по стандартному сценарию;
- редактировать поперечные профили;
- применять выбранный тип поперечного профиля на отдельных участках трассы.

В качестве исходных данных используется проект, выполненный в предыдущей лабораторной работе.

7.2. Проектирование верха проектной поверхности

Проектирование поперечных профилей начинают с создания шаблона *верха проектной поверхности* (ВПП), под которой понимают верхнюю часть поперечного профиля дороги между бровками земляного полотна. Шаблон ВПП определяет количество полос движения и их характеристики (ширину и поперечный уклон), параметры обочин (ширину и поперечный уклон краевой полосы, ширину и поперечный уклон неукрепленной части обочины), наличие разделительной полосы, бортового камня и т. п. Шаблон можно применять ко всем поперечным профилям трассы или к отдельным участкам трассы. В лабораторной работе используют только один стандартный шаблон ВПП и применяют его ко всем поперечным профилям дороги.

Вызов шаблона осуществляют командой «**Модель трассы > Шаблоны ВПП**». В списке предлагаемых шаблонов в группе **«Автомобильные дороги»** выбирают назначенный стандартный шаблон

«**IV категория 2 полосы (1+1)**» и вариант «**Для обеих частей**», т. е. шаблон будет применён слева и справа от оси дороги. После подтверждения курсором мыши откроется окно с вопросом программы: «**Применить шаблон «IV-я категория 2 полосы (1+1)» для обеих частей ВСЕЙ трассы?**» следует дать утвердительный ответ.

Размеры полосы движения, краевой полосы и оставшейся части обочины соответствуют нормативным требованиям к дороге IV категории. Поперечные уклоны полосы движения, краевой полосы и обочины тоже отвечают условиям II и III дорожно-климатической зоны, поэтому данный шаблон можно применить ко всем поперечным профилям дороги. Если числовые характеристики вызванного шаблона не соответствуют расчётным значениям, то их следует поменять с помощью обменного окна «**Свойства**».

7.3. Настройка изображения поперечного профиля

Проектирование поперечных профилей трассы осуществляют с помощью специального окна, вызываемого командой «**Модель трассы > Поперечный профиль**». Окно активно, если выполнена разбивка трассы на поперечные профили. Вид окна приведён на рис. 7.1.

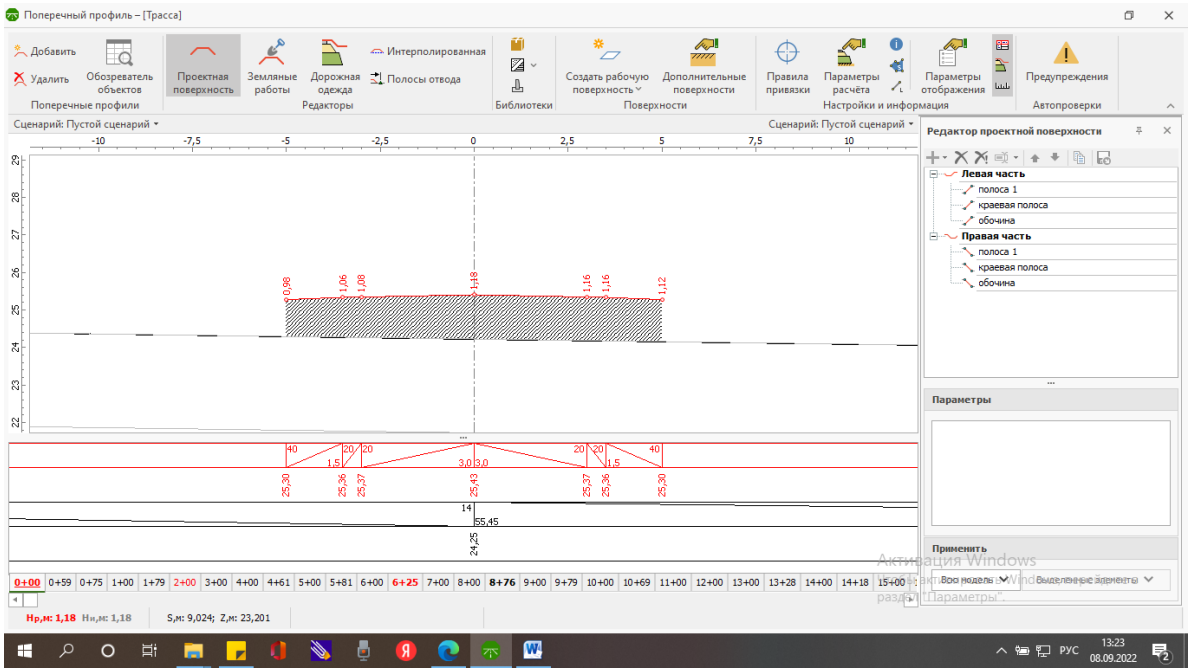


Рис. 7.1. Рабочее окно «Поперечный профиль»

В рабочем поле чёрной линией отображается сечение существующей поверхности земли, красной линией – сечение проектной поверхности. В

нижней части окна расположены закладки, соответствующие поперечным профилям, на которые разбита трасса. Перемещаться по закладкам можно, щёлкая по ним мышью, или двигая бегунок горизонтальной полосы прокрутки, расположенной под закладками.

В нижней части окна, называемой *строкой состояния*, отображаются: «$\boldsymbol{H_р}$**, м»** – рабочая отметка; «***S*, м»** – расстояние от оси поперечника до текущего положения указателя мыши; «***Z*, м»** – абсолютная отметка текущего положения указателя мыши.

Перед началом проектирования следует настроить отображение поперечного профиля, для чего активируют окно **«Параметры отображения»**, пиктограмма которого находится в правой части окна **«Поперечный профиль»** (см. рис. 7.1). В открывшемся окне в группе «**Общие**» задают соотношение масштабов **1:1**, что означает равенство горизонтального и вертикального масштабов (см. рис. 7.2). Также ставят флажки напротив позиций «**Отображать чёрную поверхность**» и «**Проектная поверхность»**. Все остальные флажки в этой группе параметров «**Общие**» нужно убрать. Цвет проектной поверхности – красный.

На ветке «**Подписи отметок**» ставят флажок напротив позиции «**Подписывать рабочие**», а на ветке «**Положение отметок?**» – «**Над узлами проектной поверхности».** Ставим флажок напротив ветки «**Отображать шапку**» и убираем флажок напротив ветки **«Использовать стили для объектов земляных работ»** (рис. 7.2). В последнем случае убирается штриховка земляного полотна.

