

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

Автоматизированное проектирование дорог

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов бакалавриата направления 270800 – Строительство
профиля подготовки «Автомобильные дороги и аэродромы»

Белгород
2014

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова
Кафедра автомобильных и железных дорог

Утверждено
научно-методическим советом
университета

Автоматизированное проектирование дорог

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов бакалавриата направления 270800 – Строительство
профиля подготовки «Автомобильные дороги и аэродромы»

Белгород
2014

УДК 625.541: 681.5 (07)

ББК 39.17 я 7

A22

Составители: канд. техн. наук, доц. С.А. Гнездилова

ст. преп. А.С. Погромский

Рецензент канд. техн. наук, доц. А.Н. Котухов

A22 **Автоматизированное** проектирование дорог: методические указания к выполнению лабораторных работ / сост.: С.А. Гнездилова, А.С. Погромский. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 53 с.

В издании приведены цель и содержание лабораторных работ, а также указания по их выполнению.

Методические указания предназначены для студентов направления бакалавриата 270800– Строительство профиля подготовки «Автомобильные дороги и аэродромы».

Данное издание публикуется в авторской редакции.

УДК 625.541:681.5 (07)

ББК 39.17 я 7

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2014

Лабораторная работа № 1

Создание цифровой модели местности с использованием ROBUR-ROAD

Цель работы: изучить способ загрузки съемочных точек, полученных путем оцифровки топографической карты и хранящихся в файле в формате DXF в программу Robur-Road. Ознакомиться со способами корректировки результатов изысканий средствами программы Robur-Road. Освоить понятие, применение и способы построения структурных линий. Построить на основании полученных результатов поверхность - трехмерное представление существующего рельефа местности. Получить выходную документацию (чертеж поверхности в горизонтальных, чертеж поверхности в 3-d, чертеж сечения рельефа).

Исходные данные: топографическая карта с запроектированными вариантами плана трассы по дисциплине «Изыскания и проектирование железных дорог».

Порядок выполнения работы

1. Топографическую карту загрузить в приложение AutoCad в масштабе 1:1000.
2. На карте в горизонталях создать съемочные точки в полосе варьирования рассматриваемых вариантов трассы автомобильной дороги.
3. Далее необходимо сохранить съемочные точки в формате RX12.
4. Используя мастер импорта точек загрузить съемочные точки из файла в формате dxf (рис.1).



Рис.1. Загрузка съемочных точек

5. Выполнить корректировку загруженных исходных данных (назначить семантический код точкам, тестирование точек, при необходимости выполнить построение структурных линий и др.).

6. Выполнить построение цифровой модели рельефа [1] (рис. 2).

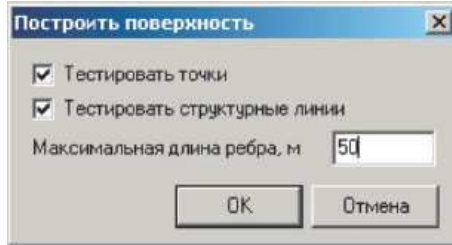


Рис.2. Элемент меню «Поверхность – Построить»

7. Проанализировать цифровую модель, создать ряд сечений.

8. Получить выходную документацию: чертеж поверхности, на котором должны быть показаны точки, номера точек, отметки, горизонтали и структурные линии; поверхность 3-d, сечение рельефа в формате dxf (рис.3).

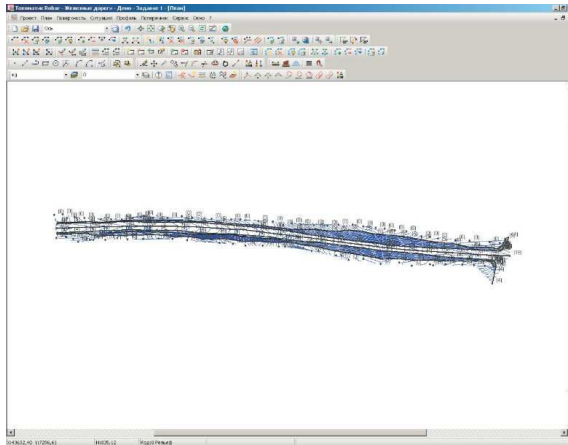


Рис.3. Цифровая модель рельефа

9. Сформулировать основные выводы по работе.

Лабораторная работа № 2

Проектирование плана автомобильной дороги в программе ROBUR-ROAD

Цель работы: освоить принципы проложения и редактирования оси трассы. Получить ведомость элементов плана, разбивки горизонтальных кривых.

Исходные данные: топографическая карта с запроектированными вариантами плана трассы по дисциплине «Изыскания и проектирование железных дорог».

Порядок выполнения работы

1. Запроектировать 2 варианта плана трассы двумя способами: определить ось трассы из примитивов чертежа и прямым указанием вершин углов поворота.

Для того, чтобы определить ось непосредственным указанием вершин углов:

- выберите элемент меню: *План – Наметить/продлить ось*;
- последовательно укажите курсором положение вершин углов поворота трассы;
- для окончания ввода, нажмите правую кнопку мыши.

Программа создаст новую ось и автоматически разобьет пикетаж.

2. В вершины углов поворота вписать круговые кривые.

Для этого:

- посмотрите значение угла поворота трассы, щелкнув по вершине правой кнопкой и, выбрав из контекстного меню *Информация о вершине угла*;
- появится диалоговое окно с информацией о вершине (рис.4);
- щелкнув правой кнопкой мыши по вершине и выбрав *Свойства* из контекстного меню, впишите круговую и переходные кривые введя радиус и длины переходных кривых [1,2];
- нажмите ОК.

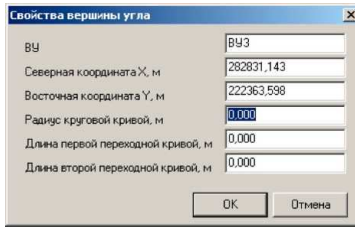


Рис.4. Свойства вершины угла

В окне *План* на оси трассы впишется кривая. Двумя черточками показан конец и начало переходной кривой, одной черточкой показан конец и начало круговой кривой.

Пример запроектированного плана трассы приведен на рис. 5.

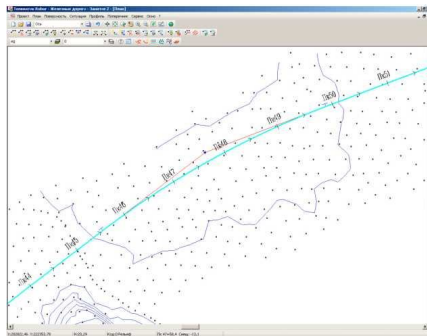


Рис.5. План трассы

3. Создать ведомость элементов, используя элемент меню: *Проект - Создать ведомость - Элементы плана* (рис.6)

№	Начало	Конец	Длина	Радиус	Тип	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	0+00	0+100	100,00	100,00	Кривая	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	0+100	0+200	100,00	150,00	Кривая	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	0+200	0+300	100,00	200,00	Кривая	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4	0+300	0+400	100,00	0,00	Прямая	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
5	0+400	0+500	100,00	150,00	Кривая	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
6	0+500	0+600	100,00	100,00	Кривая	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
7	0+600	0+700	100,00	0,00	Прямая	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
8	0+700	0+800	100,00	150,00	Кривая	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
9	0+800	0+900	100,00	100,00	Кривая	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
10	0+900	0+1000	100,00	0,00	Прямая	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Рис.6. Ведомость углов поворота

4. Сформулировать основные выводы по работе.

Лабораторная работа № 3

Проектирование продольного профиля автомобильной дороги в программе ROBUR-ROAD

Цель работы: создать по оси трассы черный продольный профиль. Ознакомиться с методом автоматизированного проектирования продольного профиля и его дальнейшего редактирования. Создать ведомость элементов продольного профиля.

Исходные данные: план трассы, запроектированный в лабораторной работе №2.

Порядок выполнения работы

Теперь, имея ось трассы и поверхность (цифровую модель рельефа), можно рассечь поверхность вдоль оси и получить черный продольный профиль. Для этого:

1. Выберите элемент меню *Профиль - Создать черный профиль*. Появится диалоговое окно, значение настроек которого описывалось в предыдущих упражнениях.

2. Поставьте галочки как показано ниже (рис. 7).

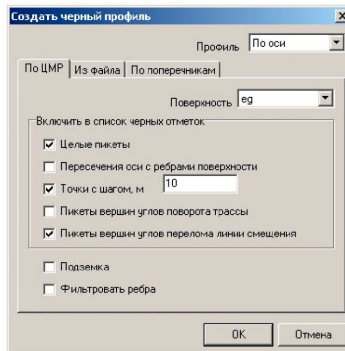


Рис. 7. Меню «Создать черный профиль»

В окне *Профиль* появятся профили, где зеленая линия - черная земля, красная линия - проектный профиль, соединяющий начало и конец черного профиля [1,3] (рис. 8).

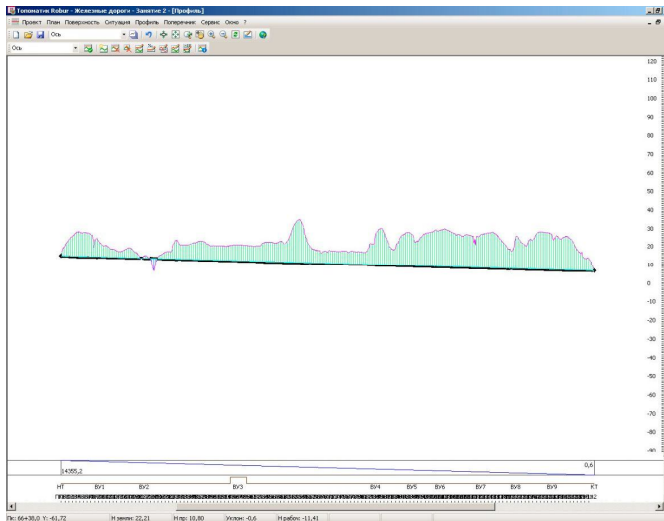


Рис.8. Окно проектирования продольного профиля

Продольный профиль проектируется по двум принципам: секущей или огибающей. Если местность пересеченная, то используется принцип по секущей, если местность плоская, то используется принцип по обертывающей.

