

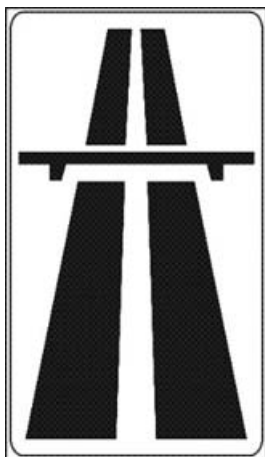
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильные дороги»

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги»
дневной и заочной форм обучения*

Часть 1



Могилев 2024

УДК 625.71:658.012.011.56
ББК 39.311:32.965
С19

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Автомобильные дороги» «26» марта 2024 г.,
протокол № 8

Составитель ст. преподаватель Е. А. Шаройкина

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Данилов

Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов
специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» дневной и заочной форм
обучения.

Учебное издание

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Часть 1

Ответственный за выпуск	А. М. Брановицкий
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 26 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2024

Содержание

Введение.....	4
Лабораторная работа № 1. Проектирование плана трассы.....	5
Лабораторная работа № 2. Определение характеристик водосборного бассейна.....	6
Лабораторная работа № 3. Проектирование продольного профиля автомобильной дороги методом оптимизации.....	8
Лабораторная работа № 4. Проектирование автомобильной дороги городского типа.....	10
Лабораторная работа № 5. Расчет дорожной одежды нежесткого типа в программном комплексе CREDO РАДОН.....	15
Лабораторная работа № 6. Проектирование индивидуального дорожного знака в программе CREDO ZNAK.....	18
Лабораторная работа № 7. Расчет стоков дождевых паводков и талых вод в программе CREDO ГРИС_С.....	19
Лабораторная работа № 8. Расчет пропускной способности «гладкой» круглой трубы в программе CREDO ГРИС_Т.....	20
Список литературы.....	21

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 со все более широким применением математического моделирования и оптимизации проектных решений.

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, т. к. решения, полученные на предыдущем этапе проектирования, являются исходными данными для его продолжения.

Подбор лабораторных работ обусловлен, с одной стороны, требованиями образовательного стандарта Республики Беларусь, с другой – возможностями программного комплекса CREDO. Лабораторный практикум разработан в соответствии с рабочими программами учебных дисциплин «Системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог», составленными с учетом требований образовательного стандарта к обязательному минимуму содержания дисциплин основной образовательной программы по направлению подготовки дипломированного специалиста 1-70 03 01 «Автомобильные дороги».

Лабораторный практикум включает основные теоретические положения, порядок выполнения ряда практических заданий по предложенным вариантам исходных данных, которые способствуют усвоению материалов, изложенных в курсах лекций.

Лабораторная работа № 1. Проектирование плана трассы

Цель лабораторной работы: ознакомление с технологией и особенностями проектирования плана трассы в системе CREDO ДОРОГИ.

Теоретические сведения

В лабораторной работе применяется проектирование плана трассы с помощью метода «гибкой линейки». При использовании этого принципа на карте, сообразуясь с рельефом и ситуацией, вписывают плавную линию. При этом положение магистрального хода – углы поворота, положение их вершин, а также параметры закруглений – определяется трассой дороги, а не наоборот, как принято при полигональном трассировании.

Задание

Для освоения методов проектирования плана трассы в системе CREDO ДОРОГИ предлагается выполнить типовое задание, которое включает в себя следующие задачи:

- подготовка к работе;
- создание плана трассы;
- расчет ведомости углов поворота, прямых и кривых.

Исходные данные: набор проектов, содержащий цифровую модель местности.

Отчет о выполнении работы

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

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?
- 5 Как производится проектирование плана трассы с помощью полигонального трассирования?

Лабораторная работа № 2. Определение характеристик водосборного бассейна

Цель лабораторной работы: определение площади водосборного бассейна, длины главного лога, суммы длин горизонталей водосборного бассейна, отметок низа и вершины главного лога в системе CREDO ДОРОГИ.

Теоретические сведения

Бассейном, или водосбором, называется площадь земной поверхности, находящаяся выше по течению от замыкающего створа этого бассейна (проектируемого искусственного сооружения), с которого возможен к нему сток по склонам, логам и долинам.