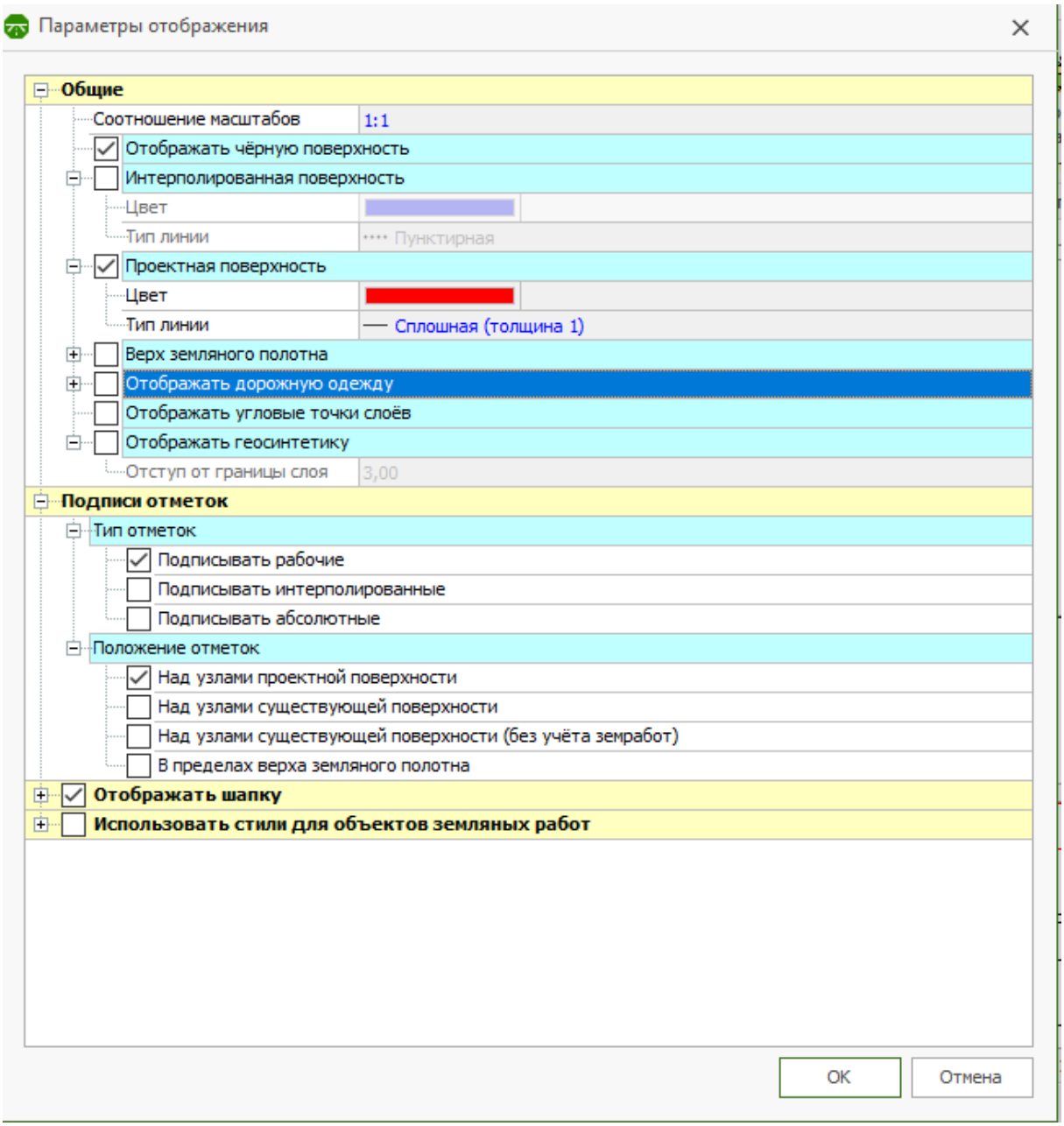


Рис. 7.2. Окно настройки отображения поперечного профиля

Далее, нужно раскрыть ветку «**Отображать шапку**» и установить флажки, как показано на рис. 7.3. Для проектной поверхности задают высотные отметки, расстояния и уклоны, а для существующей поверхности – высотные отметки и расстояния.



Рис. 7.3. Настройка отображения шапки (или сетки) чертежа поперечного профиля

В лабораторной работе необходимо запроектировать четыре типа поперечного профиля: насыпь высотой до 2 м, насыпь высотой более 3 м, раскрытая выемка и выемка на снегозаносимых участках трассы. Построение проектной поверхности требует некоторых навыков работы и знания названий всех элементов поперечного профиля, поэтому рекомендуется сначала воспользоваться стандартным сценарием проектирования, а потом внести в построения необходимые изменения.

Первый поперечный профиль конструируют в начале трассы, поэтому в нижней части окна **«Поперечный профиль»** переходят на закладку пикета **0+00**.

7.4. Проектирование поперечного профиля на ПК 0+00

Рабочая отметка на ПК 0+00 составляет 1,18 м, следовательно, должен быть запроектирован тип поперечного профиля, применяемый при высоте насыпи до 2 м с кюветами [7].

В левом верхнем углу окна задают сценарий поперечного профиля, раскрывая выпадающее меню у позиции **«Сценарий»**. В нём выбирают позицию **«Стандартный сценарий для пылеватых грунтов»**. Программа автоматически построит откосы, кюветы и сделает сопряжение проектной поверхности с существующей поверхностью земли. Элементы поперечного профиля будут окрашены в розовый цвет (см. рис. 7.4).

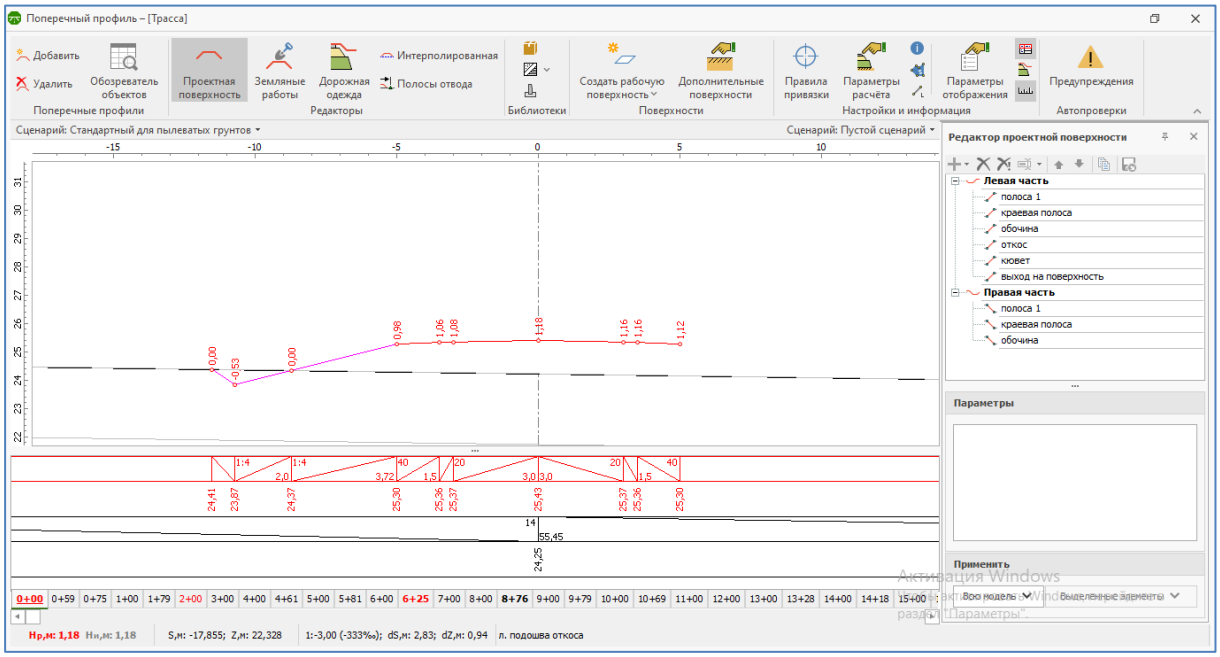


Рис. 7.4. Выбор стандартного сценария проектирования проектной поверхности

Далее следует проанализировать элементы поперечного профиля (крутизну откосов, наличие и форму кюветов и т.п.) и доработать профиль. В поперечном профиле по стандартному сценарию крутизна откоса 1:4, что не соответствует нормативным требованиям к дороге 4-й категории. Необходимо в проекте поменять коэффициент заложения на 1:3. Для этого в меню сценариев выбирают позицию **«Не задан»**. Построенные по стандартному сценарию сегменты окрасятся в красный цвет. Это означает, что пользователь теперь может изменить параметры сегментов с помощью **«Редактора проектной поверхности»**, вызов которого осуществляется по пиктограмме **«Проектная поверхность»** в верхней строке окна **«Поперечный профиль»** (рис. 7.5).

Редактор проектной поверхности работает с каким-либо одним активным элементом поперечного профиля, который в окне построения выделен жирной красной линией, а в окне редактора – синей полосой (рис. 7.5). Элемент выделяют, щёлкнув либо по его изображению на чертеже поперечного профиля, либо по названию в окне **«Редактор проектной поверхности»**.

Чтобы поменять крутизну левого откоса насыпи, необходимо на него указать курсором мыши либо в окне построения, либо в списке элементов поперечного профиля. В списке – это «**Откос**» для группы «**Левая часть**».

