

6 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ В INDORCAD/ROAD 9¹

6.1 Цель работы


Цель работы – научиться назначать автоматизированным способом конструкции поперечных профилей земляного полотна в программе IndorCAD/Road 9. Подробное описание программы дано в [2-4]. В результате выполнения данной работы студент должен:

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

Поперечные профили назначают в зависимости от высоты насыпи или глубины выемки, грунтовых условий, категории дороги. В обычных условиях применяют типовые решения для поперечных профилей, основные из которых приведены в приложении к тексту лабораторной работы.

6.2 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 данной лабораторной работе создают только один стандартный шаблон ВПП и применяют его ко всем поперечным профилям дороги.

Вызов шаблона осуществляют командой «**Модель трассы / Шаблоны ВПП**». В старых версиях программы шаблон ВПП находится в Инспекторе объектов, вызываемом для объекта «**Трассы**» в разделе «**Основное / Шаблон ВПП**». Там следует нажать графическую кнопку .

¹ Текст излагается по учебно-методическому пособию [1].

В появившемся окне активируют пункт «**Редактор шаблонов ВПП...**» и выбирают шаблон «**IV категория 2 полосы (1+1)**» (рис. 6.1). В предлагаемой программой схеме верха проектной поверхности 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 значениям, показанным на рис. 6.1, то их следует поменять с помощью обменного окна «**Свойства**».

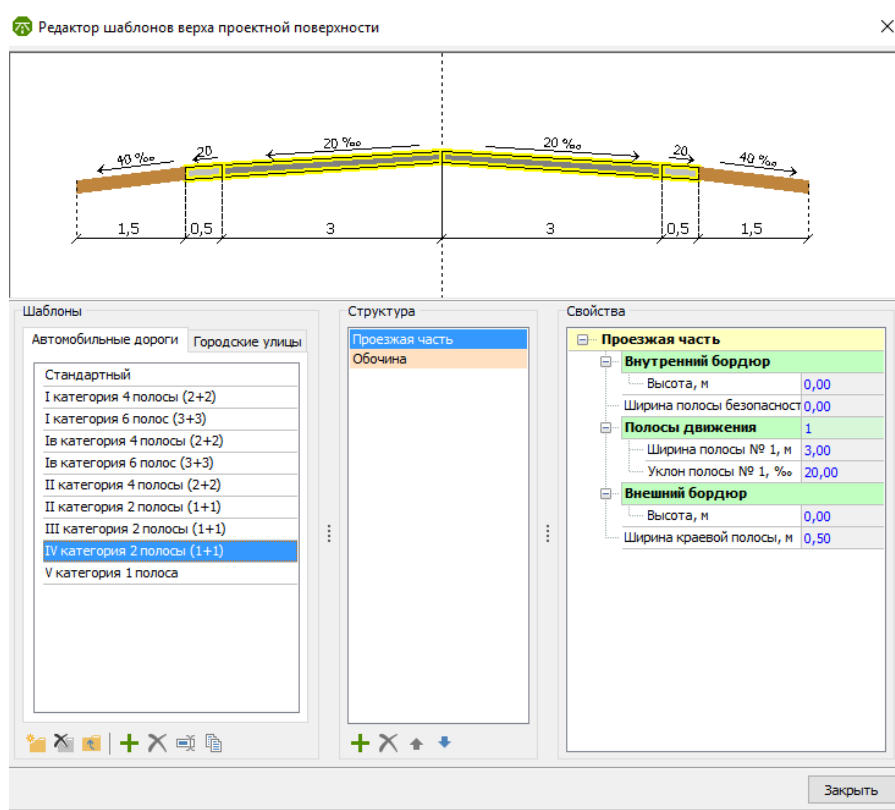


Рисунок 6.1 – Окно редактора шаблонов ВПП

Далее, закрывают окно редактора шаблонов ВПП и снова нажимают на пиктограмму «**Шаблоны ВПП**». В списке предлагаемых шаблонов в группе «**Автомобильные дороги**» выбирают «**IV категория 2 полосы (1+1)**» и вариант «**Для обеих частей**». Т.е. шаблон будет применен слева и справа от оси дороги.

Откроется окно для подтверждения. На вопрос программы «**Применить шаблон «IV категория 2 полосы (1+1)» для обеих частей ВСЕЙ трассы?**» следует дать утвердительный ответ.

6.3 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.

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. Окно приведено на рис. 6.2.

