

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

**Т.В. САМОДУРОВА, О.В. ГЛАДЫШЕВА, Ю.В. БАКЛАНОВ,
Н.Ю. АЛИМОВА, К.В. ПАНФЕРОВ**

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА
ТОПОМАТИК ROBUR - АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ**

Лабораторный практикум

*Рекомендован учебно-методическим советом ВГТУ в качестве учебного
пособия для студентов направлений подготовки*

*08.03.01 «Строительство» профили «Автомобильные дороги»,
«Автомобильные мосты и тоннели»;*

*08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»
специализация «Строительство автомагистралей, аэродромов и
специальных сооружений»;*

*08.04.01 «Строительство» программа «Совершенствование
технологий изысканий и проектирования транспортных сооружений»*

Воронеж 2021

УДК 625.72.002.5

ББК 39.311

C172

Рецензенты:

*кафедра инженерно-аэродромного обеспечения ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж),
Н.И. Паневин, к.т.н., директор ООО «Автодорис» (г. Воронеж)*

Самодурова, Т.В.

Автоматизированное проектирование автомобильных дорог с использованием программного комплекса ТОПОМАТИК ROBUR - АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ : лабораторный практикум / Т.В. Самодурова, О.В. Гладышева, Ю.В. Бакланов, Н.Ю. Алимова, К.В. Панферов; Воронеж. гос. техн. ун-т. - Воронеж, 2021. - 90 с.

Представлены основные этапы проектирования автомобильных дорог с применением программного комплекса Топоматик Robur – Автомобильные дороги научно-производственной фирмы «Топоматик». Рассмотрена методика автоматизированного проектирования плана, продольного профиля и земляного полотна автомобильной дороги, вывод ведомостей и чертежей.

Лабораторный практикум предназначен для обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 «Строительство» профили «Автомобильные дороги», «Автодорожные мосты и тоннели», 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» специализация «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений», 08.04.01 «Строительство» программа «Совершенствование технологий изысканий и проектирования транспортных сооружений» и изучающих дисциплины «Основы автоматизированного проектирования дорог», «Автоматизированное проектирование автомагистралей», «Проектирование автодорожных мостовых сооружений», «Экономико-математические методы в проектировании транспортных сооружений», «Экономико-математические методы при проектировании автомагистралей», «Современные тенденции развития систем автоматизированного проектирования транспортных сооружений», «Экономико-математические методы оценки проектных решений». Может использоваться при курсовом проектировании, выполнении выпускной квалификационной работы, для самостоятельной и научной работы.

Ил. 102. Табл. 1. Библиогр.: 13 назв.

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

© ВГТУ, 2021

ISBN

ВВЕДЕНИЕ

Опыт применения систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР-АД) показывает, что они имеют исключительные возможности в части ускорения самого процесса проектирования, улучшения качества проектов и снижения стоимости строительства. Переход на системное автоматизированное проектирование автомобильных дорог предусматривает перестройку проектно-изыскательских работ и изменение методов проектирования с все более широким применением математического моделирования и оптимизации проектных решений.

Современные информационные технологии обеспечивают комплексную автоматизацию изысканий и проектирования транспортных сооружений и сохранение результатов работы в едином электронном формате.

Изучение основ автоматизированного проектирования и экономико-математических методов проектирования вносит необходимый вклад в подготовку инженеров-дорожников широкого профиля, владеющих современными техническими средствами и информационными технологиями проектных работ, а также современными принципами и методами системного проектирования. В процессе изучения этих дисциплин студенты получают необходимые знания и навыки в области системного автоматизированного проектирования автомобильных дорог на базе широкого использования вычислительной техники, математического моделирования и специализированного прикладного программного обеспечения.

Лабораторный практикум рассчитан на определенный уровень подготовки студентов по учебным дисциплинам «Информатика», «Инженерная геодезия», «Основы проектирования автомобильных дорог».

Лабораторные работы представляют определенный технологический цикл проектирования и выполняются в заданной последовательности, так как решения, полученные на предыдущем этапе проектирования, являются исходными данными для его продолжения.

Подбор лабораторных работ обусловлен с одной стороны требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов по направлению Строительство, а с другой - возможностями программного комплекса Топомастик Robur - Автомобильные дороги.

Лабораторный практикум предназначен для обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 «Строительство» (профили «Автомобильные дороги», «Автодорожные мосты и тоннели»), 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» (специализация «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»), 08.04.01 «Строительство» (программа «Совершенствование технологий изысканий и проектирования транспортных сооружений» и изучающих дисциплины «Основы автоматизированного проектирования дорог», «Автоматизированное проектирование автомагистралей», «Проектирование автодорожных мостовых сооружений», «Экономико-

математические методы в проектировании транспортных сооружений», «Экономико-математические методы при проектировании автомагистралей», «Современные тенденции развития систем автоматизированного проектирования транспортных сооружений», «Экономико-математические методы оценки проектных решений».

Лабораторный практикум включает основные теоретические положения, порядок выполнения практических заданий по предложенным вариантам исходных данных. Выполнение лабораторных работ способствует усвоению теоретических материалов, изложенных в курсах лекций.

В каждой лабораторной работе предусмотрено ознакомление с теоретическим материалом, интерфейсом программы, ввод данных, работа с программой в соответствии с описанным ходом работы, оформление отчета и ответы на контрольные вопросы.

Проектирование автомобильных дорог выполняется в соответствии с действующими нормативными документами [1,2,3].

Материалы, представленные в лабораторном практикуме, могут быть использованы обучающимися при курсовом проектировании, выполнении выпускных квалификационных, научных работ, а также для самостоятельной работы.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В КОМПЬЮТЕРНОМ КЛАССЕ

Все лабораторные работы выполняются в компьютерном классе с помощью лицензионных программ научно-производственной фирмы «Топоматик».

В самом начале перед началом выполнения лабораторных работ, каждый студенту должен *создать личную папку*. Все исходные данные, необходимые для выполнения лабораторных работ, и их результаты необходимо хранить в этой папке.

Откройте уже существующую папку для работы с названием ROBUR, которая находится на диске D, если папки с таким именем нет, то создайте ее. В ней создайте еще одну папку, название которой будет содержать номер группы и учебный год. Затем для хранения всех результатов выполнения лабораторных работ необходимо создать персональную папку студента с указанием его фамилии и инициалов. Путь к папке, содержащей все результаты выполнения лабораторных работ будет иметь следующий вид:

D:\ ROBUR \ номер группы (учебный год) \ Личная папка студента

Путь к рабочей папке может выглядеть так:

D:\ ROBUR \ САС-151 (2021-2022 год) \ Иванов И.И.

Внимание!! Данная последовательность действий выполняется один раз на первом занятии. Удаление чужих папок с документами ЗАПРЕЩЕНО.

Лабораторная работа №1

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ТОПОМАТИК ROBUR - АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ, СОЗДАНИЕ НОВОГО ПРОЕКТА, ИМПОРТ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ

1.1. Цель работы

Ознакомиться с интерфейсом программы и научиться создавать новый проект в Топоматик Robur - Автомобильные дороги [4].

1.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, программный комплекс Топоматик Robur - Автомобильные дороги.

1.3. Теоретические сведения

Программный комплекс Топоматик Robur - Автомобильные дороги предназначен для проектирования загородных дорог и городских улиц. Программный комплекс является многофункциональным программным продуктом, обеспечивающим сквозной технологический процесс от обработки данных изысканий до выноса проекта в натуру и его инженерного сопровождения [4,5,6].

Интерфейс программы Топоматик Robur - Автомобильные дороги

Вид главного окна программы представлен на рис.1.1.

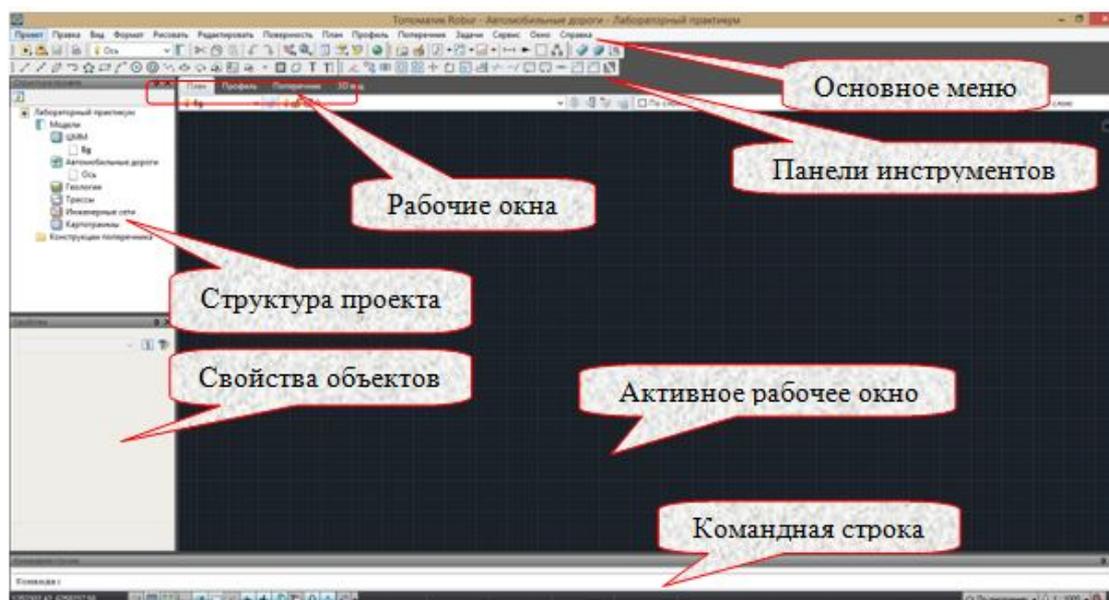


Рис.1.1. Главное окно программы

Строка заголовка содержит пиктограмму и информацию о наименовании используемого программного продукта и название проекта, который открыт.

Основное меню расположено ниже строки заголовка главного окна и содержит набор основных рабочих команд, сгруппированных определенным образом.

Название некоторых команд меню заканчивается обозначением в виде стрелки, которая указывает на то, что данная команда содержит в себе вложенное подменю. Так же некоторые команды могут заканчиваться обозначением многоточия, которое информирует об открытии диалогового окна после выбора соответствующей команды.

Панель инструментов расположена под основным меню. Кнопки, представленные на ней, позволяют обращаться ко многим командам основного меню, тем самым ускоряя работу инженера. Для экономии рабочего пространства, по умолчанию представлены не все из имеющихся панелей. Редактирование панели инструментов данным лабораторным практикумом не предусмотрено.

Существует четыре **Рабочих окна: План, Профиль, Поперечник, 3D вид**. В этих окнах происходит работа со всеми элементами проекта. Каждое из этих рабочих окон имеет рабочее поле и свою строку заголовка, где указывается его наименование.

Данные проекта в этих окнах взаимосвязаны. При редактировании в одном окне приводит изменению данных в других окнах. При работе над проектом можно работать с одним рабочим окном, при необходимости переключаясь на другие, так и раскрывать несколько окон одновременно, т.е. работать в многооконном режиме.

Настройка расположение рабочих окон **Плана, Профиля, Поперечника и 3D вида** на экране монитора может быть выполнена следующим образом: **Однооконный режим**. В данном случае, в рабочей области, отображаются данные только одного окна, которое является текущим. Чтобы перейти из одного окна в другое используется меню **Окно**. Также каждое может быть открыто с помощью вкладки **Рабочие окна**. **Многооконный режим** позволяет одновременно отображать до трех основных рабочих окон (**План, Профиль и Поперечник**) в рабочем пространстве программы, окно **3D вида** при таком режиме будет открываться с помощью отдельной вкладки.

Командная строка позволяет вызывать команды, после ввода их наименования. Чтобы открыть командную строку необходимо выбрать следующий элемент **Вид - Командная строка**.

Структура проекта. Любой проект в **Топоматик Robur - Автомобильные дороги** включает в себя ряд моделей. Моделями являются поверхности или подбъекты (трассы, дороги). Любая работа в виде построения, отрисовки или вывода результатов происходит на основе текущей (выбранной) модели.

Новый проект имеет по умолчанию две модели: ЦММ, с названием и **Автомобильные дороги** с названием **Ось**. Для отображения перечня моделей, находящегося в данном проекте необходимо открыть окно его структуры.

Для того чтобы сделать нужную модель текущей нужно открыть соответствующую группу моделей (ЦММ, Автомобильные дороги и т.д.), в которой она находится и щелкнуть по ней дважды левой кнопкой мыши. Также сделать модель текущей можно выбрав данную модель и нажав кнопку **Текущая**.

1.4. Задание

Для знакомства с интерфейсом программы и освоения технологии работы в ней предлагается выполнить типовое задание, которое включает в себя решение следующих задач:

- создание проекта;
- импортирование цифровой модели местности;
- сохранение результатов работы.

1.5. Исходные данные

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы используется ЦММ в виде файла с расширением *.sfcx, который выдается при выполнении лабораторной работы № 1.

1.6. Ход работы

Запуск программного комплекса **Топоматик Robur - Автомобильные дороги**

Для запуска программного комплекса Топоматик Robur - Автомобильные дороги дважды щелкните (левой) клавишей мыши на значке программы, который расположен на рабочем столе.



После запуска программы откроется окно стартовой страницы, которое представлено на рис.1.2.

На стартовой странице можно создать новый проект или открыть уже имеющийся проект, созданный в программе Топоматик Robur - Автомобильные дороги. В поле *Новости* представлена информация с главной страницы официального сайта НПФ «Топоматик» (www.topomatic.ru).

Создание нового проекта

Для создания нового проекта нажмите на кнопку **Настройка** на стартовой странице. В окне *Настройка среды* в поле *Размещение проектов Topomatic Robur* укажите путь к рабочей папке студента:

D:\ROBUR \ САС-151 (2020-2021 год) \ Иванов И.И.

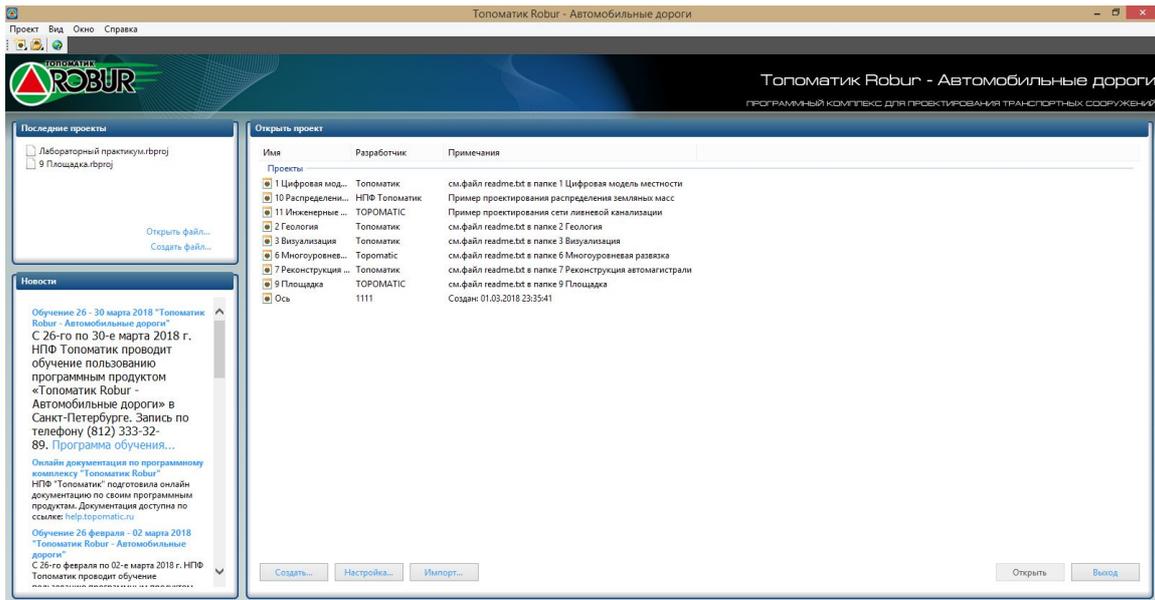


Рис.1.2. Стартовая страница программного комплекса Топоматик Robur - Автомобильные дороги

и нажмите на кнопку ОК.

Вид окна *Настройка среды* представлен на рис.1.3.

Затем в главном меню программного комплекса Топоматик Robur - Автомобильные дороги обратитесь к команде Проект / Создать / Проект или нажмите на кнопку **Создать** на стартовой странице. В открывшемся окне *Создать новый проект* сделайте следующие настройки:

в поле *Имя* укажите имя проекта: *Лабораторная работа (ФИО студента)*;

в поле *Шаблон* выберите *Автомобильная дорога*.

Нажмите на кнопку ОК, и программа откроет вновь созданный проект.

Пример создания нового проекта приведен на рис.1.4.

Открытие ранее созданного проекта

Для открытия ранее созданного проекта на стартовой странице в окне *Открыть проект* указан список ранее созданных проектов. Нажмите по имени открываемого проекта дважды левой кнопкой мыши или выделите его левой кнопкой мыши и нажмите в правом нижнем углу стартовой страницы на кнопку **Открыть**.

Если работа с открываемым проектом происходила недавно, то его можно открыть через окно *Последние проекты* на стартовой странице, в котором отображается перечень проектов, над которыми работали в последнее время.

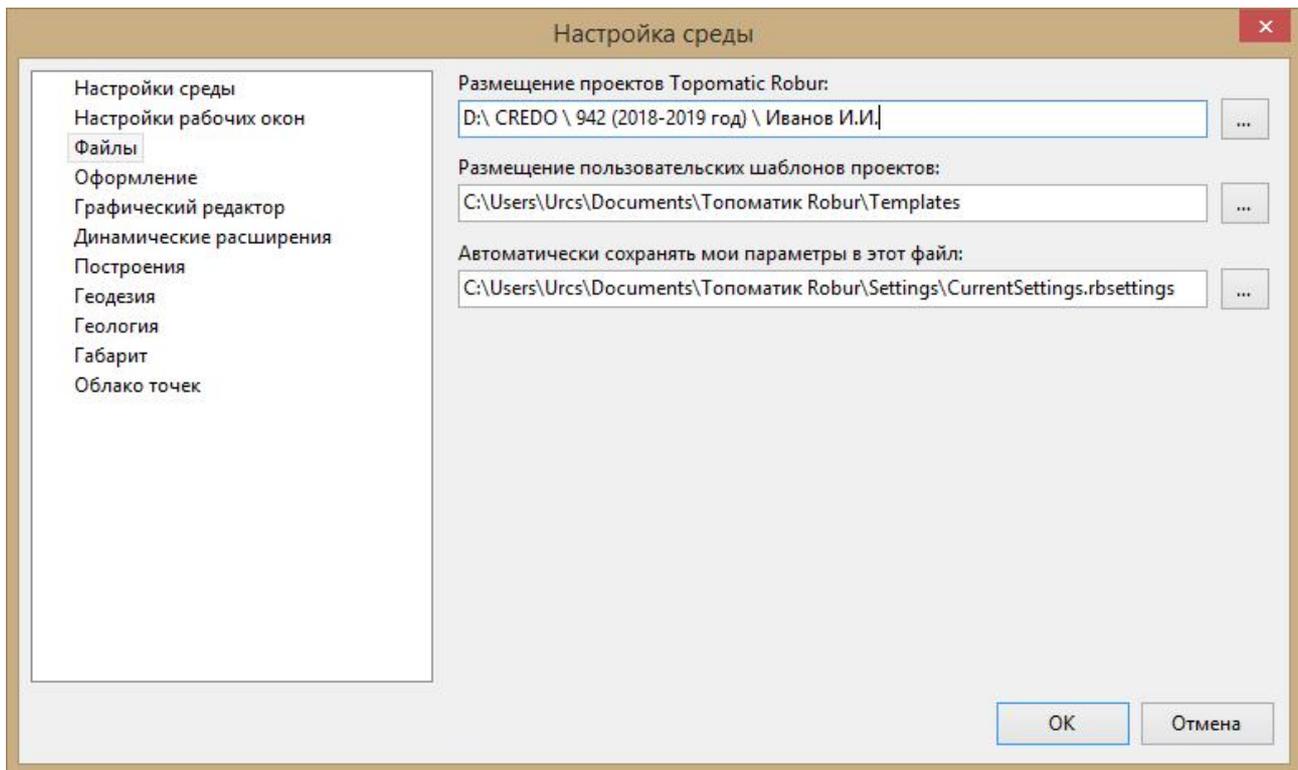


Рис.1.3. Вид окна *Настройка среды*

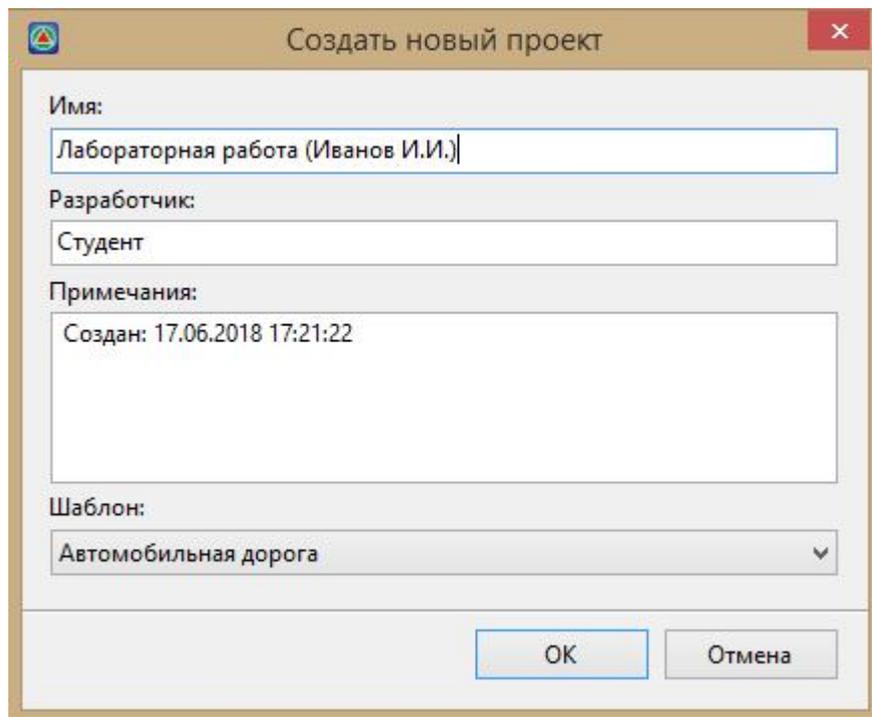


Рис.1.4. Диалоговое окно *Создать новый проект*

Импорт цифровой модели местности

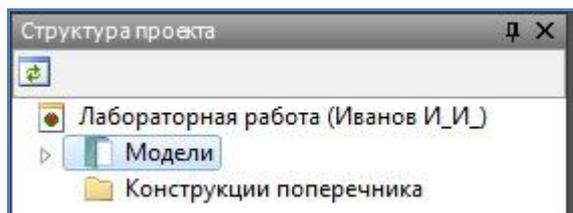


Рис.1.5. Вид окна *Структура проекта*

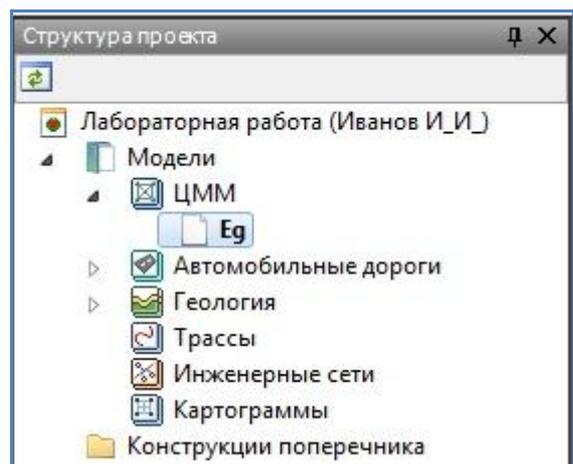


Рис.1.6. Вид окна *Структура проекта*

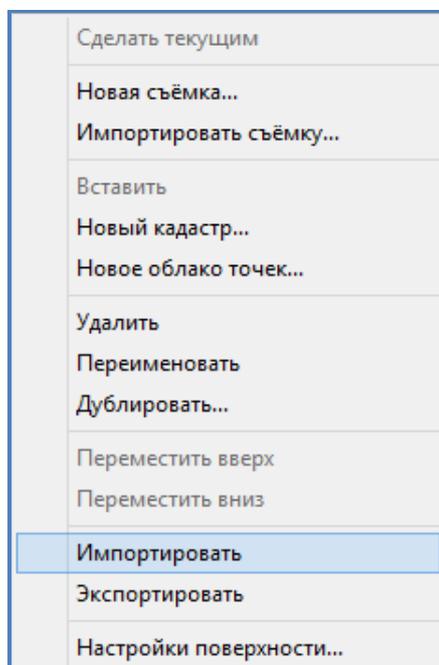


Рис.1.7. Контекстное меню для редактирования текущей модели

В окне *Структура проекта* двойным нажатием на левую клавишу мыши раскройте меню *Модели*, как показано на рис.1.5.

Аналогично раскройте меню *ЦММ*.

Сделайте модель *Eg* текущей двойным нажатием левой клавишей мыши. Вид окна *Структура проекта* приведен на рис.1.6.

Для импорта геодезической съемки местности для проектирования участка автомобильной дороги вызовите контекстное меню, нажав на правую клавишу мыши на текущей модели *Eg*. Вид контекстного меню приведен на рис.1.7.

Выберите в меню команду *Импортировать*, в результате чего откроется окно *Открыть*. Вызвать окно *Открыть* также можно через основное меню *Проект/Импортировать / Поверхность...*

В окне *Открыть* выберете файл *Eg.sfcx* с цифровой моделью местности для работы и дважды щелкните мышкой по нему, загрузка выбранной модели произойдет автоматически.

Для удобства работы с моделью разверните ее в плане, выполнив команду *Вид/ Ориентация в плане*. Откроется окно, представленное на рис.1.8.

Вращая компасную стрелку левой клавишей мыши, поверните план местности так, как представлено на рис.1.9.

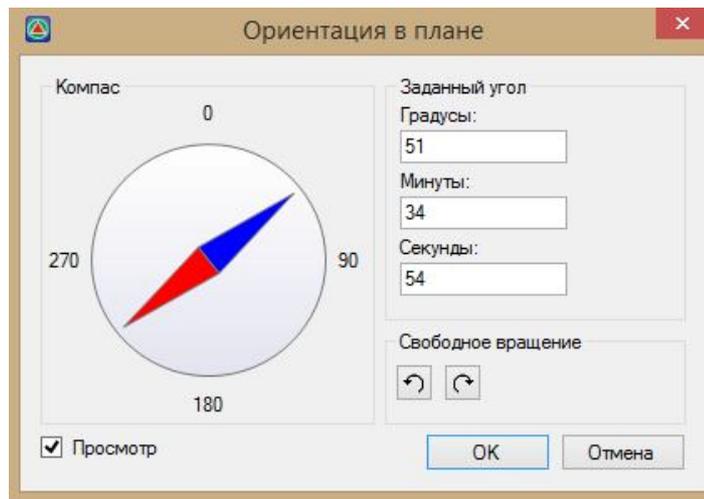


Рис.1.8. Вид окна *Ориентация в плане*

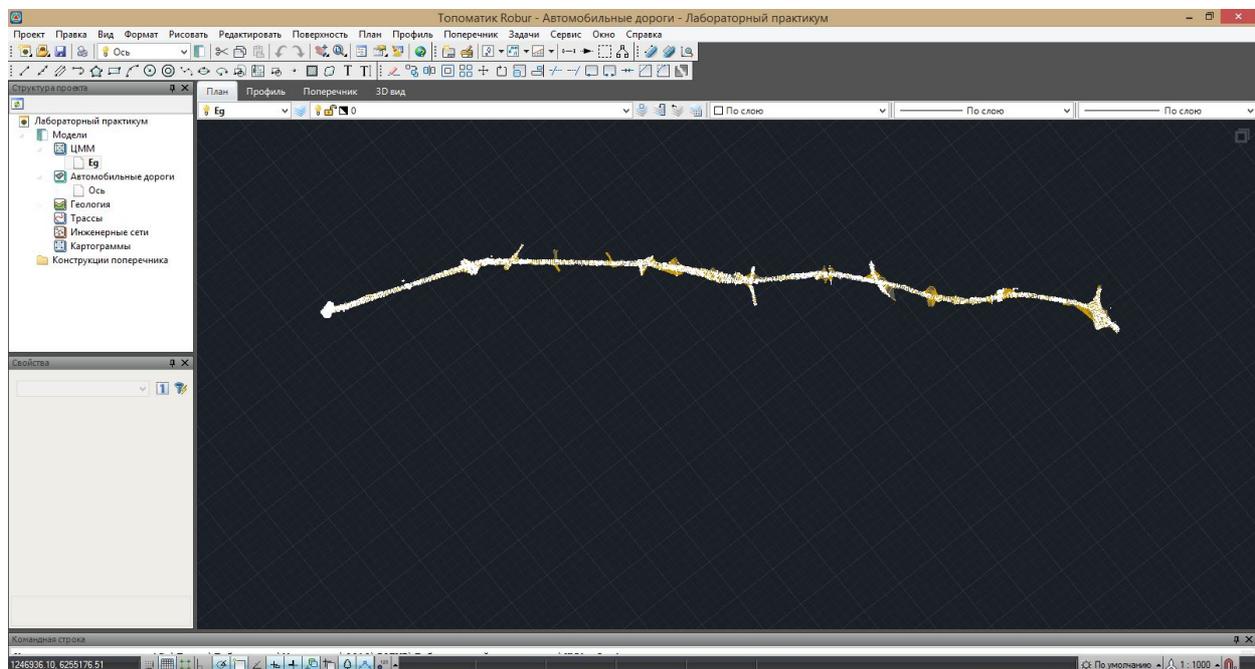


Рис.1.9. Вид цифровой модели местности в плане

1.7. Отчет о выполнении работы

Результатом работы является Проект с набором моделей для проектирования участка автомобильной дороги.

Контрольные вопросы:

1. Из каких основных элементов состоит главное окно программы?
2. Расскажите о структуре проекта?
3. Какая информация отображается в графической области?
4. Перечислите рабочие окна программы?

Лабораторная работа №2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА ТРАССЫ

2.1. Цель лабораторной работы

Ознакомление с технологией и особенностями проектирования плана трассы в Топоматик Robur - Автомобильные дороги [5].

2.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, программа в Топоматик Robur - Автомобильные дороги.

2.3. Теоретические сведения

При проектировании плана трассы автомобильной дороги должны соблюдаться основные принципы: соблюдение требований действующих нормативных документов: минимальные радиусы кривых в плане, максимальный продольный уклон в соответствии с техническими нормами, приведенными в СП 34.13330-2012 Автомобильные дороги; трассирование по возможности по кратчайшему направлению между заданными пунктами (воздушная линия); природные условия района проложения трассы; ситуационные особенности района проектирования; варианты пересечения крупных водотоков; требования по обеспечению удобства и безопасности движения, а также ландшафтного проектирования автомобильных дорог [1,2,7].

Robur поддерживает два способа задания трассы: из примитивов чертежа и прямым указанием вершин.

Создание трассы из примитивов чертежа

Данный метод позволяет создавать трассу из отдельных составляющих ее элементов (прямых участков, круговых кривых, клотоид). Имеется возможность сопряжения примитивов различными способами, а затем, объединения их в трассу.

После построения трассы из примитивов ее можно отредактировать путем перемещения вершин. И наоборот, уже созданная трасса может быть разбита на составляющие ее примитивы, отредактирована и обратно собрана (из примитивов).

Определение оси трассы прямым указанием вершин

При прямом указании вершин проектирование плана трассы производят в следующей последовательности:

- Определяют положение вершин углов поворота трассы;
- Вписывают горизонтальные кривые;
- Уточняют положение оси, исходя из эксплуатационных требований.

2.4. Задание

Для освоения методов проектирования плана трассы в Топоматик Robur - **Автомобильные дороги** предлагается выполнить задание, которое включает в себя следующие задачи:

- открытие ранее созданного проекта, подготовка к работе;
- создание плана трассы;
- редактирование параметров трассы.
- расчет ведомости углов поворота, прямых и кривых.

2.5. Исходные данные

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы необходим Проект, содержащий цифровую модель местности.

2.6. Ход работы

Создание трассы

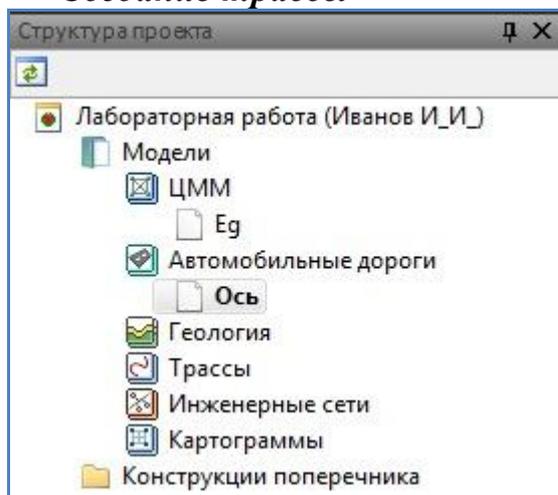


Рис.2.1. Вид окна *Структура проекта*

Откройте проект, созданный в Лабораторной работе №1.