Бассейн в общем случае состоит из поверхностного и подземного водосборов.

Поверхностный водосбор представляет собой участок поверхности, с которого поступают воды в водный объект, а подземный водосбор образуют толщи почвогрунтов. Как правило, подземный и поверхностный водосборы по площади не совпадают. Однако из-за больших затруднений в определении границы подземного водосбора обычно в расчетах размеры бассейна принимают в пределах только поверхностного водосбора и вследствие этого не делают различия между терминами «бассейн» и «водосбор» или объединяют их термином «водосборный бассейн».

Гидрографические характеристики водосборных бассейнов определяются, как правило, по имеющимся топографическим материалам (картам, планам), а при их отсутствии – по данным полевых рекогносцировочных обследований местности. В результате этого собираются следующие сведения, позволяющие учесть основные особенности стока:

- название и местоположение водосборных бассейнов по трассе дороги;
- площади водосборных бассейнов;
- длины водотоков;
- отметки истока и у расчетного створа;
- общий характер рельефа бассейна (равнинный, холмистый и гористый);
- уклон лога;
- типы почв, видовой состав растительности и их распространение по направлению дороги и площади каждого водосбора;
- наличие и местоположение озер, болот, морей, бессточных впадин, пахотных земель, карстовых, мерзлотных и других явлений;
- наличие и местоположение прудов, водохранилищ, каналов, арыков, плотин, запруд, мостов и других искусственных сооружений.

Для определения площади водосборного бассейна и вышеуказанных характеристик устанавливают границы каждого из пересекаемых водосборных бассейнов. Границы бассейнов, определяемые по горизонталям на картах, проводят в виде плавных линий.

Водоразделом называется линия, проходящая по наивысшим точкам данно-

го рельефа местности, сток воды с которого происходит в смежные бассейны.

Одной из границ водосборного бассейна является трасса проектируемой дороги.

Площадь водосборного бассейна является его основной характеристикой. Измеряется она в квадратных километрах и определяется по картам или планам различного масштаба.

По трассе дороги производится разбивка пикетажа с выделением всех точек перелома рельефа местности: наивысших, называемых водораздельными, и наименьших точек тальвега, которые отмечаем как плюсовые точки. Через каждую водораздельную точку, намеченную по оси дороги, начинается построение границы водосборного бассейна с верховой стороны от дороги.

Проводится плавная водораздельная линия, которая в промежутке между горизонталями может изгибаться в соответствии с рельефом местности, но всегда перпендикулярна горизонталям в месте её пересечения.

Проводимые по соседним водоразделам границы водосборного бассейна могут соединяться на склоне в одну наиболее высокую точку водосборного бассейна, либо выходить к так называемому верховому или главному водоразделу. Главный водораздел проводится в виде плавной линии по цепи возвышенностей, холмов или гор, отделяющих бассейн одного большого водного объекта (реки, озера, моря) от другого.

Далее штриховой линией проводится в каждом водосборном бассейне тальвег (в переводе с немецкого – долинный путь), т. е. линия, соединяющая наименьшие точки рельефа местности (дно долины) в бассейне. Линия в промежутке между горизонталями может плавно изгибаться в соответствии с рельефом местности, но всегда проводится перпендикулярно к месту пересечения горизонтали в наиболее удалённой по линии тальвега точке.

В случаях, когда направление лога, тальвега или границ водосборного бассейна трудно определить, необходимо принимать направление стока по линиям, перпендикулярным горизонталям.

Характеристики водосборного бассейна определяются для расчета расхода ливневых и талых вод, на основе которого производится назначение водопропускного сооружения. При наличии цифровой модели рельефа определение расположения и характеристик водосборного бассейна производится с помощью операций системы CREDO ДОРОГИ.

Задание

Для освоения методов проведения измерений в системе CREDO ДОРОГИ предлагается выполнить типовое задание, которое включает в себя следующие задачи:

- создание нового проекта, подготовка к работе;
- определение площади водосборного бассейна;
- определение параметров лога;
- определение длин горизонталей.

Исходные данные: папка, содержащая цифровую модель местности.