В нашем случае профиль будет проектироваться по руководящей отметке, из условий снегонезаносимости.

Проектирование по руководящей отметке - программа создает первое приближение продольного профиля с учетом ограничений на его элементы при минимальном отклонении от заданной руководящей отметки [2].

Запроектируйте профиль по обертывающей, для этого:

1. Выберите элемент меню: *Профиль - Проектировать по руководящей отметке* (рис. 9).

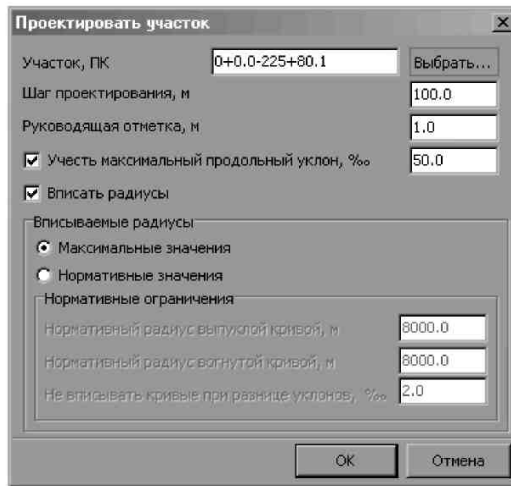


Рис.9. Меню «Проектировать по руководящей отметке»

Участок - задает участок проектирования. Участок можно задать непосредственно в поле ввода или указать графически при помощи кнопки *Выбрать*.

Шаг проектирования – определяет минимальное значение между вершинами продольного профиля. Фактическое значение будет зависеть от рельефа местности. Положение вершин вычисляется при помощи метода наименьших квадратов. Чем меньше шаг проектирования, тем чаще будет ломаться продольный профиль, меньше будут объемы. Чем больше шаг проектирования, тем реже вершины, больше объемы, но ехать по такой дороге будет удобней.

Учесть максимальный продольный уклон. Установка этого флага накладывает ограничения на величину продольного уклона значением, введенным в поле.

Вписать радиусы. Установка этого флага приводит к автоматическому вписыванию вертикальных кривых одного из двух возможных типов:

- Опция *Максимальные значения* - будут вписываться кривые максимально возможного радиуса;

- Опция *Нормативные значения* - будут вписываться кривые не менее нормативных радиусов, указанных в соответствующих полях панели *Нормативные ограничения*. Также в этом случае необходимо

задать допустимое значение разницы уклонов, до которого будет разрешено автоматически вписывать кривые. Если разница уклонов будет меньше указанной, то кривая вписываться не будет, а на профиле останется перелом.

2. Заполните все поля данного диалогового окна как показано на рисунке выше и нажмите *ОК*.

Программа автоматически спроектирует продольный профиль. Его нужно просмотреть и исправить те значения, которые не устраивают.

Robur-Road имеет полный набор средств, для редактирования проектного продольного профиля.

Вы можете перетаскивать вершины углов перелома вместе с вписанными кривыми при помощи мыши, удалять и вставлять вершины.

Рассмотрим более подробно элементы контекстного меню вершины угла вертикальной кривой (вызывается щелчком правой кнопкой мыши на вершине угла) (рис. 10):

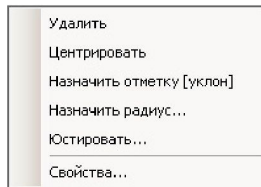


Рис.10. Контекстное меню вершины угла вертикальной кривой

Удалить - функция удаления вершины угла вертикальной кривой.

Центрировать - функция вставляет вертикальную кривую со значением радиуса с учетом отсутствия прямых вставок между смежными вертикальными кривыми.

Назначить отметку (уклон) - функция установки положения вершины по пикетажу, позволяет задать значение пикета и отметки для данной вершины угла.

Назначить радиус - функция позволяет задать значение радиуса вертикальной кривой.

Юстировать - функция позволяет изменить в незначительных пределах положение вершины вертикальной кривой; изменение параметров происходит динамически (рис. 11).

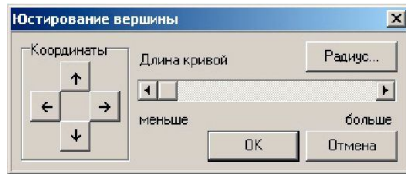


Рис.11. Меню юстирования вершины

Свойства - функция позволяет задать положение вершины на профиле, отметку и длину полукривой.

При проектировании продольного профиля можно задавать контрольные ограничения.

Для задания контрольных параметров воспользуйтесь элементом меню *Профиль - Контроль профиля*.

Откроется диалоговое окно (рис. 12):

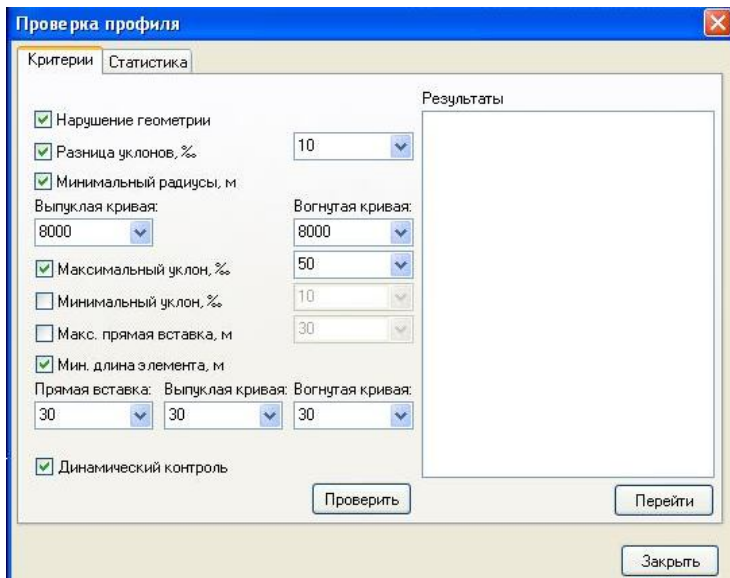


Рис.12. Меню «Проверка профиля»

Установив опцию *Динамический контроль*, в окне *Профиль* ментально будут отображаться нарушения. Контроль профиля так же можно провести нажав кнопку *Проверить*. Если элементы продольного профиля имеют нарушения, то они будут описаны в поле *Результаты*.

Лабораторная работа № 4

Проектирование поперечных профилей в программе ROBUR-ROAD

Цель работы: создать черные поперечники. Ознакомиться с основными принципами и приемами проектирования поперечников с помощью конструктивных элементов.

Исходные данные: план трассы и продольный профиль, запроектированные в лабораторной работе №3 и 4.

Порядок выполнения работы

Поперечный профиль отображается в окне *Поперечник*. Большинство функций редактирования выполняются над группой поперечников, расположенных на некотором участке трассы. Выбор текущего поперечника и группы поперечников осуществляется при помощи селектора поперечников, расположенного на панели инструментов в окне *Поперечник* (рис. 13).



Рис.13. Селектор поперечников

Проектирование поперечных профилей, как правило, производится в следующей последовательности:

1. Создается список поперечных профилей;
2. Задаются параметры проектного поперечного профиля.

Robur Road позволяет одновременно проектировать продольный и поперечный профили. Например, вы можете сначала задать параметры проектного поперечника, а затем проектировать продольный

профиль, наблюдая, как проектный поперечник будет садиться на чер-
ный.

Для создания списка поперечников выберите элемент меню *По-
перечник - Создать синеок поперечников* или пиктограмму *Создать
список поперечников* на панели инструментов в окне *Поперечник*.

Откроется диалоговое окно (рис. 14):

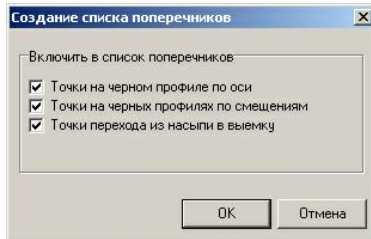



Рис.14. Меню «Создание списка поперечников»

Точки на черном профиле по оси - включает в список по-
перечников пикеты точек перелома черного продольного профиля по
оси трассы;

Точки на черных профилях по смещениям - включает в список по-
перечников пикеты точек черных продольных профилей по всем смеще-
ниям в данном подобъекте;

Точки перехода из насыпи в выемку - включает в список по-
перечников пикеты точек перехода из насыпи в выемку профиля по
оси трассы.

Для того, чтобы вставить поперечник на любом пикете, выпол-
ните следующие действия:

1. Выберите кнопку на панели  инструментов в окне *По-
перечник*, или нажмите клавишу *Insert*.

Откроется диалоговое окно (рис. 15):

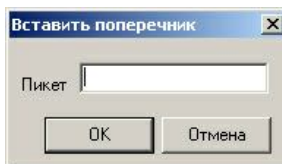




Рис.15. Меню «Вставить поперечник»



2. Введите пикет, на котором вы хотите вставить поперечник и выберите *OK*.

Robur-Road позволяет последовательно просматривать и редактировать поперечные профили. Для перемещения по списку поперечников, то есть выбора текущего поперечника, вы можете пользоваться следующими способами:

1. При помощи клавиш: *Page Up* - следующий поперечник; *Page Down* - предыдущий поперечник; *Home* - последний поперечник; *End* - первый поперечник.

2. При помощи кнопок   на панели инструментов в окне *Поперечник*.

3. Наберите в селекторе поперечников требуемый пикет. Если поперечника на указанном пикете нет в списке поперечников, то текущим становится ближайший по ходу возрастания пикетажа к указанному.

Для переключения режима отображения информации по поперечнику предназначена группа клавиш  .

Группа выбранных поперечников располагается на непрерывном участке трассы, задаваемого пикетом начала и пикетом конца. Участок, на котором выбраны поперечники, называется текущим. Текущий участок отображается в селекторе поперечников в формате *Stal-Sta2*, где *Stal* - пикет начала участка; *Sta2* - пикет конца участка.


Первым отображается пикет того сечения, которое в данный момент находится на экране. Для выбора группы поперечников вы можете использовать следующие способы:

1. Перемещаться по списку поперечников можно при помощи клавиатуры или кнопок на панели инструментов, удерживая клавишу *Shift*.