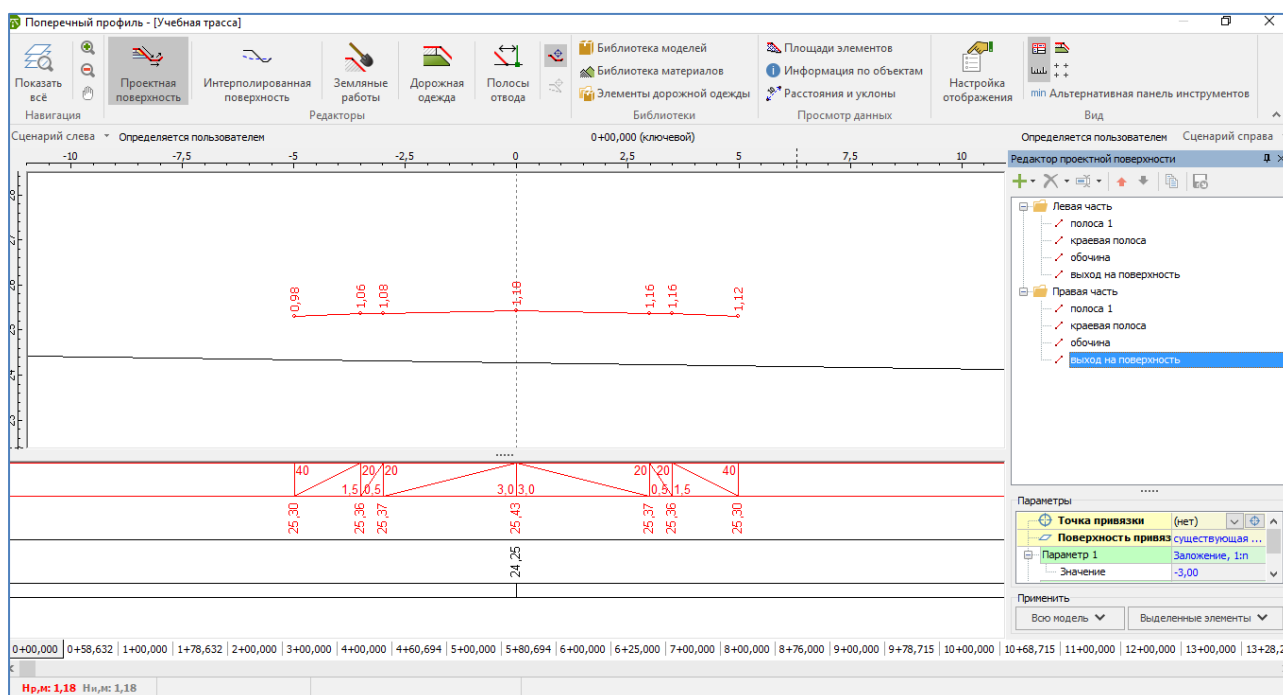


Рисунок 6.2 – Рабочее окно «Поперечный профиль»

В нижней части окна - *строке состояния* отображаются: H_p , 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 вызывают команду «**Настройка отображения**». В открывшемся окне на закладке «**Общая**» задают соотношение масштабов **1:1**, что означает равенство горизонтального и вертикального масштабов (см. рис. 6.3).

На закладке «**Шапка**» устанавливают флажки, как показано на рис 6.3, и включают способ отображения расстояний (между линиями ординат с известными отметками земли) – **интервалы**.

На закладке «**Отметки**» задают пункт «**Подписывать рабочие**», а в позиции «**Где подписывать?**» – «**Над узлами проектной поверхности**» (рис.6.3).

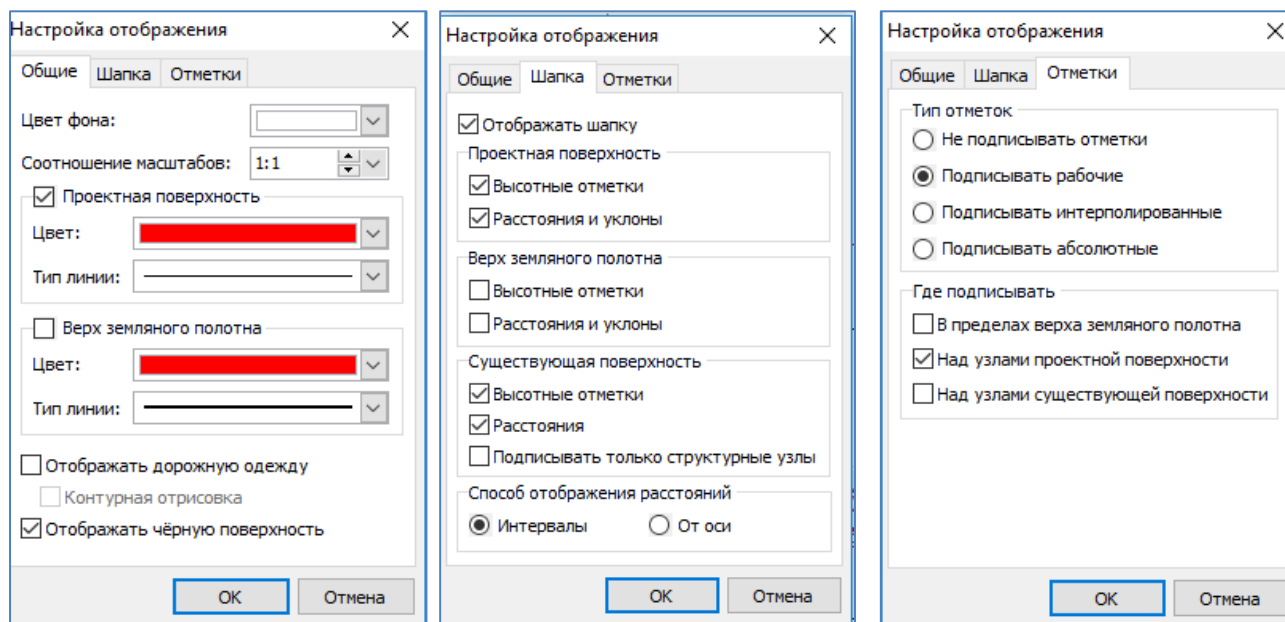


Рисунок 6.3 – Закладки окна настройки изображения поперечного профиля

Построение проектной поверхности требует некоторых навыков работы и знания названий всех элементов поперечного профиля, поэтому в лабораторной работе предлагается сначала воспользоваться стандартным сценарием проектирования, а потом внести в построения необходимые изменения.

6.4 Проектирование поперечного профиля на ПК 0+00

В нижней части экрана переходят на закладку пикета **0+00**. В левом верхнем углу окна выбирают команду «**Сценарий слева**» и в открывшемся окне – позицию «**Стандартный сценарий для пылеватых грунтов**». Программа автоматически построит откосы, кюветы и сделает сопряжение проектной поверхности с существующей поверхностью земли. Построенные элементы будут окрашены в розовый цвет (см. рис. 6.4). Аналогично поступают и с правой частью профиля, вызвав стандартный сценарий для пылеватых грунтов в правом верхнем углу окна.

Рабочая отметка на ПК 0+00 составляет 1,18 м, следовательно, должен быть применен тип поперечного профиля «**Насыпь высотой до 2 м**» (см. рис.