Сделайте активной модель **Ось** в группе моделей **Автомобильные дороги**, как показано на рис.2.1.

Для построения оси трассы в виде магистрального хода выберите команду **План / Наметить (Продлить ось)**. Вид команды приведен на рис.2.2.

Последовательно укажите левой кнопкой мыши расположение вершин углов поворота проектируемой трассы, как показано на рис.2.3.

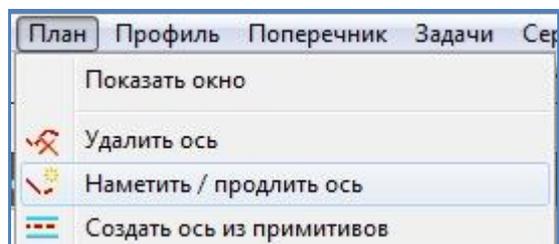
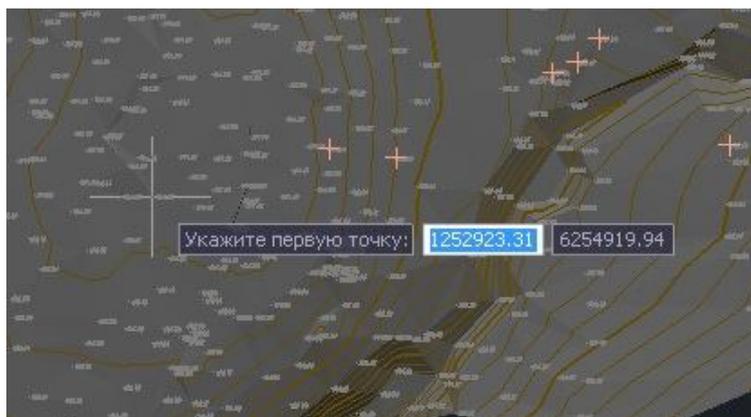


Рис.2.2. Вид команды **План / Наметить (Продлить ось)**

а)



б)



Рис.2.3. Создание оси трассы: а) определение начала трассы;
б) определение положения ВУ

Чтобы завершить создание трассы нажмите правую кнопку мыши для вызова контекстного меню. В контекстном меню выберите **Ввод**, после чего будет создана ось проектируемой трассы с пикетажем. Пример завершения построения трассы приведен на рис.2.4.

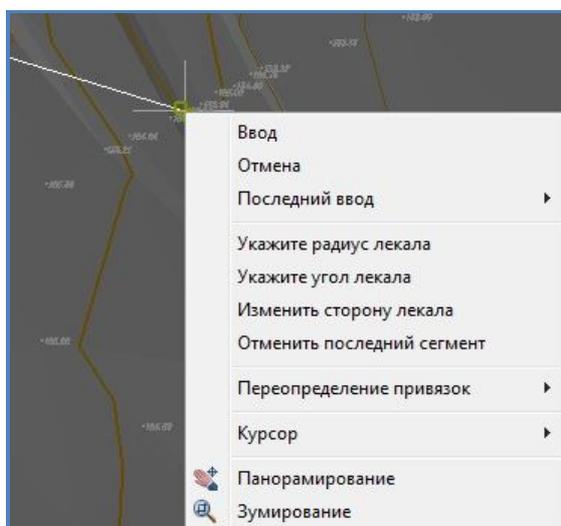


Рис.2.4. Контекстное меню для завершения создания оси трассы

Для того чтобы в вершины углов поворота (ВУ) вписать закругления выделите левой клавишей мыши трассу, наведите курсор на ВУ и нажмите на правую клавишу мыши для вызова контекстного меню, как показано на рис.2.5.

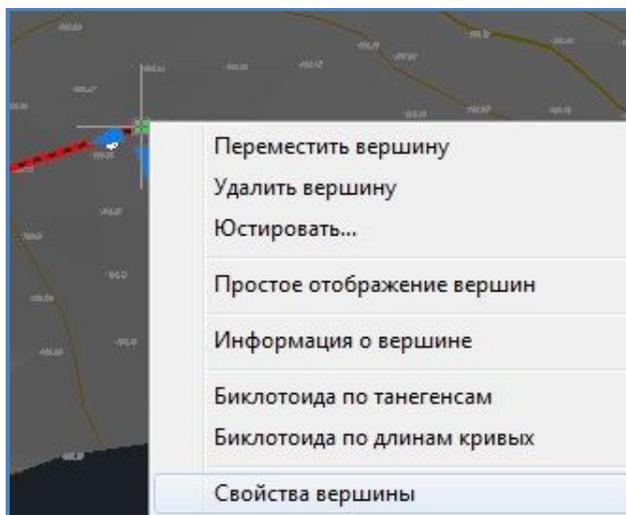


Рис.2.5. Контекстное меню для редактирования ВУ

В контекстном меню выберите команду **Свойства вершины угла**, в результате чего откроется диалоговое окно, представленное на рис.2.6.

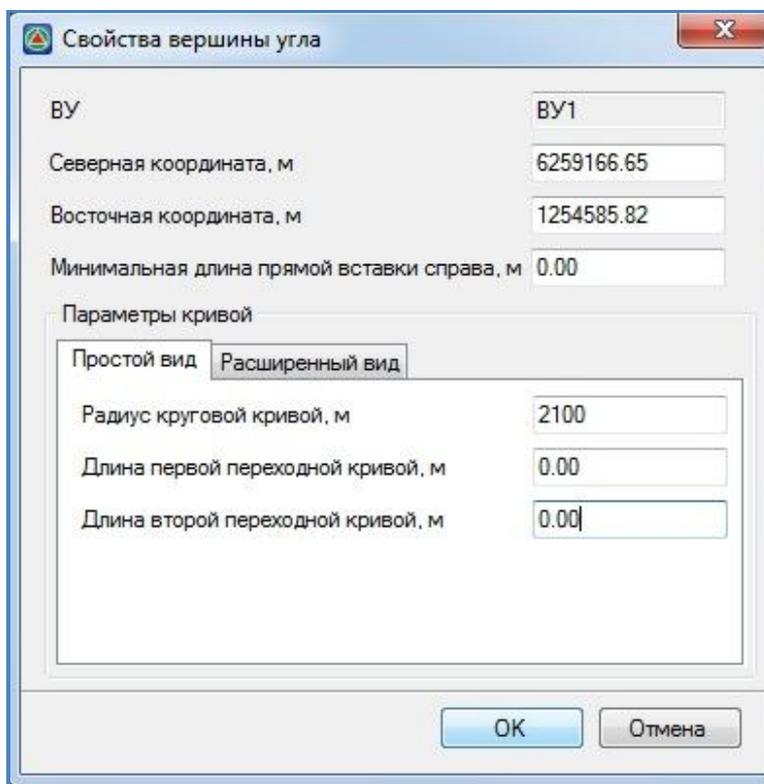


Рис.2.6. Диалоговое окно *Свойства вершины угла*

Задайте параметры выбранного закругления (радиус круговой кривой и длины переходных кривых) и нажмите кнопку ОК.

Аналогично задайте параметры закруглений для остальных ВУ.

Редактирование трассы

Для редактирования трассы, выберите ее, нажав по ней левой кнопкой мыши.

При выделении трассы, ее элементы могут отображаться в обычном или расширенном виде. Расширенное отображение элементов трассы предоставляет больший набор средств для ее редактирования.

Для перехода между режимами отображения элементов трассы, можно воспользоваться кнопкой , расположенной под командной строкой программы. Также включить/отключить расширенное отображение элементов трассы в плане можно с помощью контекстного меню, которое появится после нажатия на вершину трассы правой клавишей мыши. В появившемся меню необходимо выбрать формат отображения вершин **простое/ расширенное**. Настройка формата отображения элементов трассы в плане показана на рис.2.7.

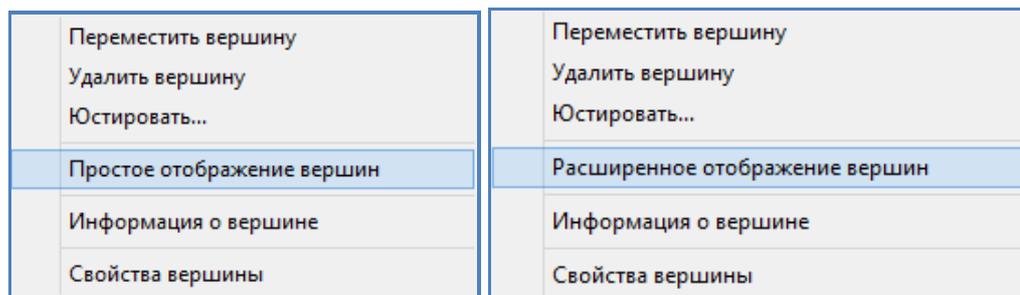


Рис.2.7. Настройка формата отображения элементов трассы в плане.

Средства для редактирования трассы в плане:

- **перемещение вершины угла перелома**, для этого перетяните вершину левой кнопкой мыши в требуемую точку;
- **перемещение вершины угла перелома вдоль тангенса**, для этого перетяните левой кнопкой мыши стрелку, находящуюся на соответствующем тангенсе (при расширенном отображении вершины), рядом с редактируемой вершиной, в требуемое место;
- **параллельный перенос прямой вставки**, для этого выделите левой кнопкой мыши ее центральный прямоугольный значок , удерживая его, переместите в точку, через которую должна пройти ваша прямая вставка;
- **поворот прямой вставки относительно центральной точки**, чтобы выполнить это действие выделите левой кнопкой мыши ее центральный квадратный значок , удерживая его, перетащите в точку, где пройдет прямая вставка, при повороте относительно центральной оси.
- **вставки дополнительной вершины угла перелома**, для этого дважды нажмите левой клавишей мыши на прямолинейном участке трассы;

• **удаления вершины угла перелома**, чтобы выполнить данную операцию щелкните по вершине трассы правой кнопкой мыши и из открывшегося контекстного меню выберите команду **Удалить вершину**.

Создание ведомости углов поворота, прямых и кривых

Для вывода ведомости углов поворота, прямых и кривых обратитесь к команде **Проект/ Создать ведомость/ Элементы плана**, как показано на рис.2.8.

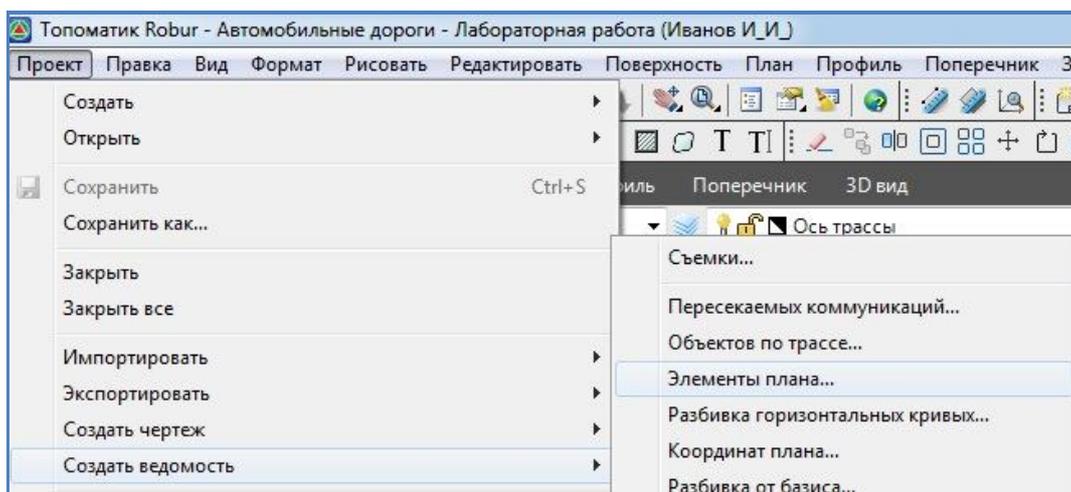


Рис.2.8. Вид команды **Проект/ Создать ведомость/ Элементы плана**

В открывшемся окне *Ведомость – Элементы плана* выберите нужный формат ведомости и нажмите кнопку **ГОТОВО**. Пример выбора формата ведомости в окне *Ведомость – Элементы плана* приведен на рис.2.9.

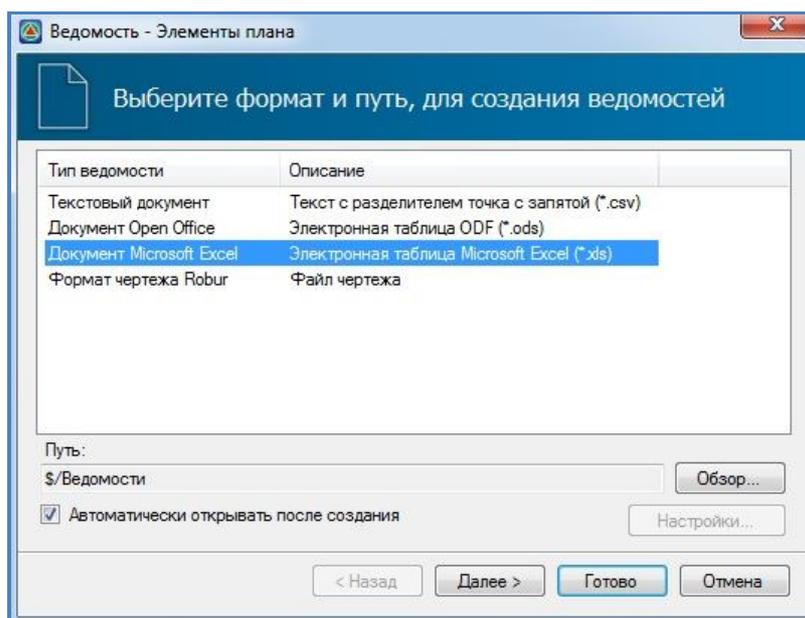


Рис.2.9. Выбор формата ведомости в окне *Ведомость – Элементы плана*

На рис.2.10 приведен пример ведомости углов поворота, прямых и кривых в формате *.xls.

№	Вершина	Угол		Элементы круговой и переходных кривых, м										
Пикет	КМ	Лево	Право	R	L1	L2	T1	T2	Кполн	Ксохр	Б	Д		
НТ	0+00.00	0	0°0'0"											
ВУ1	46+34.20	4	18°21'12"	3000,00	0,00	0,00	484,64	484,64	960,98	960,98	38,89	8,30		
ВУ2	91+44.19	9	9°24'55"	2100,00	0,00	0,00	172,93	172,93	345,08	345,08	7,11	0,78		
ВУ3	116+41.81	11	11°35'14"	2500,00	0,00	0,00	253,66	253,66	505,59	505,59	12,84	1,73		
КТ	124+52.10	12	0°0'0"											

Границы элементов				Расстояние между ВУ, м	Длина прямой,	Румб	Координаты, м	
НПК	НKK	ККК	КПК				Северная	Восточная
				4634,20	4149,56	СВ:20°54'43"	6254840,30	1252940,06
41+49.56	41+49.56	51+10.54	51+10.54	4518,30	3860,73	СВ:39°15'55"	6259169,24	1254594,17
89+71.26	89+71.26	93+16.35	93+16.35	2498,40	2071,80	СВ:48°40'50"	6262667,41	1257453,85
113+88.15	113+88.15	118+93.74	118+93.74	812,02	558,36	СВ:37°5'35"	6264316,99	1259330,25
							6264964,71	1259819,98

Рис.2.10. Пример ведомости углов поворота, прямых и кривых в формате *.xls.

2.7. Отчет о выполнении работы

Результатом работы является запроектированный вариант плана трассы, ведомость углов поворота, прямых и кривых.

2.9.Контрольные вопросы:

1. Какие основные принципы проектирования плана трассы Вы знаете?
2. Какие исходные данные требуются для проектирования плана трассы?
3. Какие технические нормативы используются при проектировании плана трассы?
4. Какие элементы плана трассы Вы знаете?

Лабораторная работа №3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

3.1. Цель лабораторной работы

Освоение технологии проектирования продольного профиля автомобильной дороги в Топоматик Robur - Автомобильные дороги [6].

3.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, ранее выполненная Лабораторная работа №2, программа Топоматик Robur - Автомобильные дороги.

3.3. Теоретические сведения

Проектирование продольного профиля автомобильной дороги должно выполняться в соответствии с техническими нормами, приведенными в СП 34.13330-2012 [2].

Основными принципами положения проектной линии продольного профиля независимо от метода проектирования являются:

- 1) Соблюдение технических норм проектирования: максимальный продольный уклон, минимальные радиусы вертикальных кривых.
- 2) Обеспечение минимальных объемов земляных работ и рационального распределения земляных масс.
- 3) Прохождение проектной линии через контрольные точки: водопропускные трубы, мосты, путепроводы.
- 4) Ограничение длин участков с предельными уклонами.
- 5) Ограничение минимальных длин вертикальных кривых одного знака во избежание получения «неспокойной» проектной линии.
- 6) Обеспечение зрительной плавности и ясности трассы, удобства и безопасности движения.

Величина руководящей рабочей отметки по условию снегонезаносимости:

$$H_{рук} = h_S + \Delta h,$$

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

Минимальная рабочая отметка над трубой:

$$H_{min} = d + \delta + \Delta + h_{до},$$

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

Минимальная отметка проезда для мостов определяется по одной из формул

- на судоходных реках

$$H_M = H_{PCV} + \Gamma_c + h_{кон},$$

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

- на несудоходных реках

$$H_M = H_{PYBB} + \Gamma_n + h_{кон},$$

где H_{PYBB} – расчетный уровень высокой воды; Γ_n – подмостовой габарит, нормируемый техническими условиями:

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

$\Gamma_n = 1,5$ м то же при редком корчеходе,

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

Проектирование продольного профиля начинается с создания черного профиля – разреза поверхности по оси трассы. Работа выполняется через диалоговое окно *Создать черный профиль*, представленное на рис.3.1.

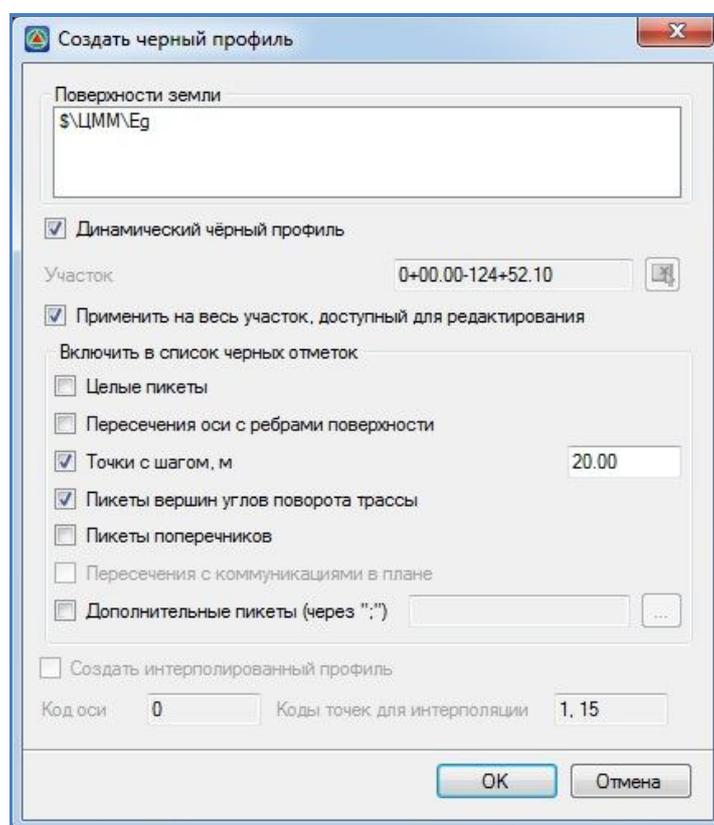


Рис.3.1. Диалоговое окно *Создать черный профиль*

В поле *Поверхность земли* должно быть указано наименование поверхности, по которой будет создан черный продольный профиль.

Параметр **Динамический продольный профиль** позволяет при изменении плана автомобильной дороги автоматически перестраивать черный продольный профиль и пересчитывать пикетажные положения пересекающих ось коммуникаций.

При открытии диалогового окна по умолчанию предлагается создать черный продольный профиль на всем протяжении трассы.

В программе можно задать конкретный участок, в пределах которого нужно построить или перестроить черный профиль. Для этого необходимо отключить опцию **Применить на всю трассу**. Участок, на котором необходимо создать продольный профиль можно также выбрать визуально: нажмите кнопку , курсор примет форму прицела, после чего в окне *Профиль* выберите текущей рамкой область, в которой должен быть создан черный продольный профиль.

Можно задать комбинацию методов сканирования поверхности, установкой соответствующих опций в поле *Включить в список черных отметок*:

- *целые пикеты* – вычисляются отметки на целых пикетах;
- *пересечение оси с ребрами поверхности* – рассчитываются отметки в точках пересечения оси дороги с ребрами поверхности. Данный метод учитывает все особенности рельефа, но при его использовании образуется много избыточных точек в профиле;
- *точки с шагом* – определяет отметки в точках поверхности с заданным шагом вдоль оси трассы;
- *пикеты вершин углов поворота трассы* – рассчитывает отметки на пикетах вершин углов поворота трассы.
- *пикеты поперечников* - определяет отметки по оси черных поперечников. Этот режим, предусмотрен, когда осуществлялась корректировка отдельных черных поперечников, а модель рельефа осталась без изменения и необходимо привести профиль в соответствие с поперечниками.
- *пересечения с коммуникациями в плане* – определяет отметки в точках пересечения оси дороги и линейными объектами.
- *дополнительные пикеты* – позволяет заполнить таблицу дополнительных пикетов, в которых будут рассчитаны отметки черного продольного профиля.

Программа **Топоматик Robur - Автомобильные дороги** обладает полным набором функций для создания и редактирования продольного профиля. В программе продольный профиль можно создать как вручную поэлементно, так и автоматизированными способами построения проектной линии (по руководящей отметке, по поперечному уклону/ превышению, параллельно земле, параллельно другому профилю и т.д.).

Проектирование продольного профиля в Топоматик Robur - Автомобильные дороги выполняется через группу команд меню **Профиль**, вид которых приведен на рис.3.2:

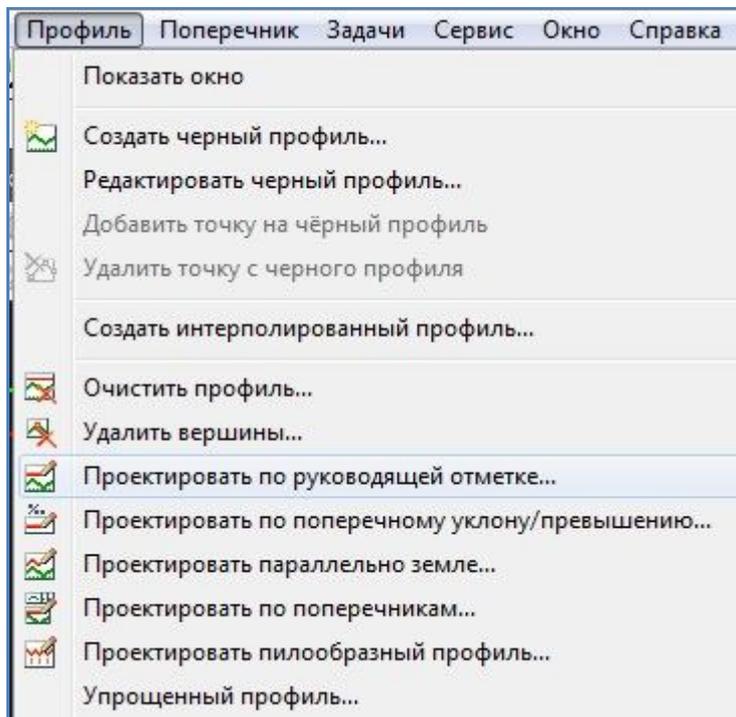


Рис.3.2. Команды меню **Профиль** для проектирования продольного профиля

Проектировать по руководящей отметке - автоматически проектируется участок продольного профиля по критерию минимального отклонения от руководящей отметки;

Проектировать по поперечному уклону - функция предназначена для проектирования профиля таким образом, чтобы в поперечном отношении между текущим и выбранным исходным профилем был соблюден заданный поперечный уклон.

Проектирование профиля параллельно земле - функция предназначена для проектирования проектного профиля параллельно линии черного профиля с заданным вертикальным смещением

Проектировать по поперечникам - функция позволяет запроектировать продольный профиль по проектному поперечнику (по линии с кодом 514) с привязкой к любому элементу верха конструкции, например по границам основных полос, кромкам или бровкам и т.д.

Проектировать пилообразный профиль - функция используется при проектировании в городских условиях улиц с плоским рельефом (продольный уклон близкий к нулю), так как при необеспеченном продольном уклоне возникают проблемы отвода воды с проезжей части. Данная функция позволяет ав-

томатически запроектировать продольный профиль по лотку с учетом имеющихся дождеприемных колодцев и обеспечения продольных уклонов.

Упрощенный профиль - данная функция позволяет создавать проектный профиль последовательным заданием параметров его элементов в табличном виде.

В лабораторной работе выполняется проектирование продольного профиля с использованием команды **Профиль/Проектировать по руководящей отметке**.

В окне *Проектировать по руководящей отметке* заполняются поля с учетом нормативных документов:

- *применить на весь участок, доступный для редактирования* - по умолчанию профиль проектируемого участка создается на всю длину трассы, если отключить данную опцию появится возможность задать участок проектирования. Его можно задать в поле ввода или указать графически при нажатии соответствующей кнопки.

- *шаг проектирования* – показывает минимальное значение между вершинами продольного профиля трассы. Фактическое значение будет зависеть от ЦММ. Меньший шаг проектирования создаст проектную линию с большим количеством элементов (вершин), в результате отклонение от указанной рабочей отметки будет минимальным. Большой шаг проектирования приведет к противоположному эффекту.

- *учесть максимальный продольный уклон* - при выборе этой опции величина продольного уклона элемента профиля не будет превышать заданную величину.

- *вписать радиусы* - выполняет автоматическое вписывание вертикальных кривых. Причем значения радиусов вписанных кривых определяются выбранным условием: *максимальные значения* - вписывает кривые с максимальным радиусом; *нормативные значения* – кривые будут вписаны не менее нормативных радиусов, указанных ниже.

- *не вписывать кривые при разнице уклонов менее* – если разница уклонов превысит это значение, то будет произведено вписывание кривой в данную вершину, а если разница уклонов окажется меньше указанной, то кривая не будет вписана, но перелом на профиле останется.

Пример заполнения окна *Проектировать по руководящей отметке* приведен на рис.3.3.

При редактировании в программе **Топоматик Robur - Автомобильные дороги** можно задавать радиусы вертикальных кривых, их длину, поднимать и опускать вершины точек перелома, обеспечивать необходимую высоту насыпи над трубами и др.

В программе реализовано два способа редактирования продольного профиля:

1. Интерактивное перемещение вершин углов перелома вместе с вписанными кривыми при помощи мыши, удаление и вставка новых вершин.

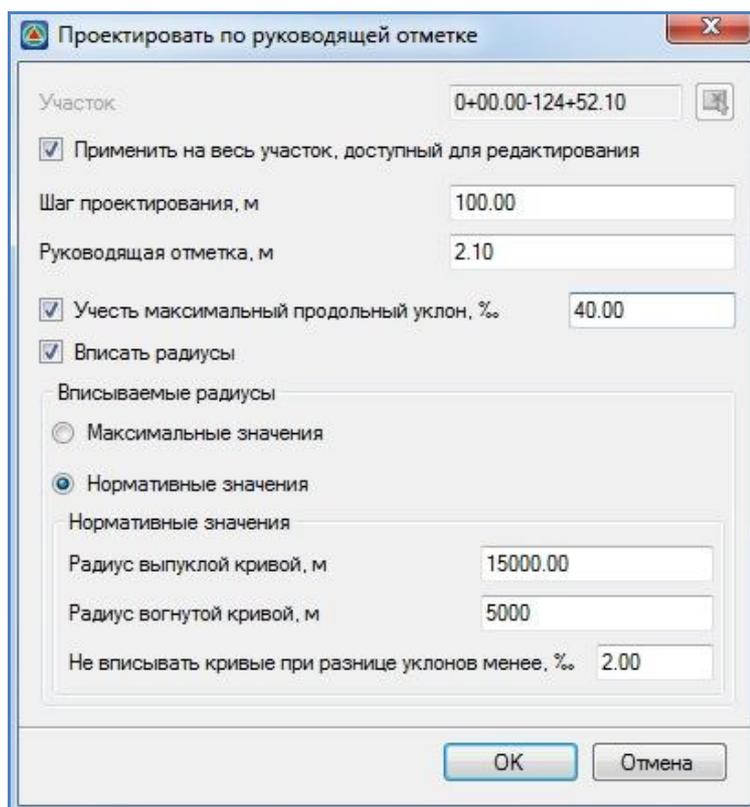


Рис.3.3. Диалоговое окно *Проектировать по руководящей отметке*

2. Команды контекстного меню, которое открывается при наведении курсора мыши на вершину (перелом) продольного профиля и нажатии на правую клавишу мыши. Вид контекстного меню приведен на рис.3.4.

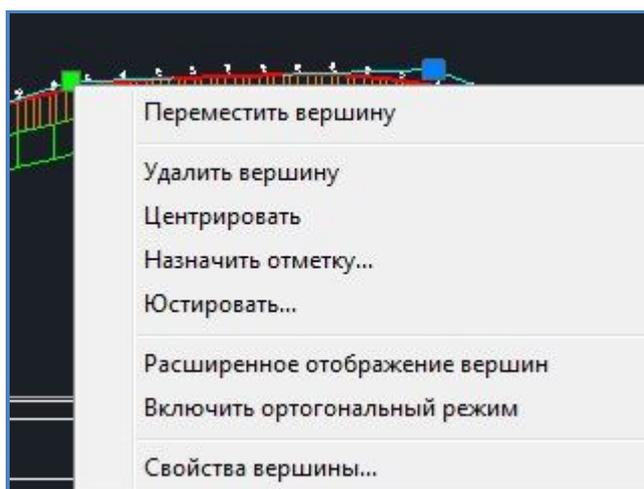


Рис.3.4. Вид контекстного меню для редактирования вершин продольного профиля

Для редактирования ранее созданных вершин существуют три вида специальные фиксированных ручек синего цвета:

Вид 1  – применяется для перемещения вершины перелома профиля, при нажатии на ней правой клавишей мыши выпадает контекстное меню, приведенное на рис.3.4.

В контекстном меню представлены следующие команды:

- **переместить вершину** применяется для визуального перемещения данной вершины;
- **удалить вершину** применяется для удаления вершины;
- **центрировать** производит центрирование выбранной вершины относительно соседних вершин. Эта функция применяется при проектировании продольного профиля без прямых участков, из кривой в кривую;
- **назначить отметку** позволяет задать проектную отметку вершины. При выборе этой функции открывается диалоговое окно, в котором можно задать ее пикет и отметку;
- **юстировать** позволяет производить точную корректировку профиля. При выборе этой команды появиться диалоговое окно *Юстировать вершину профиля*, приведенное на рис.3.5.

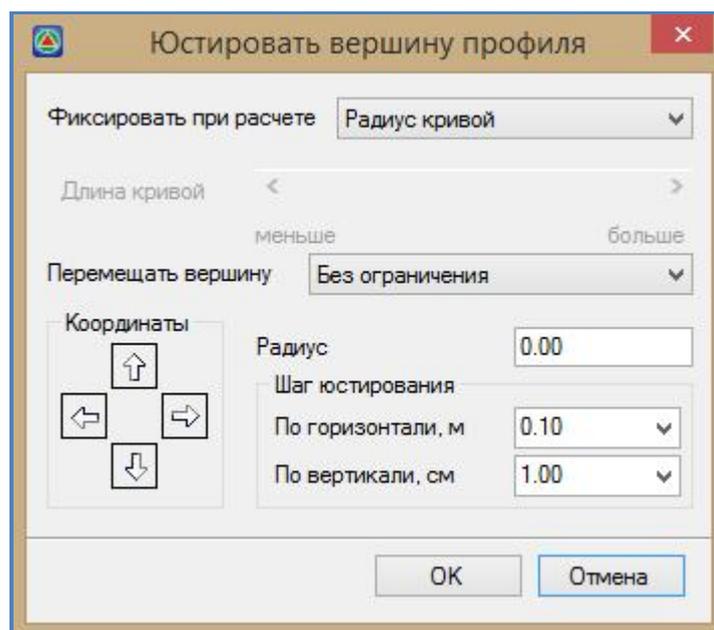


Рис.3.5. Диалоговое окно *Юстировать вершину профиля*

В поле *Координаты* можно перемещать вершину в ортогональных направлениях с определенным шагом юстирования, который задается в этом же окне.

Во время юстировки вершины можно зафиксировать длину полукривой или радиус кривой.