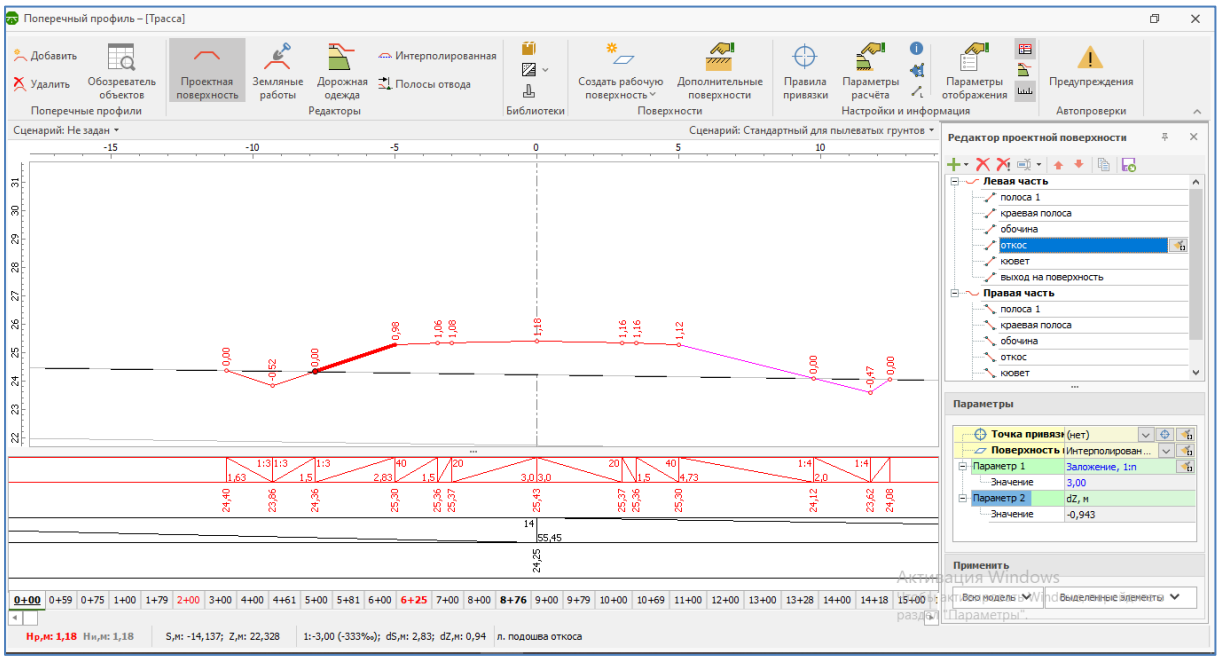


Рис. 7.5. Корректировка параметров левого откоса

В окне «**Параметры**» следует задать поверхность привязки «**Существующая**», т. к. откос должен «упираться» в поверхность, моделирующую рельеф. Параметру 1 выбирают свойство «**Заложение, 1:*n***» и его значению присваивают число **3** (т. е. откосу насыпи придают крутизну 1:3). Аналогичные значения параметров вводят и для выделенного элемента «**Кювет**». В окне «**Параметры**» для этого элемента следует задать поверхность привязки – «**Проектная**».

Так как кювет проектируется трапециевидной формы, то в проектную поверхность необходимо добавить элемент «**Дно кювета**». Для этого необходимо выделить курсором элемент «**Кювет**» и нажать на графическую зелёную кнопку <+>. В появившемся списке следует выбрать папку «**Кювет**» и в ней – элемент «**Дно кювета**». По умолчанию глубина кювета задана 0,5 м, ширина по дну – 0,4 м (рис. 7.6).

За элементом «**Дно кювета**» следует элемент «**Выход на поверхность**». Его также нужно выделить курсором, у Параметра 1 выбрать позицию «**Заложение, 1:*n***», ввести значение **-3** (со знаком «минус»!). Этот элемент привязывают к поверхности рельефа, т. е. поверхность привязки – «**Существующая поверхность**».

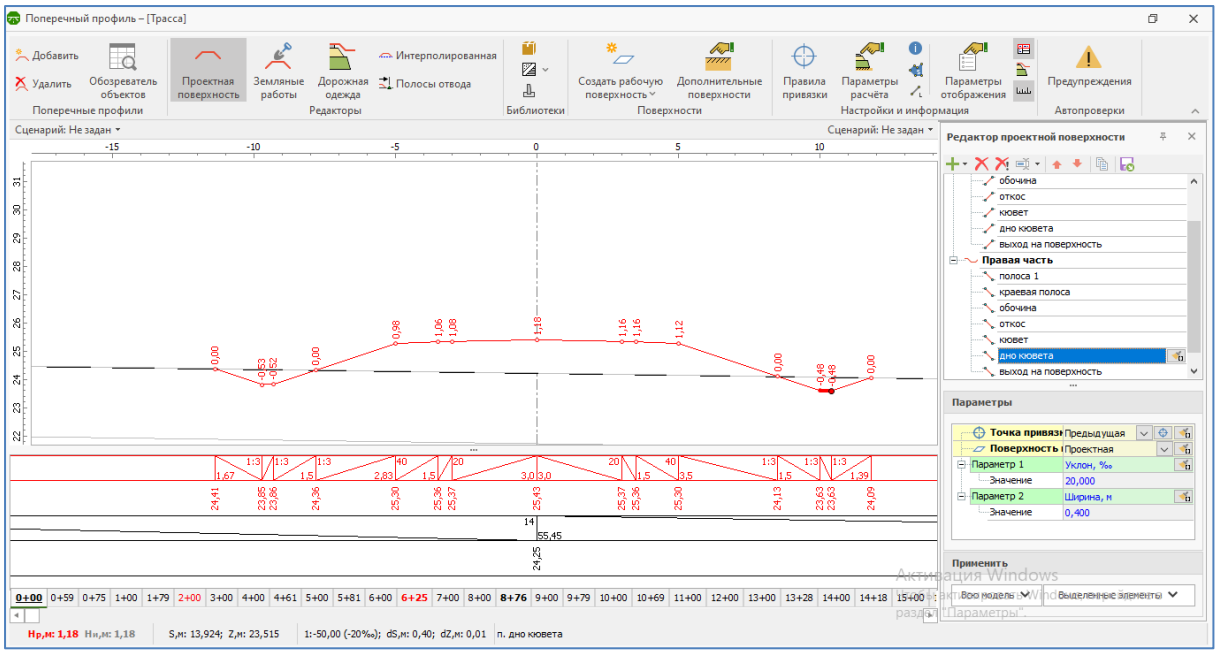


Рис. 7.6. Поперечный профиль на ПК 0+00

Аналогичный алгоритм применяют и к правой части поперечного профиля. Построенный поперечный профиль приведён на рис. 7.6.

7.5. Проектирование поперечного профиля высокой насыпи

Поперечный профиль насыпи высотой более 2 м следует запроектировать на ПК 6+00. Рабочая отметка здесь составляет 2,74 м, а при такой высоте насыпи кюветы обычно не устраивают.

Переходят на закладку «**6+00**» в нижней части окна «**Поперечный профиль**». Учитывая простоту конструкции поперечного профиля насыпи без кюветов, выбирают сценарий построения **«Не задан»**, т. к. в проектную поверхность нужно добавить только один элемент – откос. Курсором мыши щёлкают по элементу **«Обочина»** и к нему пристраивают откос, т. е. в окне редактора проектной поверхности нажимают графическую зелёную кнопку <+>. В появившемся списке выбирают папку «**Откос**» и в ней – элемент **«Откос»**.

На следующем этапе корректируют характеристики построенного откоса. В окне **«Параметры»** для поверхности привязки задают значение **«Существующая поверхность»**. Учитывая, что насыпь предполагается возводить из пылеватых грунтов, заложению откоса (Параметру 1) задают значение **1,75** (рис. 7.7).

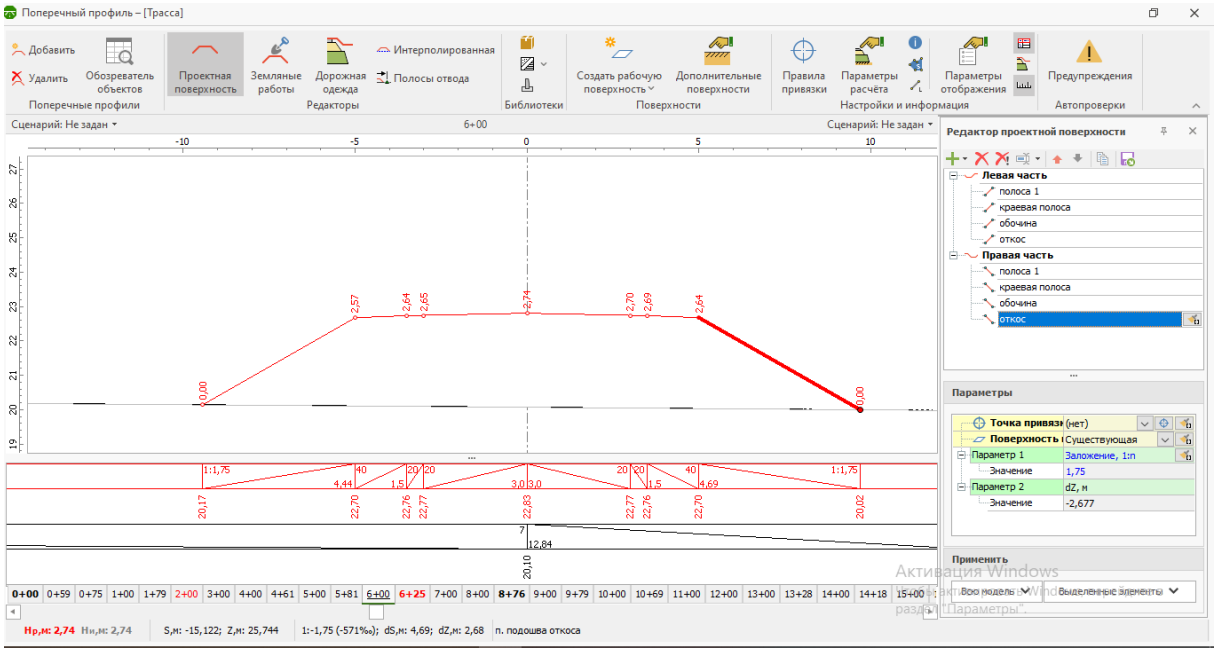


Рис. 7.7. Поперечный профиль на ПК 6+00

Аналогичные построения производят и для правой части поперечного профиля дороги.