П.1 приложения к данной лабораторной работе). В стандартном поперечном профиле крутизна откоса 1:4 не соответствует нормативным требованиям к дороге 4-й категории, следовательно, необходимо в проекте поменять коэффициент заложения на 1:3. Для этого снова активируют команду «Сценарий слева» и выбирают позицию «**Определяется пользователем**». Построенные по стандартному сценарию сегменты окрасятся в красный цвет. Это означает, что пользователь может изменить их параметры в режиме редактирования.

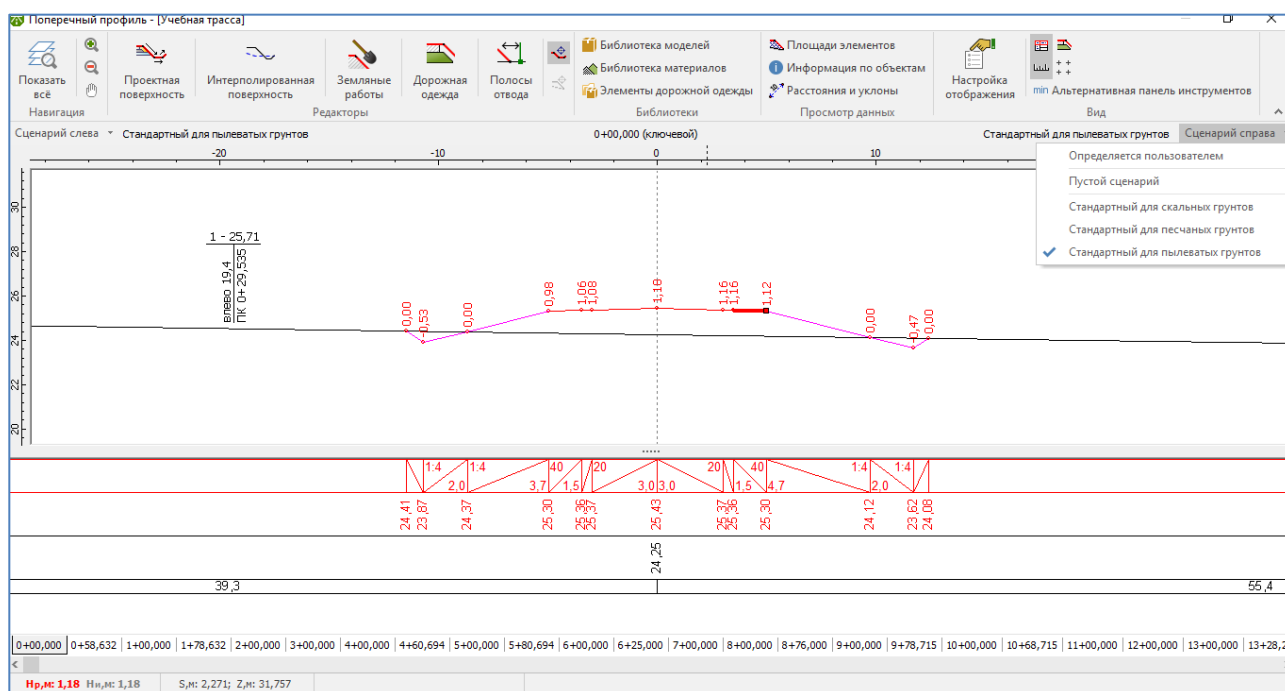


Рисунок 6.4 – Выбор стандартного сценария проектирования проектной поверхности

На следующем этапе вызывают «**Редактор проектной поверхности**», щёлкнув ЛКМ по команде «**Проектная поверхность**». Редактор работает с каким-либо одним активным элементом поперечного профиля, который выделен в окне построения жирной красной линией, а в окне редактора – синей полосой (рис. 6.5).

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**».

В окне «**Параметры**» следует задать поверхность привязки – **существующая** (т.к. откос должен «упираться» в поверхность, моделирующую рельеф). Параметру 1 выбирают свойство «**Заложение, 1:n**», а 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**.

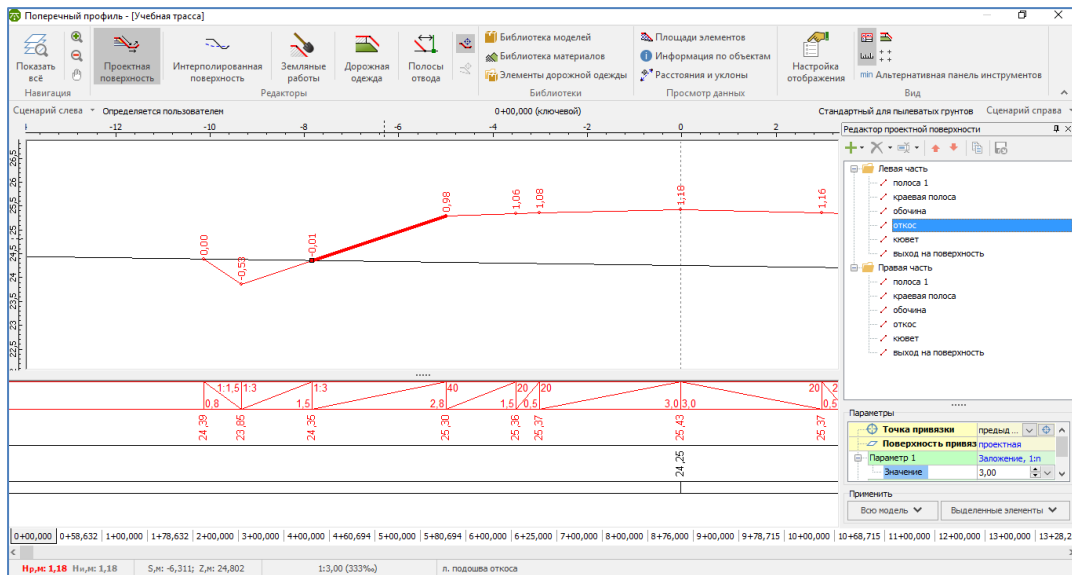


Рисунок 6.5 – Корректировка параметров левого откоса

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**». По умолчанию глубина кювета задана 0,5 м, ширина по дну – 0,4 м (рис. 6.6).