Отчет о выполнении работы

Результатом работы являются определенные характеристики водосборного бассейна: площадь бассейна, длина главного лога, отметка вершины лога, сумма длин горизонталей в пределах водосборного бассейна.

Контрольные вопросы

- 1 Для чего производится определение характеристик водосборного бассейна?
- 2 Какие характеристики водосборного бассейна используются для определения расчетного расхода воды?
- 3 Как определяется расположение водосборного бассейна?
- 4 Как определяется расположение главного лога?

Лабораторная работа № 3. Проектирование продольного профиля автомобильной дороги методом оптимизации

Цель лабораторной работы: освоение технологии проектирования продольного профиля автомобильной дороги в системе CREDOДОРОГИ.

Теоретические сведения

В системе CREDO ДОРОГИ применяются два метода проектирования продольного профиля.

1 Метод автоматизированного проектирования, или оптимизация, предусматривает программный контроль соблюдения требований проектировщика по минимально допустимым радиусам, максимально допустимому продольному уклону и контрольным точкам.

2 Метод конструирования проектной линии по контрольным точкам и элементам. Контроль соблюдения требований возлагается на проектировщика.

В лабораторной работе № 3 продольный профиль проектируется методом оптимизации по эскизной линии.

Оптимизация профиля – это автоматизированное проектирование продольного профиля с минимизацией объемов работ при удовлетворении нормативным ограничениям по уклонам, радиусам, видимости, а также контрольным и руководящим отметкам.

В процессе автоматизированного проектирования программой отыскивается проектное решение, которое максимально приближено к линии желаемого профиля (эскизной линии), с учетом заданных критериев и определенных ограничений. Результатом проектирования является проектная линия продольного профиля, представленная в виде последовательности гладко сопрягаемых криволинейных элементов-сплайнов.

Эскизный профиль (ЭП), или эскизная линия (ЭЛ), – это линия желаемого проектного решения продольного профиля, которая может не учитывать соблюдение технических норм.

При описании эскизной линии дорога может быть разделена на участки. На разных участках создания эскизной линии можно использовать разные методы построения. При этом линия может быть не состыкована ни по уклонам, ни по радиусам, поскольку она – только эскиз проектного решения. При оптимизации профиля увязка элементов с учетом соблюдения условий плавности в начальной и конечной точках участков и максимальным приближением к этой эскизной линии осуществляется автоматически.

Проектирование продольного профиля автомобильной дороги должно выполняться в соответствии с техническими нормами, приведенными в ТКП 45-3.03-19–2006.

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

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.

Задание

Для освоения технологии ввода исходных данных в системе CREDO ДОРОГИ предлагается выполнить типовое задание, которое включает в себя следующие задачи:

- назначение черного профиля;
- создание эскизной линии;
- назначение контрольных точек;
- оптимизация продольного профиля.

Исходные данные: набор проектов, содержащий цифровую модель местности и трассу автомобильной дороги; технические нормативы для категории проектируемой автомобильной дороги; информация о запроектированных искусственных сооружениях; руководящая рабочая отметка.

Отчет о выполнении работы

Результатом работы является продольный профиль автомобильной дороги, запроектированный с помощью оптимизации (рисунок 1).

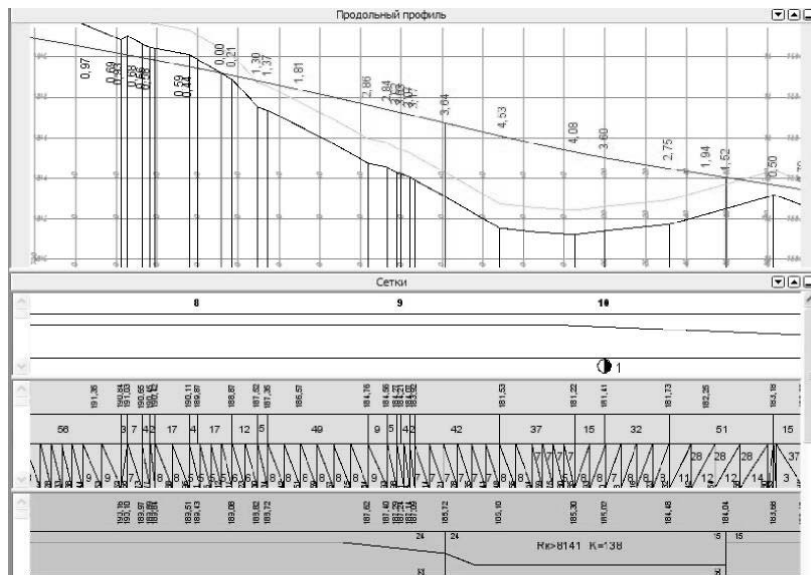


Рисунок 1

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?
- 5 По какому критерию производится оптимизация проектной линии?