- *простое\расширенное отображение вершин* скрывает\отображает дополнительные элементы визуального редактирования профиля (ручки перемещения вдоль левого и правого тангенса).

- *включить ортогональный режим* позволяет перемещать вершину только в ортогональных направлениях.

- *свойства вершины* редактирует пикетаж, отметку, длину полукривой и радиус.

Вид 2   – применяются для перемещения вершины продольного профиля вдоль правого и левого тангенса (активны только при расширенном отображении вершин). При нажатии правой кнопки мыши откроется контекстное меню рис.3.6.

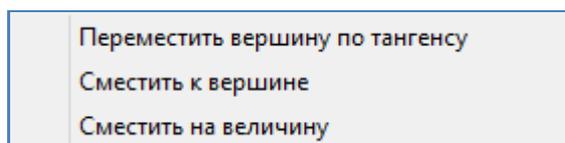


Рис.3.6. Контекстное меню для перемещения вершины перелома профиля вдоль тангенса

В контекстном меню представлены следующие команды:

- **переместить вершину по тангенсу** применяется для перехода в режим перемещения вершины вдоль тангенса.

- **сместить к вершине** автоматически смещает вершину вертикальной кривой в сторону смежной кривой.

- **сместить на величину** смещает вершину по пикетажу или против на заданное расстояние.

Вид 3  – данная ручка находится на середине прямой вставки продольного профиля и служит для параллельного ее перемещения. При нажатии на нее правой клавишей мыши появиться контекстное меню рис.3.7.

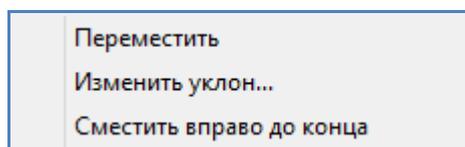


Рис.3.7. Контекстное меню для перемещения прямой вставки продольного профиля

В контекстном меню представлены следующие команды:

- **переместить** позволяет перейти в режим параллельного перемещения данного элемента продольного профиля;

- **изменить уклон** позволяет изменить уклон прямой вставки, после выбора этой функции откроется диалоговое окно *Уклон сегмента профиля*, при-

веденное на рис.3.8. В открывшемся окне нужно выбрать точку, относительно которой будет назначаться уклон и задайте значение уклона. В поле *Расстояние до следующей вершины* нужно задать расстояние до следующей вершины по ходу пикетажа.

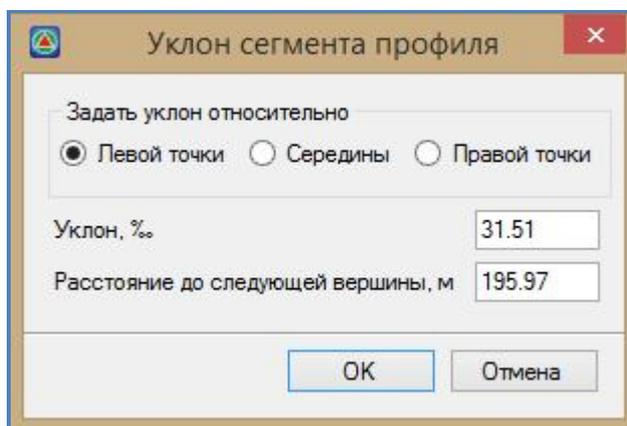


Рис.3.8. Диалоговое окно *Уклон сегмента профиля*

- **сместить влево\вправо до конца** позволяют переместить прямолинейный элемент продольного профиля на максимально возможное расстояние влево или вправо.

3.4. Задание

Для освоения проектирования продольного профиля в программе **Топоматик Robur - Автомобильные дороги** предлагается выполнить типовое задание, которое включает в себя следующие задачи:

- создание черного профиля;
- создание проектного профиля;
- редактирование проектного продольного профиля.

3.5. Исходные данные

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы необходимы:

- проект, содержащий цифровую модель местности и трассу автомобильной дороги (результат Лабораторной работы №2);
- технические нормативы для категории проектируемой автомобильной дороги;
- информация о запроектированных искусственных сооружениях;
- руководящая рабочая отметка.

3.6. Ход работы

Запустите программу Топоматик Robur - Автомобильные дороги.
Откройте Проект и сделайте активным модель Ось.

Создание черного профиля

Выполните команду Профиль/Создать черный профиль, как показано на рис.3.9.

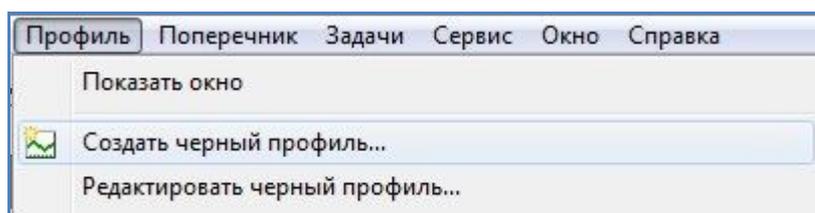


Рис.3.9. Команда Профиль/Создать черный профиль

Откроется диалоговое окно *Создать черный профиль*, представленное на рис.3.1.

Сделайте настройки как показано на рис.3.1. и нажмите кнопку ОК.

В результате будет построен черный продольный профиль трассы. Проектный профиль изначально представляет прямую линию, которая соединяет начальную и конечную точку черного профиля. Пример черного профиля приведен на рис.3.10.

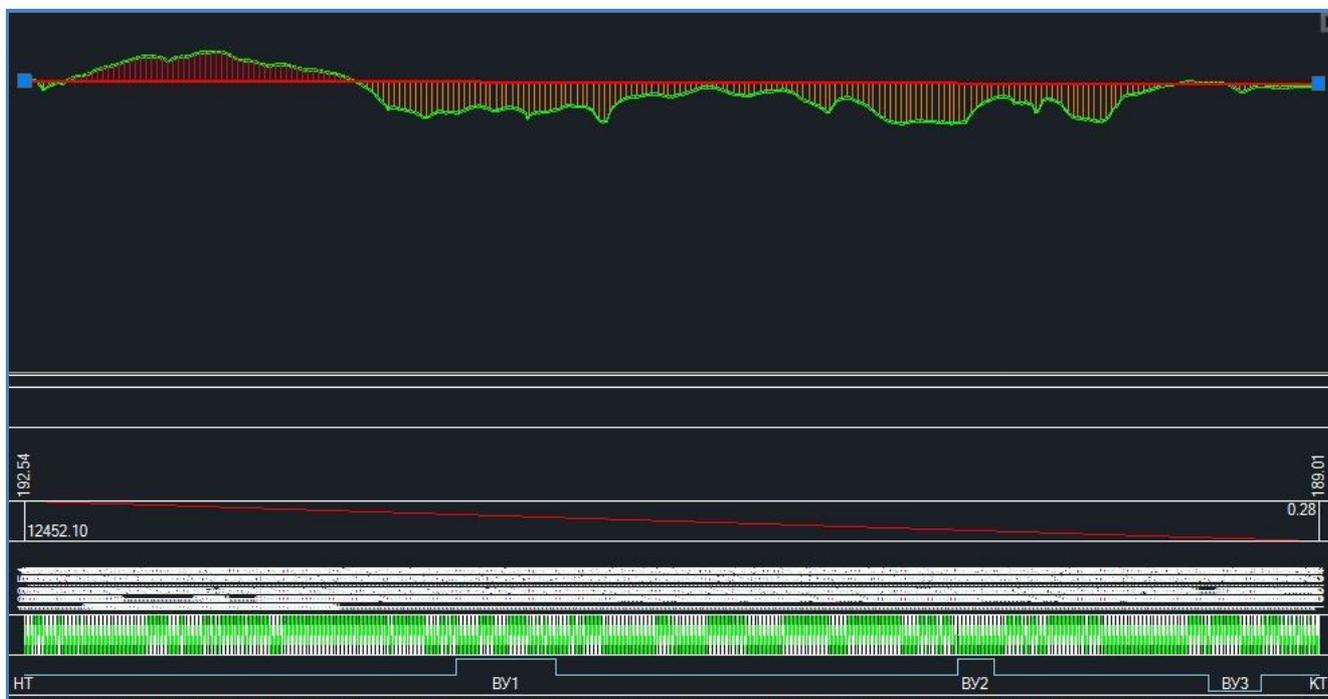


Рис.3.10. Вид Черного профиля

Проектирование продольного профиля

Обратитесь к команде Профиль/Проектировать по руководящей отметке. Заполните поля диалогового окна *Проектировать по руководящей отметке*. Пример заполнения приведен на рис.3.3.

Нажмите на кнопку ОК, в результате чего произойдет построение продольного профиля по руководящей отметке. Пример продольного профиля приведен на рис.3.11.

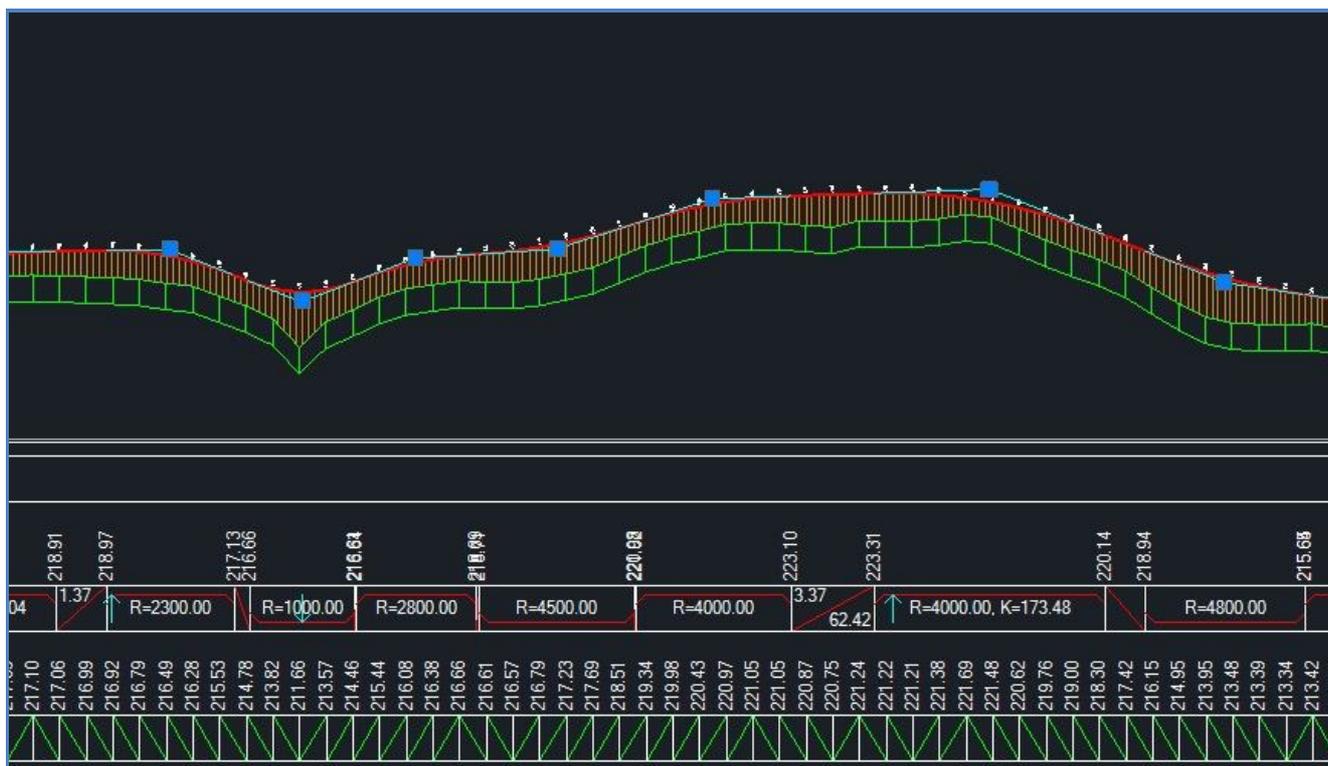


Рис.3.11. Пример продольного профиля

Редактирование продольного профиля

Проведите анализ продольного профиля для выявления несоответствия величин радиусов и длин вертикальных кривых нормативным значениям.

Для автоматического анализа продольного профиля обратитесь к команде Профиль / Настройка контроля профиля.

В открывшемся окне *Динамический контроль профиля* установите значения контролируемых параметров. Пример заполнения для II технической категории дороги приведен на рис.3.12.

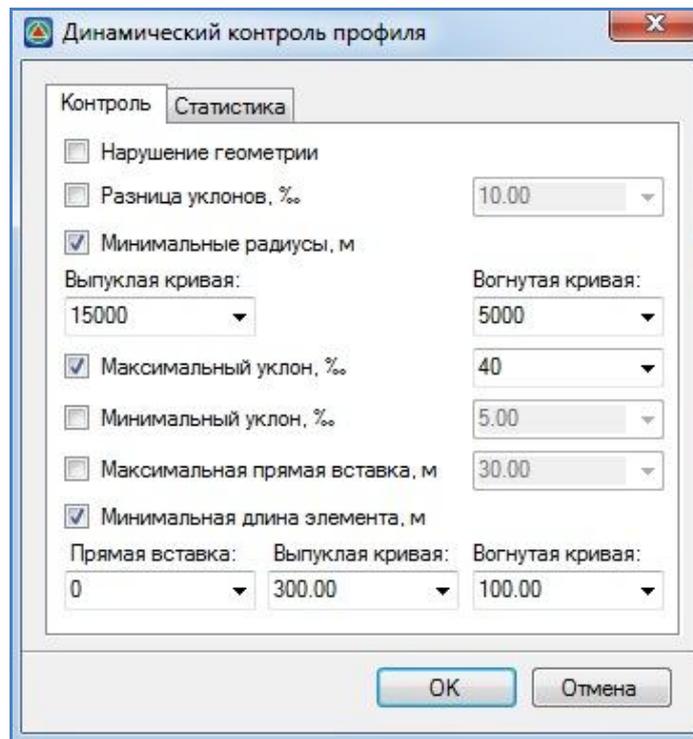


Рис.3.12. Вкладка *Контроль* окна *Динамический контроль профиля*

После ввода значений контролируемых параметров перейдите на вкладку *Статистика*, в которой приведен перечень элементов с ненормативными значениями параметров. Вид вкладки *Статистика* приведен на рис.3.13.

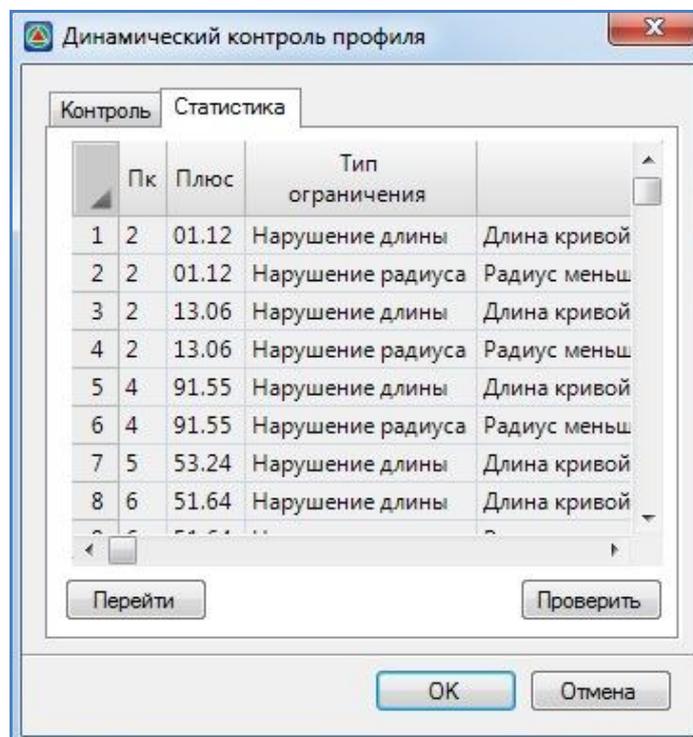


Рис.3.13. Вкладка *Статистика* окна *Динамический контроль профиля*

Если выбрать какой-нибудь элемент в списке *Статистика* и нажать на кнопку *Перейти*, то этот элемент будет показан крупным планом в окне *Профиль*, а снизу, если включен *Динамический контроль*, будет описана причина несоответствия параметров элемента нормативным значениям.

Нажмите на кнопку ОК.

Участки продольного профиля, требующие редактирования, в окне *Профиль* обозначаются специальным элементом. При наведении курсора на элемент отображается причина несоответствия параметров элемента нормативным значениям. Вид элемента, обозначающего несоответствие, приведен на рис.3.14.



Рис.3.14. Элемент, обозначающий несоответствие параметров нормативным значениям

Отредактируйте продольный профиль, созданный по руководящей отметке в соответствии с требованиями нормативных документов, используя методы, описанные в п.3.3 Теоретические сведения.

3.7. Отчет о выполнении работы

Результатом работы является продольный профиль автомобильной дороги.

3.8. Контрольные вопросы:

1. Какие технические нормативы используются для проектирования продольного профиля?
2. Как определяется минимальная отметка для водопропускной трубы?
3. Как определяется минимальная отметка проезда по мосту?
4. Как определить руководящую рабочую отметку?

Лабораторная работа № 4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕРХА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ. РАСЧЕТ ВИРАЖЕЙ

4.1. Цель лабораторной работы

Изучение технологии проектирования поперечного профиля автомобильной дороги в системе Топоматик Robur - Автомобильные дороги [6].

4.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, программа Топоматик Robur - Автомобильные дороги, а также результаты ранее выполненных лабораторных работ

4.3. Теоретические сведения

Верх земляного полотна состоит из проезжей части и обочин. Обочина автомобильной дороги состоит из трех элементов: краевая полоса, укрепленная и грунтовая части обочины. Параметрами элементов верха земляного полотна являются их ширины и поперечные уклоны, значения которых определяются в соответствии с ГОСТ 33475-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Технические требования» [1].

Проектирование верха земляного полотна

Верх земляного полотна в Топоматик Robur - Автомобильные дороги представлен шаблоном. *Шаблон* – это текстовый файл, создаваемый при помощи специального графического редактора. Шаблон позволяет описать произвольную конфигурацию поперечного профиля (например, бортовые камни, дренаж и т.д.). Более того, замкнутые контуры внутри шаблона могут быть использованы для подсчета объемов работ.

Шаблон состоит из узлов и линий, соединяющих эти узлы. Каждый узел имеет две координаты, характеризующие плановое и высотное положение узла относительно оси трассы.

Так как ширины и уклоны верха земляного полотна, как правило, изменяются по длине трассы, то для того чтобы один и тот же шаблон мог быть использован для разных случаев, в шаблоне предусмотрены переменные, используемые для вычисления координат узлов. Каждой переменной должно быть присвоено определенное значение, что обеспечивается механизмом привязки шаблона.

Все данные, необходимые для привязки шаблона, представлены в виде одной таблицы, называемой верхом земляного полотна. Эта таблица может

быть сформирована различными способами, что обеспечивает дополнительную гибкость для автоматизации расчетов изменения геометрии дороги в плане и в профиле, а также для описания всевозможных деталей и элементов конструкции дорожной одежды.

Каждая строка таблицы верха земляного полотна, содержит параметры, которые должны быть присвоены переменным шаблона на конкретном пикете. Пикеты в таблице упорядочены в порядке возрастания. Таблица должна быть сформирована таким образом, чтобы каждая строка появлялась в таблице на пикете, где происходит изменение хотя бы одного параметра.

Проектирование верха земляного полотна выполняется с помощью команды **Поперечник / Задать параметры конструкции**. Вид диалогового окна *Верх проектной конструкции* приведен на рис.4.1.

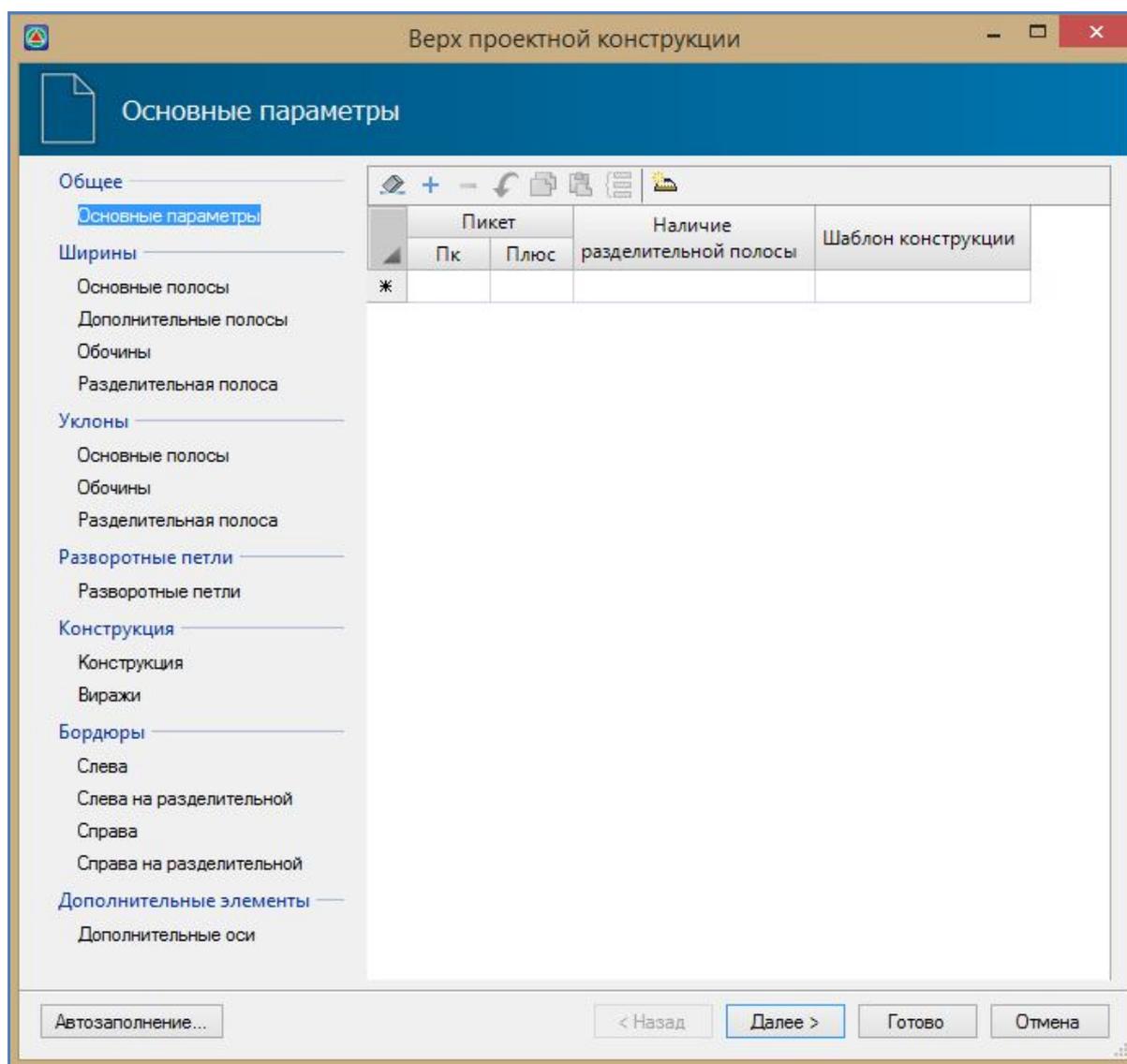


Рис. 4.1. Диалоговое окно *Верх проектной конструкции*

В левой части окна представлен список таблиц, которые заполняются и редактируются, некоторые из этих таблиц могут быть автоматически заполнены. При необходимости можно открыть необходимую таблицу, щелкнув по ее наименованию левой кнопкой мыши. Для редактирования таблиц в верхней панели диалогового окна представлены инструменты, основными из которых являются:

-  - удаление всех записей в таблице;
-  - создание новой строки;
-  - удаление строки;
-  - отмена действия;
-  - копирование содержимого строки;
-  - вставка копированной строки;
-  - получение строки со значениями параметра, интерполированными по расстоянию между соседними строками.

Для автоматического проектирования верха проектной конструкции по всей длине трассы используется команда **Автозаполнение**. В диалоговом окне *Автозаполнение верха проектной конструкции* устанавливаются необходимые параметры, как показано на рис.4.2.

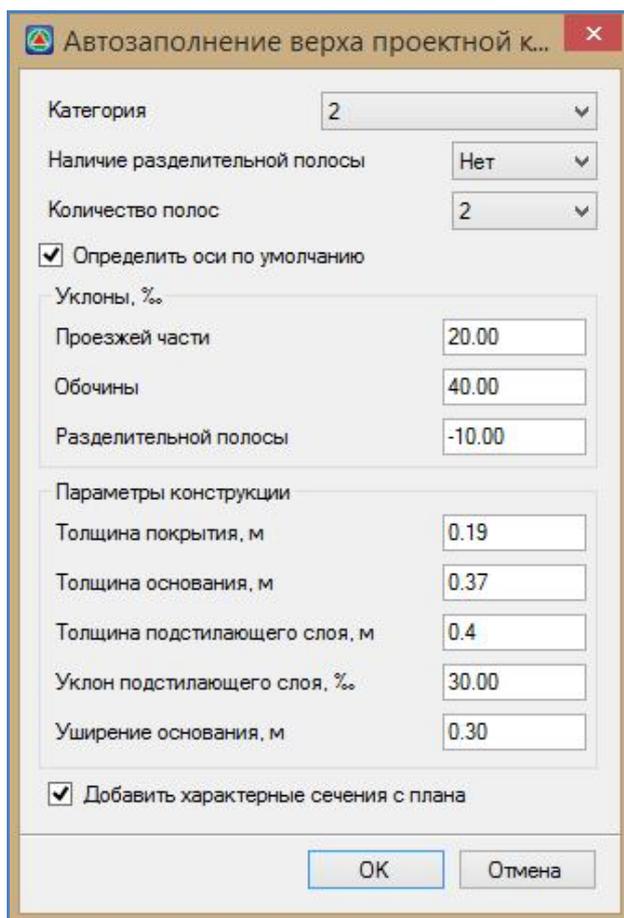


Рис.4.2. Диалоговое окно *Автозаполнение верха проектной конструкции*

Опция **Определить оси по умолчанию** позволяет по заданным параметрам конструкции во вкладке мастера **Верх конструкции** создает список **Дополнительных осей** (бровки, кромки и т.д.), отображаемых в окне **План**.

Опция **Добавить характерные сечения с плана** позволяет добавлять в таблицы пикеты всех границ элементов трассы (НПК, КПК и т.п.).

Все параметры поперечного профиля также можно задать индивидуально для различных участков автомобильной дороги.

При нажатии кнопки **Общее - Основные параметры** в диалоговом окне **Верх проектной конструкции** можно задать шаблон конструкции поперечного профиля, как показано на рис.4.3.

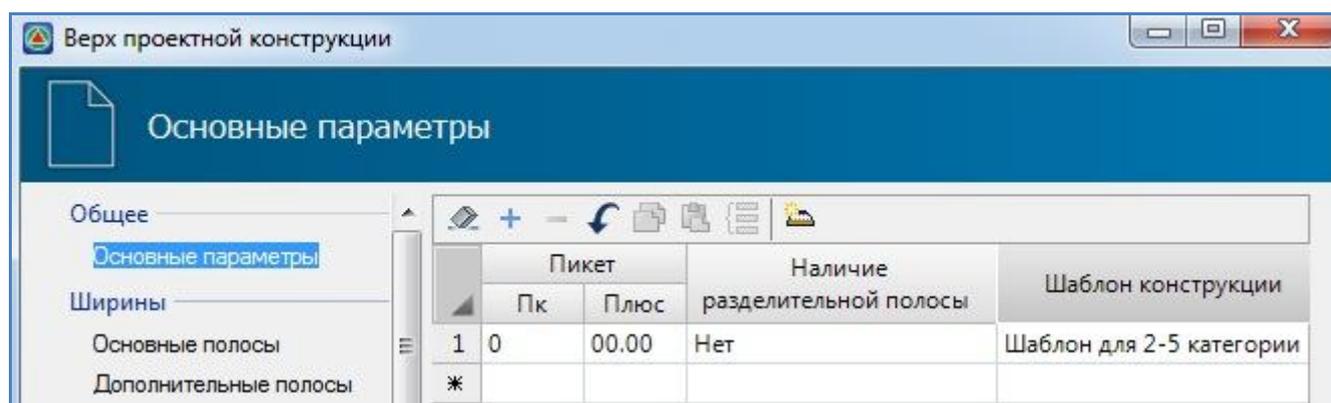


Рис. 4.3. Вкладка *Основные параметры* диалогового окна *Верх проектной конструкции*

В графе *Пикет* – необходимо задать участок, где будет применяться данный шаблон. Начало участка соответствует заданному пикету, а конец – началу следующего. Конец трассы соответствует концу последнего участка. Все таблицы конструкций заполняются в соответствии с этим правилом. Если используется только один шаблон поперечного профиля, то таблица будет заполнена по аналогии с рис.4.3.

Наличие разделительной полосы – при выборе из выпадающего меню **Нет**, значения ширин и уклонов заданных в соответствующих таблицах будут игнорироваться.

Шаблон конструкции – из выпадающего окна можно выбрать один из стандартных шаблонов:

- *Empty* - пустой шаблон.
- *Шаблон для 2-5 категории* – применяется для проектирования автомобильных дорог 2-5 категории.
- *Шаблон для 1 категории* - служит для проектирования автомобильных дорог 1 категории.

- *Mr* – содержит в себе линию верха конструкции и используется для задач фрезерования\выравнивания покрытия.
- *111* и *222* - содержат только линию верха конструкции, и используется для проектирования поверхностного водоотвода в городских условиях и фрезерования\выравнивания покрытия.
- *Шаблон для пересечения слева\справа* - применяется на подбъектах, создаваемых по кромкам закруглений на четвертях одноуровневых пересечений.

Во вкладке *Ширина основных полос* задается ширина основных полос проезжей части, как показано на рис.4.4.

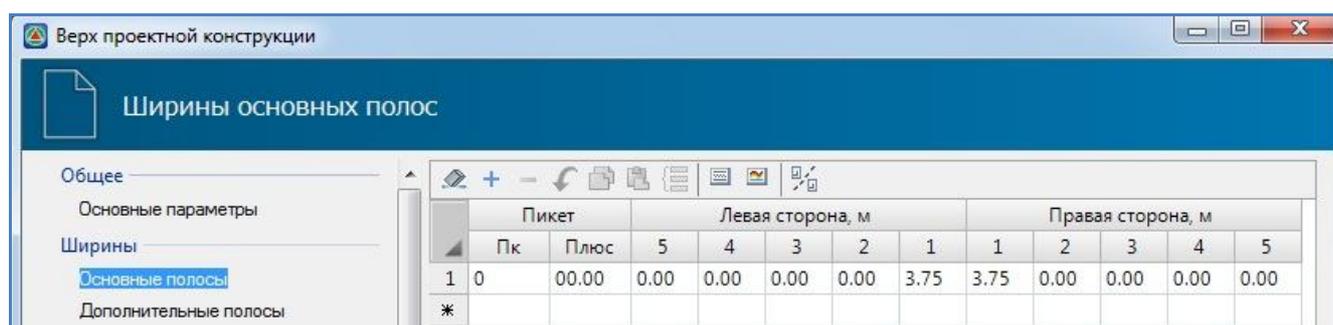


Рис. 4.4. Вкладка *Ширина основных полос* диалогового окна *Верх проектной конструкции*

Если значения ширин на начальном и конечном участке отличаются, то на промежуточных пикетах они будут определяться линейной интерполяцией (в данной таблице следует задавать только ширины основной проезжей части участка автомобильной дороги и не учитывать уширения на виражах, переходно-скоростных полос на пересечениях, карманов остановок и т.п., т.к. эти элементы задаются в других вкладках мастера).

Кнопка  на панели окна дает возможность задавать значения отдельно для каждой стороны дороги.

Во вкладке *Ширина дополнительных полос* задаются параметры дополнительных полос (переходно-скоростные полосы, дополнительная полоса на подъем и т.д.).

Во вкладке *Ширина обочины* задаются ширина обочины, зоны укрепления и границы участков, в пределах которых будут действовать заданные значения. Если ширин на начальном и конечном участке отличаются, то на промежуточных пикетах ширины будут рассчитываться линейной интерполяцией.

Обочина состоит из трех основных зон:

- первая зона - краевая полоса;
- вторая зона - укрепленная часть;
- третья зона - неукрепленная зона или укрепленная засевом трав.

В данной таблице задается полная ширина обочины, ширина краевой полосы (первой зоны) и опционально ширина второй (укрепленная часть) или третьей зоны (зона укрепленная засевом трав). Если поставить галочку в опции **Фиксировать ширину укрепленной части**, то в поле *Зона обочины* задается ширина второй зоны, если выключена, то ширина третьей зоны обочины.

Пример заполнения вкладки *Ширина обочины* приведен на рис.4.5.