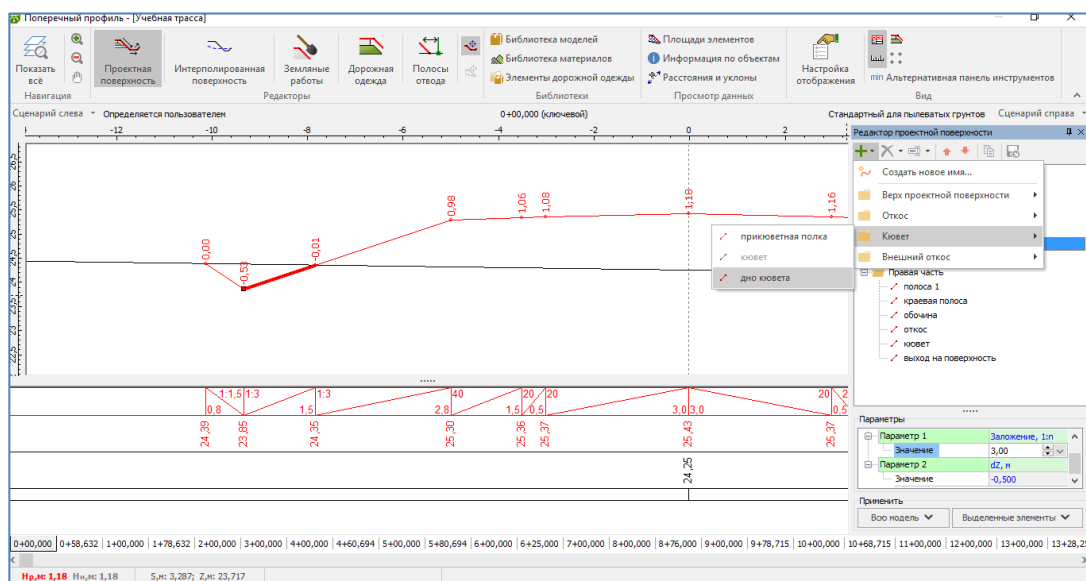


Рисунок 6.6 – Корректировка кювета

За элементом «дно кювета» следует элемент «выход на поверхность». Его также нужно отредактировать, т.е. выделить и у **Параметра 1 – Заложение, 1:n** ввести значение **-3** (со знаком «минус»!). Для этого элемента поверхностью привязки является существующая поверхность, т.е. поверхность земли.

Аналогичный алгоритм применяют и к правой части поперечного профиля. Построенный профиль приведен на рис. 6.7.

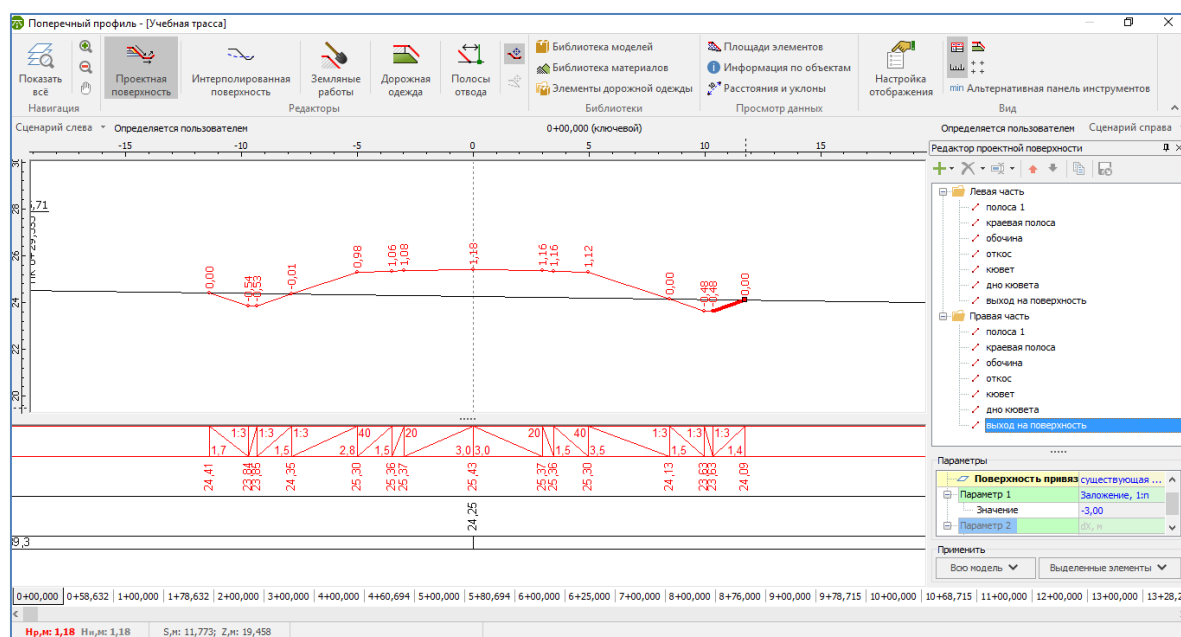


Рисунок 6.7 – Поперечный профиль на ПК 0+00

6.5 Проектирование выемки на ПК 1+00

На ПК 1+00 земляное полотно представляет собой выемку глубиной более 1 м, у которой внешние откосы запроектированы с закуветной полкой (рис. 6.8). Сначала внизу окна «**Поперечный профиль**» переходят на закладку «**1+00**» (рис. 6.8) и вызывают стандартный сценарий для пылеватых грунтов. На следующем этапе задают для проектирования левой части профиля сценарий «**Определяется пользователем**» 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 должно быть установлено свойство «**Заложение 1:n**» и введено значение **3** (т.е. на дороге IV категории внутреннему откосу выемки придают крутизну 1:3). Далее, Параметру 2 должно быть установлено свойство «**dz, м**» и введено значение **-1** (со знаком «минус»!), т.е. глубина кювета составит 1 м.