2. Печатайте пикеты начала и конца участка, в формате *Stal-Sta2*, в селекторе поперечников.

Для того, чтобы удалить один или более поперечников выполните следующие действия:

1. Сделайте текущим поперечник, который вы хотите удалить, или выберите группу поперечников.

2. Выберите кнопку  на панели инструментов в окне *Поперечник*, или нажмите клавишу *Delete*.

Каждый поперечный профиль в *Robur-Road* состоит их трех элементов [1,2]:

– Черная земля;

- Верх земляного полотна;
- Откосы и кюветы.

Следовательно, вначале мы задаем верх земляного полотна, а затем последовательно пристраиваем к нему откосы с кюветами.

Robur позволяет автоматизировать создание таблицы верха земляного полотна, при проектировании скоростных многополосных автомобильных дорог без разделительной или с разделительной полосой.

Чтобы заполнить таблицы:

1. Выберите элемент меню: *Поперечник – Создать верх земляного полотна*.

2. Откроется диалоговое окно мастера создания верха земполотна *Типы верха земполотна*. На первом шаге мастера заполните таблицу с типами верха земполотна:

- В поле *Участок* - задайте пикет плюс начала участка с выбранным типом земполотна.

- В поле *Тип земполотна* задайте *без разделительной полосы*.

- В поле *Метод расчета* задайте *по таблицам ширины и уклонов*.

- При выборе этих параметров будет задан тип шаблона по умолчанию.

Нажмите кнопку *Далее*. Откроется следующая страница мастера - *Ширины верха земполотна, Основные полосы, дополнительные полосы, обочины*. Заполните таблицу согласно данным КПМ№1 по дисциплине «Изыскания и проектирование автомобильных дорог»

На третьем шаге мастера задайте уклоны основной полосы и обочины.

На четвертом шаге мастера задайте параметры конструкции верха земполотна. Задайте *Пикет плюс* участка, затем задайте толщины слоев дорожной одежды из результатов расчёта по программе Радон:

Задайте уклоны подстилающего слоя слева и справа, равными 30 ‰. Задайте уширение основания - 0,3м.

На пятом шаге мастера заполните параметры виражей.

Проектирование виражей производится при помощи механизма, позволяющего выполнить отгон виража по произвольной схеме, задавая ширины полос и поперечные уклоны в характерных сечениях. В промежутках между характерными сечениями эти величины интерполируются.

В *Robur* реализованы шесть наиболее часто встречающихся типовых схем отгона виражей для дорог без разделительной полосы и для дорог с разделительной полосой (одиночное закругление, два поворота в одном направлении и два поворота в разных направлениях):

Чтобы отогнать вираж, программа сама определит, где находятся переходные кривые, сделает на них отгон виража и уширение (за счет внутренней части земляного полотна).

Для этого нажмите кнопку *Автовираж*. Откроется диалоговое окно с параметрами виража (рис. 16):

Рис. 16. Меню «Автовираж»

Для проектирования откосов выберите элемент меню: *Поперечник – Левый откос (Правый откос)*.

В *Robur* имеется три типа откосов (рис. 17):

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

Примечание. Конфигурация откосов определяется параметрами, которые могут быть заданы как для каждого конкретного поперечника, отдельно для левой и правой стороны, так и для группы поперечников на выбранном участке.

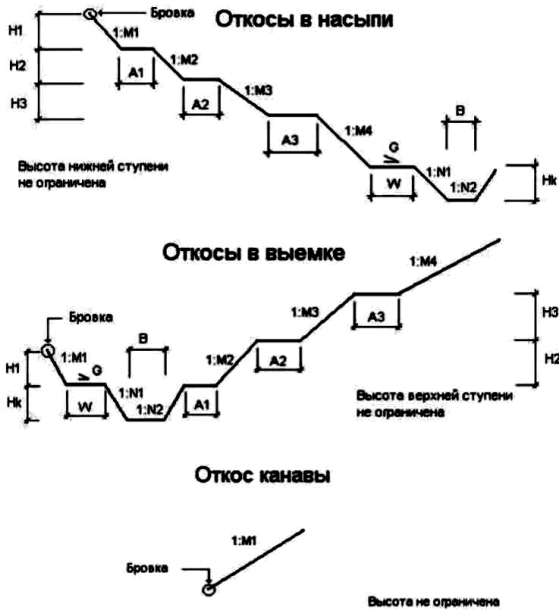


Рис. 17. Параметры откосов:

- M_1, M_2, M_3, M_4 – коэффициенты заложения откосов насыпи и выемки;
- H_1, H_2, H_3 – высоты ступеней;
- A_1, A_2, A_3 – длины полок; N_1, N_2 – коэффициенты заложения откосов кювета;
- H_k – глубина кювета;
- B – ширина дна кювета; W – ширина прикюветной полки;
- G – уклон прикюветной полки.

Самый простой и эффективный способ назначения типов откосов поперечников – это применение правил, согласно которым программа автоматически определит требуемый номер типа, в зависимости от разности отметок бровки проектного земляного полотна и существующей земли. Подробное описание приведено в [1].

Проектирование кюветов в *Robur*, как правило, производят в такой последовательности:

1. Проектируют откосы в насыпи и выемке с произвольным значением глубины кювета.
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.
5. Определяют глубину кюветов на поперечниках импортированием продольного профиля кювета.

Для назначения глубины кюветов используют элемент меню:

Поперечник – Левый кювет (Правый кювет).

Лабораторная работа № 5

Создание шаблона верха земляного полотна в ROBUR-ROAD

Цель работы: ознакомиться с терминологией и принципом создания шаблона верха земляного полотна и конструкции дорожной одежды. Создать шаблон поперечного профиля и уяснить, основные принципы его дальнейшего редактирования. На основании созданного шаблона получить проектные поперечники..

Исходные данные: поперечный профиль конструкции дорожной одежды.

Порядок выполнения работы

3. Запустите программу *Robur-Road* и создайте новый проект.
4. Загрузите графический редактор шаблонов, воспользовавшись элементом меню: *Задачи-Редактор шаблонов.*

На экране появилось окно графического редактора, которое состоит из графического поля, в нем вводятся все необходимые элементы шаблона: узлы, лучи, линии; и диалоговой части, в которой всем элементам присваиваются заданные параметры. Красная точка в центре графического поля является началом системы координат.

Перед началом построений необходимо ознакомиться с терминами, которые могут встречаться в процессе работы, к основным из них относятся:

Шаблон (template) – предназначен для описания верха покрытия и конструктивных слоев дорожной одежды. Шаблон содержит три типа данных: узлы, линии и лучи.

Узел (node) – это точка в декартовой системе координат, начало которой находится в точке пересечения проектной оси (в плане и в профиле) с плоскостью поперечника. В процессе привязки шаблона программа вычисляет координаты узлов согласно определенному правилу. Узел может иметь семантический код.

Линия (line) – определяет последовательность соединения узлов для создания контуров конструкции дорожной одежды. Линия может быть замкнутой или разомкнутой и может иметь семантический код.

Луч (ray) – вспомогательный элемент для определения координат узлов. Луч является вектором, начало которого находится в каком-либо узле, а конец — в бесконечности. Точка пересечения двух лучей используется для определения координат узла.

Переменная (variable) – мнемоническое обозначение параметра в шаблоне. Применение переменных, позволяет использовать один и тот же шаблон для описания верха земляного полотна с различными геометрическими характеристиками.

Параметр – числовое значение, которое присваивается переменной шаблона.

Выражение – формула для вычисления значений параметров. Формула может содержать цифры 0..9, знаки + -*/ , круглые скобки, имена переменных, функции *sin, cos, if, abs*.

Функция *if* имеет следующий синтаксис.

If (условие; выражение1; выражение2) – если условие выполняется, то значение функции равно выражение1, иначе выражение2.

Аргументы отделяются друг от друга точкой с запятой. В условии можно использовать символы >, <, & (логическое «и»), | (логическое «или»).

Например,

$V1 * LS1 = if((abs(NODE3X - NODE4X) > 0.01) \& (V6 > 0); 0.01; 0)$

На рис. 20 показаны типовые шаблоны для дорог с разделительной полосой и без нее.

Примечание. Файлы исходных текстов этих шаблонов находятся в головной папке Robur и называются Std_1.rbt – для дорог с разделительной полосой и Std_2-5.rbt – для дорог без разделительной полосы.

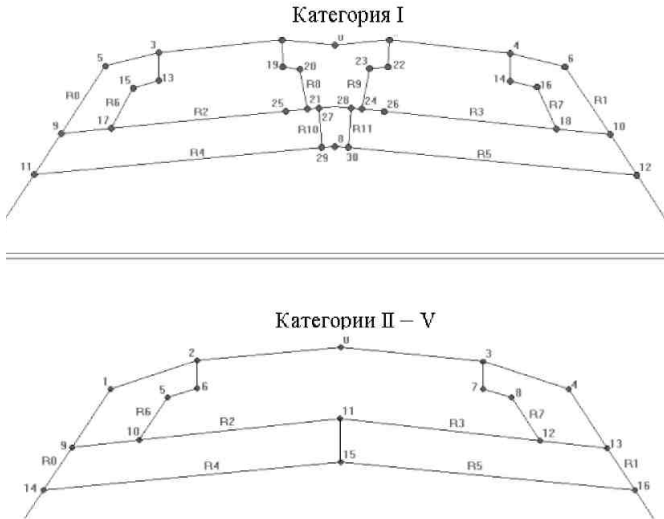


Рис.18. Типовые шаблоны для дорог разных категорий:

1,2, и т.д. – номера узлов;

R1, R2 и т. д. – номера лучей символами R1, R2 и т. д.

Теперь можно приступить к созданию шаблона поперечного профиля. Сперва, необходимо построить «красную линию» – линию, описывающую верх проектного поперечника, общий вид которого представлен на рис.18.

Для построения проектной линии в графическом поле надо ввести все необходимые узлы. Чтобы ввести узел:

1. Щелкните на кнопке *Добавить узел*, графический курсор примет форму перекрестия;
2. После этого, необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши в произвольном месте графического поля, появится узел (рис. 19).

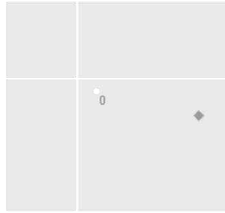


Рис.19. Графическое поле создания шаблона

Примечание.