7.6. Проектирование выемки с закюветными полками

Рассмотрим проектирование выемки глубиной более 1 м, устраиваемой на снегозаносимых участках трассы. В этом случае внешние откосы выемки должны быть запроектированы с закюветной полкой шириной не менее 4 метров (рис. 7.8). Такой тип поперечного профиля имеет место в сечении с самой большой глубиной выемки – на ПК 1+00.

Внизу окна «**Поперечный профиль**» переходят на закладку «**1+00**» и для сценария слева вызывают **«Стандартный сценарий для пылеватых грунтов»**. Программа построит проектную поверхность слева. В предлагаемой конструкции нужно будет поменять крутизну внутреннего откоса выемки (в соответствии с требованиями к поперечному профилю дороги IV категории), параметры кювета и ширину закюветной полки, поэтому далее задают сценарий «**Не задан**».

Внутренний откос выемки в программе моделируется элементом «**Кювет**», поэтому его необходимо выделить курсором мыши на чертеже или в списке Редактора проектной поверхности. В окне **«Параметры»** Параметру 1 должно быть установлено свойство «**Заложение 1:*n***» и

введено значение **3** (т. е. на дороге IV категории внутреннему откосу выемки придают крутизну 1:3).

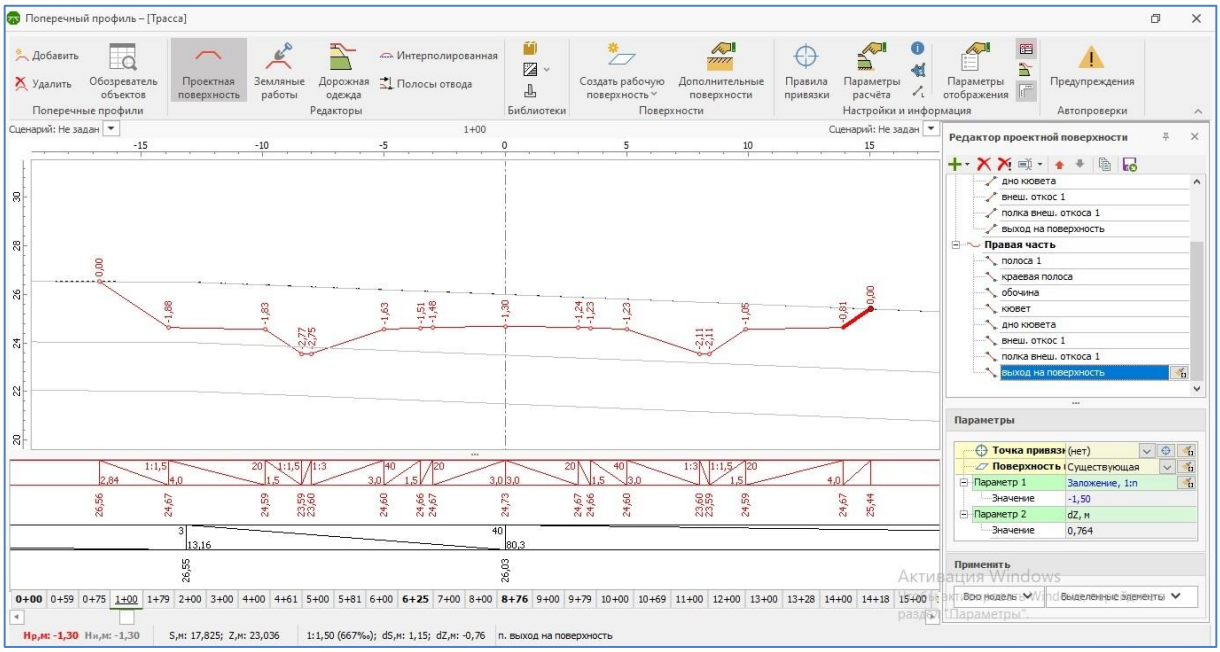


Рис. 7.8. Поперечный профиль на ПК 1+00

Далее редактируют параметры кювета, т. е. его глубину, уклон и ширину дна кювета. Параметру 2 устанавливают свойство «***dz*, м**» и вводят значение **-1,0** (со знаком «минус»!). Глубина кювета составит 1 м. Затем выделяют элемент **«Дно кювета»**, в окне **«Параметры»** Параметру 1 устанавливают свойство «**Уклон, ‰»** и вводят значение **20.** Параметру 2 задают свойство «**Ширина, м**» и вводят значение **0,4.** Дно кювета имеет уклон 20 ‰ и ширину 0,4 м.

После этого приступают к редактированию элементов, моделирующих внешний откос выемки. Выделяют элемент «**Внеш. откос 1**», соединяющий дно кювета с закюветной полкой. Параметру 1 устанавливают свойство «**Заложение 1:*n*»** и вводят отрицательное значение **-1,5** (со знаком «минус»!), тем самым придавая внешнему откосу выемки крутизну 1:1,5. Параметру 2 задают свойство «***dz*, м**» и вводят значение **1**, чтобы закюветная полка была расположена на уровне бровки земляного полотна.

Далее выделяют курсором элемент «**Полка внеш. откоса 1**» и Параметру 1 устанавливают свойство «**Уклон, ‰»** и вводят значение **-20** (со знаком «минус»!). Полке придают поперечный уклон 20 ‰ в сторону кювета. Параметру 2 задают свойство «**Ширина, м**» и вводят значение **4**.

Затем выделяют курсором элемент «**Выход на поверхность**» и в качестве поверхности привязки указывают значение **«Существующая»**. Параметру 1 устанавливают свойство «**Заложение 1:*n***» и вводят значение **-1,5** (со знаком «минус»!).

Аналогично поступают и с правой частью поперечного профиля. Построенный поперечный профиль с полками приведён на рис. 7.8.

7.7. Проектирование раскрытой выемки

На неглубоких выемках (с рабочей отметкой до 1 м) применяют специальный тип поперечного профиля земляного полотна, называемый «**Раскрытой выемкой**» [7]. У такой выемки, чтобы её не заносило снегом, крутизну внешнего откоса принимают в диапазоне от 1:6 до 1:10, (см. рис. 7.9).