На следующем этапе выделяют элемент «дно кювета». В окне «**Параметры**» Параметру 1 должно быть установлено свойство «**Уклон, %**» и введено значение **20** (т.е. дну кювета придают соответствующий поперечный уклон). Далее, Параметру 2 должно быть установлено свойство «**dx, м**» и введено значение **0,4** (т.е. дно кювета должно иметь ширину 0,4 м).

Элементу «**внеш. откос 1**» Параметру 1 должно быть установлено свойство «**Заложение 1:n**» и введено отрицательное значение **-1,5** (т.е. внешнему откосу выемки придают крутизну 1:1,5). Далее, Параметру 2 должно быть установлено свойство «**dz, м**» и введено положительное значение **1** (т.е. закуветная полка расположена на уровне бровки земляного полотна).

У элемента «**полка внеш. откоса 1**» Параметру 1 должно быть установлено свойство «**Уклон, %**» и введено отрицательное значение **-20** (т.е. полке придают поперечный уклон 20 % в сторону кювета). Далее, Параметру 2 должно быть установлено свойство «**dx, м**» и введено значение **4** (т.е. длину полки принимают равной 4 м).

У элемента «**выход на поверхность**» Параметру 1 должно быть установлено свойство «**Заложение 1:n**» и введено отрицательное значение **-1,5** (т.е. внешнему откосу выемки выше полки также придают крутизну 1:1,5).

Аналогично поступают и с правой частью поперечного профиля. Построенный поперечный профиль с полками приведен на рис. 6.8.

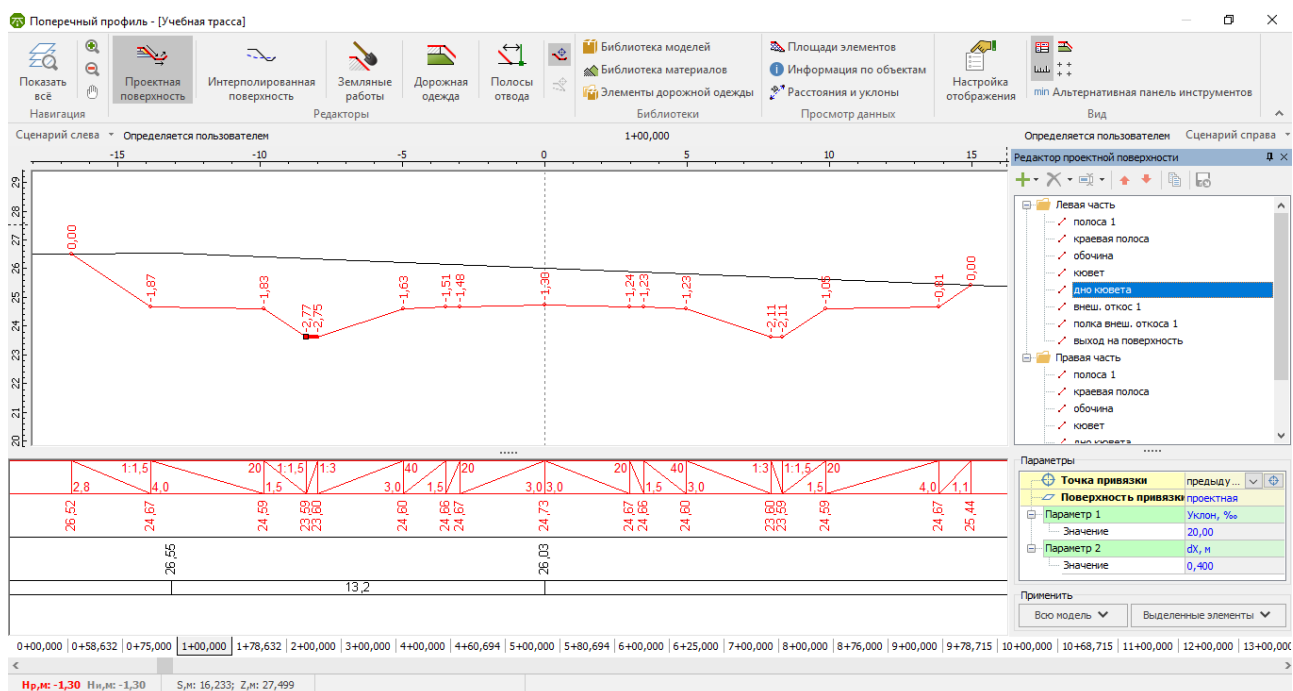


Рисунок 6.8 – Поперечный профиль на ПК 1+00

6.6 Проектирование выемки на ПК 0+75

На неглубоких выемках (с рабочей отметкой до 1 м) применяют специальный тип поперечного профиля земляного полотна, называемый «**Раскрытой выемкой**». У такой выемки, чтобы её не заносило снегом, крутизна внешнего откоса может быть принята **1:6**, (см. рис. 6.9).