1. Нумерация узлов происходит автоматически
2. Данный узел будет в дальнейшем соответствовать ориентации осевой линии в пространстве, т.е. его положение на любом пикете будет вычисляться в зависимости от расположения оси в плане и продольном профиле.

3. Аналогичным образом, можно ввести остальные узлы соответствующие характерным точкам поперечного профиля, к которым относятся: кромка дороги (лоток), верх бордюрного камня, граница тротуара, граница бермы.

Примечание. На данный момент все узлы, соответствующие характерным точкам проектного поперечника имеют параметры, задаваемые по умолчанию и координаты, зависящие от точки вставки узла, следовательно, по окончании введения, им необходимо присвоить заданные свойства.

Для того чтобы изменить свойства узла, по нему необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши, после чего его текущие свойства будут отражены в боковом окне. Модификация свойств узлов, также происходит в указанном окне (рис. 20).

Выбранный элемент	
Node0	
Description	
Code	399
CalcMode	0
FormulaX	-0,283
FormulaY	3,340
FirstRay	0
SecondRay	1
Link	-1

Рис. 20. Боковое окно редактирования свойств узла

Ниже описываются свойства, которые могут быть присвоены заданному узлу.

Строка *Node* – указывает порядковый номер узла. Узлы автоматически нумеруются от нуля.

Строка *Description* – в данном поле при необходимости можно ввести описание узла.

Строка *Code* – в данной строке каждому узлу может быть присвоен свой семантический код. По умолчанию все узлы имеют код 399 – точка на поперечнике.

Примечание.

1. При привязке шаблона несколько узлов слиться в один (то есть иметь одни и те же координаты). В этом случае, кодом узла будет наименьший из кодов слившихся узлов, (коды используются для подсчета объемов и создания ведомостей).

2. Используйте код 399 для промежуточных точек конструкции дорожной одежды.

Стандартные коды узлов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Стандартные коды узлов

Код	Назначение
257	Ось дороги
258, 259	Левая и правая бровки
260, 261	Левая и правая кромки
262, 263	Левая и правая кромки разделительной полосы
399	Узел конструкции дорожной одежды

Строка *CalcMode* – в данном поле указывается режим вычисления координат узла. Если *CalcMode* = 0, то координаты вычисляются по формулам, описываемыми в строках *FormulaX* и *FormulaY*. Если *CalcMode* = 1, то координаты узла определяются точкой пересечения двух лучей, номера которых задаются в строках *FirstRay* и *SecondRay* данной секции. Другие значения *CalcMode* недопустимы. По умолчанию значение *CalcMode* принимается равным нулю.

Строка *FormulaX* – в данной строке вводится формула для вычисления горизонтальной координаты X узла в случае, когда *CalcMode*=0. В формуле допускается использовать знаки +, -, *, /, цифры, функции и различные переменные.

Строка *FormulaY* в данной строке вводят формулу для вычисления вертикальной координаты Y узла в случае, когда *CalcMode*=0. В

формуле допускается использовать знаки +, -, *, /, цифры, функции и различные переменные.

Строка *FirstRay* – в данном поле вводится номер первого луча, для вычисления координат узла в случае, когда *CalcMode=1*.

Строка *SecondRay* – в данном поле вводится номер второго луча, для вычисления координат узла в случае, когда *CalcMode=1*;

Строка *Link* – в данной строке указывается порядковый номер узла, относительно которого необходимо вычислять координаты заданного. По умолчанию в данной строке используется значение -1, в этом случае координаты узла вычисляются относительно начала системы координат.

Пример, как присвоить узлу необходимые параметры:

```
[Node1]
Description=левый лоток
CalcMode=0
Code=260
FormulaX=LX1
FormulaY=LX1*0,02
Link=-1
```

Примечание. Выражения в строках *FormulaX* и *FormulaY* означают, что горизонтальная координата узла вычисляется в зависимости от значения *Первого левого(правого)* смещения; а вертикальная координата, в зависимости от значения *Первого левого(правого)* смещения и поперечного уклона между *Первым левым(правым)* и *Нулевым* смещением, который в нашем случае составляет 20%(поперечный уклон проезжей части).

После того как, все необходимые узлы были введены, последовательно соедините их и получите контур проектного поперечного профиля. Для этого:

1. Щелкните на кнопке *Добавить линию*. Графический курсор примет форму перекрестия;
2. Затем, последовательно (слева направо или справа налево) укажите все имеющиеся узлы.
3. Для завершения данной операции щелкните правой кнопкой мыши, появится диалоговое окно *Свойства новой линии* (рис.21).

При необходимости в поле *Список узлов* можно изменить набор узлов входящих в линию, все узлы которые будут входить в данную линию должны быть помечены. С помощью кнопок *Вверх* или *Вниз* можно изменить порядок расположения узлов в линии.

Опция замкнутый контур автоматически помечается, если заданная линия представляет собой замкнутый контур.

В поле *Code* линии может быть присвоен семантический код, стандартные коды линий представлены в табл.2.

Таблица 2

Стандартные коды линий

Код	Назначение	Примечание
400	Верх покрытия	Шаблон должен обязательно содержать линию с этим кодом
401	Низ щебня (верх песка)	
402	Верх земляного полотна (низ песка)	Эта линия используется при подсчете объемов
520–531	Коды заполнений	Используются в комбинации с Tag=8 для подсчета объемов внут-
455, 456	Левая и правая обочины	То же
457,458	Левая и правая часть разделительной полосы	То же
453, 454	Левая и правая части подстилающего слоя	То же

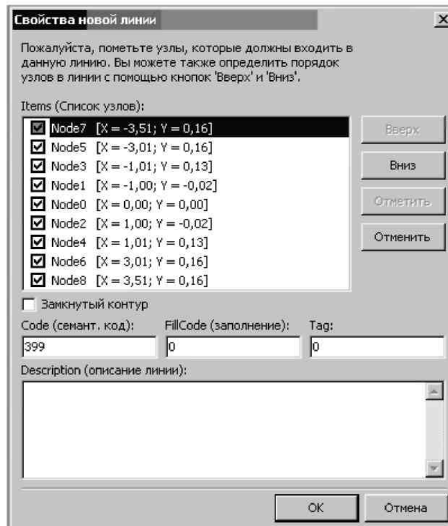


Рис.21. Окно «Свойства новой линии»

В поле *Tag* задаются дополнительные параметры, используемые при привязке линии. Если $Tag=1$ – линия обрезается по левому откосу. $Tag=2$ – линия обрезается по правому откосу. $Tag=3$ – линия обрезается по обоим откосам. $Tag=4$ – признак, что контур, определяемый данной линией, должен быть модифицирован при использовании существующего покрытия. $Tag=8$ – признак, что при подсчете объемов, нужно вычислить площадь этого контура. $Tag=12$ – комбинация признаков $8+4$.

В поле *Description* при необходимости может быть введено описание данной линии.

В результате, в графической зоне появится линия, соединяющая заданные узлы.

После создания контура проектного поперечного профиля, введите согласно заданному конструктивному разрезу (рис. 1), конструкцию дорожной одежды проезжей части.

Каждый характерный конструктивный слой дорожной одежды описывается замкнутым контуром, для создания которых необходимо ввести дополнительные узлы.

Для того, чтобы ввести дополнительные узлы:

1. Необходимо щелкнуть на кнопке *Добавить узел*, графический курсор примет форму перекрестия.

2. Последовательно введите дополнительные узлы и присвойте этим узлам необходимые параметры.

Например,

[Node9]

Description= контур слоя асфальта(проезжая часть)

CalcMode=0

Code=399

FormulaX=0

FormulaY=-H1

Link=1

Примечание. Выражения в строках *FormulaX* и *FormulaY* означают, что данные узлы смещены в вертикальном направлении относительно ранее введенных узлов на величину *H1* или *H2*.

Изначально все встроенные переменные имеют значения 0.

Следовательно переменным *H1* и *H2* должны быть присвоены заданные значения (толщина слоя асфальтобетона на покрытие). В

окне *Состав проекта* выберите элемент *Заглубление*, а затем в окне *Выбранный элемент* введите значения переменных.

После введения значений переменных, данные узлы должны автоматически сместиться на заданные величины.

Для создания контура конструктивного слоя дорожной одежды щелкните на кнопке добавить линию и последовательно укажите все имеющиеся узлы, относящиеся к заданному контуру, причем несущественно какой из узлов данной группы является начальным.

После задания каждого контура в появившемся окне *Свойства новой линии* должна быть помечена опция *Замкнутый контур*, в противном случае введенный контур не является замкнутым.

Аналогичным образом задайте контуры, описывающие слои основания.

Для построения данного контура потребуется ввести дополнительные узлы, для вычисления координат двух из них будут использоваться лучи.

Для того, чтобы задать луч:

1. Воспользуйтесь кнопкой *Добавить луч*.
2. Укажите узел привязки.
3. В графической зоне появился луч 0, проходящий через указанный узел, который изначально ориентирован горизонтально.
4. Для того, чтобы присвоить лучу 0 заданные параметры необходимо в окне *Состав проекта* (рис.22) выбрать элемент *Лучи*, а в нем *Ray0*. Затем, в окне *Выбранный элемент* задайте этому лучу необходимые параметры.

Ниже описываются свойства, которые могут быть присвоены данному лучу:

Строка *Ray* –указывает порядковый номер луча. Лучи автоматически нумеруются от нуля.

Строка *Description* – в данном поле при необходимости можно ввести описание луча.

Строка *Link* – в данной строке указывается порядковый номер узла, к которому привязан данный луч. Изначально в данном поле стоит номер узла, который был указан при добавлении луча, при необходимости узел привязки можно изменить.