Лабораторная работа № 4. Проектирование автомобильной дороги городского типа

Цель лабораторной работы: освоение технологии проектирования автомобильной дороги городского типа в системе CREDO ДОРОГИ.

Теоретические сведения

В лабораторной работе приведена технологическая цепочка работ по проектированию дороги городского типа в условиях нового строительства. Продольный профиль проектируется методом построений. Контроль за соблюдением требований технических норм, приведенных в ТКП 45-3.03-227–2010 *Улицы населённых пунктов. Строительные нормы проектирования*, возлагается на проектировщика.

Для оценки принятых проектных решений используются ведомости.

Ведомости формируются на основе шаблонов ведомостей, которые предварительно созданы в приложении *Редактор шаблонов* и сохранены в библиотеке шаблонов.

Каждая ведомость содержит определенную информацию. В зависимости от назначения для каждой ведомости конкретно определяются набор данных (переменных в ведомости) и структура размещения данных в ведомости.

Ведомости могут быть представлены в форматах HTML и RTF. Их в зависимости от нужд пользователя можно открыть в текстовом редакторе и вывести на печать или подгрузить на чертеж в чертежной модели.

Для выполнения построений в плане в системах CREDO III используются две группы элементов: вспомогательные и прикладные.

Вспомогательные элементы – это примитивы и полилинии. Они выполняют две функции: служат геометрической основой для прикладных элементов и используются для вспомогательных построений (для привязки, построения касательных, нормалей и пр.).

В окне плана к примитивам относятся прямые, окружности, клотоиды, сплайны и параболы. В окне профиля – прямые, окружности, сплайны и параболы.

Полилиния – это элемент, расположенный на уровень выше примитива. Она может включать в себя как один, так и несколько примитивов или сегментов примитивов, которые стыкуются между собой.

На полилинии создаются элементы более высокого уровня иерархии, т. е. прикладные элементы (маски, регионы, размеры). При этом полилинии считаются несвободными и некоторые действия по их редактированию уже невозможны.

Маска – это линейный объект, который создается на всей полилинии или только на ее части. Маска имеет определенную функциональность и вид отображения.

Регион – это область внутри замкнутого контура, созданного одной или несколькими полилиниями.

Поверхность представляет собой упорядоченное множество треугольных граней.

Структурная линия представляет собой трехмерную линию, которая имеет профиль для определения ее высотного положения. Для структурной линии можно, при необходимости, создавать второй профиль.

Проектирование проезжей части дороги может включать в себя работу с такими проектами сеток, как исходные параметры проезжей части, виражи, фактические параметры проезжей части, дорожная одежда и ремонт покрытия.

Сетка исходные параметры проезжей части (ИППЧ) предназначена для ввода проектных параметров различных конструктивных полос проезжей части без учета изменения уклонов на участках устройства виражей.

Проезжая часть дороги может состоять из различных конструктивных полос. Они обозначены как основная, первая дополнительная, вторая дополнительная полосы и расположены симметрично слева и справа от оси дороги. Расположение полос движения относительно оси дороги на поперечном разрезе показано на рисунке 2.

Определение параметров различных полос дорожного полотна, объединенных понятием «обочина» (краевая полоса, борт и технологический тротуар,

остановочная полоса, укрепленная и грунтовая части обочины, тротуар), ведется по аналогии с проезжей частью.