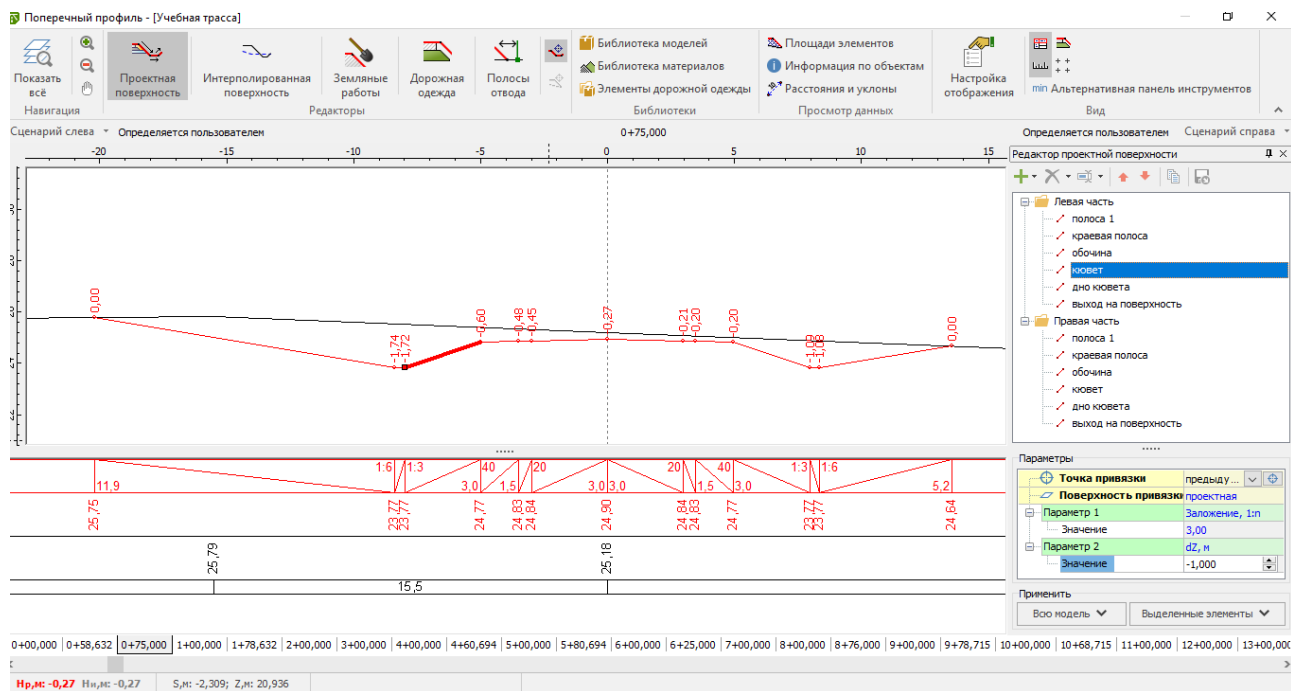




Рисунок 6.9 – Раскрытая выемка на ПК 0+75

Такой тип имеет место на ПК 0+75, но сначала нужно создать поперечный разрез дороги на нём, т. е. добавить еще один створ в разбивке трассы. Для этого нужно активировать команду «**Трассирование**» и найти пиктограмму  «**Создание поперечного профиля**». 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 **0+75**. Построенный створ поперечного профиля подкрасится жёлтым цветом. Это означает, что данный створ сейчас является активным, т.е. будет отображаться в окне поперечного профиля. Дополнительный поперечный профиль в разбивке трассы можно построить и в окне «**Продольный профиль**» с помощью аналогичной пиктограммы в левом верхнем углу окна  «**Добавить поперечник**». 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 «**Определяется пользователем**» 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 должно быть установлено свойство «**Заложение 1:n**» и введено значение **3** (т.е. внутреннему откосу выемки придают крутизну 1:3). Далее, Параметру 2 должно быть установлено свойство «**dz, м**» и введено значение **-1** (со знаком «минус»!), т.е. глубина кювета составит 1 м.

Далее выделяют элемент «**дно кювета**». В окне «**Параметры**» Параметру 1 должно быть установлено свойство «**Уклон, %**» и введено значение **20** (т.е. дну кювета придают соответствующий поперечный уклон). Далее, Параметру 2 должно быть установлено свойство «**dx, 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** (т.е. внешнему откосу раскрытой выемки придают крутизну 1:6).

Аналогично поступают и с правой частью поперечного профиля. Построенный поперечный профиль раскрытой выемки приведён на рис. 6.9.

Источники информации

1. Современные технологии в проектировании автомобильных дорог: учебно-методическое пособие / Т.В. Гавриленко, Т.А. Фёдорова – Изд-во СФУ, 2016 (в печати).

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. Официальный сайт компании IndorSoft <http://www.indorsoft.ru> [электронный ресурс].

5. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. – М., 2012. – 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 В.И., 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: учебник / Г.А. Федотов, П.И. Пospelов. – М.: Высш. шк., 2009. – 646 с.
9. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* / Мин-во регионального развития Российской Федерации. – М., 2013. – 139 с.
10. ГОСТ 21. 701-2013 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. – Москва, Стандартинформ, 2014. – 35 с.

Приложение

ТИПОВЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ ПРОФИЛИ

II.1 Типовые поперечные профили насыпей

II.1.1 Насыпи высотой до 3 м для дорог 1-3 категорий и высотой до 2 м для дорог 4-5 категорий.

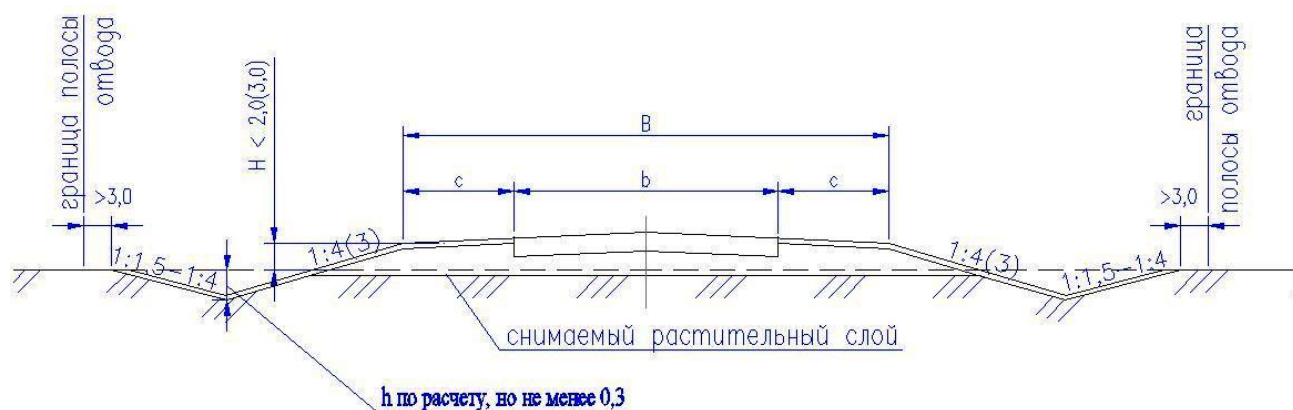


Рисунок II.1 – Насыпь высотой до 2(3) м

Крутизну откосов для таких насыпей принимают из условия обеспечения безопасного съезда не круче:

- 1:4 – для дорог 1-3 категорий;
- 1:3 – для дорог 4-5 категорий.