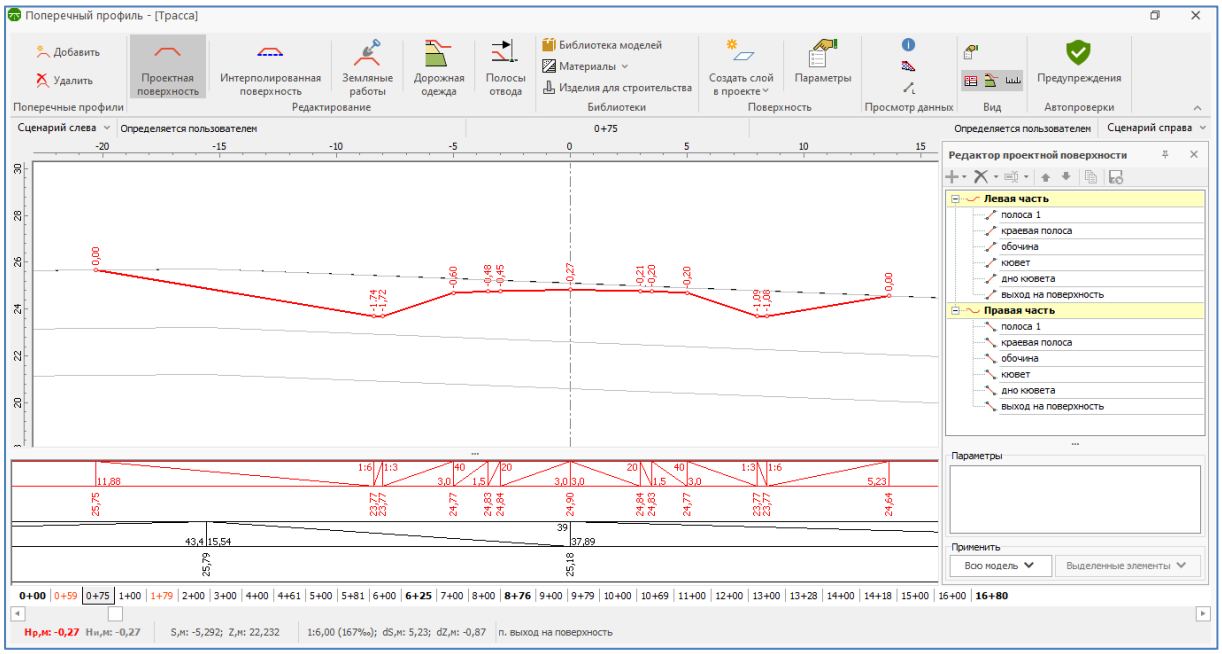


Рис. 7.9. Раскрытая выемка на ПК 0+75

Неглубокие выемки обычно имеют место в начале и конце участка трассы с выемкой. Анализируя чертёж продольного профиля, можно увидеть, что переход из насыпи в выемку происходит на ПК 0+68. Тогда между ПК 0+68 и ПК 1+00 необходимо построить дополнительный поперечный профиль, в котором рабочая отметка выемки не превышает 1 м. Такой тип имеет место на ПК 0+75, поэтому здесь следует создать дополнительный поперечный профиль. Для этого переходят на закладку **«Трассирование»** в главном меню программы и активируют пиктограмму

 **«Создание поперечного профиля».** Далее, курсором мыши следует указать на трассе примерное положение нового поперечного профиля и щёлкнуть ЛКМ. В появившемся окне **«Вставка поперечника»** нужно уточнить пикет, т. е. ввести значение пикета «**0**» и плюса **«75»**. Также убрать флажок в позиции **«Срытый»**. Построенный створ поперечного профиля подкрасится жёлтым цветом. Это означает, что данный створ сейчас является активным, т. е. будет отображаться в окне поперечного профиля. После этого возвращаются в окно «**Поперечный профиль**», переходят на закладку «**0+75,00**» и вызывают стандартный сценарий для пылеватых грунтов.

На следующем этапе задают для проектирования левой части профиля сценарий «**Не задан**» и изменяют параметры элементов поперечного профиля. Сначала выделяют элемент «**Кювет**» на чертеже курсором мыши или в списке редактора проектной поверхности. В окне **«Параметры»** Параметру 1 устанавливают свойство «**Заложение 1:*n***» и вводят значение **3** (т. е. внутреннему откосу выемки придают крутизну 1:3). Параметру 2 задают свойство «***dz*, м» и вводят кювета значение **-1** (со знаком «минус»!), чтобы глубина кювета составила 1 м.

Далее в окне Редактора проектной поверхности нажимают графическую кнопку <+> и строят новый элемент **«Дно кювета»** из папки **«Кювет»**. В окне **«Параметры»** для этого нового элемента у Параметра 1 должно быть установлено свойство «**Уклон, ‰**» и введено значение **20** (т. е. дну кювета придают соответствующий поперечный уклон). Параметру 2 должно быть задано свойство «**Ширина, м**» и введено значение **0,4** (т. е. дно кювета должно иметь ширину 0,4 м).

У элемента «**Выход на поверхность**» Параметру 1 должно быть установлено свойство «**Заложение 1:*n***» и введено отрицательное значение **-6**, чтобы придать внешнему откосу раскрытой выемки крутизну 1:6.

Аналогично поступают и с правой частью поперечного профиля. Построенный поперечный профиль раскрытой выемки приведён на рис. 7.9.

8. СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8

8.1. Цель работы

Цель работы – научиться создавать автоматизированным способом чертежи элементов дороги в программах IndorCAD/Road и IndorDraw.

В результате выполнения данной работы студент должен уметь:

• экспортировать проектные решения в программу IndorDraw;

• настраивать изображения плана, продольного и поперечных профилей дороги в соответствии с нормативными требованиями;

• экспортировать чертежи в файлы изображения.

Исходными данными является разработанный в предыдущей лабораторной работе проект автомобильной дороги.

8.2. Экспорт плана трассы из IndorCAD в IndorDraw

8.2.1. Настройка дерева проекта. В программном комплексе IndorCAD чертежи выполненного проекта дороги формируют в программе IndorDraw. Перед экспортом проектных решений из одной программы в другую необходимо настроить изображение трассы в рабочем окне.

Сначала в дереве проекта убирают флажки напротив элементов цифровой модели местности, загромождающих чертёж. Если дерево проекта отсутствует в главном окне программы, то необходимо перейти на закладку **«Вид»** и в полосе закладок и нажать на пиктограмму «**Дерево проекта**».

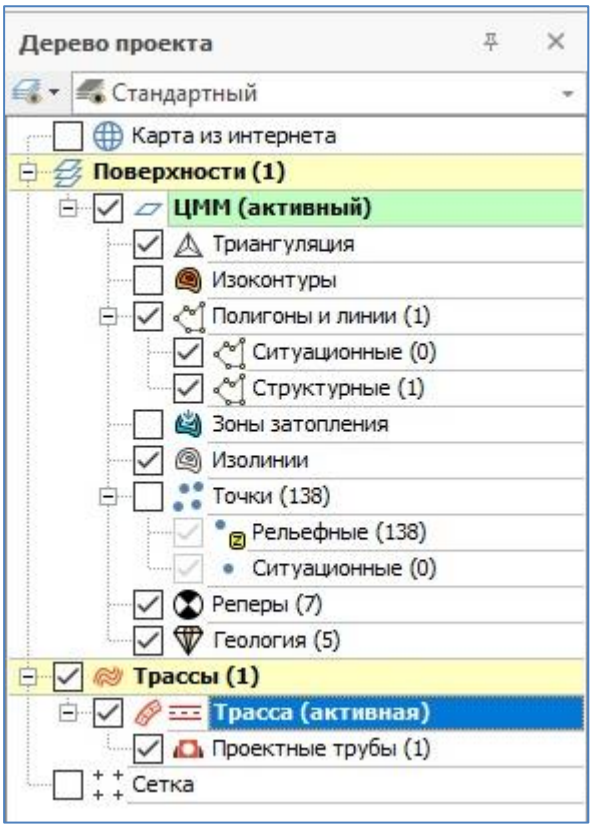


Рис. 8.1. Дерево проекта перед формированием чертежей

В дереве флажки убирают напротив объектов: «**Триангуляция»**, **«Точки»** и **«Сетка»**.

Флажки должны быть установлены напротив объектов:

- «**Полигоны и линии**»;
- «**Изолинии**»;
- «**Реперы**»;
- «**Геология**»;
- «**Трассы**», в том числе и проектируемая трасса;
- «**Проектные трубы**».

8.2.2. Настройка отображения трассы. На следующем этапе настраивают изображение трассы с помощью окна свойств, вызванного для объекта «**Трассы**» (щёлкнуть ПКМ на объекте «**Трассы»** в дереве проектов и в появившемся контекстном меню выбрать позицию **«Свойства»**).

В инспекторе объектов в группе параметров «**Отображение линий трасс**» следует:

- убрать флажок напротив позиции «**Показывать текущий поперечник на плане**»;
- поставить флажок напротив позиции «**Отображать тангенциальный ход**»;
- параметру «**Показывать**» выбрать значение «**Только ось**»;
- убрать флажок напротив позиции «**Игнорировать индивидуальные настройки**» (тогда индивидуальная настройка проектируемой трассы будет сохранена).

В группе параметров «**Стили отображения линий**» раскрыть ветвь «**Осевые**» и для позиции «**Условные знаки**» нажать на графическую кнопку **<Выбрать>**. Необходимо выбрать папку «**Линии строительного чертежа**» и в ней вид линии **–** «**Сплошная толстая – основная**».