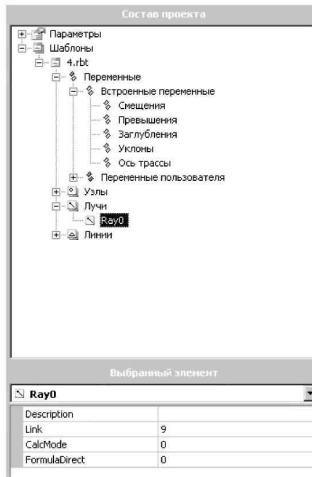


Рис.22. Окно «Состав проекта»

Строка *CalcMode* – в данном поле указывается число, которое указывает режим вычисления направления луча. В случае, когда *CalcMode=0*, то направление вычисляется по уклону. В случае, когда *CalcMode=1*, то направление вычисляется по коэффициенту заложения. Другие значения *CalcMode* недопустимы. Если элемент *CalcMode* отсутствует в данной секции, то по умолчанию его значение принимается равным нулю.

Строка *FormulaDirect* – в данном поле указывается формула, используемая для вычисления направления луча. В формуле допускается использовать знаки +, -, *, /, цифры, функции и переменные верха земполотна.

Примечание. Выражение в строке *FormulaDirect* означает то, что наклон луча определяется с помощью коэффициента заложения.

После введения необходимых параметров луча, он автоматически изменит свое направление, например:

[Ray1]

Description=уклон низа основного слоя

Link=20

Calcmode=0

FormulaDirect=0.02.

Принципиальная схема определения координат данных узлов в местах пересечения лучей приведена на рис. 23.

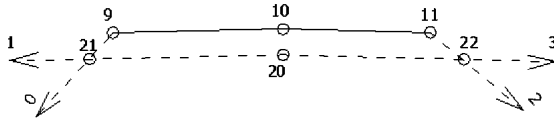


Рис.23. Схема определения координат узлов

Когда заданные узлы оказались в точках пересечения лучей, нарисуйте контур слоя основания.

Для того, чтобы в текущем проекте увидеть проектные поперечные профили, к нему необходимо подключить написанный шаблон.

Сохраните написанный шаблон в папке проекта, для этого:

1. Воспользуйтесь элементом меню *Файл - Сохранить шаблон как*.

2. Сохраните шаблон в рабочей папке под именем 333.

3. Для того, чтобы подключить шаблон к проекту, выберете элемент меню *Поперечник – Создать верх земляного полотна (общий случай)*. В диалоговом окне *Создание верха земляного полотна* в графе шаблон задайте название используемого шаблона.

Лабораторная работа № 6

Проектирование капитального ремонта дороги ROBUR-ROAD

Цель работы: Освоить алгоритмы подготовки исходных данных необходимых для проектирования выравнивания покрытия. Уяснить основные понятия и принципы задания параметров выравнивания и построения профиля выравнивания. На основании полученных проектных данных построить поверхность толщин покрытия, а также освоить методы ее дальнейшего корректирования. Получить всю необходимую выходную документацию (ведомость отметок, ведомость типов, площадей и объемов, чертеж картограммы выравнивания).

Исходные данные: файл с данными поверхности.

Порядок выполнения работы

1. Запустите программу *Robur-Road* и создайте новый проект;
2. Импортируйте поверхность с данными съемки.
3. Выполните проектирование плана, продольного и поперечных профилей аналогично проектированию в лабораторных работах №1,2,3.
4. Задайте параметры выравнивания.

Для этого выбираем элемент меню: *Задачи – Выравнивание покрытия – Параметры назначения типов*.

На вкладке участка выравнивания необходимо задать начало и конец участка с максимальной глубиной фрезерования — величина, на которую можно заглубиться в существующую конструкцию. Если заглубление окажется более максимальной глубины фрезерования, заданной в таблице, то в этом случае будет производиться кировка и полная замена существующей конструкции дорожной одежды.

Заполните таблицу как указано на рис.24.

Начало		Конец		Макс. глубина фрезерования, м
Пк	Плюс	Пк	Плюс	
0	0,000	20	0,000	0,100

Рис.24. Параметры назначения выравнивания типов покрытия

На вкладке *Слои дорожной одежды* задайте конструкцию, причем последовательность задания слоев соответствует их расположению (сверху-вниз).

Возможны два типа слоев составляющих конструкцию дорожной одежды: основной и выравнивающий. *Основные слои* всегда присутствуют в конструкции и являются слоями усиления, а *выравнивающие* – при необходимости и являются слоями выравнивания.



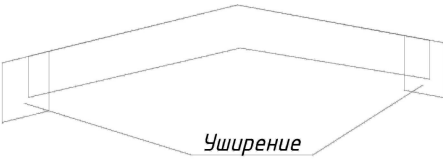
В графе *Полная толщина* задается проектная толщина слоя. В графе *Минимальная толщина* – минимально допустимая, конструктивная толщина выравнивающего слоя. Если, при проектировании, толщина выравнивающего слоя оказывается менее его минимально допустимой толщины, то этот слой исключается из конструкции, а выравнивание производится за счет увеличения толщины вышележащего слоя.

Примечание. Самый верхний слой в конструкции всегда считается основным. В процессе проектирования, программа разбивает всю поверхность проектного покрытия на типы. Типы автоматически нумеруются от 1 до 20 в зависимости от рабочей отметки, максимально допустимой глубины фрезерования и проектных слоев дорожной одежды на конкретном поперечнике.




В табл.3 приведены описания используемых типов.

Таблица 3

Описание типов выравнивания покрытия

№ типа	Эскиз	Условия применения
1	2	3
1		Усиление/выравнивание одним слоем без фрезерования
2-9		То же, 2-9 слоями
10		Уширение

Окончание табл. 3

1	2	3
11		Усиление/выравнивание одним слоем с фрезерованием
12-19		То же, 2-9 слоями
20		Кирковка и полная замена существующего покрытия

Заполните таблицу как указано на рис. 25 и нажмите ОК.

Параметры назначения типов выравнивания покрытия

Участки выравнивания | Слои дорожной одежды | Использование существующего покрытия

Участок		Наименование слоя	Толщина слоя, м		Тип слоя
Пк	Плюс		полная	минимальная	
0	0,000	Плотный асфальтобетон	0,050	0,050	основной
0	0,000	Пористый асфальтобетон	0,070	0,050	выравнивающий

ОК Отмена

Рис.25. Описание слоёв дорожной одежды

Примечание.

1. Можно задать различную конструкцию дорожной одежды на разных участках;
2. Значения в графах *Пк Плюс* должны соответствовать началу участков, заданных на вкладке *участки выравнивания*;
3. Всего может быть задано до 9 слоев в конструкции дорожной одежды.

Вкладка *использование существующего покрытия* содержит таблицу, в которой при использовании метода *уширение* вводится для каждого характерного участка необходимая величина подрубки существующей дорожной одежды. Таблица заполняется параметрами в случае проведения реконструкции дороги, но поскольку в примере мы проектируем новую дорогу, заполнять ее не нужно.

Заполните таблицу как показано на рис. 26 и нажмите *ОК*.

Параметры назначения типов выравнивания покрытия					
Участки выравнивания			Использование существующего покрытия		
Участок	Левая сторона			Правая сторона	
	Пикет	Плюс	метод подрубка, м	метод подрубка, м	
0	0.000	Не использовать	0.000	Не использовать	0.000

Рис.26. Вкладка «*Использование существующего покрытия*»

Теперь после задания параметров выравнивания можно приступить к построению профиля выравнивания.

При автоматизированном создании профиля выравнивания возможны два подхода: *усиление не менее* (исходя из условия неослабления существующей конструкции дорожной одежды) и *усиление не более* (исходя из условий минимизации объема выравнивающего слоя).

Проектная отметка продольного профиля (на каждом поперечнике) определяется из соответствующих условий:

Усиление не менее – все рабочие отметки в пределах существующего покрытия на конкретном поперечнике не должны быть *МЕНЕЕ* предельной толщины (рис. 27).

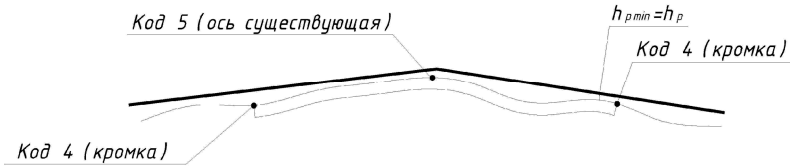


Рис.27. Схема усиления существующего покрытия

Усиление не более – все рабочие отметки в пределах существующего покрытия на конкретном поперечнике не должны быть *БОЛЕЕ* предельной толщины (рис. 28).

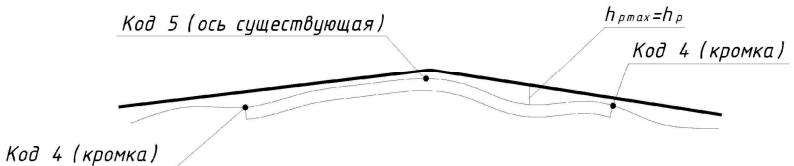


Рис.28. Схема усиления существующего покрытия

Для построения профиля выравнивания выберите элемент меню: *Задачи – Выравнивание покрытия – Создания профиля выравнивания* (рис. 29).

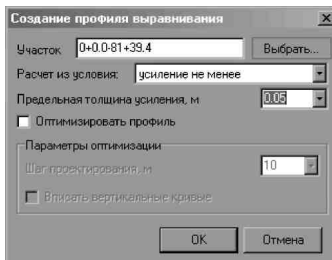


Рис.29. Вкладка «Создание профиля выравнивания»

В графе *Участок* указываются пикеты начала и конца участка для создания профиля выравнивания.

Расчет из условия – критерий, согласно которому будет осуществляться расчет.

Предельная толщина усиления – минимальная (в случае *усиление не менее*) или максимальная (в случае *усиление не более*) рабочая отметка на поперечнике. в пределах существующего покрытия.

Оптимизировать профиль – если данный флажок не установлен, то на пикете каждого поперечника будут созданы переломы проектного профиля (то есть, получится ломаный профиль). Если флажок установлен, то программа удалит участки профиля с приблизительно равными уклонами и оптимизирует проектный профиль методом наименьших квадратов.

Шаг проектирования – минимальная длина участков проектного профиля.

Вписать вертикальные кривые – если флажок установлен, то программа впишет вертикальные кривые максимально возможных радиусов.

Примечание. Оптимизация профиля позволяет приблизить параметры продольного профиля к нормативным величинам, за счет увеличения строительных объемов.

В процессе построения профиля выравнивания, автоматически созданный профиль (с вершинами на каждом поперечнике) сохраняется одновременно в двух таблицах: *Проектный профиль* и *Дополнительный черный профиль*.