II.1.2 Насыпи высотой от 2(3) м до 6 м. Их устраивают с более крутыми откосами 1:1,5. Такая крутизна обеспечивает устойчивость откоса. В мелких песчаных и пылеватых грунтах в районах с влажным климатом крутизну откосов уменьшают до 1:1,75.

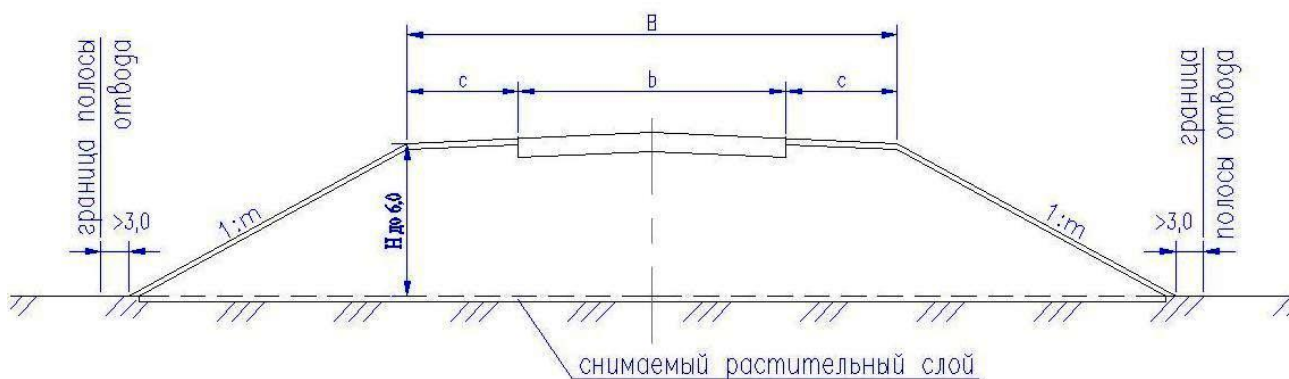


Рисунок II.2 – Насыпь высотой от 2(3) до 6 м

П.1.3 Насыпь высотой более 6 м с переменным заложением откосов.

В целях борьбы с оползнями откосы насыпей делают переменной крутизны. Верхнюю часть высотой 6 м делают с коэффициентом заложения 1:1,5 (1:1,75). Нижнюю часть откосов делают более пологой с крутизной 1:1,75 (1:2). В скобках указаны значения при устройстве насыпей из мелких песчаных и пылеватых грунтов в районах с влажным климатом.

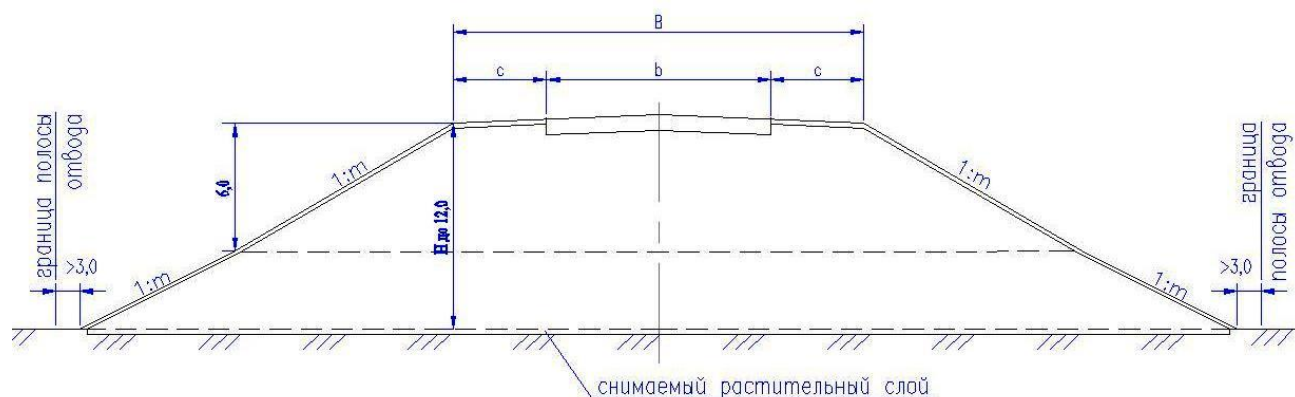


Рисунок П.3 – Насыпь высотой от 6 до 12 м с переменным заложением откоса

П.2 Проектирование выемок

5.2.1 Выемка глубиной до 1 м на открытых местах (раскрытая).

Выемки глубиной до 1 м рекомендуется устраивать обтекаемого поперечного профиля, обеспечивающего незаносимость снегом. Заложение внешних откосов у нее принимают в диапазоне 1:6 – 1:10. Заложение внутренних откосов назначают из условия безопасного съезда. На дорогах I-III категорий крутизна внутреннего откоса составляет 1:4. На дорогах IV-V категорий крутизна откоса составляет 1:3.