В группе параметров «**Отображение кривых**» необходимо:

- поставить флажок напротив позиции «**Отображать границы кривых и вершины углов**»;
- параметру «**Символ конца кривой**» назначить «**Вариант 1**»;
- параметру «**Символ конца переходной кривой**» также выбрать «**Вариант 1**».

Поставить флажки напротив позиций:

- «**Подписывать вершины углов, начало и конец кривой**»;

• «**Подписи концов переходных кривых**»;

• «**Названия границ кривых**»;

• «**Радиусы кривых**».

В группе параметров «**Отображение пикетов и километровых меток**» следует:

• включить флажок напротив позиции «**Отображать пикеты**»;

• задать масштаб знаков – **100 %**;

• ввести формат главных значений – **%**;

• убрать флажок напротив позиции «**Сквозная нумерация**»;

• поставить флажок напротив позиции «**Отображать километровые знаки**»;

• задать масштаб изображения – **100 %**.

8.2.3. Настройка отображения проектируемой трассы. Вызывают инспектор объектов для самой трассы (**Трасса 1**) и в параметре «**Отображение**» задают позицию «**Только ось**» и цвет отображения – **красный**.

Вид плана трассы перед экспортом в чертёж показан на рис. 8.2.

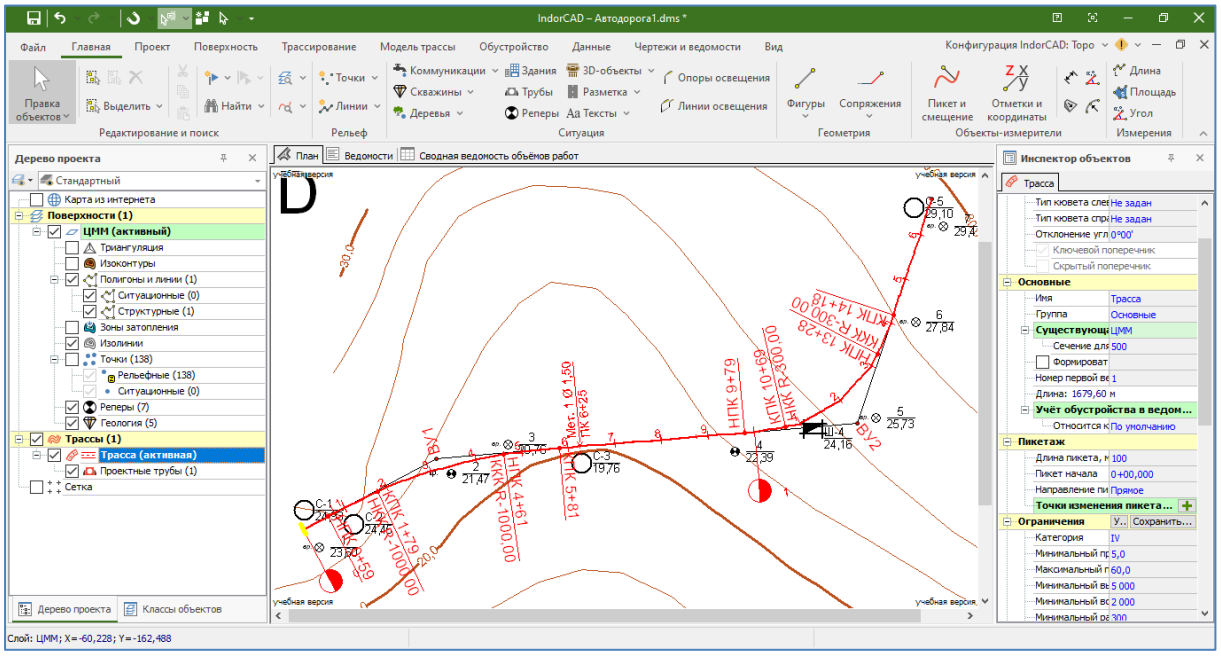


Рис. 8.2. План трассы перед экспортом в программу IndorDraw

8.2.4. Экспорт плана трассы в программу IndorDraw. В строке главного меню программы IndorCAD открывают вкладку «**Чертежи и ведомости > Чертёж плана**». Откроется окно «**Формирование чертежа плана**». На ветке «**Экспортируемая область**» переключают на позицию

«Весь чертёж на один лист» и нажимают на графическую кнопку **<OK>** (рис. 8.3). После этого откроется окно «**Просмотр чертежа плана**». В дереве чертежа на ветке «**Настройка чертежа > Тип чертежа плана**» нужно установить переключатель на позицию «**2D (плоский)**». Иначе файл чертежа будет очень «тяжёлым» (более 10 Мб).

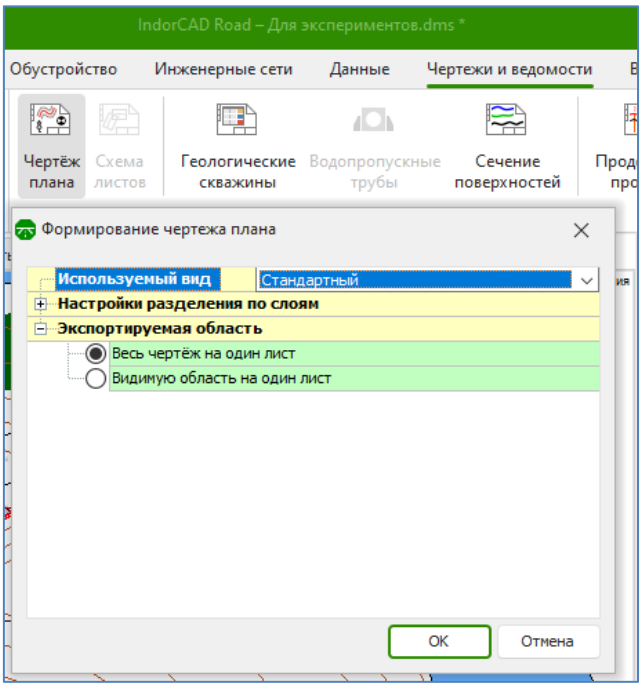


Рис. 8.3. Окно формирования чертежа плана

В верхней полосе окна «**Просмотр чертежа плана**» нажимают на пиктограмму «**Экспорт**» и в выпавшем меню позицию «**В файл чертежа IndarDraw**». В открывшемся окне выбирают папку, созданную пользователем для своего проекта, и присваивают имя файлу, например: ***Трассы_Иванов***. Имя файла имеет расширение «***.rdw***». После осуществления экспорта окно «**Просмотр чертежа плана**» можно закрыть. А программа IndorCAD продолжает оставаться открытой. Лучше её пока не закрывать, чтобы при необходимости можно было быстро повторить экспорт.

8.3. Формирование чертежа плана трассы в программе IndorDraw

8.3.1. Запуск программы IndorDraw. Доработка чертежа производится в программе IndorDraw. Её вызывают по пиктограмме созданного файла, например: ***Трассы_Иванов.rdw*** .

Далее формируют чертёж, т.е. переходят на закладку «**Чертёж**». На ней задают:

- поля чертежа – «**Стандартные»** (20 мм слева и по 5 мм вверху, справа и внизу).

- ориентация – **альбомная**;

- размер чертежа – **А4**.

8.3.2. Расположение чертежа на листе. Импортированный объект можно подвинуть с помощью специальных команд. Сначала курсором мыши прямоугольником выделяют мышью весь топоплан с трассой, после чего он подсветится жёлтым цветом (рис. 8.4). И, не отпуская левую кнопку мыши, передвигаем топоплан в центр листа. Аналогичным образом нужно переместить указатель севера в левый верхний угол листа.