Пикет	Плюс	Полная ширина	Левая сторона, м		Правая сторона, м			
			Краевая полоса	Зона обочины	Краевая полоса	Зона обочины		
1	0	00.00	3.75	0.50	1.50	3.75	0.50	1.50
*								

Рис. 4.5. Вкладка *Ширина обочины* диалогового окна *Верх проектной конструкции*

Во вкладке *Ширина Разделительной полос* задаются параметры разделительных полос.

Во вкладке *Уклоны основных полос* задаются поперечные уклоны основных полос проезжей части без учета виражей, которые задаются в другой вкладке, как показано на рис.4.6.

Пикет	Плюс	Левая сторона, ‰					Правая сторона, ‰					
		5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	
1	0	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
*												

Рис.4.6. Вкладка *Уклоны основных полос* диалогового окна *Верх проектной конструкции*

Во вкладке *Уклоны обочины* задаются уклоны зон обочин. По умолчанию задается только общий уклон обочины, который определяет уклон *Укрепленной части* (вторая зона) и *Крайней зоны* (третья зона) обочины, а уклон *Краевой полосы обочины* (1-я зона) принимается по уклону крайней полосы проезжей час-

ти. Для того чтобы задать уклон краевой полосы или крайней зоны обочины отличной от уклона основной проезжей части или общего уклона обочины соответственно, нужно установить опцию **Задать уклон краевой полосы** или **Задать уклон крайней зоны**. После этого станут активны соответствующие столбцы для заполнения уклонов.

Пример заполнения данных во вкладке *Уклоны обочины* приведен на рис.4.7.

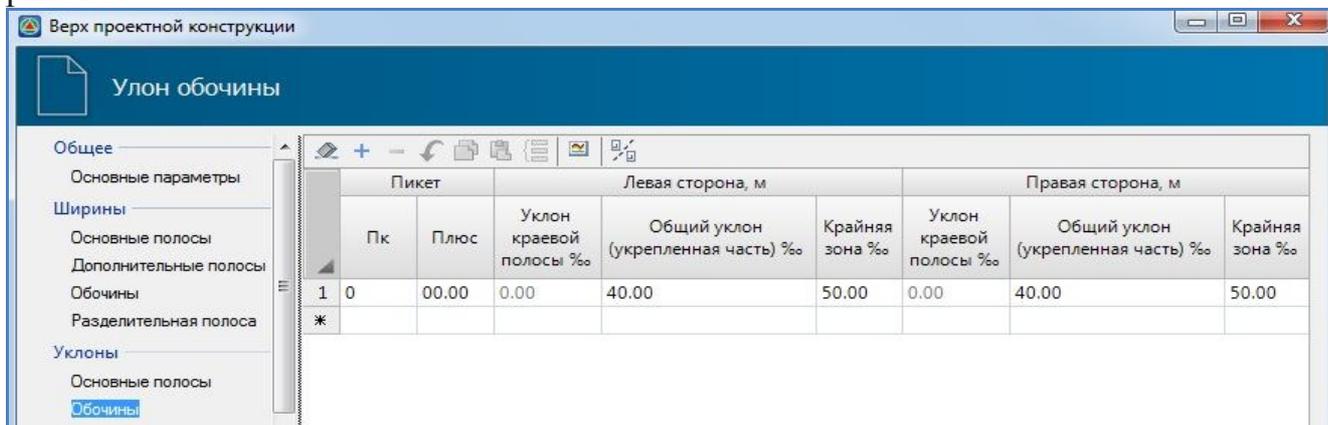


Рис.4.7. Вкладка *Уклоны обочины* диалогового окна *Верх проектной конструкции*

Во вкладке *Уклоны разделительной полосы* задаются уклоны разделительной полосы.

Во вкладке *Конструкция - Конструкция* задаются основные параметры конструкции дорожной одежды (толщины конструктивных слоев дорожной одежды, уклон подстилающего слоя, уширение основания, высота бордюра). Пример заполнения вкладки *Конструкция* приведен на рис.4.8.

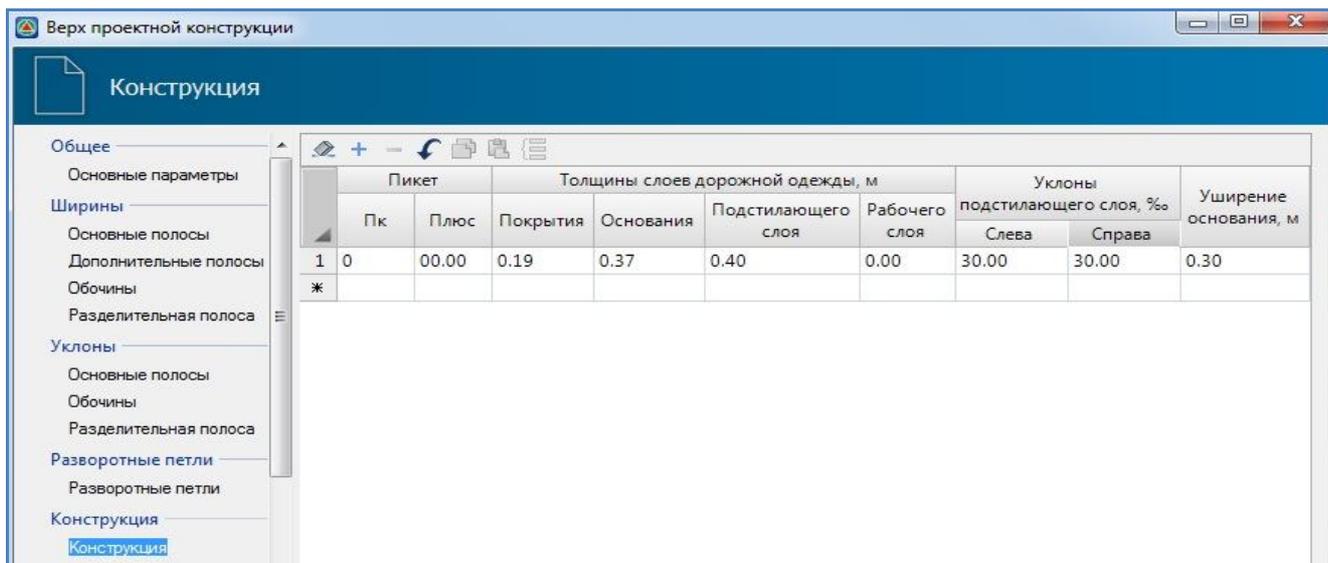


Рис.4.8. Вкладка *Конструкция* диалогового окна *Верх проектной конструкции*

Во вкладке *Бордюры – слева (справа, слева на разделительной, справа на разделительной)* происходит задание высотного положения бортового камня на участке автомобильной дороги.

Во вкладке *Дополнительные элементы - Дополнительные оси* можно задать оси, которые нужно нарисовать в окне *План*. В качестве дополнительных осей могут выступать как линии границ полос конструкции поперечника, так и произвольные вспомогательные линии для построения.

Расчет виражей

Во вкладке *Конструкция - Виражи* задаются участки с виражами и их параметры.

В программе *Топоматик Robur - Автомобильные дороги* применяются типовые схемы отгона виражей для дорог без разделительной полосы и для дорог с разделительной полосой (одиночное закругление).

Проектирование виражей производится при помощи механизма, позволяющего выполнить отгон виража по предлагаемым схемам, задавая ширины полос и поперечные уклоны в характерных сечениях. В промежутках между характерными сечениями эти величины интерполируются. Чтобы устроить вираж, программа сама определяет, где находятся переходные кривые, и выполняет на них отгон виража и уширение (за счет внутренней части земляного полотна).

Для дорог без разделительной полосы вращение производится относительно оси, а для дорог с разделительной полосой – относительно либо внутренней кромки, либо перспективной кромки, либо середины проезжей части, либо произвольной точки.

Переход от двускатного поперечного профиля к односкатному, на дорогах II – IV категорий производится постепенным вращением внешней полосы проезжей части вокруг оси дороги, до получения односкатного поперечного профиля с уклоном, равным уклону проезжей части при двухскатном профиле; затем вращением вокруг оси всей проезжей части, до необходимой величины поперечного уклона на вираже, как представлено на рис.4.9.

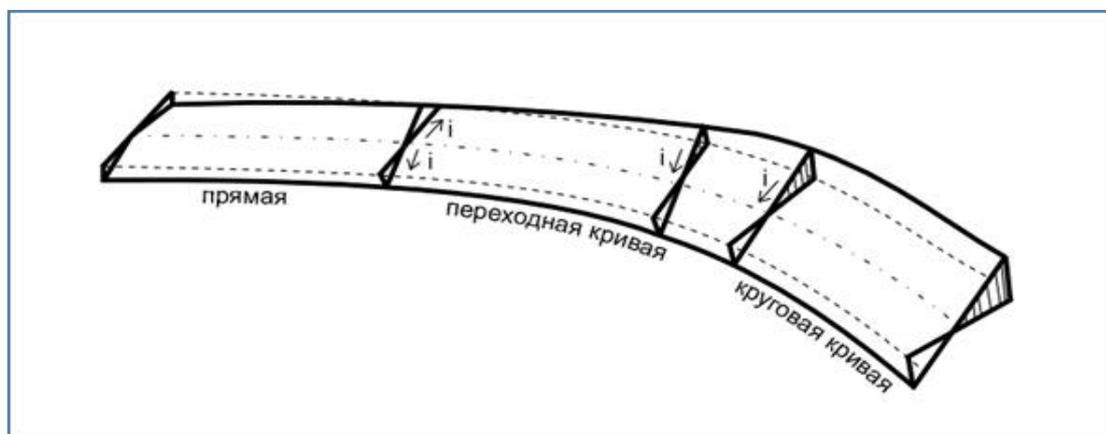


Рис.4.9. Схема отгона виража на закруглении

На дорогах II – IV категорий отгон виража на смежных кривых осуществляется по следующим схемам:

- если две смежные кривые в плане обращены в одну сторону и прямая вставка между ними 100 м и менее или отсутствует, то односкатный поперечный профиль следует принимать непрерывным, на протяжении двух кривых и прямой вставки

- если две смежные кривые в плане обращены в разные стороны и прямая вставка между ними 60 м и менее или отсутствует, то отгон виража осуществляется от середины прямой вставки или на стыке двух клотоид, где поперечный уклон проезжей части и обочины принимается равным нулю. Отгон уширения осуществляется от начала переходной кривой.

Схема отгона виража на смежных закруглениях приведена на рис.4.10.

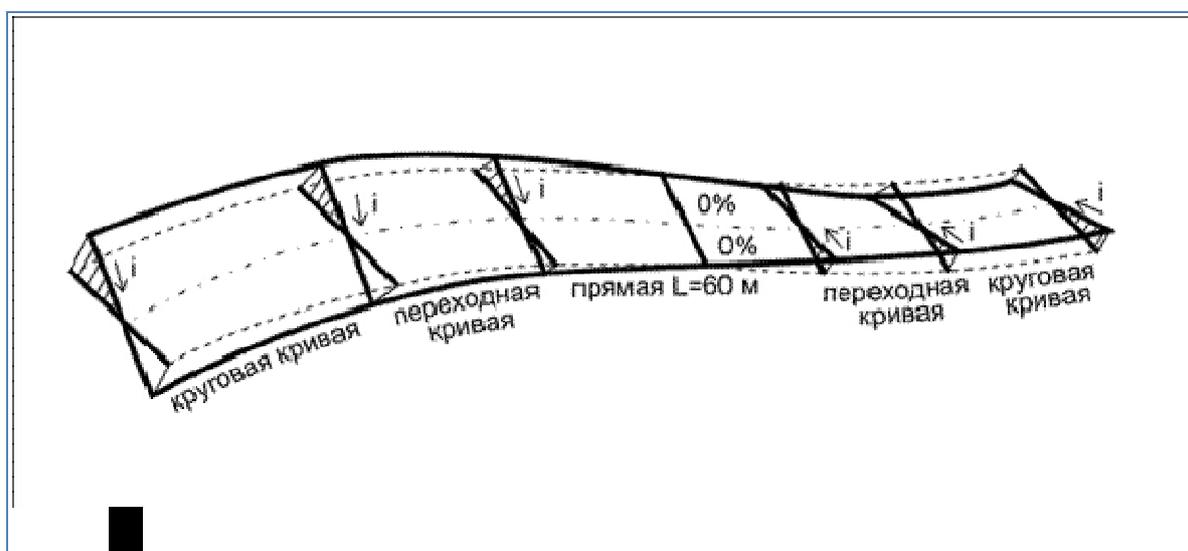


Рис.4.10. Схема отгона виража на смежных закруглениях

При наличии разделительной полосы, в зависимости от ее ширины, могут применяться два варианта вращения проезжих частей (разные оси вращения):

- низ подстилающего слоя вращается одновременно с верхом земляного полотна на протяжении всего отгона виража, однако при переходе от двухскатного профиля к односкатному на определенном участке уклон подстилающего слоя будет равен нулю и водоотвод будет затруднен;

- вращается только верх земляного полотна, низ подстилающего слоя остается до определенного момента неподвижным, затем осуществляется резкий переход и дальнейшее вращение происходит одновременно.

В программе Топоматик Robur - Автомобильные дороги реализовано два варианта заполнения таблиц исходных данных при проектировании виражей - в автоматическом и ручном режимах.

Для заполнения таблицы в автоматическом режиме используется команда Автовираж.

В этом случае в окне *Автовираж*, вид которого приведен на рис.4.11, необходимо задать следующие исходные данные для расчета виража:

Автовираж

Длина автопоезда 13

Минимальная ширина обочины, м 1

Макс. уклон виража для II-V категорий

Величина уклона, ‰ 40.00

Начальный радиус отгона виража, м 0.00

Учитывать короткие прямые вставки

Для дорог без разделительной полосы

Изменение уклона По дополн. уклону

Низ подстил. слоя параллельно покрытию

Для дорог с разделительной полосой

Уширить разделительную полосу

Низ подстил. слоя параллельно покрытию

Вращение относительно:

Внутренней кромки

Сохранять при отгоне виража:

Уклоны разделительной

OK Отмена

Рис.4.11. Окно *Автовираж*

Выпадающий список *Длина автопоезда* – задает максимальную длину автопоезда, которая будет учтена при расчете уширения проезжей части на кривой.

Выпадающий список *Минимальная ширина обочины, м* – задает минимально допустимое значение ширины обочины при выполнении отгона виражей.

Выпадающий список *Макс. уклон виража* - определяет максимальный уклон виража в зависимости от категории дороги и дополнительных условий:

- для II - V категорий;
- для подъездных путей;
- с учетом гололёда;
- задать уклон - при выборе этого пункта в поле *Величина уклона* значение уклона виража необходимо будет вводить вручную.

Выпадающий список *Начальный радиус отгона виража* - определяет значение радиуса переходной кривой, при достижении которого начинается отгон виража.

Учитывать короткие прямые вставки – определяет необходимость учета прямых вставок. При выборе данной опции отгон виражей осуществляется с учетом прямых вставок вне зависимости от их протяженности.

Для дорог без разделительной полосы:

Выпадающий список *Изменение уклона* – выбирается один из вариантов вращения верха покрытия и обочины на вираже:

По дополнительному уклону – переход от двускатного к односкатному осуществляется путем вращения внешней пр. части вокруг оси проезжей части до достижения односкатного профиля с уклоном равным уклону проезжей части при двускатном профиле, затем вращением всего верха конструкции вокруг оси до уклона виража. При расчете виража определяется условный дополнительный уклон кромки проезжей части примыкающей к внешней обочине. В случае если дополнительный уклон менее трех промилле, то на участке перехода от двускатного поперечного профиля к односкатному с уклоном равным уклону проезжей части на прямолинейном участке, создается дополнительный продольный уклон $i_{доп.}=3\%$, путем определения по формуле (см. ТП 503-0-45) длины участка перехода от двускатного поперечного профиля к односкатному с уклоном равным уклону проезжей части;

Последовательно – отгон уклона осуществляется аналогично схеме "по дополнительному уклону" за исключением того, что дополнительный уклон (3‰) не устраивается;

Пропорционально – переход от двускатного к односкатному осуществляется путем вращения отдельно каждой проезжей части вокруг оси до достижения уклона виража, то есть значение приращения уклона для каждой проезжей части рассчитывается отдельно, пропорционально длине.

Вращение низа подстилающего слоя – из выпадающего списка выбирается один из вариантов вращения подстилающего слоя на вираже:

- *Низ подстилающего слоя параллельно покрытию* – на протяжении всего отгона виража уклон низа подстилающего слоя будет равен уклону проезжей части;

- *Не изменять низ подстилающего слоя* - на протяжении всей длины отгона низ подстилающего слоя остается неподвижным.

- *Вращать низ подстилающего слоя* - низ подстилающего слоя остается до определенного момента неподвижным, затем осуществляется резкое изменение уклона низа подстилающего слоя и дальнейшее его вращение с верхом покрытия происходит одновременно.

Для автодорог с разделительной полосой:

Уширить разделительную полосу – предусматривает уширение разделительной полосы при отгоне виража;

Вращение относительно – из выпадающего списка выбирается ось, относительно которой будет происходить вращение проезжей части (внутренняя кромка, середина проезжей части или внешняя кромки);

Выпадающий список *Вращение относительно* определяет относительно какого элемента будет происходить вращение проезжей части (внутренней кромки, середины проезжей части и внешней кромки);

Выпадающий список *Сохранять при отгоне виража* определяет тип сохраняемых параметров: сохранение заданных значений уклонов разделительной полосы, либо превышения оси при выполнении отгона виража.

При нажатии кнопки ОК происходит автоматический пересчет виражей и заполнение их параметров в таблицу.

Параметры любого отдельного виража, полученные автозаполнением, при необходимости могут быть отредактированы. Для этого выбирается соответствующий вираж из списка и вызывается команда **Свойства**.

4.4. Задание

Для освоения методов проектирования поперечного профиля автомобильной дороги в системе **Топоматик Robur - Автомобильные дороги** предлагается выполнить типовое задание, которое включает в себя следующие задачи:

- создание списка поперечников;
- проектирование верха земляного полотна;
- расчет виражей.

4.5. Исходные данные

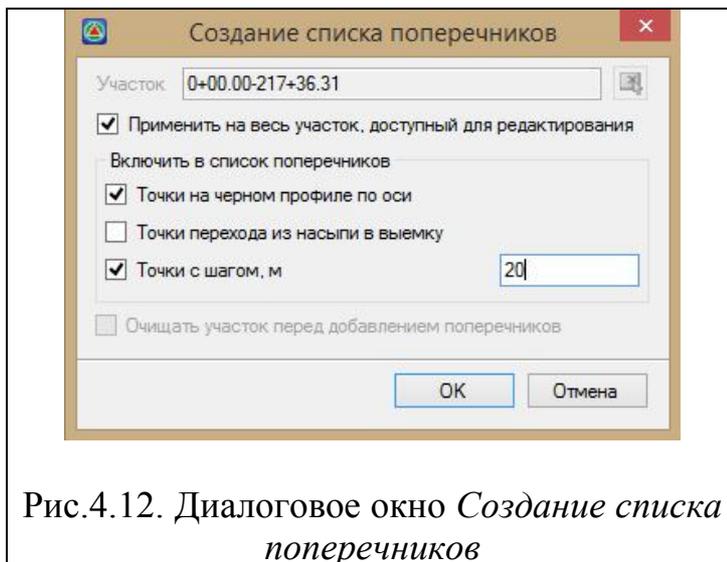
В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы необходим Проект автомобильной дороги, созданный ранее в лабораторных работах и расчет вариантов дорожной одежды.

4.6. Ход работы

Откройте проект автомобильной дороги, в котором был построен продольной профиль (результат выполнения Лабораторной работы №3).

Создание списка поперечников

Обратитесь к команде **Поперечник / Создать список поперечников**. В диалоговом окне *Создание списка поперечников* задайте параметры в соответствии с рис.4.12 и нажмите ОК.



В результате в рабочем окне *Поперечник* появится набор черных поперечных профилей с указанным шагом, как показано на рис.4.13.

Рис.4.12. Диалоговое окно *Создание списка поперечников*

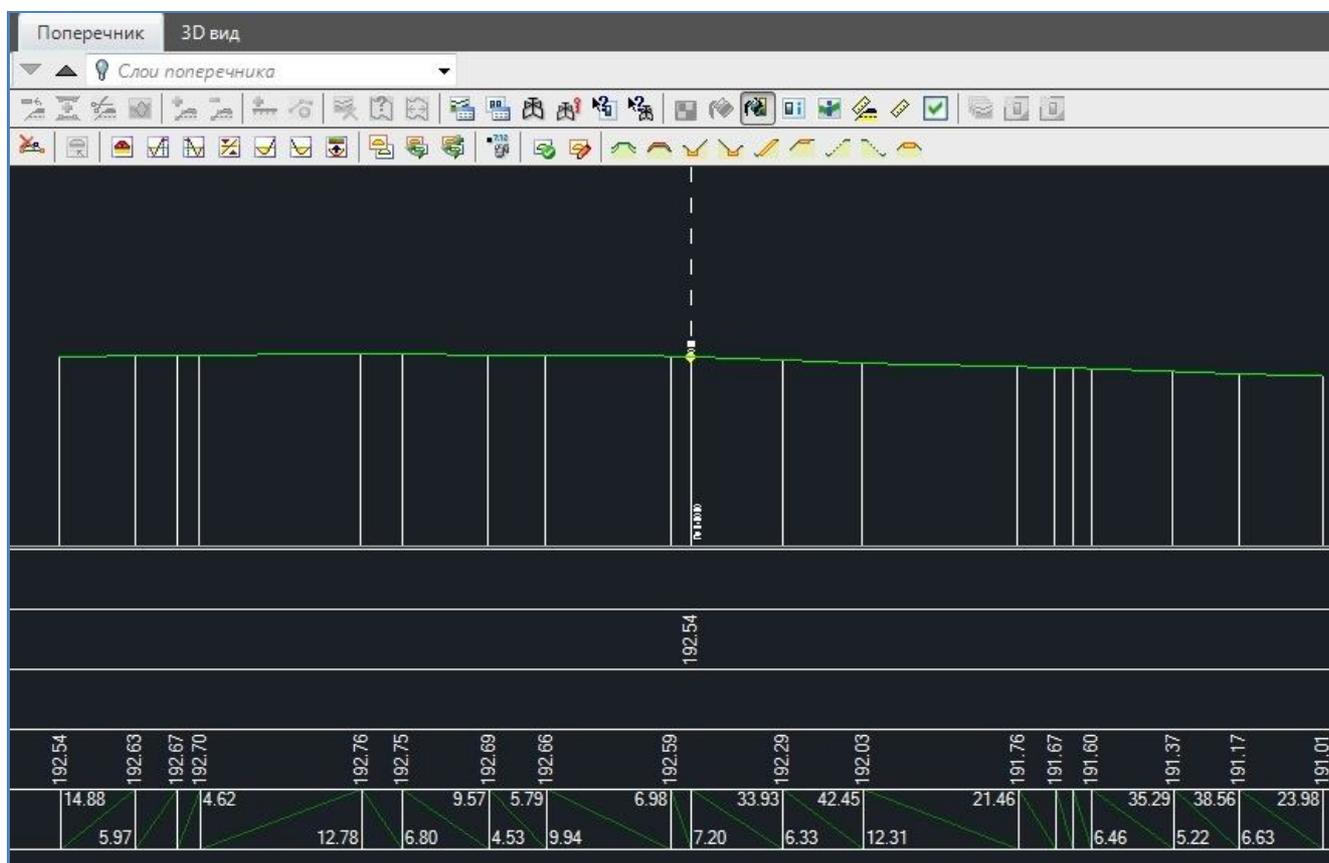


Рис.4.13. Пример *Черного поперечного профиля* в окне *Поперечник*

Проектирование верха земляного полотна

Обратитесь к команде основного меню *Поперечник / Задать параметры конструкции*.

Выберите команду *Автозаполнение* в окне *Верх проектной конструкции*. В диалоговом окне *Автозаполнение верха проектной конструк-*

ции установите необходимые параметры. Пример заполнения приведен на рис.4.2.

После заполнения или редактирования вкладки *Верх проектной конструкции* нажмите на кнопку **ГОТОВО**. В результате на поперечных профилях земляного полотна будет создана проектная линия верха покрытия, как показано на рис.4.14.

Расчет виражей

Обратитесь к команде основного меню **Поперечник / Задать параметры конструкции**.

В окне *Верх проектной конструкции* выберите вкладку *Конструкция / Виражи* и обратитесь к команде **Автовираж**.

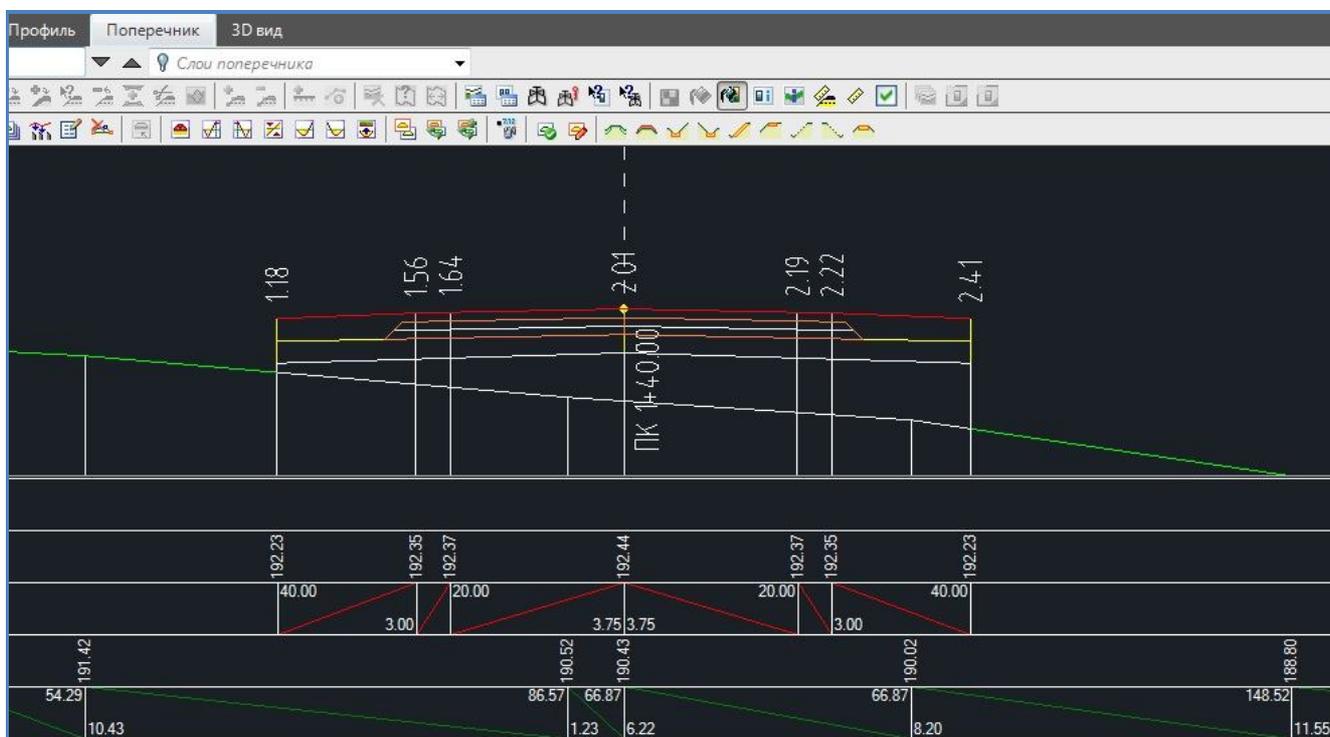


Рис.4.14. Пример *Проектной линии верха покрытия* в окне *Поперечник*

В окне *Автовираж*, пример заполнения которого приведен на рис.4.11, задайте исходные данные для расчета виража, как описано в п.4.3 Теоретические сведения. Нажмите кнопку **ОК**.

При наличии на трассе автомобильной дороги виражей, во вкладке *Ви-
ражи* диалогового окна *Верх проектной конструкции* появится перечень ви-
ражей, и пикетаж их начала и конца.

4.7. Отчет о выполнении работы

Результатом работы является установленные параметры верха земляного полотна с учетом виражей, а также заданные конструкции дорожной одежды проезжей части и обочин.

Контрольные вопросы:

1. Какие элементы относятся к верху земляного полотна?
2. Из каких элементов состоит обочина автомобильной дороги?
3. Как принимаются параметры верха земляного полотна?
3. Какие методы отгона виража реализованы в программе Топоматик Robur - Автомобильные дороги?
4. Как принимается максимальная величина уклона виража?

Лабораторная работа № 5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ И КЮВЕТОВ

5.1. Цель лабораторной работы

Изучение технологии проектирования откосов земляного полотна автомобильной дороги и кюветов в программе Топоматик Robur - Автомобильные дороги [6].

5.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, программа Топоматик Robur - Автомобильные дороги, а также результаты ранее выполненных лабораторных работ.

5.3. Теоретические сведения

Земляное полотно – наиболее разнообразный по конструкции элемент автомобильной дороги. При проектировании земляного полотна необходимо обеспечить его прочность и устойчивость под многократным воздействием нагрузок от подвижного состава и природных факторов.

Требования к земляному полотну в различных дорожно-климатических зонах нашли свое отражение в типовом проекте конструкций земляного полотна. Случаи разработки индивидуальных проектов земляного полотна с проверкой его устойчивости определены в СП 34.13330-2012 [2].

Тип укрепления кюветов назначается в зависимости от продольного уклона дна кювета и типа грунта в соответствии с Типовыми проектными решениями 503-09-7.84 «Водоотводные сооружения на автомобильных дорогах общей сети Союза ССР» [8], как приведено в табл.5.1.

Таблица 5.1

Укрепление кюветов в зависимости от продольного уклона дна кювета и типа грунта

Типы укрепления	Уклоны, ‰	
	В песчаных грунтах	В суглинистых грунтах
Без укрепления	до 10	до 20
Засев трав	10-30	20-30
Мощение	30-50	30-50
Бетонные лотки и перепады	более 50	более 50

Проектирование откосов земляного полотна

Откосы относятся к стандартным элементам конструкции поперечного профиля. Откосы в программе Топоматик Robur - Автомобильные дороги могут иметь до четырех ступеней, каждая из которых задается коэффициентом заложения, высотой ступени, длиной и уклоном полки.

Для проектирования поперечных профилей в программе Топоматик Robur - Автомобильные дороги используются так называемые конструкции. Конструкция проектного поперечного профиля (далее по тексту – конструкция) предназначена для формирования контуров слоев дорожной одежды и обочин, насыпи и выемки, срезки и досыпки, а также прочих контуров, присутствующих в проектируемом поперечном профиле.

Типовые или часто используемые конструкции сохраняются в специальной библиотеке и называются шаблонами. Использование шаблонов позволяет легко и просто проектировать поперечные профили, фактически задавая в таблицах лишь значения ширин, уклонов, толщин и других параметров.

В программе представлено три типа откосов:

- откосы в насыпи;
- откосы в выемке;
- откосы канавы (выемки без кюветов).

Параметры откосов, можно задать как для отдельного поперечника выборочно для левой и правой стороны, так и для целой группы поперечников на участке.

В программе Топоматик Robur - Автомобильные дороги откосы и кюветы можно проектировать двумя способами:

1. Назначение параметров откосов «вручную»

В этом случае используется команда Поперечник /Левый откос, либо Поперечник – Правый откос. После обращения к команде открывается диалоговое окно *Настройка откоса*, вид которого приведен на рис.5.1.

В открывшемся окне необходимо заполнить следующие поля:

Тип откоса – выбирается из выпадающего списка, как показано на рис.5.1. В зависимости от выбранного типа откоса изменяется схема откоса и его основные параметры.

Количество пересечений откоса с землей – показывает число пересечений проектного откоса с линией земли.

Коэффициенты заложения откосов; Высоты ступеней, м; Длины полок, м; Уклоны полок и кювета, ‰; Ширина и глубина кювета, м - представлены на схемах для каждого соответствующего типа откоса и определяются задачами проектирования.