Дополнительный черный профиль отображается в окне *Профиль* в виде сплошной желтой линии и служит для визуального контроля отклонений проектного профиля выравнивания от исходного. Величины отклонений подписываются также в скобках над рабочими отметками.

В результате, программа оптимизировала продольный профиль, согласно методу наименьших квадратов и вписала вертикальные кривые.

На основании полученных данных может быть построена *поверхность толщин покрытия*, представляющая собой поверхность созданную из рабочих отметок на поперечниках в пределах границ выравнивания.

В процессе построения поверхности толщин покрытия производится ее триангуляция и, в зависимости от типов, назначение кодов

контуров (треугольников). В результате чего, при уставленном флаге *Заливка контуров* в диалоговом окне *Управляющие элементы плана трассы* каждый тип отображается своим цветом (рис.30).

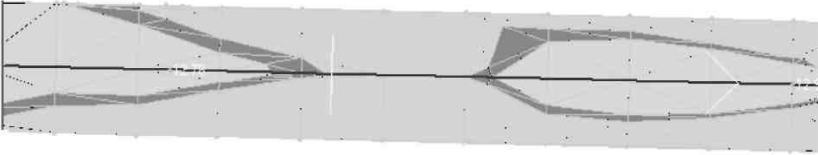


Рис.30. Картограмма выравнивания

Для создания ведомости выберите элемент меню: *Задачи – Выравнивание покрытия – Ведомость отметок* и *Ведомость типов, площадей и объемов*. Данные ведомости будут автоматически созданы в электронной таблице *Excel*.

Лабораторная работа № 7

Проектирование городских улиц в ROBUR-ROAD

Цель работы: ознакомиться с методом загрузки в программу Robur поверхности и ситуации, хранящихся в Dxf файле. Назначить ось трассы улицы. Создать по оси черный продольный профиль и ознакомиться с приемами редактирования проектного профиля. Получить черные и красные поперечники. Уяснить понятие и назначение шаблона. Овладеть приемами совместного редактирования продольного профиля и поперечников. Ознакомиться с механизмом автоматизированного проектирования пилообразного продольного профиля по лоткам. Изучить способ создания и редактирования вертикальной планировки. На основании имеющихся проектных данных построить поверхность проектной дороги. Получить всю необходимую выходную документацию (чертежи плана, профиля, поперечников, проектной поверхности). Ознакомиться со способами создания сечений поверхности.

Исходные данные: файл Ситуация и ЦМР (тип файлов - dxf).

Порядок выполнения работы

1. Запустите программу *Robur-Road* и создайте новый проект;
2. Импортируйте файл Ситуация и ЦМР.
3. Выполните проектирование плана, продольного и поперечных профилей аналогично проектированию в лабораторных работах №1,2,3.
4. Выполните проектирование продольного профиля по лоткам с учетом местоположения дождеприемных колодцев.

При проектировании улиц в городах с плоским рельефом, часто возникают проблемы отвода воды с проезжей части. Для сбора воды предусматривают дождеприемные лотки и колодцы (рис.31).

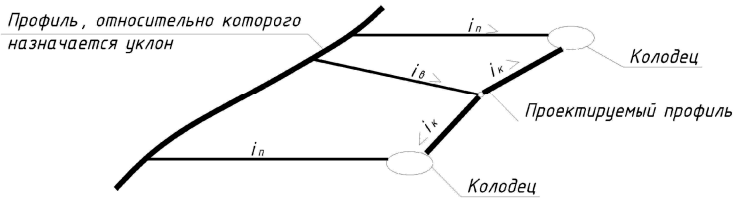


Рис.31. Схема водоотвода с городской улицы:

i_k – поперечный уклон на колодце; i_n – поперечный уклон на водоразделе;
 i_p – поперечный уклон профиля

Если продольный уклон по лотку недостаточен для естественного стока воды, то профиль лотка проектируют пилообразным. В таком случае, поперечный уклон дороги будет переменным. Максимальное значение поперечного уклона достигается у водоприемных колодцев, а минимальное – у водоразделов. Для проектирования профиля необходимо взять отметки колодцев и между двумя соседними колодцами вычислить продольный уклон. Если этот уклон будет меньше критического (например: 4‰), то программа откладывает между соседними колодцами луч с уклоном 4‰ в одну сторону и 4‰ в другую, там где они пересекутся, будет находиться водораздел, если уклон будет больше 4‰ то делать ничего не нужно, так как вода самотеком пойдет от одного колодца к другому.

Для проектирования профиля по лоткам постройте еще два черных продольных профиля по соответствующим смещениям.

Для этого выберите в окне *Профиль* из выпадающего меню *Первый левый* и создайте черный профиль.

У вас есть цифровая модель рельефа и смещение левое №1, программа рассчитает поверхность по первому левому смещению и построит черный профиль по лотку.

Аналогично создайте черный продольный профиль по правому лотку.

Теперь необходимо вынести положение колодцев на соответствующие продольные профили. Колодцы показаны на плане и помещены на отдельный слой, который называется *Колодцы*.

Для того, чтобы перебросить данные с плана на профиль выберите элемент меню: *План – Проецировать колодцы по ЦМР*.

Программа будет просматривать полосу шириной 1 м. Если колодец попадает в эту полосу, то он будет спроецирован на соответствующий продольный профиль.

Для проектирования пилообразного продольного профиля по лоткам выберите элемент меню: *Профиль – Проектировать лоток*; Откроется диалоговое окно (рис. 32):

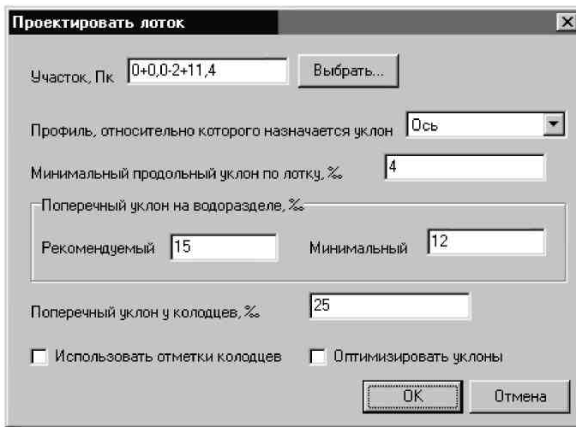


Рис.32. Окно «Проектировать лоток»

Участок – задает участок проектирования. Участок можно задать непосредственно в поле ввода или указать графически при помощи кнопки *Выбрать*.

Профиль, относительно которого назначается уклон – исходный профиль, используемый для вычисления поперечного уклона. Для улиц с двухскатным поперечным профилем, в качестве исходного

принимается ось дороги, а для улиц с односкатным – кромка проезжей части.

Минимальный продольный уклон по лотку – задает минимальное значение продольного уклона вдоль лотка. Если продольный уклон между колодцами менее данного значения, то на профиле будет создан водораздел.

Поперечный уклон на водоразделе – задает рекомендуемое и минимальное значение поперечного уклона на водоразделе. Эти значения используются в том случае, если включена опция оптимизации уклонов. В противном случае, программа только контролирует, чтобы поперечный уклон на водоразделе находился между заданными значениями.

Поперечный уклон у колодцев – задает значение поперечного уклона у водоприемных колодцев. Это поле используется только в том случае, если не включена опция использования отметок колодцев.

Использовать отметки колодцев – опция задает режим привязки профиля к отметкам колодцев, независимо от значения в поле Поперечный уклон у колодцев.

Оптимизировать уклоны – опция задает режим оптимизации продольных уклонов. Если опция включена, то программа подбирает положение водораздела таким образом, чтобы продольные уклоны по лотку были максимальными. Если опция выключена, то продольные уклоны по лотку принимаются равными значению, заданному в поле Минимальный продольный уклон по лотку.

Установите настройки как показано на рис. 19 и нажмите *ОК*.

Программа автоматически спроектировала лоток, вы можете редактировать полученные профили. Аналогично создайте профиль по правому лотку.

Теперь перейдите в окно *Поперечник* и замените *Шаблон 111* на *Шаблон 222* и нажмите *ОК* (рис.33).

Примечание. У вас должны быть показаны три желтые точки на поперечнике: одна по оси; справа и слева – это три профиля (по оси и лоткам). Если вы пролистаете поперечники и внимательно посмотрите, то обнаружите, что точки справа и слева не совпадают с красной линией, которая показывает проектный поперечный профиль. Это происходит потому, что в действительности должен быть переменный поперечный уклон, а не постоянный, на который рассчитан данный шаблон.

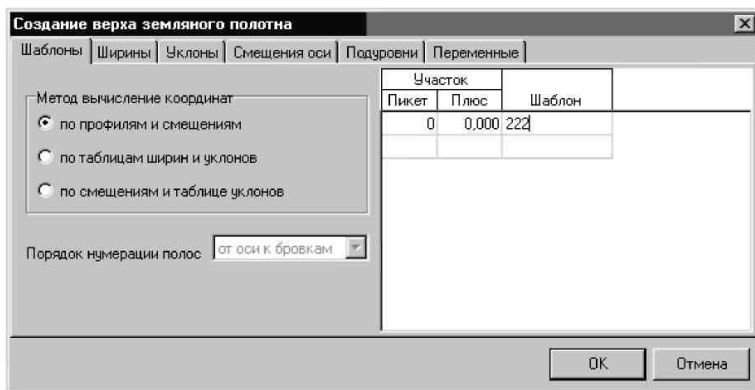


Рис.33. Окно «Создание верха земляного полотна»

Для редактирования объекта в плане используется вертикальная планировка. Выберите элемент меню: *План – Вертикальная Планировка*.

В появившемся окне некоторые элементы можно отключить, некоторые включить, и разместить их так чтобы они оптимально смотрелись на плане.

Теперь, на плане будет показана вертикальная планировка, со всеми проектными отметками и уклонами.

Лабораторная работа № 8

Проектирование пересечений и примыканий в программе ROBUR-ROAD

Цель работы: ознакомиться с особенностями подготовки исходных данных необходимых для расчета. Освоить принципы создания пересечений, использования типовых схем и модифицирования их параметров. Получить чертеж запроектированного пересечения.