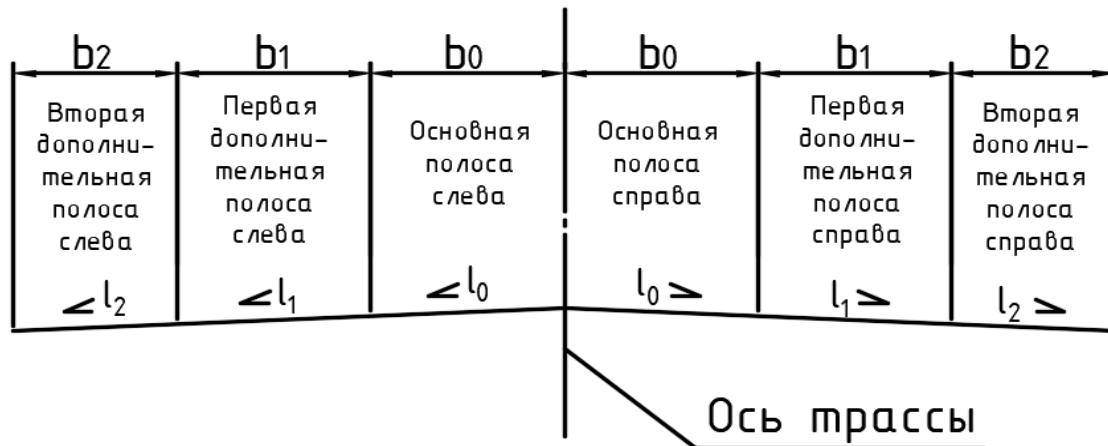


Рисунок 2

Заполняются графы с исходными параметрами обочин в двух идентичных сетках исходные параметры обочины слева/справа.

Данные из этих сеток автоматически копируются в проекты с фактическими параметрами обочин фактические параметры обочины слева/справа. Для этого служит команда обновить параметры дорожного полотна.

При обновлении учитываются результаты проектирования виражей (изменение уклонов) и определяется, за счет каких полос обочины (укрепленной и/или грунтовой частей) или земляного полотна в целом будут устраиваться уширения проезжей части.

Проекты сеток исходные параметры обочин слева/справа имеют одинаковый состав граф: краевая полоса, борт и технологический тротуар или лоток, остановочная полоса, укрепленная часть обочины, грунтовая часть обочины и тротуар.

В общем случае данные различных граф отображаются на поперечнике в последовательности, показанной на рисунке 3 для правой обочины.

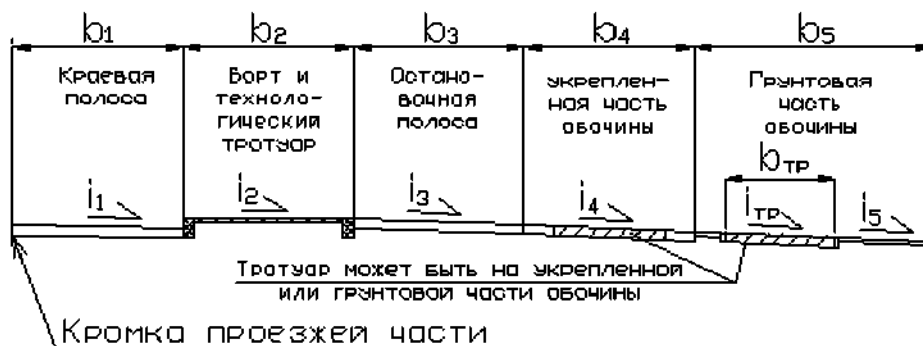


Рисунок 3

Если на каком-либо участке одна или несколько конструктивных полос обочины не заданы, то на поперечнике происходит сдвигка заданных полос к

кромке проезжей части. Таким образом, пробелы в графах, т. е. отсутствие интервалов, на поперечнике не отображаются.

Проектирование элементов земляного полотна основано на использовании стилей откосов насыпи и выемки. Стили создаются и редактируются в специальных диалогах, а затем назначаются на определенных участках дороги слева и справа от оси.

Стиль откосов насыпи состоит из шаблонов откосов насыпи. Эти шаблоны могут состоять из элементов двух типов – откос и берма, для которых задаются геометрические характеристики.

Шаблоны откосов при необходимости могут включать в себя шаблоны кюветов и полук. Шаблоны кюветов, в свою очередь, могут формироваться с использованием шаблонов банкетов и канав.