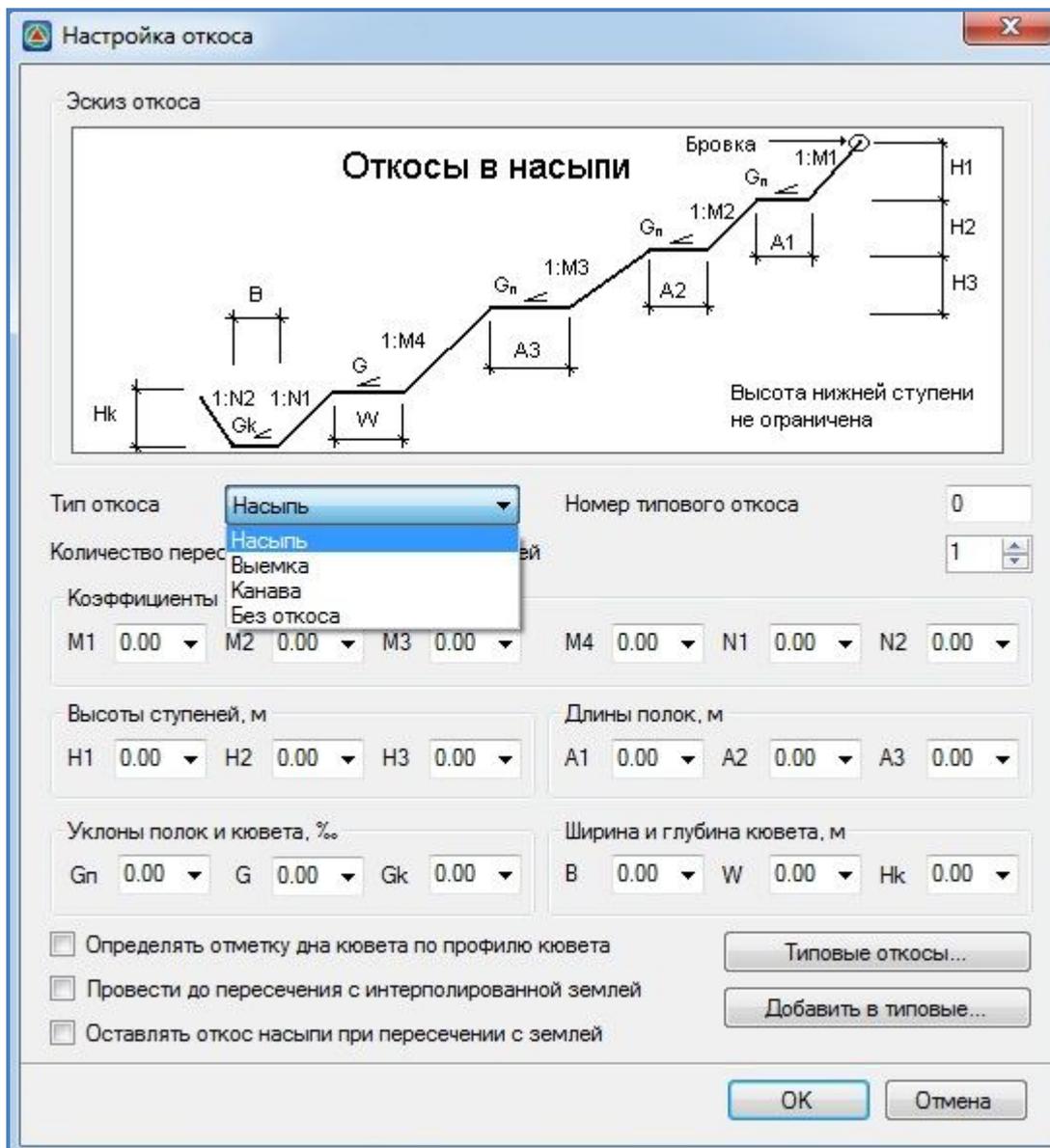


Рис.5.1. Диалоговое окно *Настройка откоса*

Определять отметку дна кювета по профилю кювета – данная опция привязывает отметки дна кювета к заранее запроектированному продольному профилю. Если изменить профиль кювета, то отметки его дна на поперечниках автоматически изменятся. Процедура создания и редактирования продольного профиля кюветов в рамках данной лабораторной работы не рассматривается. Если эта опция не активно, то поле *H_{k,m}* будет активным, для задания необходимой глубины канавы или кювета.

Провести до пересечения с интерполированной землей - данная опция обрезает проектный откос по линии интерполированной земли (если она построена).

Оставлять откос насыпи при пересечении с землей - данная опция позволяет продлевать откос до *Высоты первой ступени (H1)*. Изначально, по умолчанию, откос насыпи строится до линии земли.

При нажатии кнопки **Типовые откосы** открывается библиотека ранее созданных откосов *Типы поперечников*, сохраненных как типовые. Для применения типового откоса щелкните дважды левой кнопкой мыши по соответствующей строке списка. Его параметры отобразятся в основном диалоговом окне, при необходимости они могут быть отредактированы.

Вид окна *Типы поперечников* приведен на рис.5.2.

Тип	Описание	M1	M2	M3	M4	N1	N2	H1	H2	H3	A1	A2	A3	H _k
Малая насыпь														
1	Стандартная насыпь	1.50	1.50	1.50	0.00	1.50	1.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
2	Стандартная насыпь	1.00	1.50	1.75	2.00	1.50	1.50	6.00	6.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.50
Большая насыпь														
200	Стандартная насыпь	1.50	1.75	2.00	2.50	1.50	1.50	6.00	6.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.50
201	Стандартная насыпь	1.75	2.00	2.50	3.00	1.50	1.50	6.00	6.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.50
Малая выемка														
100	Стандартная выемка	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.30	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
101	Стандартная выемка	1.50	1.50	1.75	2.00	1.50	1.50	0.30	6.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.50
Большая выемка														
300	Стандартная выемка	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.30	6.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.50
301	Стандартная выемка	1.50	2.00	1.75	2.00	1.50	1.50	0.30	4.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.50

Рис.5.2. Вид окна *Типы поперечников*

2. Использование правил

Применение правил – это способ автоматического назначения типов откосов поперечников. Согласно правилам программа определяет требуемый но-

мер типа, в зависимости от разности отметок бровки проектного поперечника и существующей земли.

Правило состоит из следующих элементов:

- предельная высота насыпи (от и до, м.);
- предельная глубина выемки; (от и до, м.);
- номер типового откоса для насыпи заданной высотной группы;
- номер типового откоса для выемки заданной глубинной группы.

Формально описание правила можно представить в следующем виде. Если рабочая отметка положительна и попадает в указанный высотный диапазон, то на данном поперечнике, на соответствующей стороне применяется заданный типовой откос насыпи. Если рабочая отметка отрицательна и попадает в указанный диапазон глубин, то на этом участке применяется соответствующий типовой откос выемки.

Чтобы применить правило используется команда **Поперечник / Применить правило**. Вид окна *Применить правило* приведен на рис.5.3.

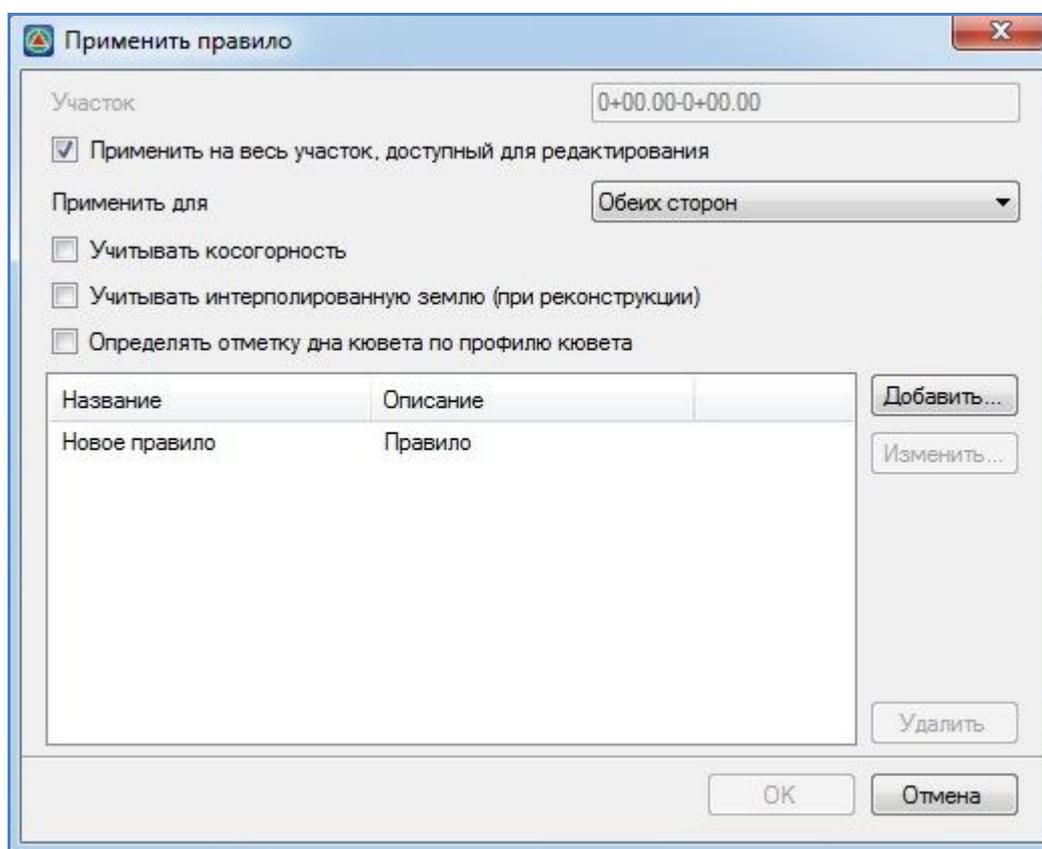


Рис.5.3. Вид окна *Применить правило*

Участок – в данном поле задаются границы участка, на котором будет применено правило. По умолчанию, при открытии окна, программа предлагает применить правило на весь участок проектирования.

Применить на весь участок, доступный для редактирования – данная опция позволяет применить правила на весь участок проектирования.

Применить для – задает сторону, для которой должно быть применено правило. По умолчанию правило применяется для обеих сторон.

Учитывать косогорность – при установке этой опции высота насыпи рассчитывается как разность между отметкой проектной бровкой земляного полотна и отметкой подошвы насыпи, если данная опция отключена, то отметка насыпи рассчитывается под бровкой проектного поперечника земляного полотна по вертикали.

Для создания правил используется команда **Добавить** в окне *Применить правило*, которая открывает окно *Параметры правила*. Вид окна *Параметры правила* приведен на рис.5.4.

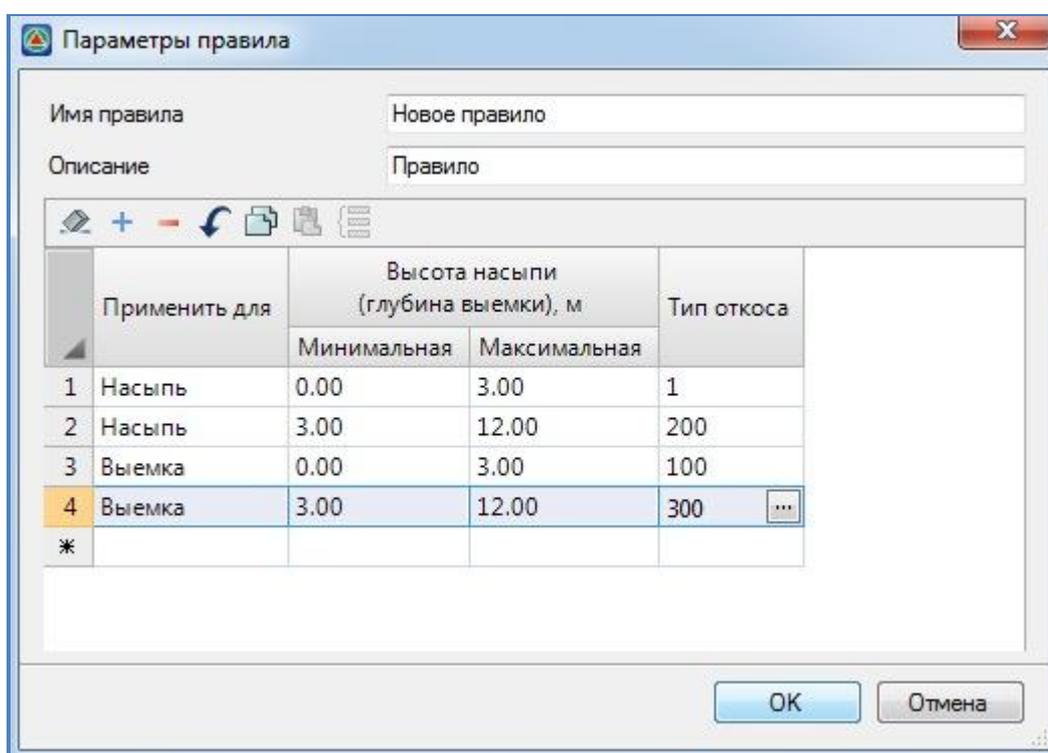


Рис.5.4. Диалоговое окно *Параметры правила*

Имя правила/Описание – эти поля информационный характер и являются необязательными для заполнения;

Применить для – в этом столбце из выпадающего списка выбирается тип участка, для которого будет задан тип откоса;

Высота насыпи (глубина выемки), м – столбцы, показывающие значение диапазона высот или глубин для данного участка;

Тип откоса – столбец, в котором задается номер типового откоса для данного правила. При нажатии левой кнопкой мыши на данное поле откроется окно *Типы поперечников*. Выберите требуемый типовой откос и нажмите **ОК**.

Для применения правила или группы правил на заданных участках нажмите ОК.

В результате программа применит правила и на соответствующих участках автоматически применит типовые откосы.

Проектирование кюветов

Положение кювета определяется точкой привязки и отметкой дна, как показано на схеме на рис.5.5.

Разность между отметкой точки привязки и отметкой дна называется глубиной кювета от точки привязки. Разность между отметкой бровки проектного поперечника и отметкой дна кювета называется глубиной кювета от бровки. Разность между отметкой выхода подстилающего слоя на откос и отметкой дна кювета называется глубиной кювета от низа песка.

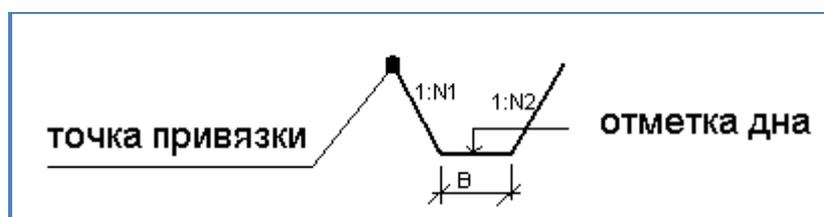


Рис.5.5. Схема определения положения кювета

Проектирование кюветов, производят в следующей последовательности:

1. Проектируют откосы в насыпи и выемке с произвольным значением глубины кювета. На этом этапе назначаются такие параметры кювета как ширина дна, заложение его откосов и т.п.;

2. Назначают глубину кюветов от бровки или от низа подстилающего слоя, исходя из эксплуатационных условий;

3. Создают продольный профиль кювета;

4. Редактируют профиль кювета таким образом, чтобы обеспечить отвод воды.

Для назначения глубины кюветов, используется команда **Поперечник / Левый кювет (Правый кювет)**, которая открывает диалоговое окно *Проектировать кювет*, представленное на рис.5.6.

В диалоговом окне *Проектировать кювет* производится выбор способа назначения глубины кюветов с помощью следующих установок:

Участок – в данном поле задается участок, на котором будут проектироваться кюветы. По умолчанию, при открытии окна, программа предлагает задать глубину кюветов на текущем поперечном профиле;

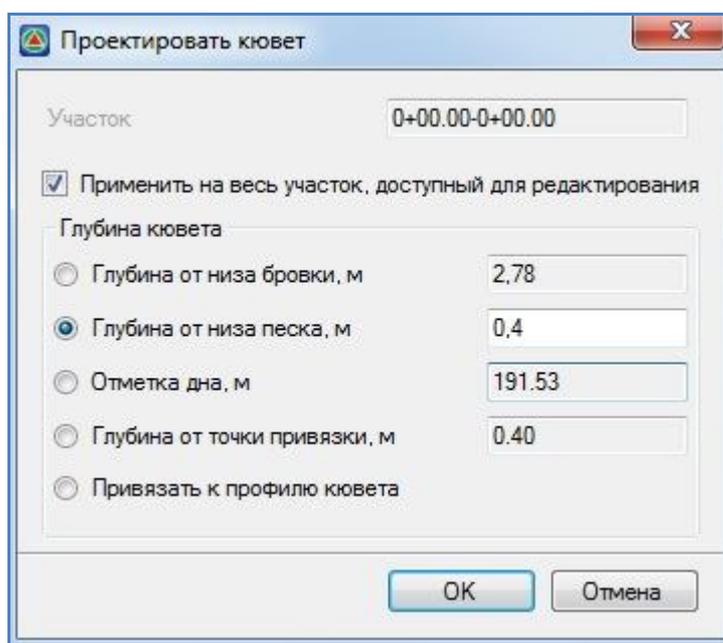


Рис.5.6. Диалоговое окно *Проектировать кювет*

Глубина кювета - может задаваться одним из следующих способов:

- Глубиной от бровки;
- Глубиной от низа подстилающего слоя;
- Отметкой дна;
- Глубиной от точки привязки, которая находится на пересечении проектного откоса с линией земли;
- Привязкой к продольному профилю кювета. В этом случае, на заданном участке отметки дна кювета будут привязаны к заранее запроектированному продольному профилю. При изменении профиля кювета, отметки дна на поперечниках будут также динамически изменяться.

Создание продольного профиля кюветов

Продольный профиль кюветов создается по отметкам дна кюветов, которые были предварительно созданы на поперечниках.

Для этого используется команда **Поперечник / Создать профили**.

В диалоговом окне *Создать профили кюветов* выбираются элементы, которые должны быть отображены на профиле кювета. Вид окна *Создать профили кюветов* приведен на рис.5.7.

Проектный профиль по дну кювета – проектная линия, изначально она строится по отметкам дна кюветов созданных на поперечниках;

Черный профиль по дну кювета – линия черного профиля, которая строится по поверхности земли, по оси кювета;

Смещение профиля по дну кювета – данная опция автоматически определяет горизонтальное смещение профиля относительно оси трассы на плане и записывает их в соответствующую таблицу структуры проекта.

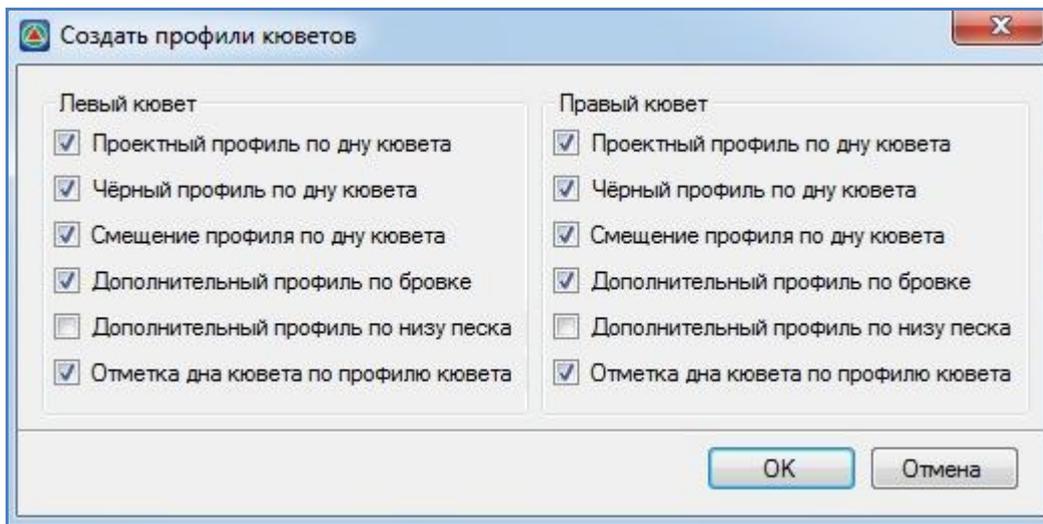


Рис.5.7. Вид окна *Создать профили кюветов*

Дополнительный профиль по бровке/ Дополнительный профиль по низу песка - в качестве дополнительной информации может быть показана линия, построенная по отметкам бровки проектного поперечника и линия выхода низа подстилающего слоя на откос.

Отметка дна кювета по профилю кювета - включение данной опции отметки дна кювета будут привязаны к созданному продольному профилю. При изменении профиля кювета, отметки дна на поперечниках будут также динамически изменяться.

5.4. Задание

Для освоения методов проектирования поперечного профиля автомобильной дороги в системе *Топоматик Robur - Автомобильные дороги* предлагается выполнить типовое задание, которое включает в себя следующие задачи:

- проектирование откосов земляного полотна;
- проектирование кюветов;
- создание продольного профиля кюветов.

5.5. Исходные данные

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы необходим Проект автомобильной дороги, созданный ранее в лабораторных работах и расчет вариантов дорожной одежды.

5.6. Ход работы

Откройте проект автомобильной дороги, в котором был запроектирован верх земляного полотна (результат выполнения Лабораторной работы №4).

Проектирование откосов земляного полотна

Для задания параметров конструкции откосов обратитесь к команде **Поперечник / Применить правило**. В диалоговом окне **Применить правило**, приведенном на рис.4.14., создайте правила применения откосов и нажмите **ОК**. После чего на принятых участках будут автоматически применены типовые откосы.

Проектирование кюветов

Для назначения глубины кюветов, обратитесь к команде **Поперечник / Левый кювет**. В окне **Проектировать кювет** выберите необходимый способ назначения глубины кюветов или задайте ее требуемое значение.

Нажмите кнопку **ОК**.

Затем выполните команду **Поперечник / Левый кювет (Правый кювет)**. В окне **Проектировать кювет** задайте параметры кювета справа.

В результате на соответствующих поперечниках будут добавлены кюветы с заданной глубиной. Пример запроектированного поперечного профиля приведен на рис.5.8.

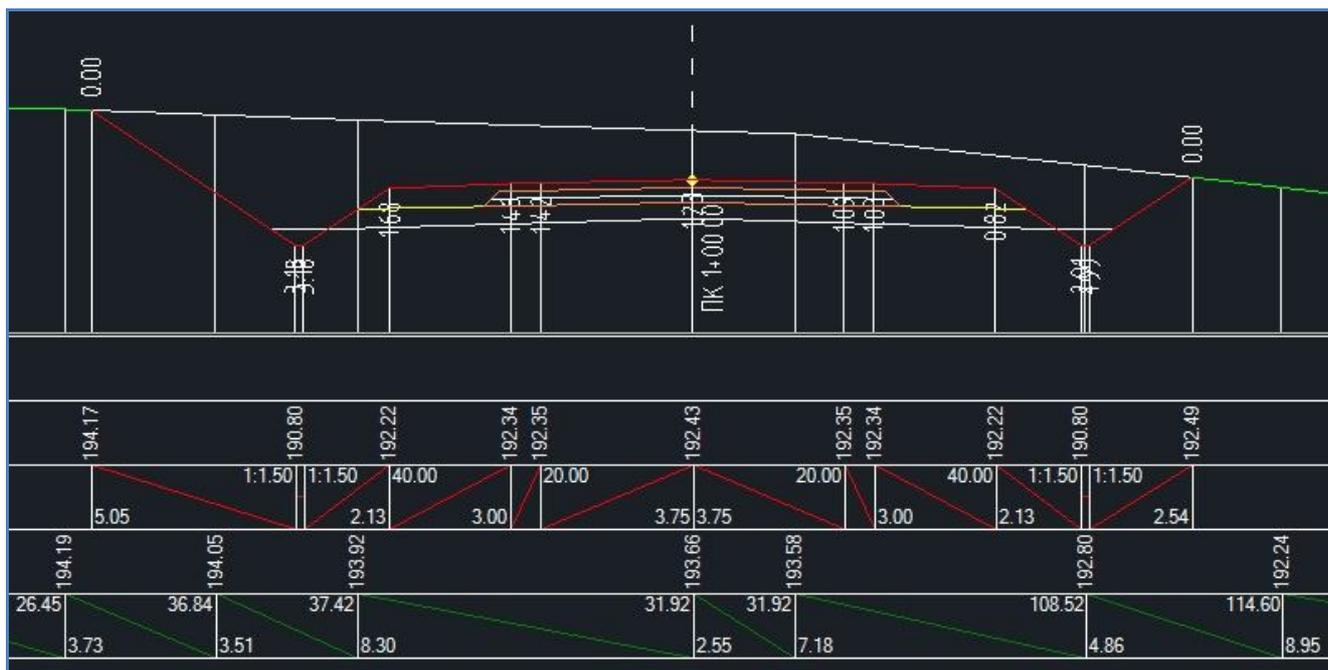


Рис.5.8. Пример поперечного профиля

Создание продольного профиля кюветов

Для создания продольного профиля кюветов обратитесь к команде **Поперечник / Создать профили кюветов**.

В диалоговом окне **Создать профили кюветов** выберите необходимые параметры создания профиля кювета и нажмите **ОК**.

В результате программа создаст профиль по дну кювета. Для просмотра результатов проектирования откройте профиль по дну кювета в селекторе профилей окна *Профиль*. Пример продольного профиля левого кювета приведен на рис.5.9.

На профиле зеленым цветом выделен профиль по земле, красным – по дну кювета; желтым – профиль по бровке.

Отредактируйте продольные профили кюветов, обеспечивая необходимые продольные уклоны для отвода воды в пониженные места. Для редактирования линии проектного профиля кювета используются те же инструменты, что и для основного профиля по оси дороги.

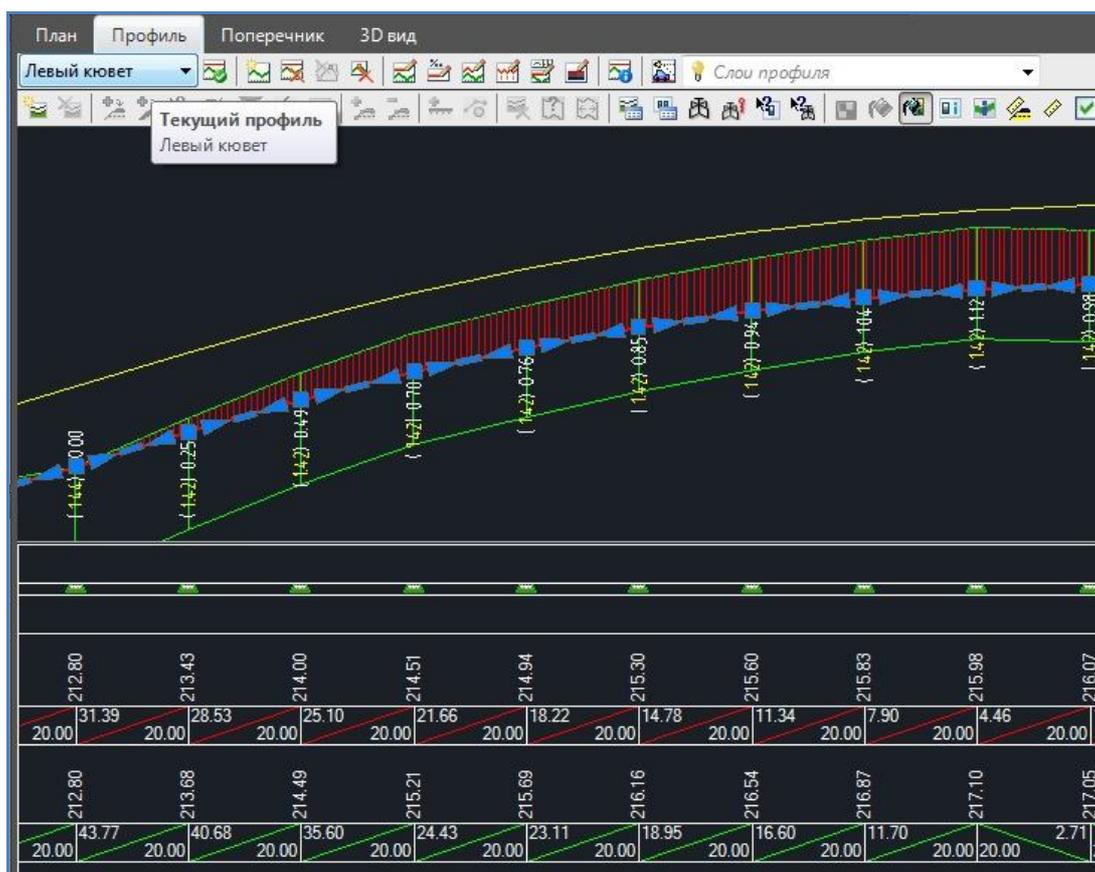


Рис.5.9. Пример продольного профиля левого кювета

Настройка отображения земляного полотна в плане

Для того чтобы все откосы и параметры земляного полотна появились на плане в окне *Структура проекта* нажмите правой клавишей мыши на модель автомобильной дороги *Ось* и выберите команду **Настройки**. В результате чего откроется диалоговое окно с настройками текущей модели. Вид команды **Настройки** показан на рис.5.10.

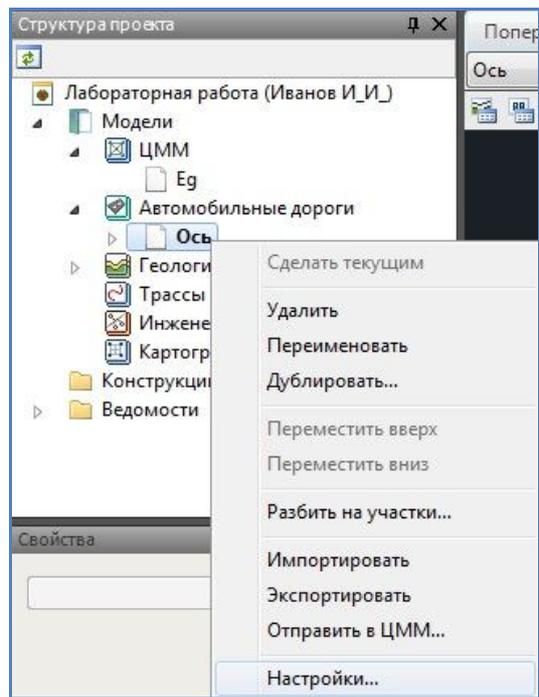


Рис.5.10. Вид команды Настройки

В окне *Настройки подбъекта Ось* во вкладке *Проектная поверхность* установите опцию **Строить поверхность динамически** и подтвердите действие, нажав кнопку ОК. Вид окна *Настройки подбъекта Ось* приведен на рис.5.11.

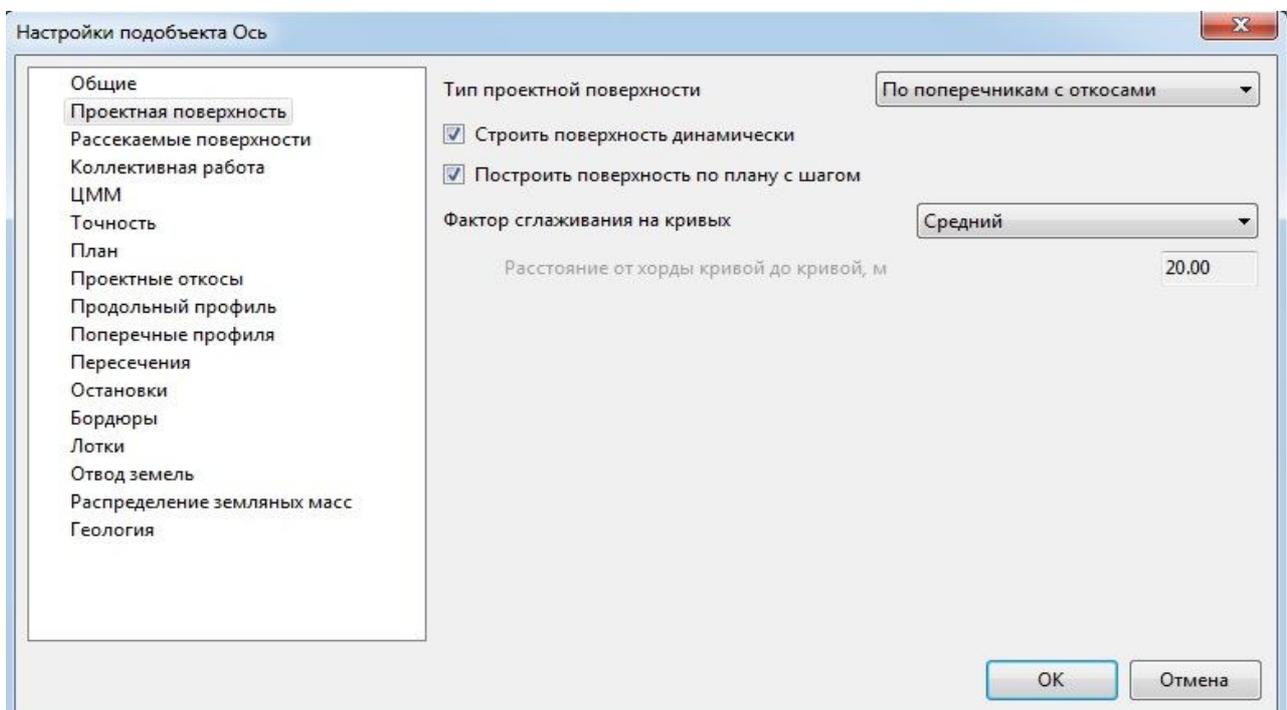


Рис.5.11. Вид окна *Настройки подбъекта Ось*

В результате чего в плане будет построена проектная поверхность, в соответствии со всеми заданными параметрами (при изменении параметров модели, проектные решения в плане будут автоматически перестраиваться).

Пример отображения проектной поверхности в плане приведен на рис.5.12.