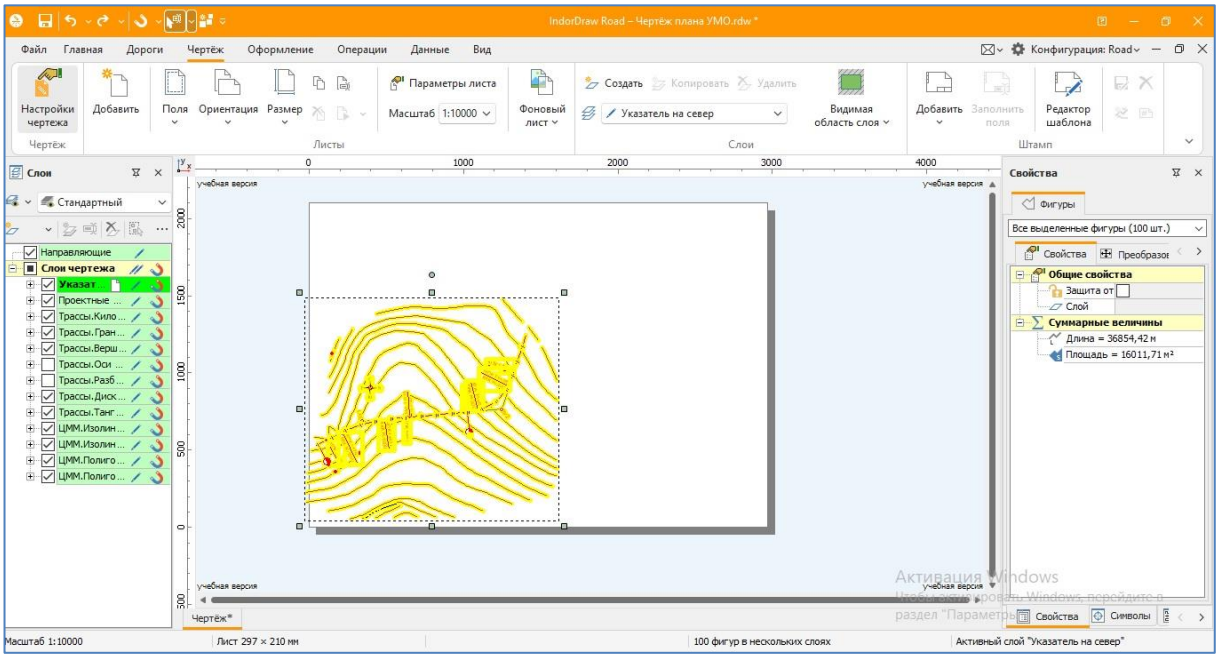


Рис. 8.4. Выделение топоплана с трассой курсором мыши

Можно воспользоваться окном свойств для выделенных объектов. Окно расположено в правой части экрана. Если оно отсутствует, то в основном меню программы нужно зайти на закладку «**Вид**» и активировать левой кнопкой мыши команду «**Свойства объектов**».

В окне свойств на закладке «**Преобразование**» в группе параметров «**Преобразование фигур > Сдвиг**» задают значения *X* и *Y* (например, 10), нажимают клавишу <**Выполнить**>. Чтобы сдвинуть влево или вниз необходимо указать величину сдвига со знаком «минус».

8.3.3 Создание основной надписи чертежа (штампа). Основная надпись чертежа строится по СПДС (система проектной документации для строительства) [12]. В меню программы «Чертёж» открывают вкладку

«Добавить», расположенную в правом верхнем углу экрана в группе задач «**Штамп»** и выбирают «**Штамп основного комплекта чертежей**».

Чтобы сделать записи в штампе, вызывают команду **«Заполнить поля»** и заполняют в соответствии с рис. 4. Шифр вида работы и специальности: **ЛР 08.03.01АД**. Сокращение **ЛР** – лабораторная работа. Число **08** означает укрупнённую группу «Техника и технологии», **03** – «бакалавриат», **01** – направление «Строительство», аббревиатура **АД** – автомобильные дороги (рис. 8.5).

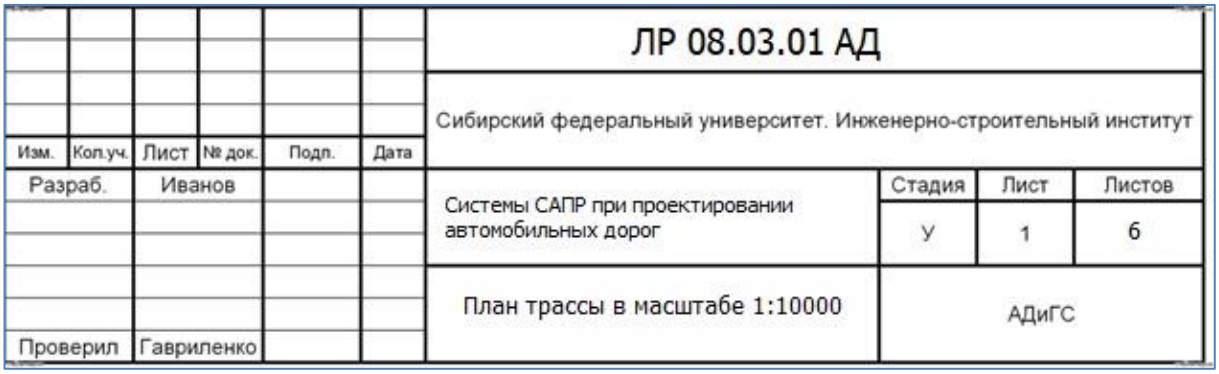


Рис. 8.5. Образец заполнения штампа чертежа «План трассы»

Изменить размер шрифта можно с помощью команды **«Редактор шаблона».**

Заполненный штамп сохраняют в библиотеке штампов программы IndorDRAW, нажав пиктограмму **«Сохранить как»**, расположенную в правом верхнем углу рядом с пиктограммой **«Редактор шаблона».** Его сохраняют в своей папке под именем, например: **«Штамп для плана трассы»**.

8.3.4. Экспорт чертежа трассы в файл изображения. Активируют закладку **«Данные > Экспорт > В файл изображения»**.

На закладке «**Файл**» необходимо:

- выбрать в окне папку и задать имя экспортируемого файла;
- формат файла – «**JPEG – Joint Photographic Experts Group (*.jpg)**»;
- масштаб – **1:1**;
- разрешение – **300dpi**.

На закладке «**Область экспорта**» выбирают «**По размеру листа**». После этого нажимают на графическую кнопку **«Экспорт»**.

8.4. Формирование чертежа продольного профиля

8.4.1. Формирование чертежа в программе IndorCAD. Формирование чертежа в программе IndorCAD начинают с вызова команды на закладке **«Чертежи и ведомости > Продольный профиль»**. В открывшемся окне «**Просмотр сформированного чертежа**» необходимо выполнить настройку параметров в дереве чертежа.

На ветке «**Чертёж линейно-протяжённых объектов**» настраивают масштаб. Его специфика заключается в том, что на чертеже продольного профиля применяется несколько масштабов одновременно, поэтому в позиции «**Масштаб, 1:М**» задают значение – **«Неоднородный»** и вводят значения масштабов: по горизонтали – **1:5000**, по вертикали – **1:500**, по вертикали (развернутый план) – **1:5000**. Масштаб для геологического разреза задают на ветке дерева «**Другие объекты / Геология**». По умолчанию он принят **1:100**.

Затем настраивают ориентацию и размеры листа: ориентация – «**Альбомная»**, высота и ширина – «**Весь объект**».

Диапазон экспорта – «**Полный диапазон»**. Если раскрыть эту ветку, то можно увидеть пикеты начала и конца экспортируемого в чертёж участка. При полном диапазоне указаны пикет начала и конца трассы.

Так как в лабораторных работах выполнялся проект на новое строительство дороги, то необходимо убрать флажки напротив позиций «**Интерп. поверхность**» и «**Интерп. поверхность в грунтах**», используемых при создании проекта реконструкции дороги.

Чтобы отразить на чертеже все заданные репера в группе **«Другие объекты»** у объекта **«Репера»** увеличивают радиус поиска, введя значение **50 м.**

Наконец, настраивают боковик таблицы продольного профиля. Флажки расставляют в соответствии с рис. 8.5. В группе параметров **«Проектные данные**» убирают флажки напротив позиций: **«Левый кювет»** и **«Правый кювет»**. В группе **«Фактические данные»** убирают флажки напротив позиций: **«Левый кювет»**, **«Правый кювет»** и **«Интерполированная отметка, м»**. Также убирают флажок напротив позиции **«Видимость»**.

Настроенный чертёж сохраняют, выбрав пункт меню: «**Экспорт > В файл чертежа IndorDraw»**.