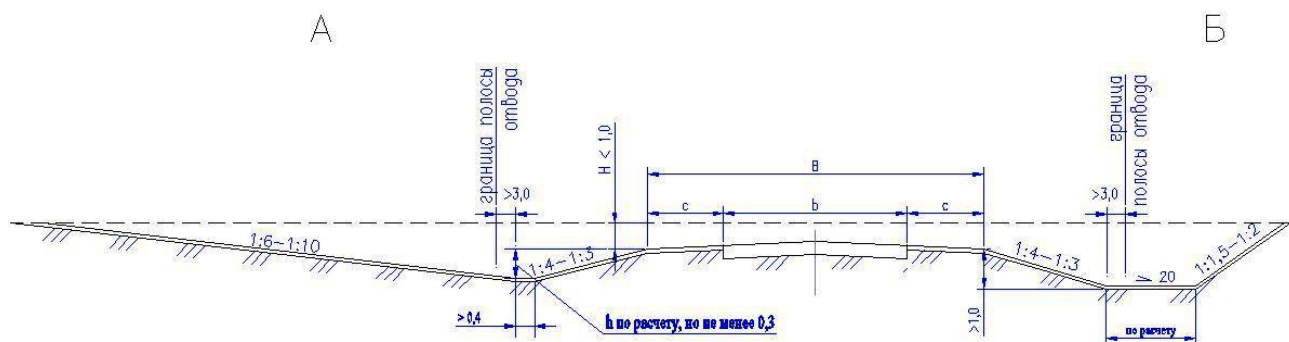


Рисунок П.4 – Выемка глубиной до 1 м. А – раскрытая; Б – разделанная под насыпь

П.2.2 Выемка глубиной до 12 м без закуветных полок. Для выемок глубиной до 5 м крутизну внешнего откоса выемки принимают 1,5 (или 1:2). При большей глубине:

- 1:1,5 в песчаных и однородных глинистых грунтах.
- 1:1 в крупнообломочных грунтах.

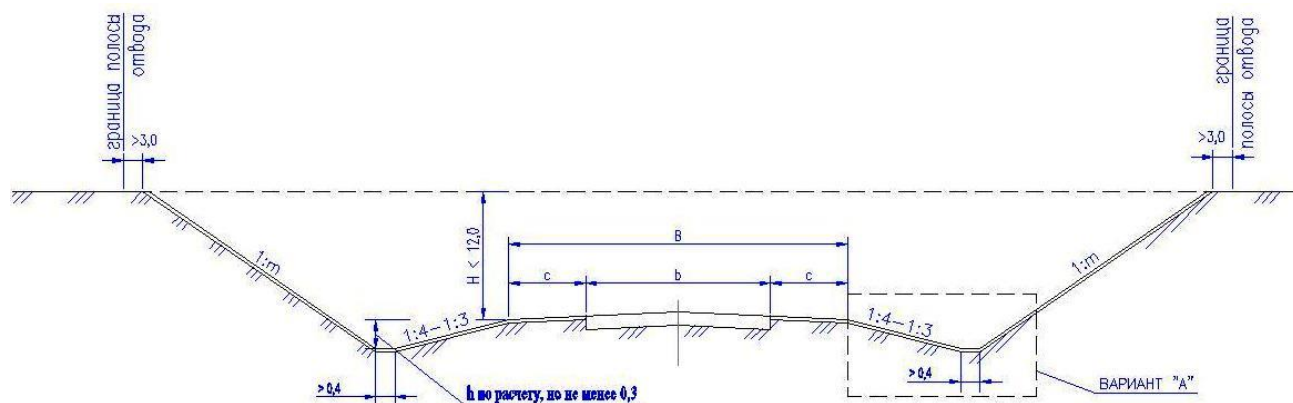


Рисунок П.5 – Выемка глубиной до 12 м

П.2.3. Выемка с закуветными полками. Полки устраивают:

- в местах с интенсивными метелями и снегопадами;
- на участках с легковыветриваемыми скальными грунтами;
- в переувлажненных глинистых грунтах;
- в пылеватых и лёссовидных грунтах и лёссах.

Поверхности закуветных полок придают уклон 20-40% в сторону кювета.

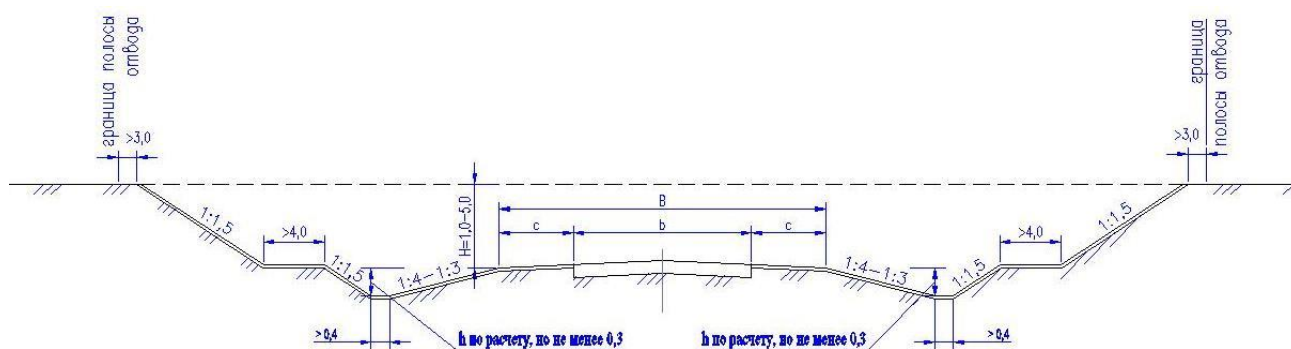


Рисунок П.6 – Выемка глубиной до 12 с закуветными полками м

Для обеспечения стока воды с верхней части земляного полотна проезжей части и обочинам придают поперечные уклоны. Поперечные уклоны проезжей части в зависимости от дорожно-климатической зоны для дорог 2-4 категорий:

I дорожно-климатическая зона – 15 ‰;

II-IV – 20 ‰;

V – 15 ‰.

Обочинам придают бóльший уклон, по сравнению с уклоном проезжей части на 10-30 ‰, т.к. на их поверхности при эксплуатации могут появляться неровности, вызванные заездом автомобилей.