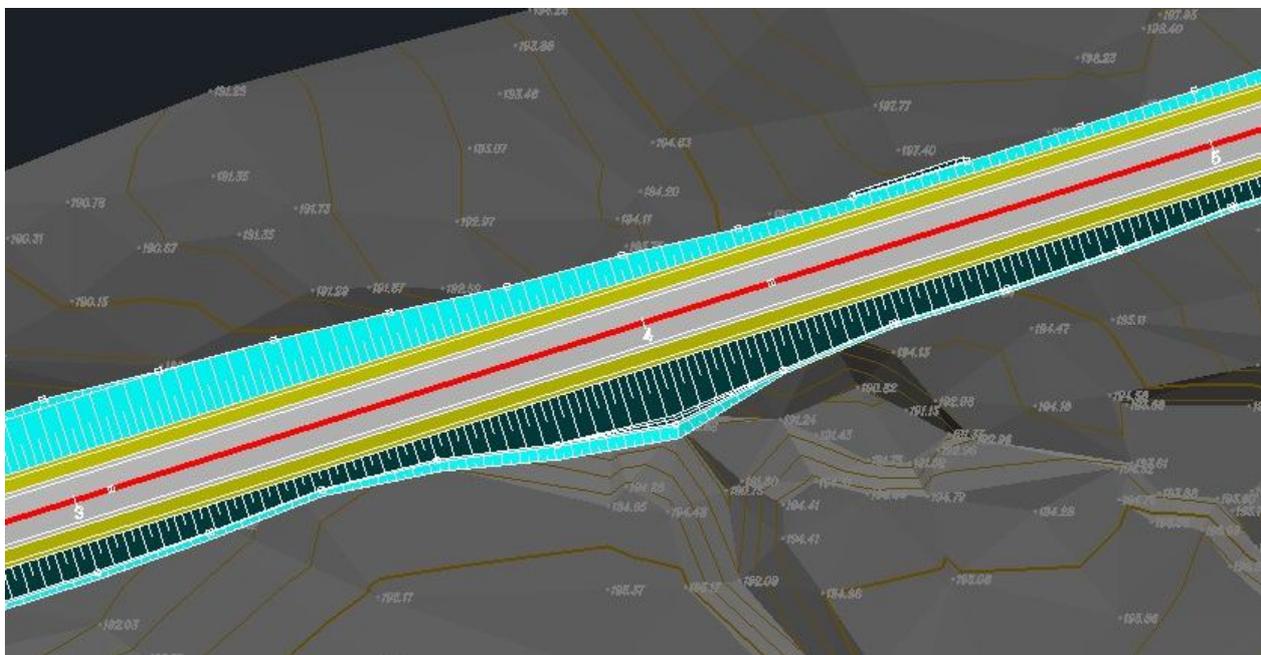


Рис.5.12. Пример отображения проектной поверхности в плане

5.7. Отчет о выполнении работы

Результатом работы является запроектированное земляное полотно автомобильной дороги, как в поперечном сечении, так и в плане.

5.8. Контрольные вопросы:

1. Какие исходные данные требуются для проектирования поперечных профилей земляного полотна автомобильной дороги?
2. Какие элементы поперечного профиля земляного полотна Вы знаете?
3. В каких случаях следует проводить индивидуальное проектирование земляного полотна?
4. Какие сложные условия для проектирования земляного полотна вы знаете?

Лабораторная работа № 6

ИСКУССТВЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ В ПЛАНЕ И НА ПРОФИЛЕ

6.1. Цель лабораторной работы

Размещение на плане и продольном профиле искусственных сооружений и условных знаков в программе Топоматик Robur - Автомобильные дороги [9].

6.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, программа Топоматик Robur - Автомобильные дороги, а также результаты ранее выполненных лабораторных работ

6.3. Теоретические сведения

Размещение на плане и продольном профиле искусственных сооружений и условных знаков в программе Топоматик Robur - Автомобильные дороги производится для их отображения в окнах *План* и *Продольный профиль*, а также на чертежах автомобильной дороги.

6.4. Задание

В лабораторной работе для размещения на плане и продольном профиле искусственных сооружений и условных знаков предлагается выполнить следующие задачи:

- определение положения и характеристик водопропускных труб;
- определение положения и характеристик моста;
- определение положения реперов.

6.5. Исходные данные

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы необходим Проект автомобильной дороги, созданный ранее в лабораторных работах.

6.6. Ход работы

Определение положения и характеристик водопропускных труб

Обратитесь к команде основного меню *Задачи / Искусственные сооружения / Ввести трубу*. В окне *Профиль* левой клавишей мыши укажите поло-

жение водопропускной трубы. Отображение условного знака появится на продольном профиле, в плане и на поперечном профиле, как показано на рис.6.1, 6.2., 6.3.

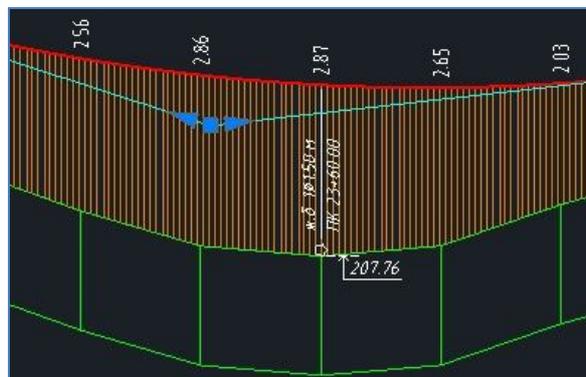


Рис.6.1. Отображение условного знака в окне *Профиль*

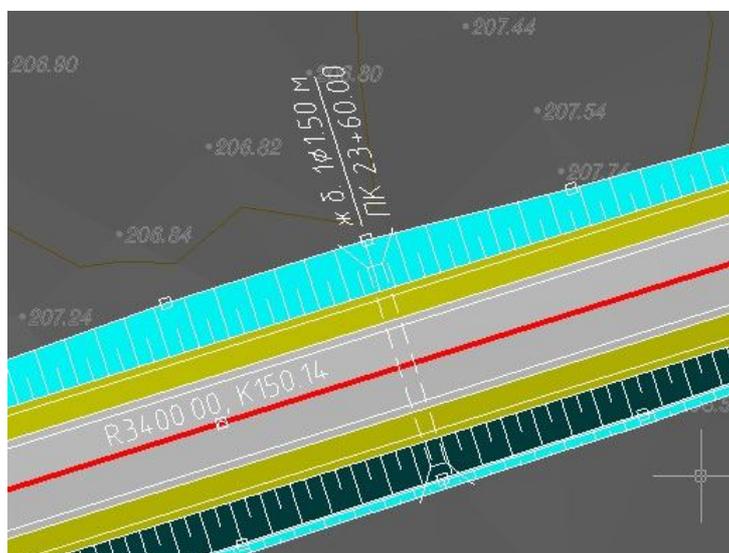


Рис.6.2. Отображение условного знака в окне *План*

Редактировать характеристики водопропускной трубы можно двумя способами:

1. В окне *План* левой клавишей мыши выделите водопропускную трубу, и в окне *Свойства* отредактируйте характеристики трубы. Вид окна *Свойства* приведен на рис.6.4.

2. В окне *Структура проекта* выберите двойным щелчком левой клавиши мыши **Автомобильные дороги / Ось / Трубы**. В окне *Трубы*, вид которого приведен на рис.6.5., можно отредактировать или указать интерактивно в окне *План* пикетажное положение трубы, угол пересечения с трассой, длину трубы и отметки начала/конца трубы. Также можно добавлять или удалять водопропускные трубы.

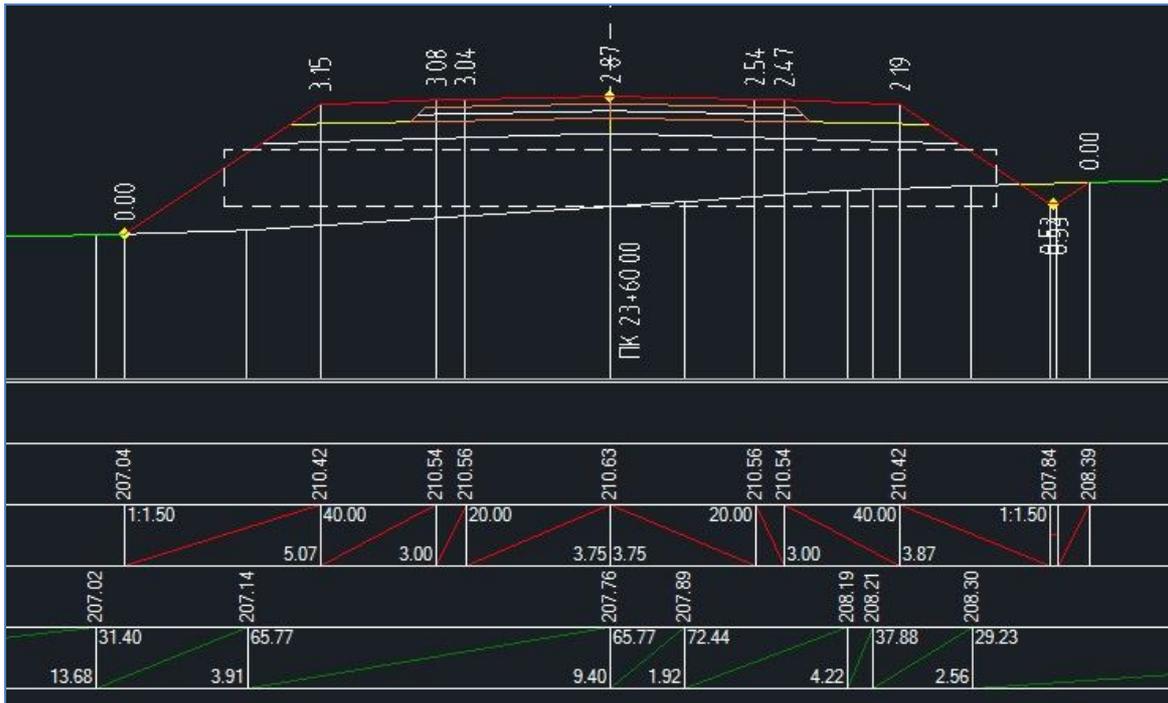


Рис.6.3. Отображение условного знака в окне *Поперечник*

Свойства

Труба

Разное

Пикет	23+60.00
Угол	90°0'0"
Длина от начала т...	10.00
Длина от конца т...	10.00
Отметка начала т...	207.76
Отметка конца тр...	207.76
Материал	Железобетон
Тип	Существующая
Подпись на проф...	Низ

Размеры

Сечение	Круглое
Диаметр, м	1.50
Количество отвер...	1

Выноска на плане

Рисовать	Да
От начала трубы	Нет
Перевернутая	Нет
Положение X	0.00
Положение Y	0.00
Угол поворота	0°0'0"

Рис.6.4. Вид окна *Свойства*

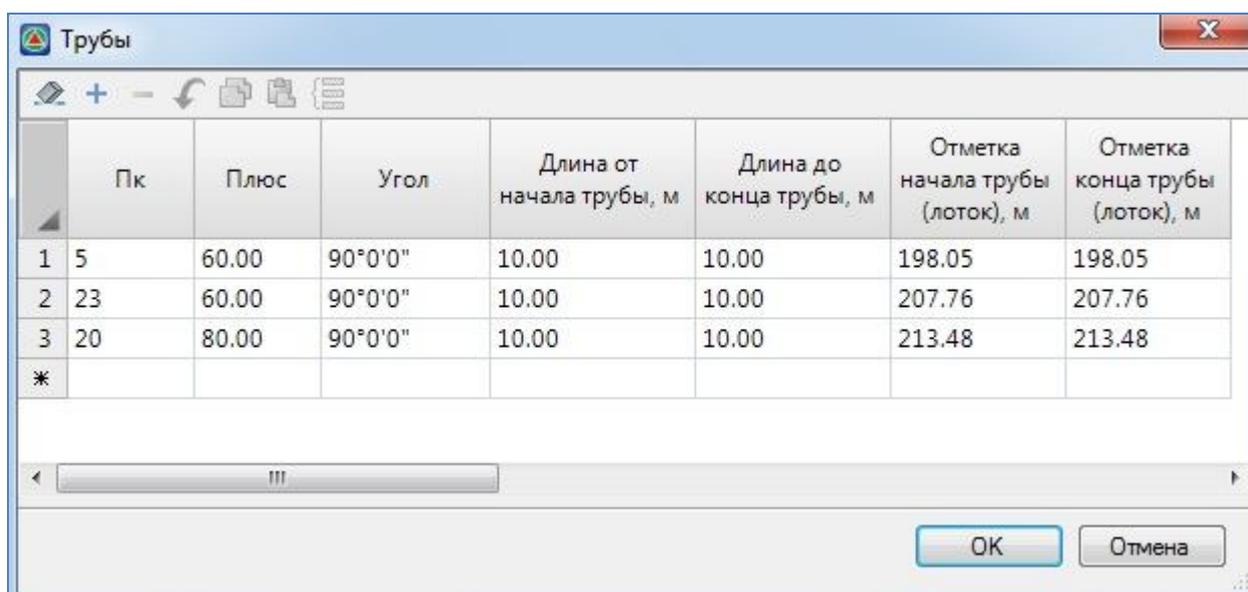


Рис.6.5. Вид окна *Трубы*

Определение положения и характеристик моста

В окне *Структура проекта* выберите двойным щелчком левой клавиши мыши **Автомобильные дороги / Ось / Мосты**. В окне *Мосты*, приведенном на рис.6.6., введите или укажите интерактивно в окне *План* пикетажное положение моста и нажмите **ОК**.

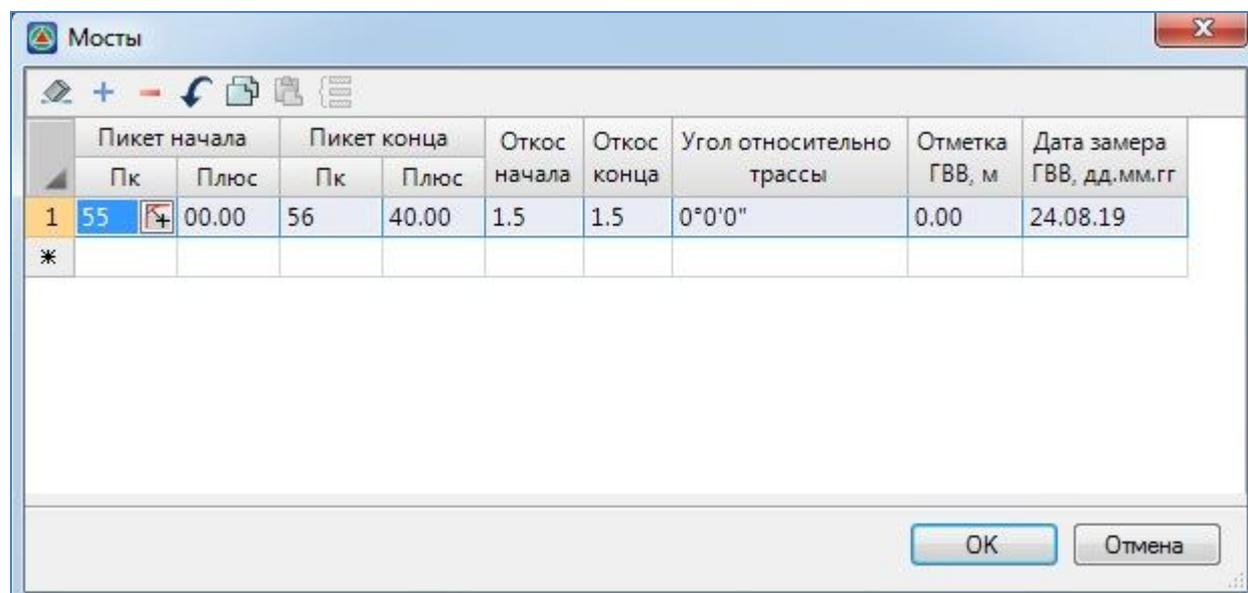


Рис.6.6. Вид окна *Мосты*

В месте расположения моста в окне *План* появится графическое условное отображение опор моста, как показано на рис.6.7.



Рис.6.7. Графическое отображение опор моста в окне *План*

Удалите поперечные профили по всей длине моста. Для этого откройте окно *Поперечник*, в *Селекторе поперечников* выберите поперечник на пикете начала моста и удалите его через меню *Поперечник / Удалить поперечник* или с помощью команды *Удалить поперечник* на панели инструментов, как показано на рис.6.8.

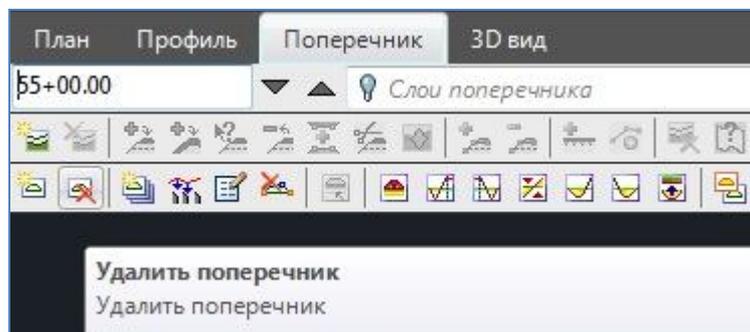


Рис.6.8. Команда *Удалить поперечник*

Последовательно удалите все поперечники по длине моста.

Откройте окно *План*, при этом автоматически перестроится проектная поверхность. Пример перестроенной поверхности в месте расположения моста приведен на рис.6.9.

Определение положения реперов

В окне *Структура проекта* выберите двойным щелчком левой клавиши мыши **Автомобильные дороги / Ось / Условные знаки**. В окне *Редактировать условные знаки* сделайте следующие настройки:

- введите или укажите интерактивно в окне *План* или в окне *Профиль* пикетажное положение условного знака (УЗ);
- в поле *Отметка*, м введите высотную отметку расположения УЗ;
- в поле *Условный знак* вызовите окно *Выбор условного знака* и в нем откройте окно *Выберите объект*. Выберите нужный УЗ и нажмите ОК (для УЗ Репер в окне *Выбор условного знака* введите *Расстояние*, *Сторонность* и *Номер*, как показано на рис.6.11);

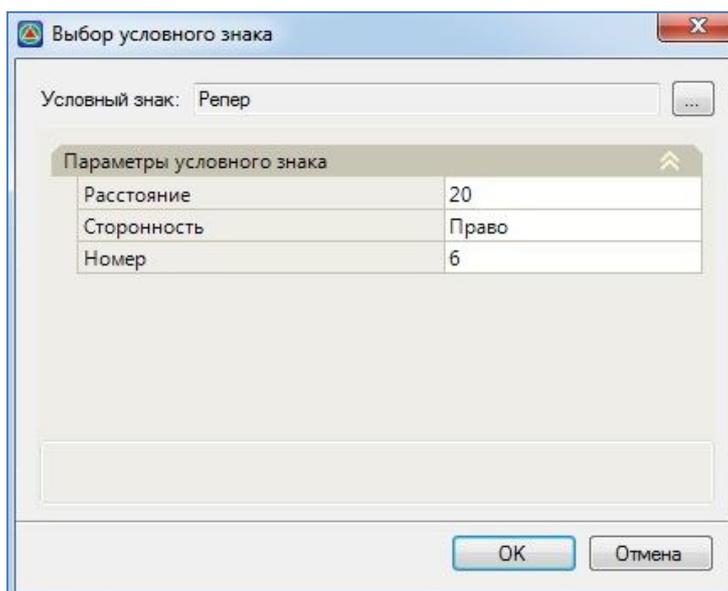


Рис.6.11. Условный знак *Репер* в окне *Выбор условного знака*

Вид окна *Редактировать условные знаки* приведен на рис.6.12.

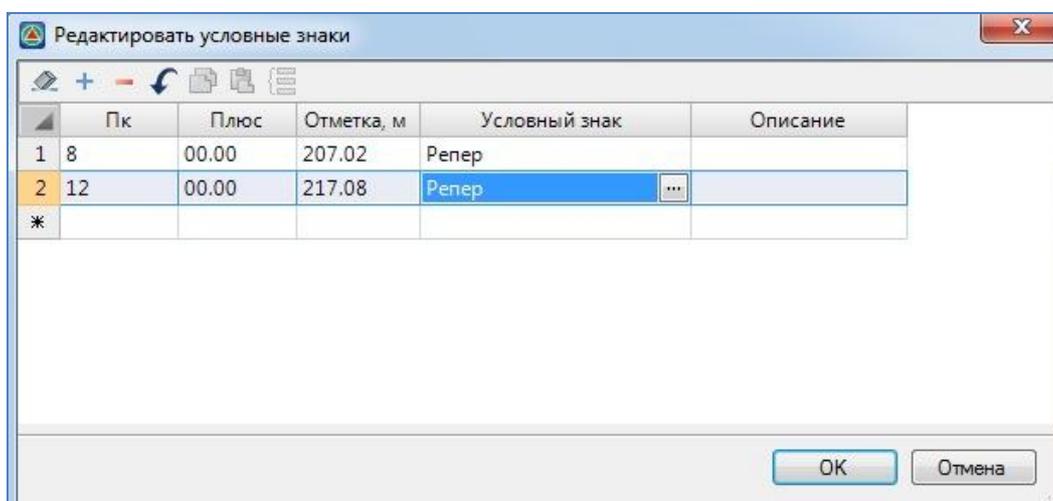


Рис.6.12. Вид окна *Редактировать условные знаки*

На рис.6.13 приведен пример отображения репера на продольном профиле.

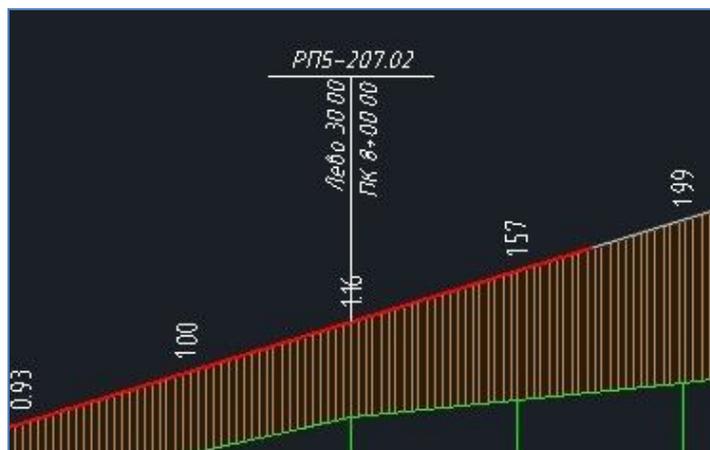


Рис.6.13 Пример отображения репера на продольном профиле

5.7. Отчет о выполнении работы

Результатом работы является размещение на плане и продольном профиле искусственных сооружений и условных знаков для их отображения в окнах *План* и *Продольный профиль*, а также на чертежах автомобильной дороги.

5.8. Контрольные вопросы:

1. Какие искусственные сооружения должны отображаться в плане?
2. Какие элементы должны отображаться в продольном профиле?
3. Какие нормативные документы устанавливают правила отображения элементов?

Лабораторная работа № 7

ВЫВОД РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

7.1. Цель лабораторной работы

Вывод результатов проектирования участка автомобильной дороги в системе Топоматик Robur - Автомобильные дороги [5,6].

7.2. Приборы, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы используются персональный компьютер, программа Топоматик Robur - Автомобильные дороги, а также результаты ранее выполненных лабораторных работ

7.3. Теоретические сведения

Оформление чертежей автомобильной дороги должно выполняться в соответствии с действующими нормативными документами на оформление проектной документации: ГОСТ 21.1101-2013. СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации; ГОСТ 21.302-2013. СПДС. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям; ГОСТ Р 21.207-2013. СПДС. Условные графические обозначения на чертежах автомобильных дорог; ГОСТ Р 21.701-2013. СПДС. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог [10,11,12,13].

По умолчанию программа Топоматик Robur - Автомобильные дороги создает ведомости в формате *.xls (Excel 97-2003).

Путь к папке, в которой сохраняются ведомости:

По умолчанию программа Топоматик Robur - Автомобильные дороги создает чертежи в формате *.dwg (AutoCAD 2004), а ведомости в формате *.xls (Excel 97-2003).

Путь к папке, где сохраняются чертежи:

D:\ ROBUR \ номер группы (учебный год) \ Личная папка студента \ Лабораторная работа (ФИО студента) / Чертежи / Тип модели (Трасса, Автомобильная дорога и т.п.) / Наименование модели

Путь к папке, где сохраняются чертежи с раскладкой на планшеты:

D:\ ROBUR \ номер группы (учебный год) \ Личная папка студента \ Лабораторная работа (ФИО студента) / Планшеты / Тип модели (Трасса, Автомобильная дорога и т.п.) / Наименование модели

Путь к папке, в которой сохраняются ведомости:

D:\ ROBUR \ номер группы (учебный год) \ Личная папка студента \ Лабораторная работа (ФИО студента) / Наименование папки проекта/ Ведомости.

Вывод чертежей плана

В программе реализовано два способа вывода чертежей плана автомобильной дороги: полностью весь объект и с разбивкой на планшеты.

Для вывода чертежа всего объекта используется команда **Проект / Экспортировать / Ситуация**. В этом случае вся работа производится в диалоговом окне *Экспорт ситуации*, приведенном на рис.7.1.

В диалоговом окне *Экспорт ситуации* устанавливаются следующие параметры:

- в выпадающем меню *Имена слоев* выбирается формат имен слоев в формируемом файле;
- в выпадающем меню *Формат* выбирается тип файла, создаваемого в результате экспорта;
- в поле *Путь* выбирается место размещения файла на жестком диске.

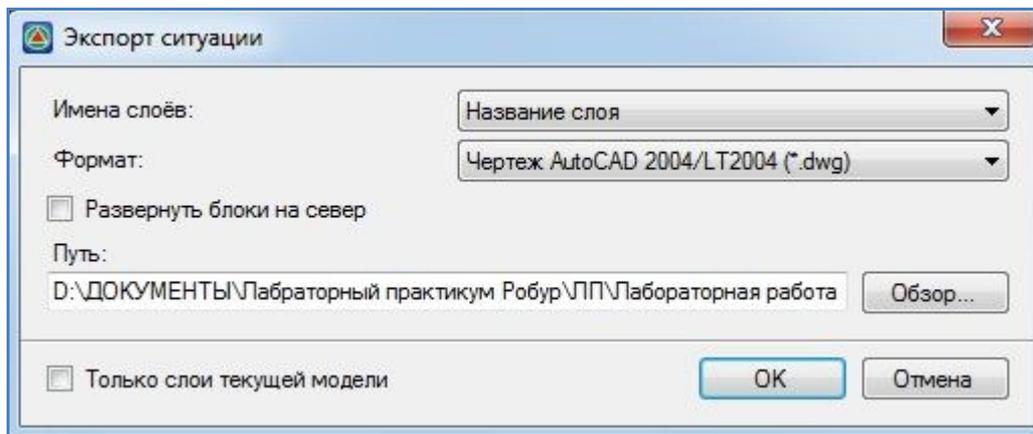


Рис.7.1. Вид диалогового окна *Экспорт ситуации*

При нажатии на кнопку ОК чертеж плана сохраняется в файл.

При выводе чертежа плана с разбивкой на планшеты сначала с помощью команды **Рисовать / Планшет / Раскладка вдоль трассы** производится раскладка планшетов нужного формата, затем заполняется штамп и с использованием команды **Рисовать / Планшет / Сформировать планшет** сохраняется файл чертежа.

7.4. Задание

В лабораторной работе предлагается вывести ряд ведомостей и чертежей запроектированного участка автомобильной дороги и выполнить ряд задач:

- ввод поправок для расчета объемов земляных работ;
- расчет объемов работ;
- создание чертежа плана всего объекта;
- создание чертежа плана с разбивкой на планшеты;
- создание чертежа продольного профиля.

7.5. Исходные данные

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы используется проект автомобильной дороги, созданный ранее в лабораторных работах.

7.6. Ход работы

Ввод поправок для расчета объемов земляных работ

Для детального расчета объемов земляных работ задается ряд дополнительных поправок, учитывающих конструктивные особенности поперечного профиля.

1. Толщина растительного слоя.

Обратитесь к команде Поперечник / Поправки / Снятие растительного слоя. Вид окна *Снятие растительного слоя* приведен на рис.7.2.

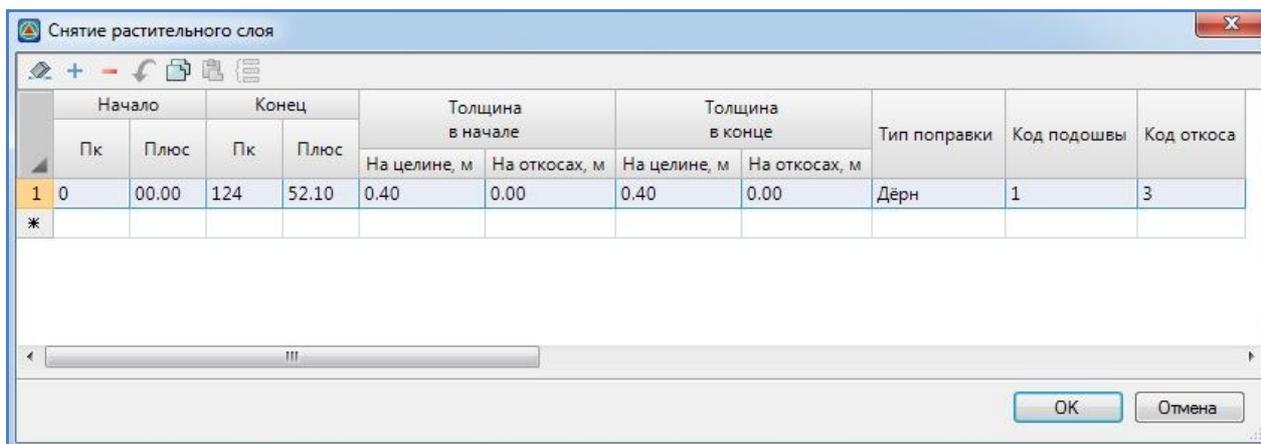


Рис.7.2. Вид окна *Снятие растительного слоя*

В окне *Снятие растительного слоя* сделайте следующие настройки:

Начало, Конец – введите или укажите интерактивно левой клавишей мыши в окне *Профиль* пикеты начала и конца участка дороги;

Толщина в начале / На целине, м; Толщина в конце / На целине, м; – введите толщину снятия растительного слоя;

Тип поправки – выберите в выпадающем меню **Дёрн**.

Нажмите **ОК**. На поперечнике отобразится линия снятия растительного слоя, а объемы насыпи/выемки будут рассчитываться с учетом поправки. Вид поперечного профиля приведен на рис.7.3.

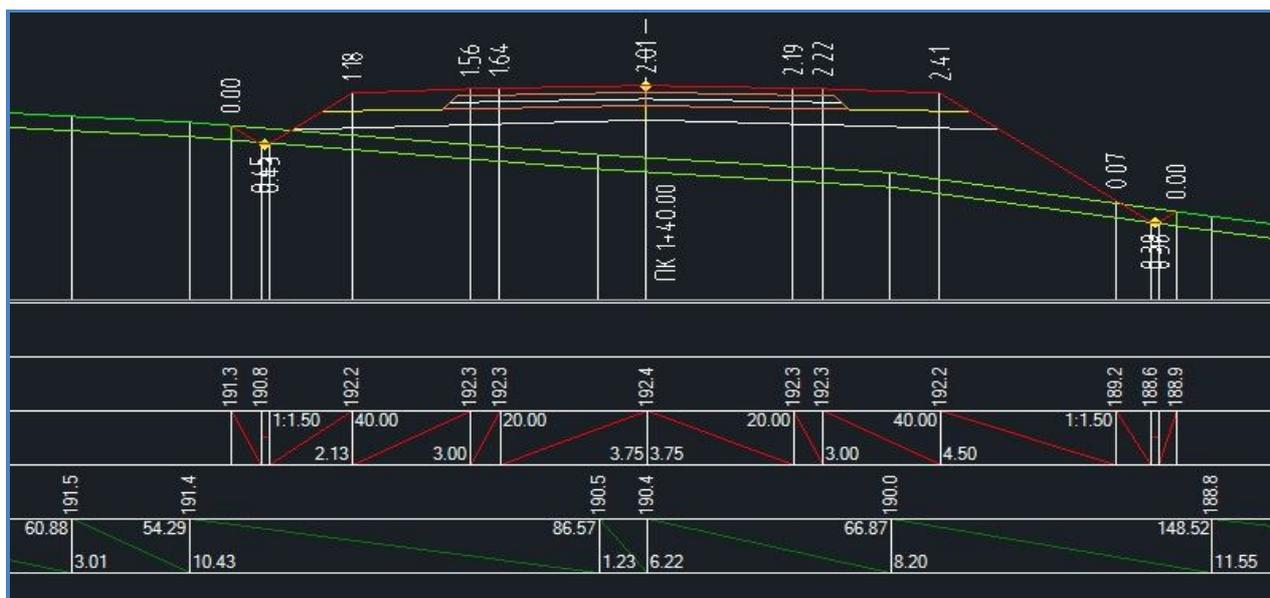


Рис.7.3. Вид поперечного профиля с линией снятия растительного слоя

2. Конструкция укрепленной части обочины.