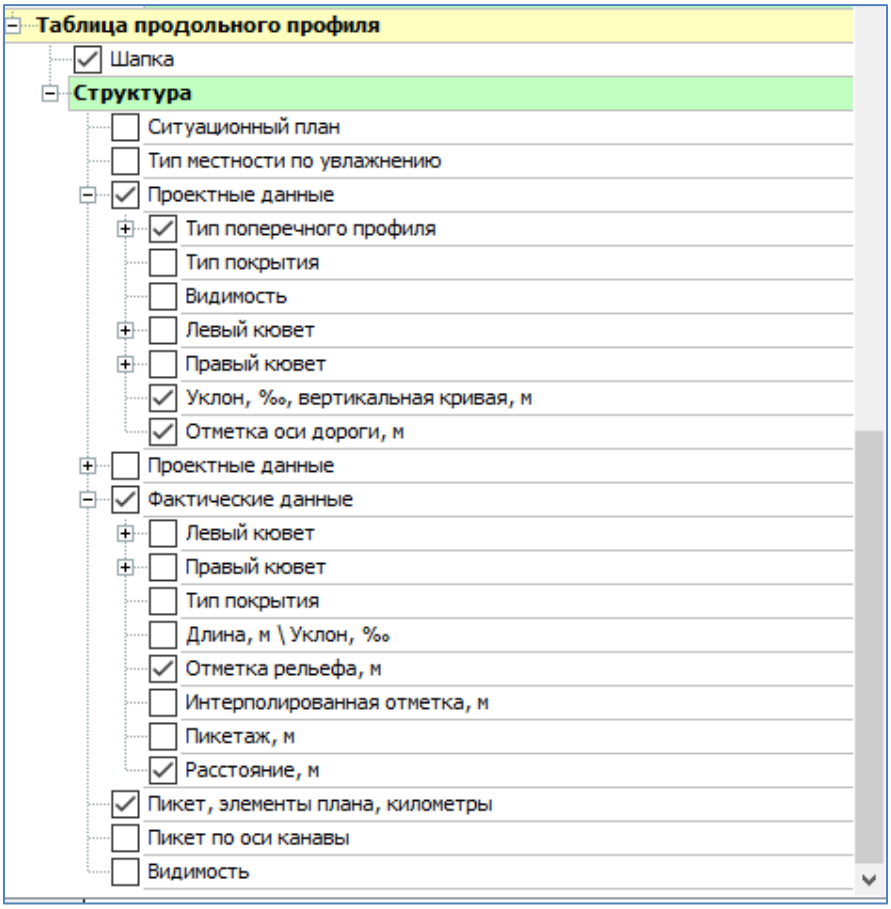


Рис. 8.6. Элементы таблицы продольного профиля

8.5. Формирование чертежа продольного профиля в IndorDraw

В программе IndorDraw загружают сохранённый файл чертежа продольного профиля и задают параметры листа. Для этого активируют команду «**Чертёж** > **Поля» - «Стандартные»** и выбирают позицию **«Нестандартный размер бумаги…»**. С учётом добавления ещё штампа чертежа (размер штампа 185 мм) задают ширину листа **630 мм**, а высоту чертежа – **420 мм**. Ориентация чертежа – альбомная. После этого следует нажать на графические кнопки <**Применить**> и <**ОК**>.

Далее создают штамп чертежа. Открывают вкладку **«Добавить»** и выбирают свой штамп, созданный при формировании чертежа плана трассы, из раздела «**Сохранённые»**. Чтобы изменить название листа и номер листа в штампе, вызывают команду **«Заполнить поля»**. В графе с названием чертежа вводят «**Продольный профиль**», а в графе с номером листа – число **2**.

Для экспорта чертежа продольного профиля в файл изображения активируют закладку **«Данные** > **Экспорт** > **В файл изображения».**

На закладке «**Файл**» необходимо задать:

- имя экспортируемого файла;
- формат файла **–** «**JPEG – Joint Photographic Experts Group (*.jpg)**»;
- масштаб **– 1:1**;
- разрешение **– 300dpi**.

На закладке «**Область экспорта**» выбирают «**По размеру листа**». После этого нажимают на графическую кнопку **«Экспорт»**.

8.6. Экспорт чертежей поперечного профиля в IndorDraw

В главном окне программы IndorCAD вызывают окно **«Модель трассы** > **Поперечный профиль»** и переходят на закладку с поперечным профилем на ПК 0+00. Далее вызывают команду **«Чертежи и ведомости** > **Поперечный профиль»**. В окне **«Просмотр сформированного чертежа»** настраивают дерево чертежа.

Задают:

- размер листа – **А4 (297×210мм)**;
- ориентация – **альбомная**;
- масштаб – **1:200**.

Чертёж сохраняют, выбирая пункт меню: **«Экспорт** > **В файл чертежа IndorDraw»**. Можно ввести имя файла: «**Поперечный профиль ПК 000**».

Аналогичным образом последовательно выбирают поперечные профили, построенные на ПК 0+75; ПК1+00; ПК 6+00. Формируют чертежи и экспортируют в файлы программы IndorDraw под именами:

«**Поперечный профиль ПК 075**».
«**Поперечный профиль ПК 100**».
«**Поперечный профиль ПК 600**».

8.7. Создание чертежа поперечного профиля в IndorDraw

В программе IndorDraw загружают сохраненный файл чертежа поперечного профиля, например, «**Поперечный профиль ПК 000**».

Создают штамп чертежа. Открывают вкладку **«Добавить»** и выбирают свой штамп из раздела «**Сохранённые»**. Чтобы изменить название листа и номер страницы в штампе, вызывают команду

«Заполнить поля». В графе с названием чертежа вводят «**Поперечный профиль, ПК 0+00**», а в графе с номером листа – число **3**. Эту редакцию штампа можно тоже сохранить.

Можно сдвинуть чертёж на листе на 5-10 единиц вправо, чтобы изображение поперечника находилось в центре листа. Для экспорта чертежа поперечного профиля в файл изображения активируют закладку **«Данные** > **Экспорт** > **В файл изображения».**

На закладке «**Файл**» необходимо:

- выбрать в окне папку и задать имя экспортируемого файла (не забывать менять имена файлов);
- формат файла: «**JPEG – Joint Photographic Experts Group (*.jpg)**»;
- масштаб: **1:1**;
- разрешение: **300 dpi**.

На закладке «**Область экспорта**» выбирают «**По размеру листа**». После этого нажимают на графическую кнопку **«Экспорт»**.

Аналогично строят чертежи поперечных профилей на ПК 0+75; ПК 1+00 и ПК 6+00, последовательно меняя номера листов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведённая в учебно-методическом пособии методика сквозного автоматизированного проектирования автомобильной дороги позволяет повысить качество проектных работ.

Навыки применения автоматизированного проектирования, умение использовать его в практической деятельности являются неотъемлемой составной частью квалификации инженерно-технического работника в дорожном строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальный сайт компании IndorSoft. Онлайн-документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.indorsoft.ru

2. Система проектирования IndorCAD. Построение, обработка и анализ цифровой модели местности: Руководство пользователя / И. В. Кривых, В. Н. Бойков, Д. А. Петренко, А. В. Скворцов, Н. С. Мирза. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2008. – 300 с.

3. Система проектирования IndorCAD. Проектирование автомобильных дорог: Руководство пользователя / И. В. Кривых, В. Н. Бойков, Д. А. Петренко, А. В. Скворцов, Н. С. Мирза, А. В. Перфильев. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2008. – 250 с.

4. Текстовый файл с рельефными точками Points_Project.txt [Электронный ресурс] /Т. В. Гавриленко // Сайт с учебными материалами для студентов, обучающихся по профилю «Автомобильные дороги». – Режим доступа: https://road-project.okis.ru/sapr_laboratory.html

5. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М., 2016. – 110 с.

6. Скворцов, А. В. Триангуляция Делоне и её применение / А. В. Скворцов. – Томск: Изд-во Томского ун-та. – 2002. – 128 с.

7. Жуков, В. И. Проектирование автомобильных дорог. Основы [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Жуков, Т. В. Гавриленко. – Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2014. – 144 с.

8. Федотов, Г. А. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. В 2 кн. Кн.1: учеб. / Г. А. Федотов, П. И. Поспелов. – М.: Высш. шк., 2009. – 646 с.

9. СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85: дата введения 2021-08-10. – Москва: Минстрой России, 2021. – 99 с.

10. ГОСТ 21.701-2013 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. – М.: Стандартинформ, 2014. – 35 с.

11. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности. СТО 4.2–07–2014 / Сиб. федер. ун-т. – Красноярск, 2014. – 59 с.

12. ГОСТ Р 21.1101-2013 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации. – М., Стандартинформ, 2014. – 72 с.

Учебное издание

Подготовлено к публикации Издательским центром БИК СФУ
Подписано в свет _____г. Заказ ____.
Тиражируется на машиночитаемых носителях.

Библиотечно-издательский комплекс
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82а
Тел. (391)206-26-16; http://bik.sfu-kras.ru
E-mail: publishing_house@sfu-kras.ru