Исходные данные: проект с исходными данными.

Порядок выполнения работы

Подгрузите в список проектов *Занятие_6* и выберите его. В результате в окне *План* отобразятся исходные данные проекта: цифровая модель и два подобъекта: *Главная* и *Пересекающая* (рис. 34).

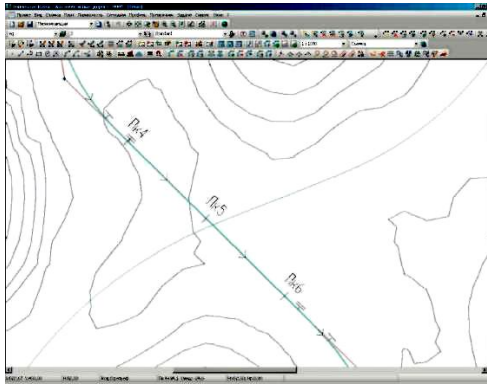


Рис.34. Окно «План»

Для расчета пересечения необходимо обработать исходные данные: для каждого из подобъектов, участвующих в расчете пересечения должен быть запроектирован верх земляного полотна.

Создайте верх земляного полотна для подобъекта *Главная*, затем для подобъекта *Пересекающая*.

Так как проектирование пересечения происходит в одном уровне, то необходимо сделать увязку осей в профилях. Для этого воспользуйтесь функцией *Профиль - Определить пересечения с другими подобъектами*. На профиле текущего подобъекта появится точка - высотная отметка пересечения обеих осей с отображением ее пикетажного положения.

Отредактируйте продольный профиль текущего подобъекта так, чтобы он проходил через точку пересечения осей (рис. 35).

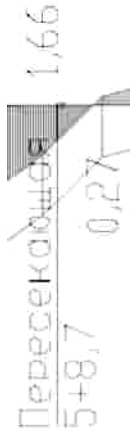


Рис.35. Окно «Продольный профиль»

На этом подготовка исходных данных для создания пересечения завершена.

Далее воспользуйтесь элементом меню *Задачи - Пересечения - Пересечения*. Откроется диалоговое окно - список присутствующих в проекте пересечений. Для того, чтобы создать новое пересечение нажмите на кнопку *Создать*. Откроется окно мастера создания пересечения (рис. 36):

Рис.36. Окно «Мастер создания пересечения»

Задайте уникальное имя пересечения в поле *Имя пересечения*. В выпадающих списках *Главная дорога* и *Второстепенная дорога* выберите подобъекты *Главная* и *Пересекающая* соответственно. Так же второстепенную и главную дороги можно выбрать воспользовавшись кнопкой напротив выпадающих списков и указав соответствующие оси в окне *План*. Далее выберите *Тип пересечения*: в конкретном случае *Перезезд*. Опция *Включить пересечение в расчет* позволяет динамически пересчитывать данное пересечение в случае изменения положения пересекаемых или примы-каемых осей. Пересчет пересечения может занять определенное время, поэтому в случае если пересечение рассчитано и положение пересекающих осей не изменялось, пересечение можно исключить из расчета.

Параметры пересечения задаются на соответствующих вкладках поля *Параметры пересечения* окна *Мастера создания пересечения*. Подробно эти параметры описаны в руководстве пользователя в разделе *Пересечения*.

Нажмите на кнопку *Автозаполнение*. Откроется диалоговое окно типовых схем проектирования пересечения (рис. 37):

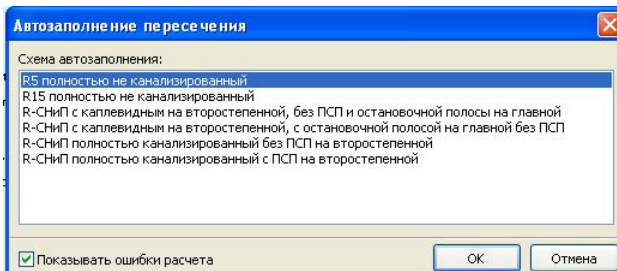


Рис.37. Окно «Мастер создания пересечения»

В случае если опция *Показывать ошибки расчета* включена, после расчета пересечения выйдет отчет о произведенных изменениях в расчете и возникших ошибках, либо о невозможности проектирования пересечения.

В данном окне выберите пятый пункт сверху и нажмите *OK*. Программа автоматически заполнит параметры пересечения по выбранной типовой схеме, которые в дальнейшем можно подредактировать.

Следует отметить, что длины ПСП в параметрах пересечения по умолчанию пересчитываются динамически, однако пользователь может самостоятельно задать параметры длин переходно-ско-ростных полос убрав галочку с опции *Автоматически пересчитывать длины ПСП*.

Нажмите кнопку *Готово* окна *Мастера создания пересечения*, после чего новое пересечение появится в списке окна *Пересечения и примыкания*. После нажатия на кнопку *Заккрыть* данного диалогового окна программа предложит отрисовать генплан пересечения по одному из ниже представленных методов (рис.38):

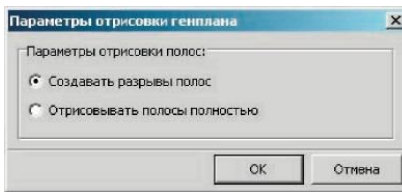


Рис.38. Окно «Параметры отрисовки генплана»

– опция *Создавать разрывы полос* позволяют отрисовать пересечение с разрывами полос;

– опция *Отрисовывать полосы полностью* позволяет создать полосы полностью без разрывов.

Данные опции нужны для визуального контроля отрисовки генплана пересечения. После нажатия на кнопку *OK* программа произведет расчет пересечения и в итоге выдаст отчет об ошибках и изменениях, после чего отрисует в ситуации генплан пересечения (рис. 39).

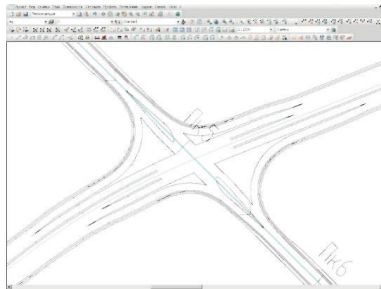


Рис.39. Генплан пересечения»

Особенностью модуля является то, что пересечение всегда привязано к обоим подобъектам, т.е. при изменении одного подобъекта пересечение будет перестроено динамически.

Следует отметить, что при построении пересечения в верх земляного полотна по основной пересекаемой дороге автоматически добавляются дополнительные полосы: ПСП, полосы накопления, островки и т.д.

Лабораторная работа № 9

Визуализация проектных решений в программе ROBUR-ROAD

Цель работы: ознакомиться с модулем визуализации проектных решений, построить трехмерную модель проектируемого объекта, просмотреть и оценить принятые в проекте решения.

Исходные данные: проектные решения, полученные в лабораторных работах № 2 - 6.

Порядок выполнения работы

Основные понятия, используемые в модуле Визуализация.

Сцена представляет собой трехмерную модель построенную по данным, полученным из программ Топоматик Robur - Автомобильные дороги и Топоматик Robur - Железные дороги. Сцена состоит из элементов поверхности, растров и примитивов с семантикой.

Интерфейс программы представляет собой окно, в котором отображается сцена и панель инструментов, с помощью которого пользователь может управлять работой модуля.


Трек - заранее записанное перемещение наблюдателя по сцене, с возможностью просмотра только из программ Robur и модуля Визуализации.

Рендеринг - процесс построения видеоролика из имеющегося трека, с возможностью его просмотра из любой программы, считающей видеофайлы с расширением avi.

Модуль визуализации является отдельной программой, которая может запускаться как из программ Robur, так и самостоятельно.

Запуск модуля из программ Robur выполняется для создания новой сцены по данным открытого проекта. При этом в модуль импортируются следующие данные:

- поверхность;
- растры;
- текущий подобъект;
- примитивы с назначенной семантической информацией.

Запуск непосредственно модуля Визуализации выполняется для работы с уже сохраненной ранее сценой. В этом случае импорт данных из других программ Robur не требуется. Для этого необходимо дважды нажать на ярлык  на рабочем столе, или на панели задач щелкните кнопку Пуск, а затем выберите элемент меню Программы-Топоматичес-
Robur-Visualization Viewer.

Задайте параметры в окна в группе Параметры наблюдателя (данные параметры применимы для трека созданного по умолчанию):

- смещение наблюдателя от оси – положение наблюдателя относительно оси трассы слева или справа в зависимости от знака;
- скорость перемещения по трассе – скорость перемещения наблюдателя при записи трека по умолчанию.

Отметьте, какие из дополнительных параметров необходимо использовать:

- автоматически запустить трек – при построении сцены по умолчанию записывается трек по подобъекту, причем положение наблюдателя на нем задается через параметры наблюдателя;
- показывать настройки кодов заполнения – перед построением сцены открывается диалоговое окно, в котором пользователь может изменить элементы отображения на модели соот-ветвующие кодам, присутствующим на поверхности контуров.

Для изменения отображения поверхности из библиотеки материалов семантическому коду, необходимо выполнить следующие действия:

- наведите курсор на строку с кодом, отображение которого необходимо поменять и нажмите левую кнопку мыши;


- нажмите на появившуюся кнопку  I, расположенную в правой части строки. При этом откроется диалоговое окно (рис. 40):



Рис.40. Библиотека материалов

- выберите материал для отображения и нажмите кнопку ОК;
- показывать объекты ситуации – при построении сцены отрисовываются только примитивы с назначенной семантикой;
- показывать примитивы без семантики – визуализируются вся ситуация, причем примитивы без семантики отрисовываются как трехмерные линии;
- визуализировать воду (уровень воды) – данным параметром задается отметка, ниже которой во всей сцене будет отрисовываться вода.

-

Примечания.

1. Время построения сцены зависит от размера поверхности;
2. Все объекты визуализации интерполируются на результирующую трехмерную поверхность.

После создания сцены пользователь может её сохранить, чтобы в последствии открыть из модуля Визуализации, без повторного её создания. Файл сцены *Топоматик Robur - Визуализация* имеет расширение 3dc (Топоматик 3D scene).

Для того чтобы сохранить сцену выберите элемент меню *Проект - Сохранить*. Откроется диалоговое окно, где пользователю будет предложено ввести имя сохраняемой сцены.