Обратитесь к команде **Поперечник / Поправки/ Укрепление обочин**. В окне *Укрепление обочин* введите пикеты начала и конца участка дороги и укажите *Толщину укрепленной зоны, м*. Нажмите **ОК**.

Пример заполнения данных в окне *Укрепление обочин* приведен на рис.7.4.

Начало		Конец		Слева				Справа				
Пк	Плюс	Пк	Плюс	Начало участка		Конец участка		Начало участка		Конец участка		
				Толщина укрепленной зоны, м	Толщина не укрепленной зоны, м	Толщина укрепленной зоны, м	Толщина не укрепленной зоны, м	Толщина укрепленной зоны, м	Толщина не укрепленной зоны, м	Толщина укрепленной зоны, м	Толщина не укрепленной зоны, м	
1	0	00.00	124	52.10	0.27	0.00	0.27	0.00	0.27	0.00	0.27	0.00
*												

Рис.7.4. Вид окна *Укрепление обочин*

На поперечнике отобразится линия укрепления обочин, а объемы присыпной обочины будут рассчитываться с учетом поправки. Вид поперечного профиля приведен на рис.7.5.

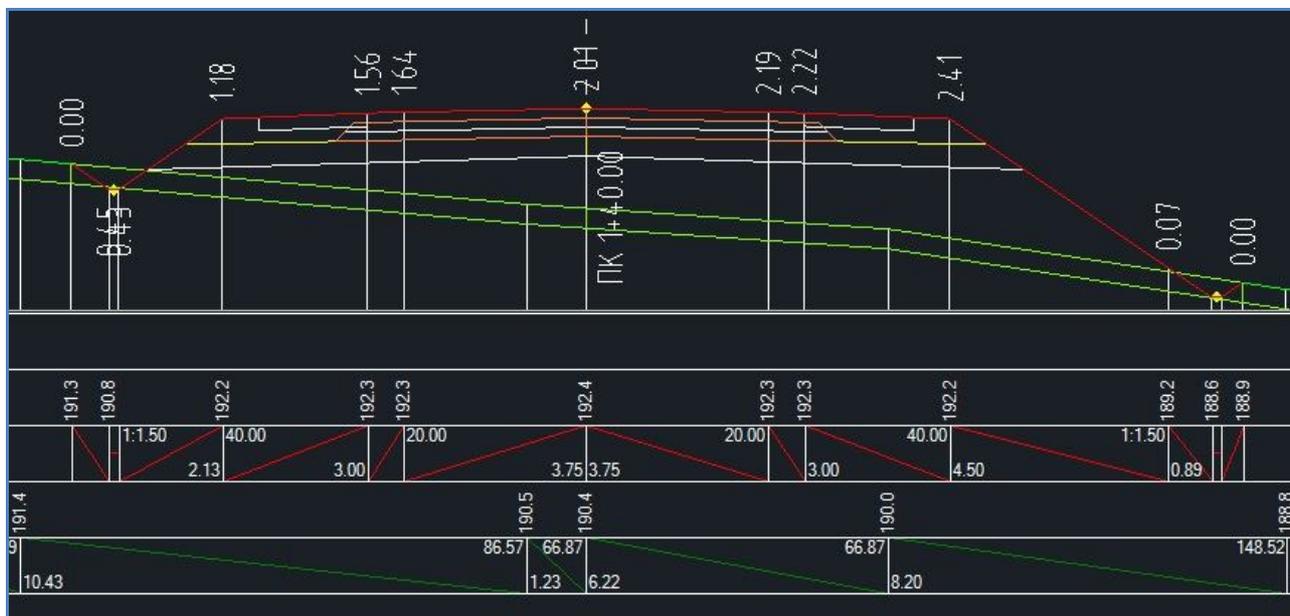


Рис.7.5. Вид поперечного профиля с укрепленными обочинами

Расчет объемов работ

Обратитесь к команде Проект / Создать ведомость / Площадей и объемов. В окне *Ведомость – Площади и объемы* выберите формат файла для вывода ведомостей (чаще всего ведомости формируют в формате электронной таблицы Microsoft Excel *.xls) и нажмите Готово.

Вид окна *Ведомость – Площади и объемы* приведен на рис.7.6.

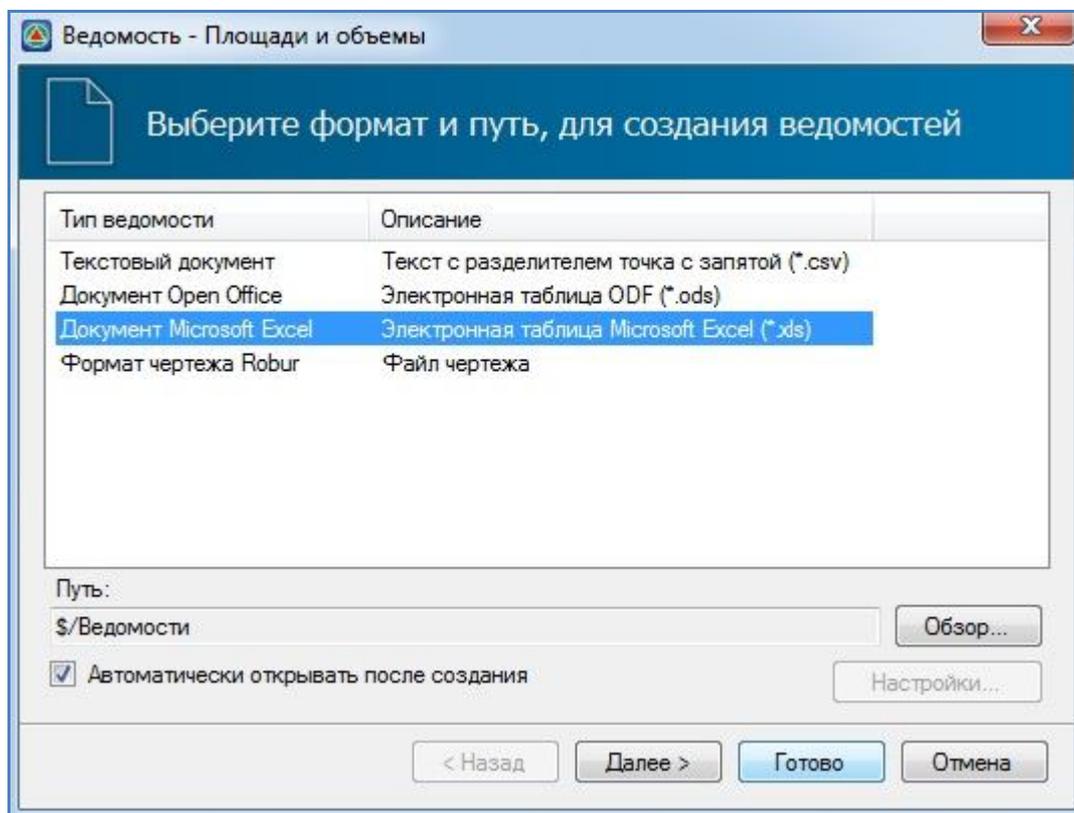


Рис.7.6. Вид окна *Ведомость – Площади и объемы*

В результате расчета будет сформирована и открыта книга со следующими ведомостями объемов работ:

- планировочные и укрепительные работы;
- земляные работы;
- конструкция дорожной одежды.

Сформированные ведомости сохраняются в папку *Ведомости*, которая размещена в папке проекта автомобильной дороги.

Вывод чертежа плана всего объекта

Выберите в меню команду Проект / Экспортировать / Ситуация. В диалоговом окне *Экспорт ситуации* установите следующие параметры, как приведено на рис.7.1:

- в выпадающем меню *Имена слоев* выберите *Название слоя*;
- в выпадающем меню *Формат* выберете тип файла;

- в поле *Путь* укажите место размещения файла на жестком диске. Нажмите на кнопку ОК для сохранения чертежа плана в файл. Экспортируются только те слои, видимость которых включена!!! Пример чертежа плана всего объекта приведен на рис.7.7.

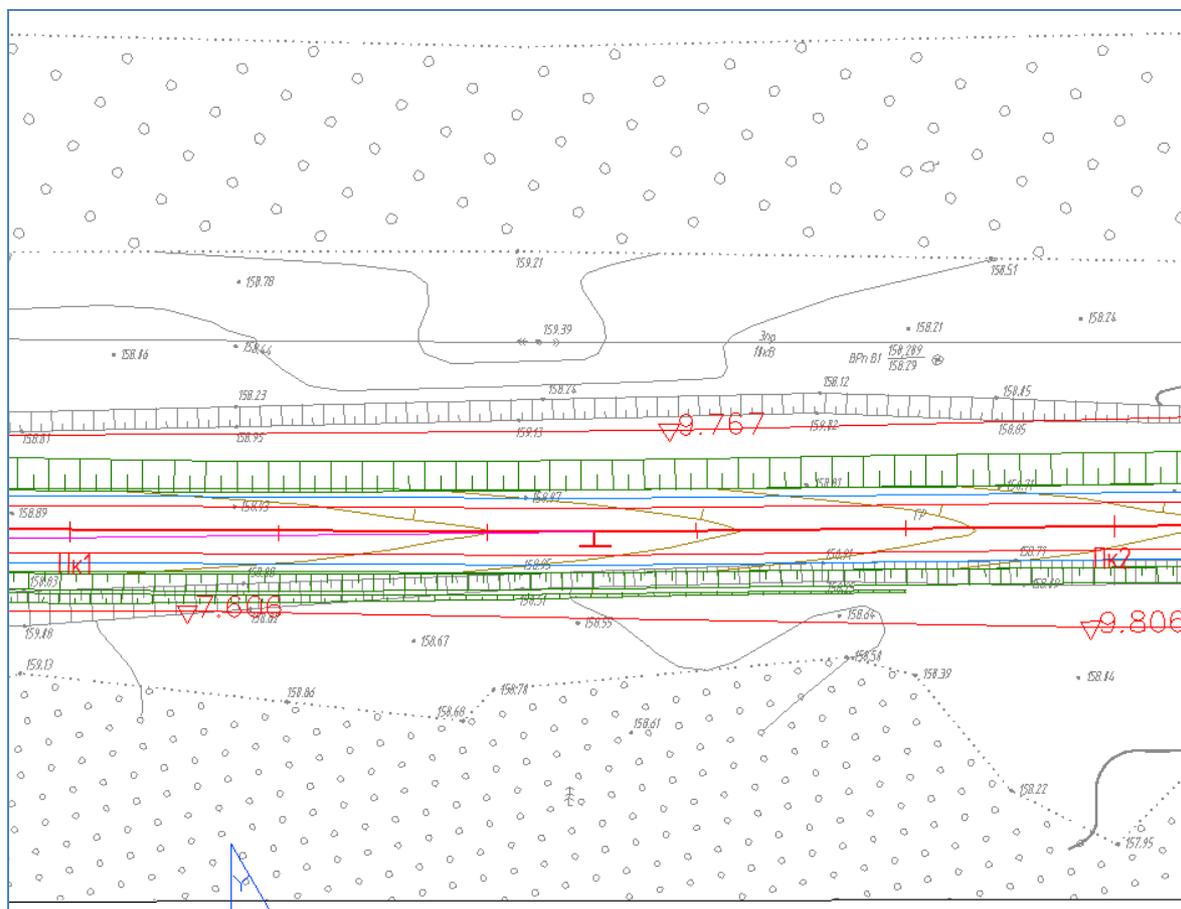


Рис.7.7. Пример чертежа плана

Создание чертежа плана с разбивкой на планшеты

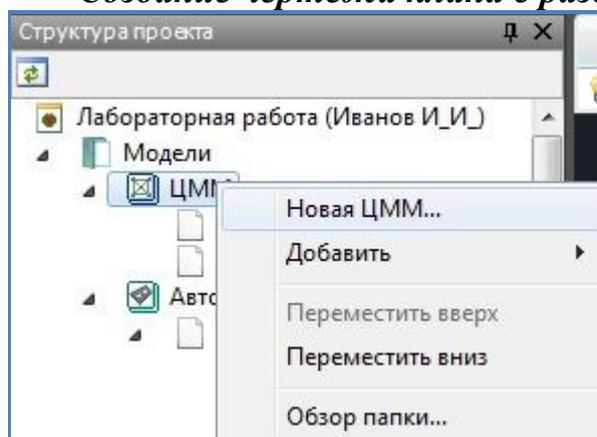


Рис.7.8. Создание новой ЦММ в окне *Структура проекта*

Для вывода плана запроектированного участка автомобильной дороги необходимо сформировать планшеты.

В окне *Структура проекта* в графе *ЦММ* создайте новую модель с названием *Планшеты*. Для этого выделите левой клавишей мыши в окне *Структура проекта* модель *ЦММ* и нажмите на правую клавишу мыши. Откроется контекстное меню, вид которого приведен на рис.7.8.

В контекстном меню выберите **Новая ЦММ**, в открывшемся окне *Новая ЦММ* введите имя *Планшеты* и нажмите ОК. Вид окна *Новая ЦММ* приведен на рис.7.9.

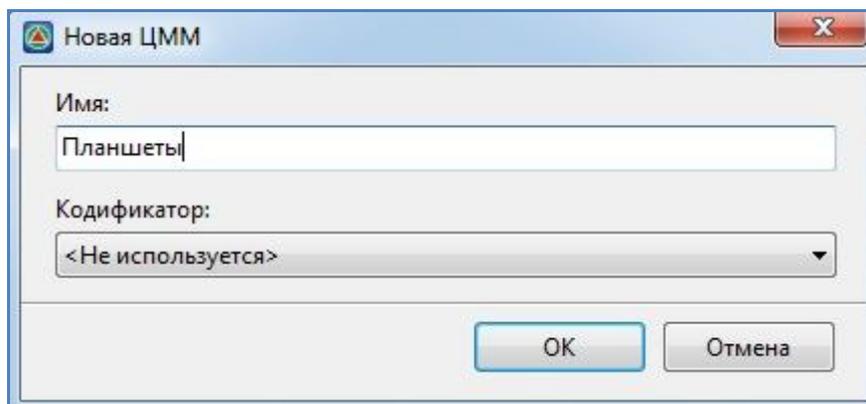


Рис.7.9. Вид окна *Новая ЦММ*

Вид окна *Структура проекта* примет вид, как показано на рис.7.10.

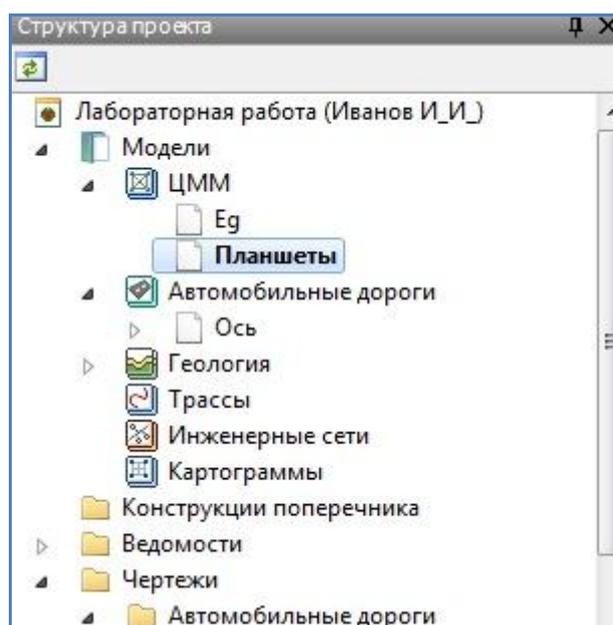
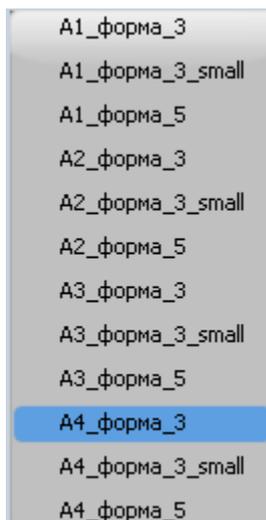


Рис.7.10. Вид окна *Структура проекта*

Обратитесь к команде **Рисовать / Планшет / Раскладка вдоль трассы**. В открывшемся контекстном меню выберите необходимый формат первого и последующих листов, как показано на рис.7.11.

а)



б)

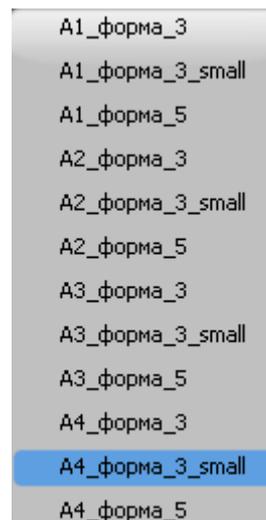


Рис.7.11. Выбор требуемого формата планшета: а) выбор формата для первого листа: б) выбор формата для последующих листов

Укажите в окне *План* левой клавишей мыши трассу, вдоль которой произведется раскладка листов планшетов, как показано на рис.7.12.

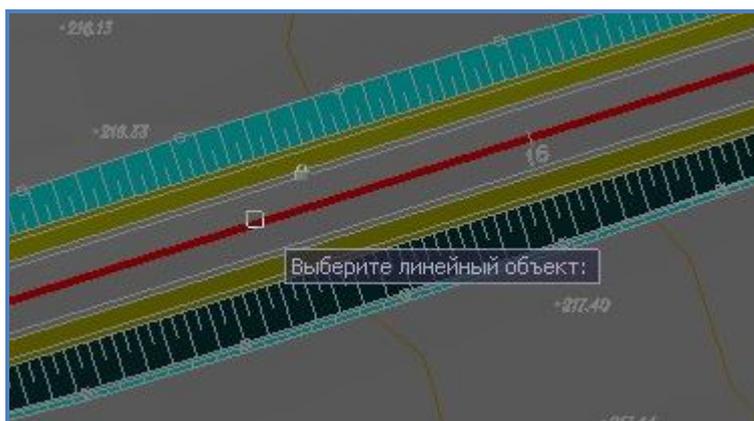


Рис.7.12. Определение трассы, вдоль которой произведется раскладка листов планшетов

Задайте значение *Максимальной ширины съемки* - 200 м и нажмите на клавиатуре **Enter**. Ввод данных показан на рис.7.13.

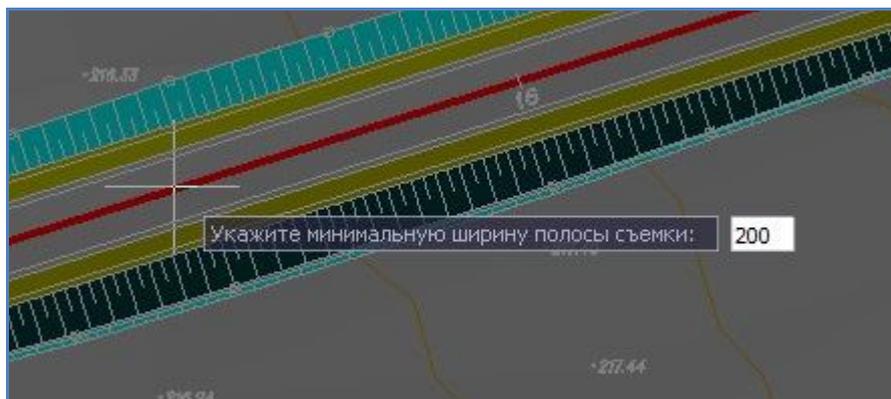
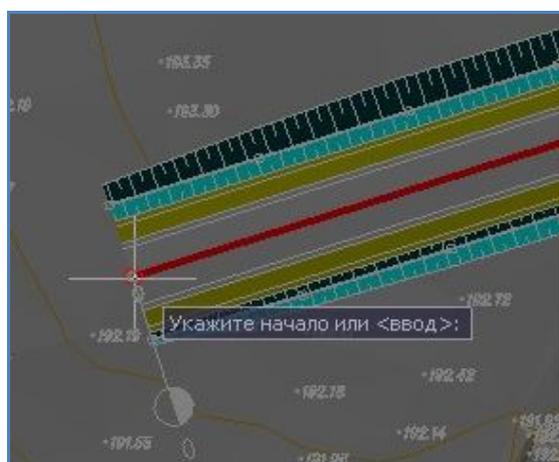


Рис.7.13. Ввод значения *Максимальной ширины съёмки*

В окне *План* левой клавишей мыши укажите начало и конец участка раскладки (начало и конец трассы), как показано на рис.7.14.

а)



б)

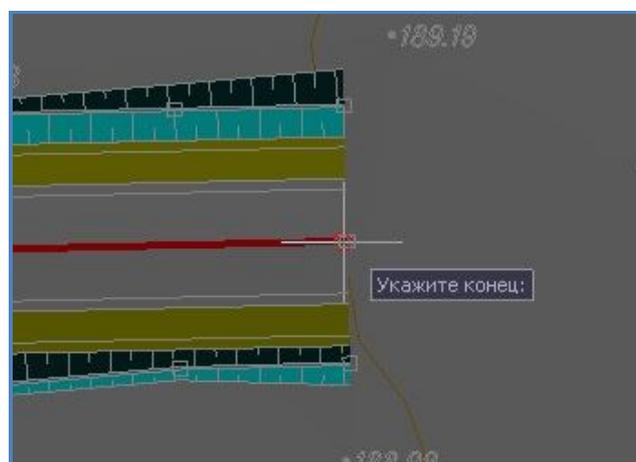


Рис.7.14. Определение начала и конца участка раскладки

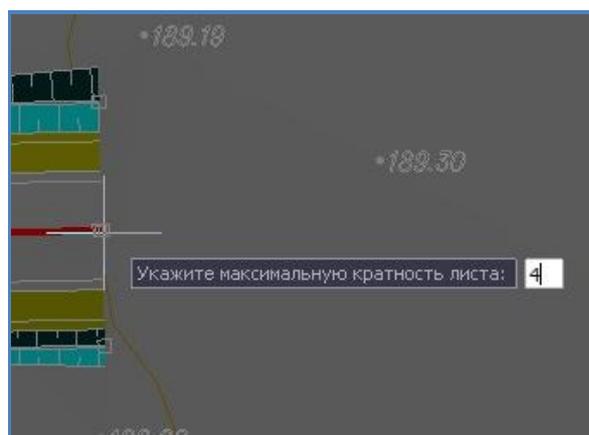


Рис.7.15 Определение максимальной кратности листов

Задайте максимальную кратность листов – 4, как приведено на рис.7.15, и нажмите **Enter**.

Программа произведет раскладку листов вдоль выбранного линейного объекта, как показано на рис.7.16 (планшеты будут сформирована в группу).

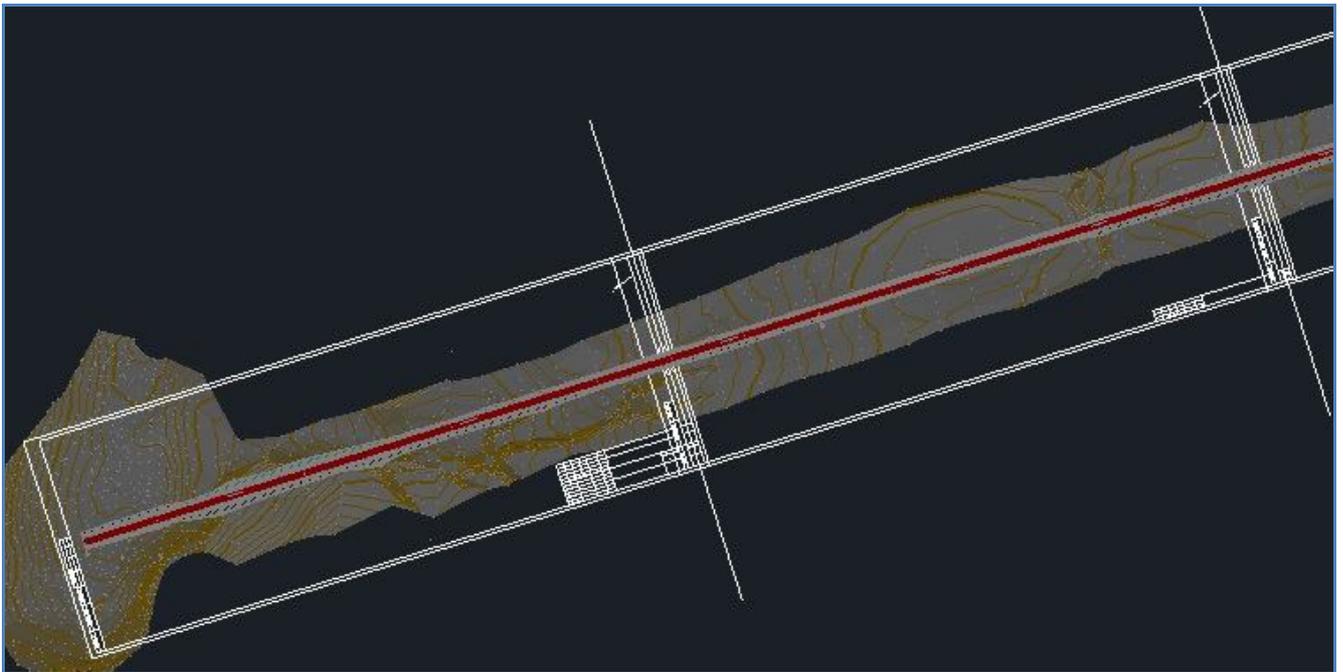


Рис.7.16. Раскладка планшетов вдоль трассы

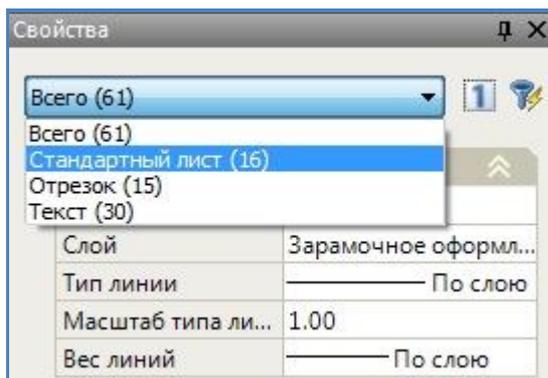


Рис.7.17. Выбор элемента *Стандартный лист* в окне *Свойства*

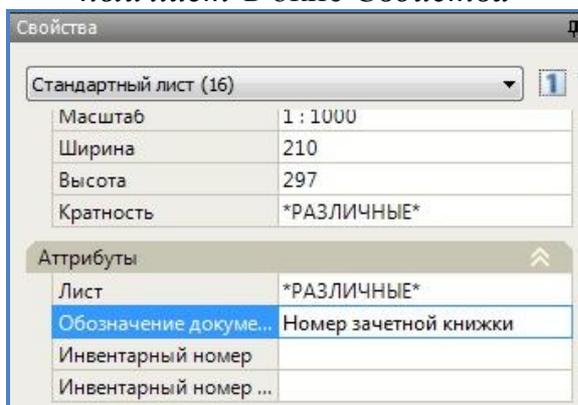


Рис.7.18. Задание шифра объекта в разделе *Атрибуты* окна *Свойства*

На листах с планшетами размещены штампы.

Для заполнения штампа левой клавишей мыши выделите созданную группу листов.

В окне *Свойства* через выпадающее меню выберите элемент *Стандартный лист*, как показано на рис.7.17.

В окне *Свойства* в разделе *Атрибуты* в графе *Обозначение документа* укажите номер зачетной книжки, как показано на рис.7.18, после чего на всех листах будет задан шифр объекта.

Для заполнения главного штампа плана, нажав клавишу **Shift** шелкните по первому листу планшетов (планшет с большим штампом). После чего заполните поля штампа в разделе *Атрибуты* окна *Свойства* в соответствии с рис.7.19.

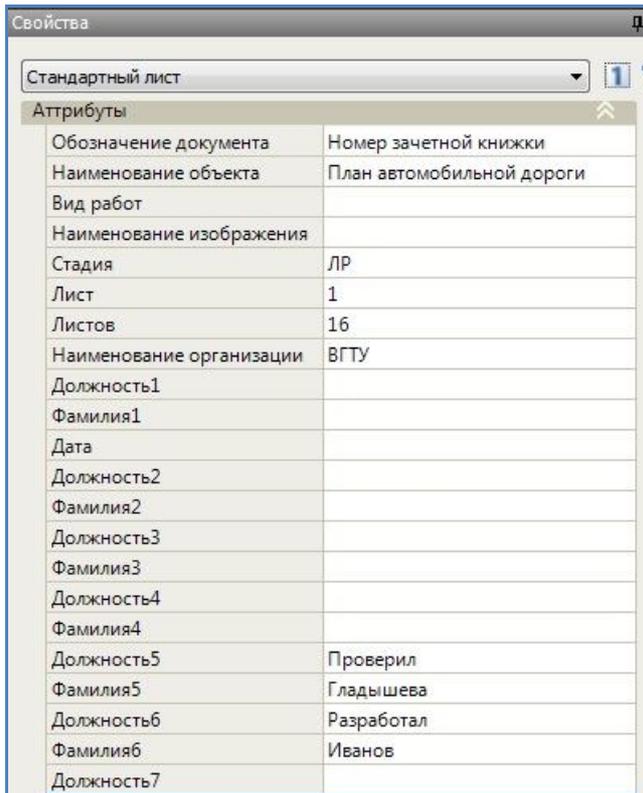


Рис.7.19. Заполнение полей штампа в разделе *Атрибуты* окна *Свойства*

Для вывода плана автомобильной дороги оформленного в соответствии с раскладкой планшетов обратитесь к команде **Рисовать / Планшет / Сформировать планшет**. В диалоговом окне *Создание чертежа планшета*, заполните все поля в соответствии с рис.7.20, и нажмите кнопку **ОК**.

Сформированный чертеж плана в формате *.dwg сохранится в папку *Планшеты*, которая размещена в папке проекта автомобильной дороги.

Пример чертежа плана с разбивкой на планшеты приведен на рис.7.21.

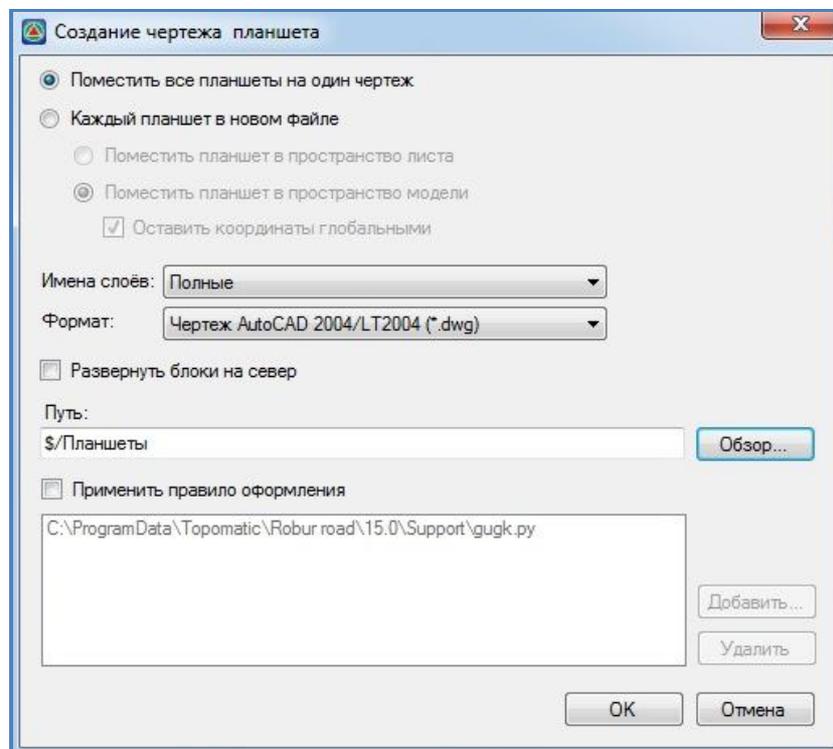


Рис.7.20. Диалоговое окно *Создание чертежа планшета*

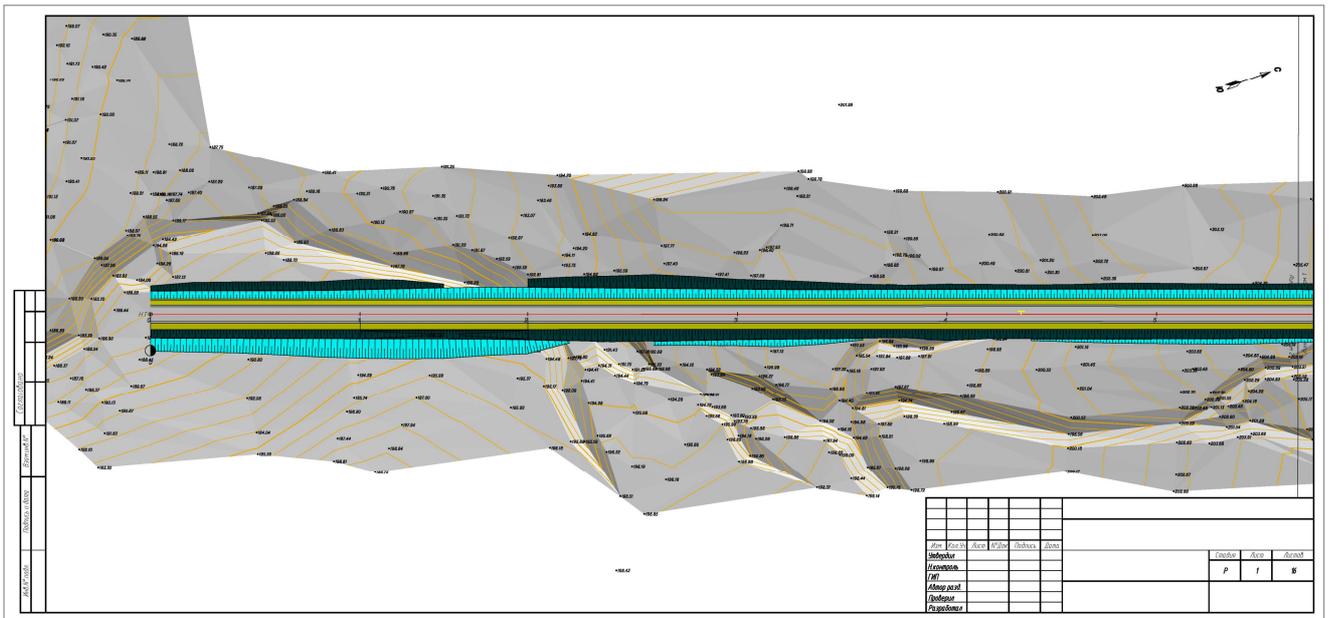


Рис.7.21. Пример чертежа плана с разбивкой на планшеты

Создание чертежа продольного профиля

Для того чтобы вывести продольный профиль автомобильной дороги обратитесь к команде Проект / Создать чертеж / Продольный профиль. Откроется диалоговое окно *Мастер создания чертежей*, приведенное на рис.7.22.

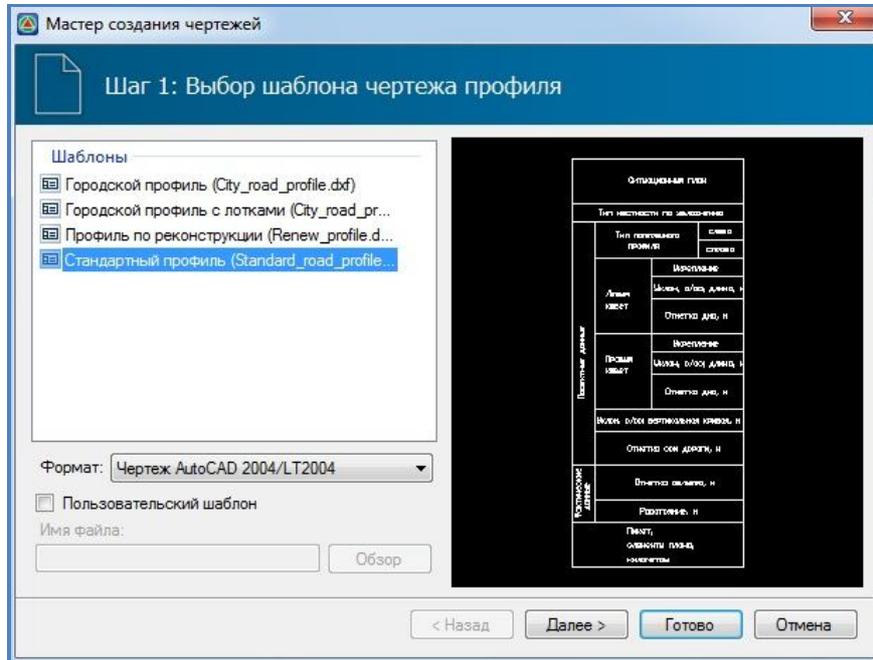


Рис.7.22. Диалоговое окно *Мастер создания чертежей* (продольного профиля), Шаг 1

В диалоговом окне сделайте следующие настройки:

Шаг 1. Выберите шаблон *Стандартный профиль* и нажмите *Далее*.

Шаг 2. В диалоговом окне задайте масштаб в соответствии с рис.7.23 и нажмите **Далее**.

Шаг 3. Заполните штамп чертежа в соответствии с рис. 7.24 и нажмите **Готово**.

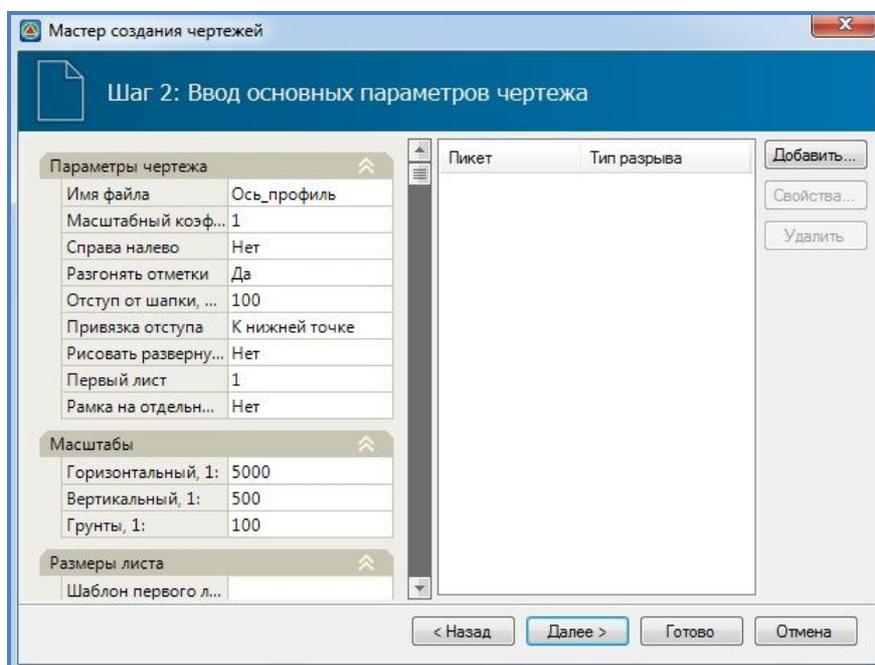


Рис.7.23. Диалоговое окно *Мастер создания чертежей* (продольного профиля),
Шаг 2

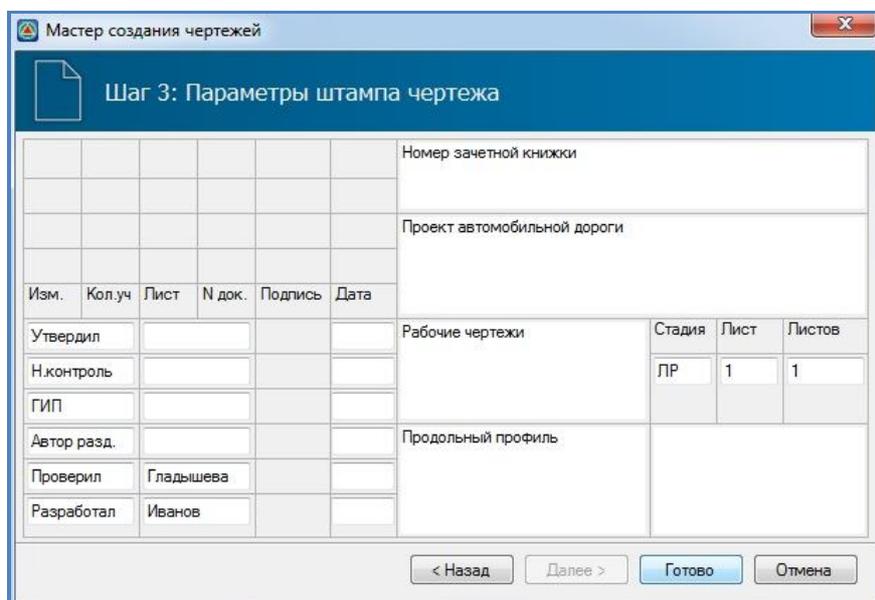


Рис.7.24. Диалоговое окно *Мастер создания чертежей* (продольного профиля),
Шаг 3

Сформированный чертеж продольного профиля в формате *.dwg сохранится в папку *Чертежи*, которая размещена в папке проекта автомобильной дороги.

Пример чертежа продольного профиля приведен на рис.7.25.

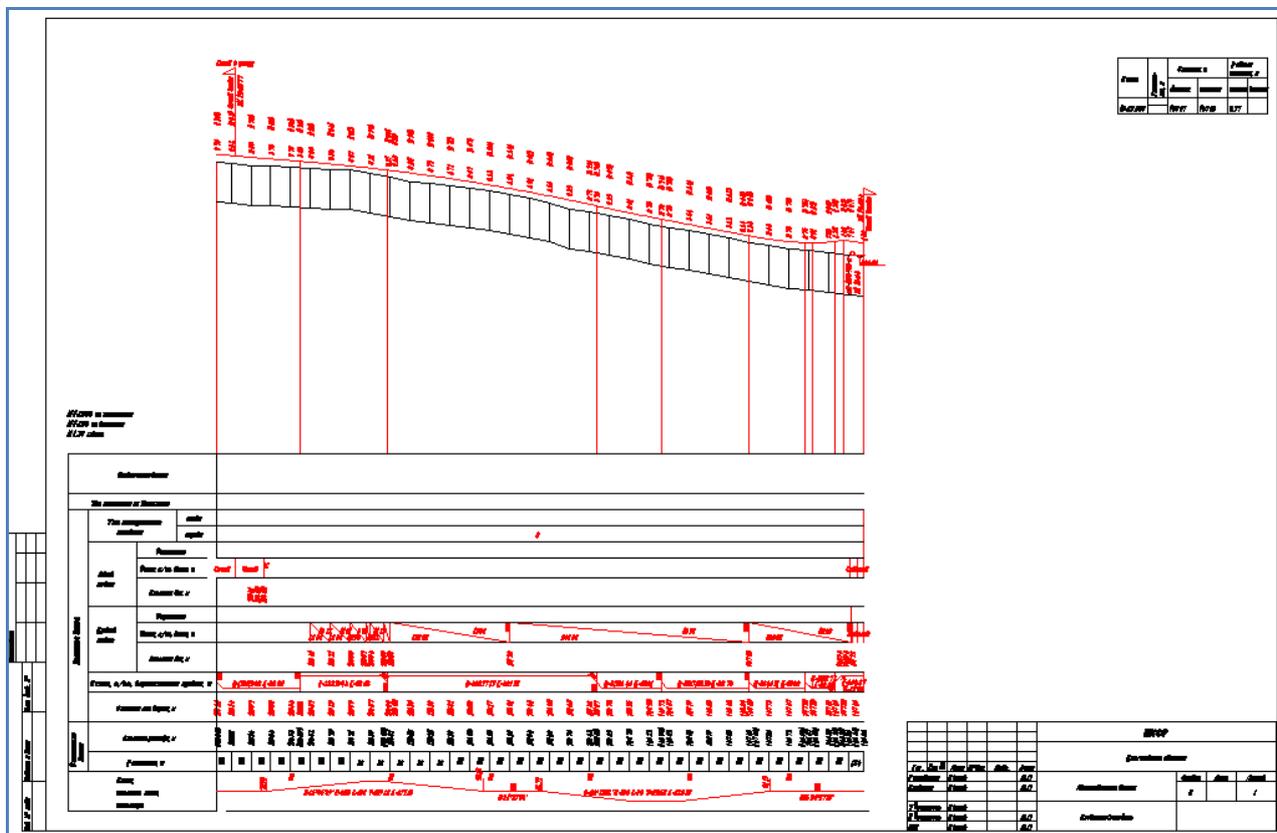


Рис.7.25. Пример чертежа продольного профиля

Создание чертежа поперечных профилей

Для создания чертежа поперечных профилей земляного полотна предварительно нужно выбрать необходимые поперечники.

Обратитесь к команде **Поперечник / Пометить поперечники / Пометить по списку**. В диалоговом окне *Пометить поперечники* выберите пикеты выводимых поперечных профилей или нажмите на кнопку **Пометить все**, если нужно вывести все поперечные профили. Нажмите на кнопку **ОК**.

Вид окна *Пометить поперечники* приведен на рис.7.26.

Для вывода поперечников обратитесь к команде **Проект / Создать чертеж / Поперечные профили**. Откроется диалоговое окно *Мастер создания чертежей*, вид которого приведен на рис.7.27.

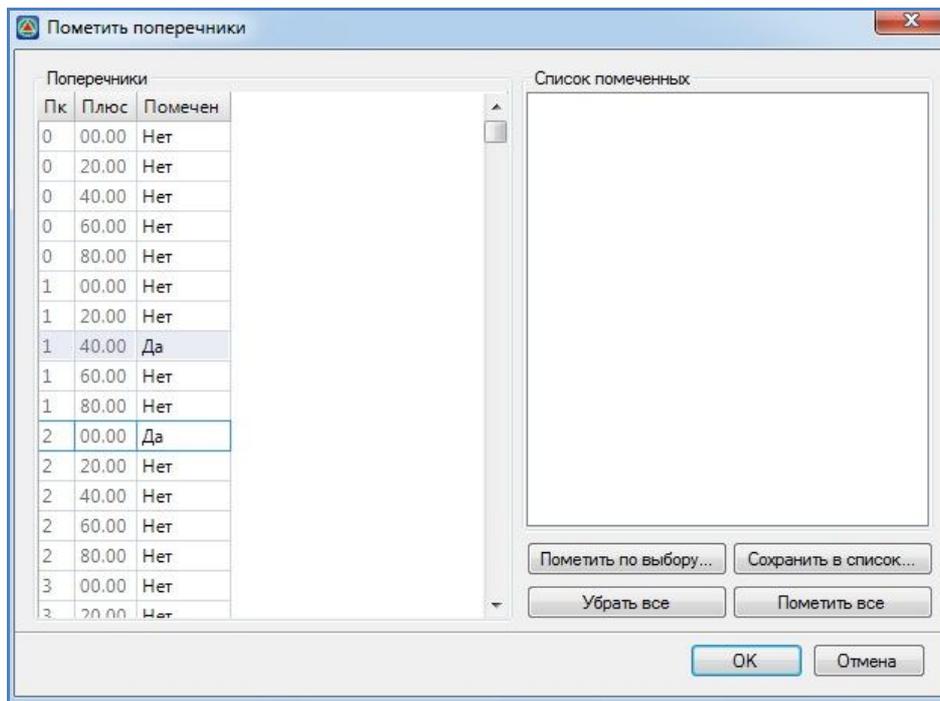


Рис.7.26. Диалоговое окно *Пометить поперечники*

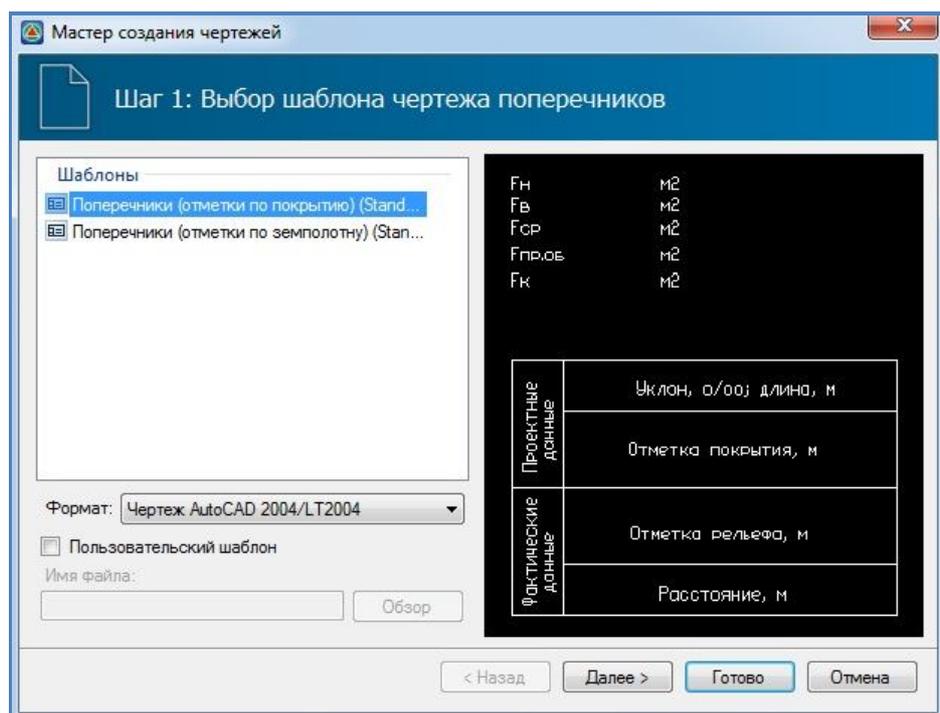


Рис.7.27. Диалоговое окно *Мастер создания чертежей* (поперечного профиля), *Шаг 1*

В диалоговом окне сделайте следующие настройки:

Шаг 1. Выберите шаблон *Поперечники (отметки по покрытию)* и нажмите **Далее**.

Шаг 2. В диалоговом окне задайте масштаб как показано на рис.7.28 и нажмите **Далее**.

Шаг 3. Заполните штамп чертежа в соответствии с рис.7.29 и нажмите **Готово**.

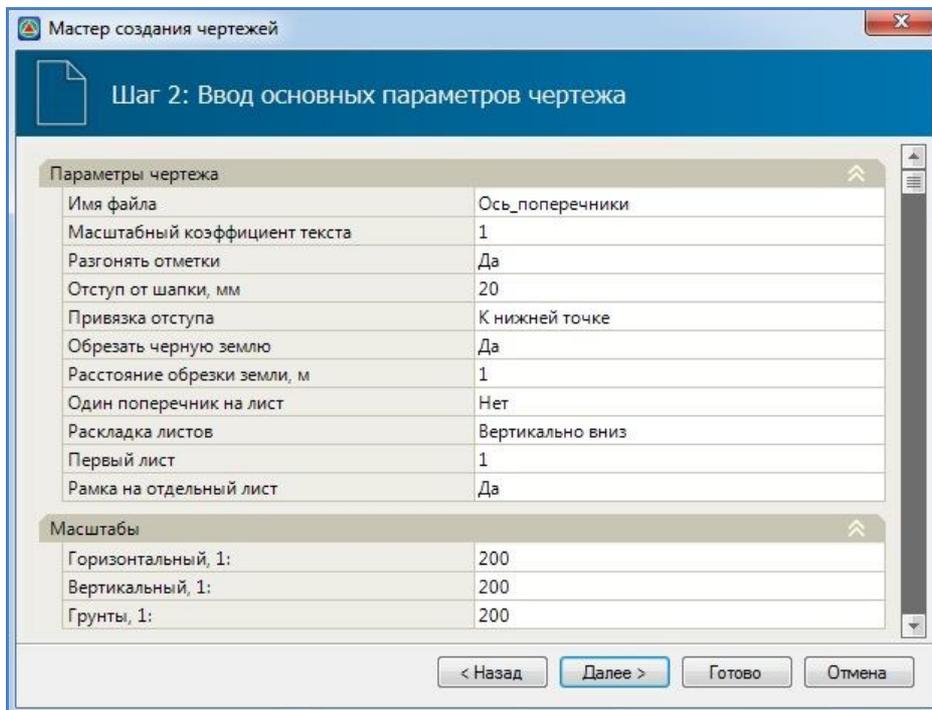


Рис.7.28. Диалоговое окно *Мастер создания чертежей* (поперечного профиля), *Шаг 2*

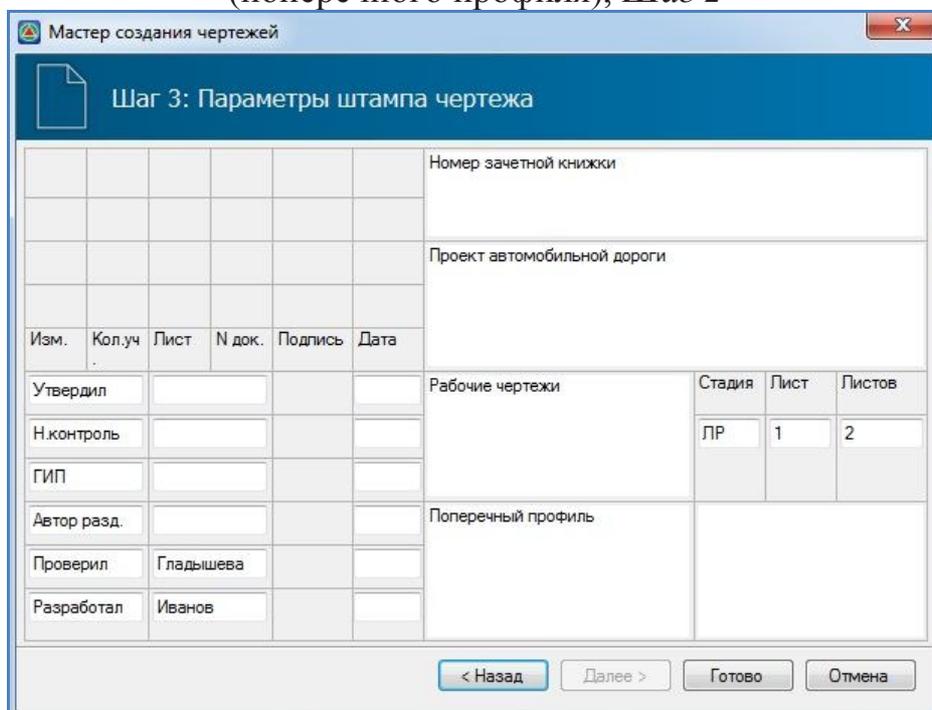


Рис.7.29. Диалоговое окно *Мастер создания чертежей* (поперечного профиля), *Шаг 3*

Сформированный чертеж продольного профиля в формате *.dwg сохранится в папку *Чертежи*, которая размещена в папке проекта автомобильной дороги.

Пример чертежа поперечного профиля приведен на рис.7.30.

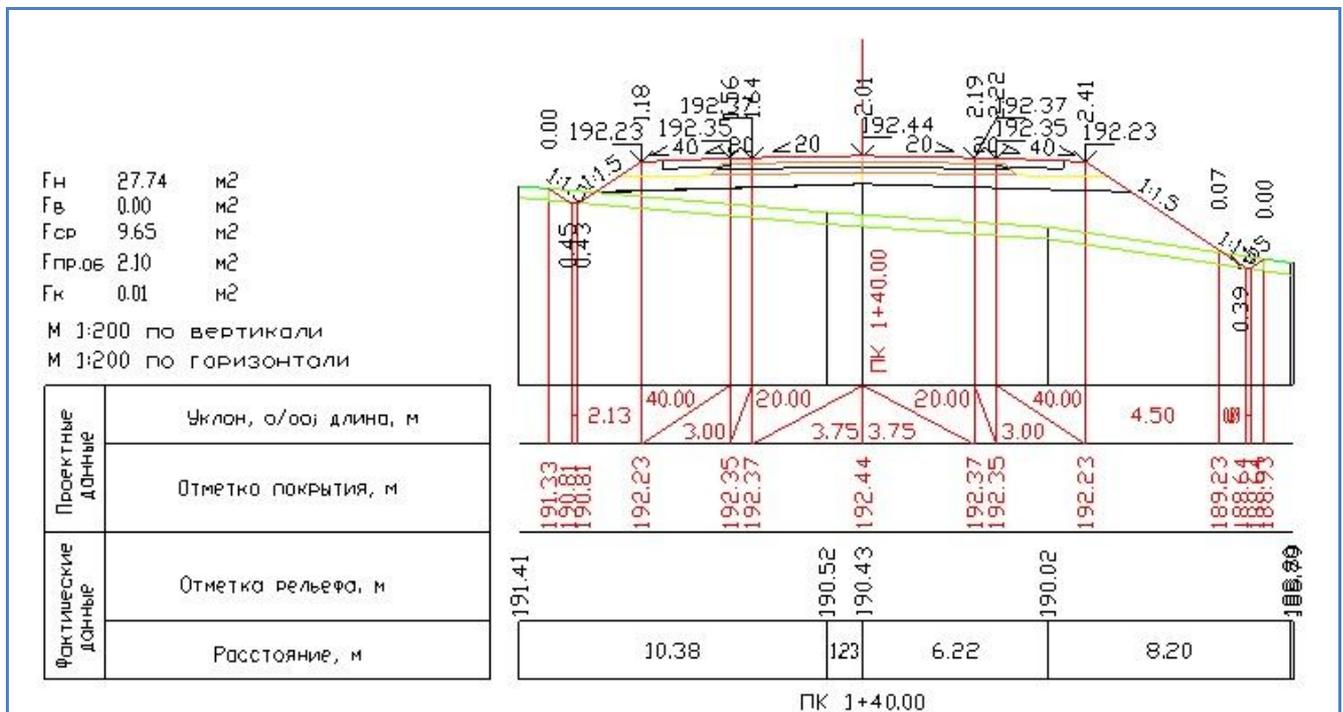


Рис.7.30. Пример чертежа поперечного профиля

7.7. Отчет о выполнении работы

Результатом работы является ряд основных чертежей и ведомостей за проектированного участка автомобильной дороги.

7.8. Контрольные вопросы:

1. Какие нормативные документы по оформлению проектной документации вы знаете?
2. Назовите основные ведомости и чертежи, которые были рассмотрены в данной лабораторной работе.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа способствует пополнению знаний обучающегося по изучаемой дисциплине, использованию этих знаний на практике и в будущей профессиональной деятельности. Целью самостоятельной работы обучающихся является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по проектированию транспортных сооружений с использованием информационных технологий, опытом творческой, исследовательской деятельности при выполнении проектных работ. Самостоятельная работа обучающихся способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проектных задач учебного, а при выполнении выпускной квалификационной работы и профессионального уровня.

Основными задачами самостоятельной работы при проведении лабораторных работ, изложенных в данном практикуме, являются:

- развитие навыков самостоятельной работы с программный комплекс **Топоматик Robur - Автомобильные дороги** с использованием документации и руководства пользователей;

- освоение содержания дисциплин в рамках тем, выносимых преподавателями для самостоятельного изучения;

- усвоение основных положений учебных курсов на лекциях и при подготовке к лабораторным занятиям;

- использование знаний, умений и полученных навыков цифрового моделирования и автоматизированного проектирования транспортных сооружений при курсовом проектировании и выполнении выпускной квалификационной работы.

*Для овладения знаниями по изучаемым дисциплинам, в которых используется программный комплекс **Топоматик Robur - Автомобильные дороги** при подготовке к лабораторным работам необходимо:*

- ознакомиться с краткими теоретическими сведениями, приведенными при описании лабораторной работы, прочитать конспекты лекций по теме лабораторной работы, дополнительную литературу;

- ознакомиться с действующими нормативными документами по теме лабораторной работы, которая приведены в библиографическом списке или рекомендованы преподавателей на лекции.

Для работы в сети «Интернет» используйте сайты:

<http://support.topomatic.ru/documentation> - документация на программные продукты Топоматик Robur;

http://support.topomatic.ru/methodical_manuals - методические пособия по использованию программных продуктов Топоматик Robur;

<https://www.youtube.com/user/TopomaticRobur> - видеуроки по использованию программных продуктов Топоматик Robur;

www.gisa.ru информационные ресурсы ГИС-Ассоциации

Для закрепления и систематизации знаний необходимо:

изучение нормативных документов;

ответы на контрольные вопросы;

подготовка сообщений по выполненным проектам на конференции;

выполнение и защита курсовых проектов и выпускных квалификационных работ;

подготовка проектов для участия в конкурсах.

Для формирования умений:

решение задач, изложенных в лабораторной работе по образцу;

решение задач, предложенных преподавателем;

решение задач, необходимых для выполнения проекта выпускной квалификационной или научной работы;

выполнение чертежей по результатам проектирования.

Контроль результатов самостоятельной работы проводится путем опроса по контрольным вопросам и тестирования при проведении текущего и итогового контроля знаний

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лабораторный практикум ориентирован на освоение технологии автоматизированного проектирования транспортных сооружений с использованием современных версий программных средств **Топоматик Robur - Автомобильные дороги**.

Приведенное в практикуме подробное описание технологии автоматизированного проектирования автомобильных дорог и подготовки чертежей позволяет обучающимся выполнять не только лабораторные работы по нескольким учебным дисциплинам, но самостоятельно осваивать технологию автоматизированного проектирования автомобильных дорог, проводить расчеты при курсовом проектировании, при проведении научных исследований и выполнении выпускной квалификационной работы. Знакомство с основными возможностями программного комплекса позволит студентам самостоятельно более широко использовать его возможности, работая с документацией **Топоматик Robur - Автомобильные дороги**.

Освоение технологий автоматизированного проектирования позволит подготовить выпускников к решению задач профессиональной деятельности в проектной и изыскательских сферах.

Выпускник, освоивший программные средства **Топоматик Robur - Автомобильные дороги** повышает свою информационную культуру и способен вести обработку, анализ и представление информации в профессиональной деятельности с использованием информационных и компьютерных технологий.

Освоение технологий автоматизированного проектирования автомобильных дорог способствует формированию общепрофессиональных компетенций, в частности способность участвовать в инженерных изысканиях и обработке их результатов, проектировании объектов транспортного строительства, подготовке проектной документации с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 33475-2015. Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Технические требования. – Введ. 08.09.2016, приказ. Фед. агентства по техн. регул. и метр. № 1008-ст. – М.: Стандартиформ. 2016. –11 с.
2. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. – Утв. 30.06.2012, приказ. Минрегионом России № 226. – М.: Госстрой России. 2013. –112 с.
3. ОДМ 218.4.005-2010. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. –Утв. 12.01.2011, распор. Росавтодора № 13-р. – М.: Информавтодор. 2011. – 269 с.
4. Топоматик Robur. Руководство пользователя. Том 2. Запуск и настройка Топоматик Robur. – СПб.: НПФ «Топоматик», 2018. – 78 с.
5. Топоматик Robur. Руководство пользователя. Том 4. Работа с трассой. – СПб.: НПФ «Топоматик», 2018. – 105 с.
6. Топоматик Robur. Руководство пользователя. Том 7. Автомобильные дороги. – СПб.: НПФ «Топоматик», 2018. – 480 с.
7. Проектирование автомобильных дорог. Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т.V / Г.А. Федотов, П.И. Поспелов, Э.К. Кузахметова, В.Д. Казарновский и др.; под ред. д-ра.техн.наук, проф. Г.А. Федотова, д-ра.техн.наук, проф. П.И. Поспелова, - М.: Информавтодор, 2007. – 668 с.
8. Типовые проектные решения. 503-09-7.84. Материалы для проектирования. Водоотводные сооружения на автомобильных дорогах общей сети Союза ССР. – Утв. 28.03.1984, распор. Минстроя №АВ-80. – М.: Союздорпроект. 1984. –75 с.
9. Топоматик Robur. Руководство пользователя. Том 3. Работа с ЦММ. – СПб.: НПФ «Топоматик», 2018. – 224 с.
10. ГОСТ 21.1101-2013. СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Введ. 01.01.2014, приказ. Фед. агентства по техн. регул. и метр. № 156-ст. – М.: Стандартиформ. 2014. –58 с.
11. ГОСТ 21.302-2013. СПДС. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям. – Введ. 01.01.2015, приказ. Фед. агентства по техн. регул. и метр. № 2385-ст. – М.: Стандартиформ. 2015. –36 с.
12. ГОСТ Р 21.207-2013. СПДС. Условные графические обозначения на чертежах автомобильных дорог.– Введ. 01.01.2015, приказ. Фед. агентства по техн. регул. и метр. № 2315-ст. – М.: Стандартиформ. 2015. –24 с.
13. ГОСТ Р 21.701-2013. СПДС. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог.– Введ. 01.01.2015, приказ. Фед. агентства по техн. регул. и метр. № 2380-ст. – М.: Стандартиформ. 2015. –35 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Порядок проведения лабораторных работ в компьютерном классе	5
Лабораторная работа № 1. Пользовательский интерфейс Топоматик Robur - Автомобильные дороги, создание нового проекта, импорт цифровой модели местности	6
Лабораторная работа № 2. Проектирование плана трассы	25
Лабораторная работа № 3. Проектирование продольного профиля автомобильной дороги.	32
Лабораторная работа № 4. Проектирование верха земляного полотна, расчет виражей	52
Лабораторная работа № 5. Проектирование откосов земляного полотна автомобильной дороги и кюветов	58
Лабораторная работа № 6. Искусственные сооружения и условные знаки в плане и на профиле	76
Лабораторная работа № 7. Вывод результатов проектирования	90
Задания для самостоятельной работы	116
Заключение	118
Библиографический список	119

Учебное издание

Самодурова Татьяна Васильевна
Гладышева Ольга Вадимовна
Бакланов Юрий Владимирович
Алимова Наталья Юрьевна
Панферов Константин Васильевич

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА
ТОПОМАТИК ROBUR - АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ**

Лабораторный практикум

Подписано в печать _____ 2021.
Формат 60x84 1/16. Бумага для множительных аппаратов.
Усл. печ. л. _____. Тираж _____ экз. Заказ № _____.

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

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