По умолчанию заданы следующие кнопки управления направлением перемещения по сцене:

- W - движение вперед;
- S - движение назад;
- A - движение влево;

- D - движение вправо;
- Shift - движение вверх;
- Ctrl - движение вниз;
- C - смена камеры;
- V - показать/скрыть автомобиль.

Примечание. Все эти настройки можно просмотреть, и при необходимости изменить в диалоговом окне *Настройки сцены* на вкладке *Управление*.

В модуле визуализации пользователю предлагается выбрать варианты режимов отображения сцены на панели инструментов окна модуля визуализации:

5. *Работа с треками, запись трека* – функция предназначена для записи перемещения наблюдателя с целью его дальнейшего просмотра. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- выберите элемент меню *Запись - Записать новый трек*. Во время записи трека в верхнем левом углу основного окна будет отображаться надпись «Запись нового трека...»;

- для завершения записи трека выберите элемент меню *Запись-Стоп*.

2. *Воспроизведение трека* – функция предназначена для просмотра перемещений по сцене, записанных в выбранном треке. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

1. Выберите элемент меню *Запись - Проиhrать трек*. Откроется диалоговое окно (рис. 41):

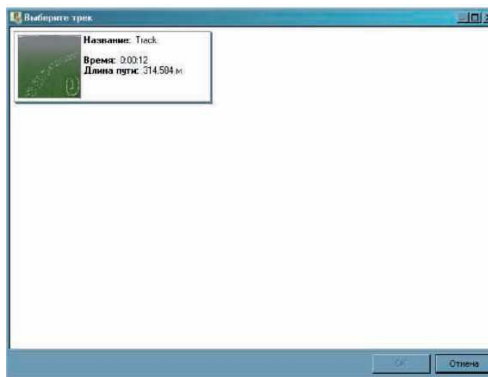


Рис.41. Меню «Выберите трек»

2. Выберите из списка всех треков в окне необходимый трек. Для каждого трека отображается информация о времени записи и длине пути, пройденным наблюдателем;

3. Нажмите на кнопку *OK*.

Примечания.

1. При воспроизведении трека скорость перемещения наблюдателя не меняется и остается такой, какая использовалась при записи трека.

2. Просмотреть список всех записанных треков можно выбрав пункт меню *Запись - Список треков*.

Лабораторная работа № 10

Создание выходной документации в программе ROBUR-ROAD

Цель работы: получить выходные ведомости и чертежи по лабораторным работам №2-5.

Исходные данные: результаты проектных решений, полученных в лабораторных работах №2-6.

Порядок выполнения работы

Robur создает выходные документы в виде чертежей и ведомостей.

Чертежи - dxf-файлы, которые, передаются в пакет AutoCAD. Ведомости - текстовые файлы, которые, загружаются в Excel. По умолчанию чертежи и ведомости сохраняются в папке проекта.

Создание чертежей

Robur генерирует следующие виды чертежей:

- чертеж поверхности;
- чертеж плана;
- чертеж продольного профиля;
- чертеж поперечников.

Чертеж сохраняется в dxf-файле AutoCAD версии 12, кодировка кириллицы - Windows.

Чтобы загрузить dxf-файл в AutoCAD следует выполнить следующие действия:

1. Создайте файл чертежа в Robur, выбрав элемент меню *Проект - Создать чертеж*.

2. Просмотрите автоматически сгенерированный чертеж в окне просмотра.

3. Запустите AutoCAD и выберите элемент меню *File-Open*.

4. Укажите тип файлов dxf-файлы.

5. Выберите файл, который вы желаете открыть;

6. После окончания загрузки выберите команду показать границы (элемент меню *View-Zoom-Extents*);

7. Выберите элемент меню *File-Save as* и сохраните чертеж в формате dwg.

Создание чертежа поверхности. Чертеж формируется по математической модели поверхности (в координатах, в которых проводилась геодезическая съемка).

На чертеже поверхности показаны точки, номера точек, отметки, горизонтали и структурные линии (рис. 42).

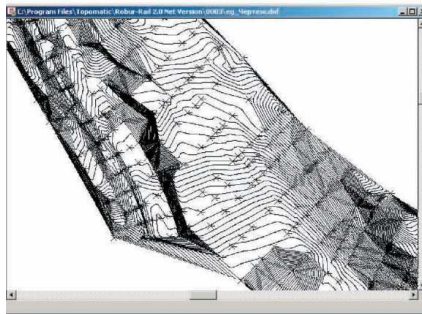


Рис.42. Чертеж поверхности

Для того, чтобы создать чертеж поверхности выполните следующие действия:

1. При помощи селектора поверхности сделайте текущей поверхность, чертеж которой вы хотите получить;

2. Выберите элемент меню *Проект - Создать чертеж - Поверхность*.

На панели *Рисовать* пометьте те элементы, которые должны быть вынесены на чертеж, т.е. точки, отметки, горизонтали, структурные линии.

Размер шрифта - задается в единицах чертежа;

Шаг горизонталей - задается для основных горизонталей и утолщенных. Основные и утолщенные горизонталы будут помещены на разные слои чертежа;

Фактор сглаживания горизонталей - задается малый, средний или большой фактор сглаживания горизонталей.

Имя файла по умолчанию автоматически формируется в виде *имя Чертеж.dxf*. Если пометить элемент *Просмотреть чертеж*, то по окончании генерации чертежа, он будет загружен в Robug для просмотра.

Установите требуемые параметры и выберите кнопку *OK*.

Создание чертежа плана. Чертеж формируется для текущего подобъекта (в координатах, в которых проводилась геодезическая съемка).

На чертеже ниже показаны границы элементов, смещения, ось, пикетаж (рис. 43).

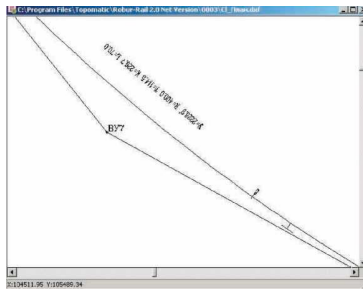


Рис.43. Чертеж плана

Для того, чтобы создать чертеж плана выполните следующие действия:

1. При помощи селектора подобъектов сделайте текущим подобъект, план которого вы хотите получить.

2. Выберите элемент меню *Проект - Создать чертеж - План*.

Значение из выпадающего списка Масштаб влияет на высоту текста и длину стрелок. Реально чертеж плана создается в масштабе 1:1000, т.е. в том масштабе, в котором производилась съемка и указание другого масштаба из этого выпадающего списка приводит лишь к изменению высоты текста и длин стрелок, а не к реальному изменению масштаба чертежа.

Панель Отрисовка элементов плана содержит список элементов которые должны быть вынесены на чертеж.

Ось трассы создается из отдельных элементов. Круговые участки создаются скругленной полилинией. Прямые - это отрезки, а кло-тоиды - полилинии с шагом 1м.

Тангенсы - это линии, которые соединяют вершины углов.

Пикетаж - наименование пикетов.

Смещения - характерные линии, которые идут вдоль трассы на некотором расстоянии от нее.

Если установить флажок Подписать поперечники, то программа сделает выноски для всех помеченных поперечников и пронумерует их последовательно.

Границы элементов - на чертеж будут показаны начало круговой кривой, конец круговой кривой, начало переходной кривой, конец переходной кривой.

Километраж - наименования километров.

Откосы - отрисовка проектных откосов.

В поле *Длины линий* на поперечниках задают длину выносок слева и справа от оси трассы.

Имя файла по умолчанию автоматически формируется в виде *имя_План.dxf*.

Установите требуемые параметры и выберите кнопку ОК.

Создание профиля по шаблону

Профиль по шаблону является универсальным способом генерации чертежа профиля. На этом чертеже могут быть показаны коммуникации, мосты и т.д.

Шаблон - это dxf-файл, который состоит из шапки, к каждой линии которого приложены специальные коды (рис. 44).

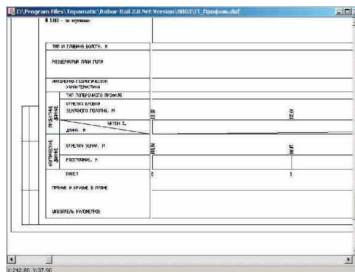


Рис.44. Чертеж продольного профиля

Библиографический список

1. Руководство пользователя. Топоматик Robur – Автомобильные дороги . - Санкт Петербург: НПП «Топоматик», 2011. – 531 с.
2. СП 34.13330.2012. СНиП 2.0.5.02-85*. Автомобильные дороги. Документ утвержден: Минрегион России, приказ № 266 от 30.06.2012. Дата ввода документа в действие: 01.07.2013. 112 с.
3. www.topomatic.ru.

Оглавление

Лабораторная работа № 1. Создание цифровой модели местности с использованием ROBUR-ROAD.....	3
Лабораторная работа № 2. Проектирование плана автомобильной дороги в программе ROBUR-ROAD.....	5
Лабораторная работа № 3. Проектирование продольного профиля автомобильной дороги в программе ROBUR-ROAD.....	7
Лабораторная работа № 4. Проектирование поперечных профилей в программе ROBUR-ROAD.....	12
Лабораторная работа № 5. Создание шаблона верха земляного полотна в ROBUR-ROAD	18
Лабораторная работа № 6. Проектирование капитального ремонта дороги ROBUR-ROAD.....	28
Лабораторная работа № 7. Проектирование городских улиц в ROBUR-ROAD.....	35
Лабораторная работа № 8. Проектирование пересечений и примыканий в программе ROBUR-ROAD.....	39
Лабораторная работа № 9. Визуализация проектных решений в программе ROBUR-ROAD.....	44
Лабораторная работа № 10. Создание выходной документации в программе ROBUR-ROAD	48
Библиографический список.....	52

Учебное издание

Автоматизированное проектирование дорог

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов бакалавриата направления 270800 – Строительство
профиля подготовки «Автомобильные дороги и аэродромы»

Составители: **Гнездилова** Светлана Александровна
Погромский Алексей Сергеевич

Подписано в печать 05.07.14. Формат 60x84/16. Усл.печ.л. 1,9. Уч.-изд.л. 2,1.
Тираж 35 экз. Заказ Цена
Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете
им. В.Г. Шухова
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46