Стиль откосов выемки состоит из шаблонов откосов выемки. Эти шаблоны, в свою очередь, формируются из элементов трех типов: закюветная полка, откос и берма.

Для передачи проектных решений по трассе АД из окна профиля в окно План в системе CREDO ДОРОГИ предусмотрено:

- создание или обновление структурообразующих линий (СОЛ) (команда Актуализировать структурообразующие линии);

- создание картограмм выравнивания, фрезерования и разборки (команда Создать Проект Объемы с картограммой работ);

- создание цифровой модели проекта (команда Цифровая модель проекта).

СОЛ создаются только по следующим элементам дорожного полотна:

- по кромкам проектного покрытия;
- по бровкам земляного полотна;
- по внешним границам проектного поперечника, без детализации откосов и кюветов;
- по границам постоянного отвода.

В системе CREDO ДОРОГИ существует возможность создания ведомостей из подготовленных данных. Ведомости формируются на основе шаблонов, которые предварительно созданы в приложении Редактор шаблонов и сохранены в Библиотеке шаблонов.

В системе можно создавать различные ведомости, характерные как для плана, так и для продольного профиля.

Из проекта План можно создавать ведомости параметров линейного объекта в плане, например, углов поворота, прямых и кривых, элементов плана трассы, разбивки закруглений, и ведомости тематических объектов.

Команды создания ведомостей тематических объектов разделены по способу выбора объектов: вдоль линии, пересекающиеся с линией или в общем случае – все объекты набора проектов (по площадке). Кроме того, каждый способ выбора объектов дополнен делением по типу объектов: для точечных, линейных и площадных. При этом в каждом методе имеется возможность ограничить выбор объектов по слоям и проектам, по составному объекту, по группе и интерактивно.

Ведомости тематических объектов формируются на основе шаблонов, в ко-

торых заданы необходимые объекты классификатора, выбраны геометрические данные и семантика.

Задание

Для освоения технологии ввода исходных данных в системе CREDO ДОРОГИ предлагается выполнить типовое задание, которое включает в себя следующие задачи:

- проектирование поперечника;
- проектирование виражей;
- проектирование стилей откосов насыпи и выемки;
- расчет и редактирование линии дна кювета;
- создание цифровой модели проекта;
- проектирование вертикальной планировки;
- расчет объемов работ.

Исходные данные: набор Проектов, содержащий цифровую модель местности и ситуацию в районе проектирования улицы.

Отчет о выполнении работы

Результатом работы являются запроектированный план трассы, продольный профиль, цифровая модель проекта, ведомости объемов работ улицы категории 3 и тупикового проезда категории П2.

Контрольные вопросы

- 1 Что относится к вспомогательным элементам построений? Какую функцию они выполняют?
- 2 Что представляет собой структурная линия? Для чего она предназначена?
- 3 Что такое поверхность? Какие способы создания поверхности вы знаете?
- 4 Расскажите общие принципы проектирования проезжей части дороги в системе CREDO ДОРОГИ.
- 5 Как происходит проектирование различных полос дорожного полотна, объединенных в системе CREDO ДОРОГИ понятием обочина?
- 6 На чем основано проектирование элементов земляного полотна в системе CREDO Дороги?
- 7 Какие способы подсчета объемов в окне План вы знаете?

Лабораторная работа № 5. Расчет дорожной одежды нежесткого типа в программном комплексе CREDO РАДОН

Цель лабораторной работы: ознакомление с технологией и особенностями расчета дорожной одежды нежесткого типа в программном комплексе CREDO РАДОН.

Теоретические сведения

Программа CREDO РАДОН выполняет автоматизированные расчеты дорожных одежд нежесткого типа по отраслевым нормативам Республики Беларусь, а также предоставляет дополнительные возможности по принятию наиболее рациональных решений при назначении конструктивных слоев. Программа применяется при проектировании дорожных одежд на вновь сооружаемых дорогах, на новых участках реконструируемых дорог, при усилении существующих дорожных одежд, при разработке каталогов и альбомов типовых решений по конструкциям дорожных одежд на дорогах общей сети.

В программе при проведении прочностных расчетов конструкций дорожных одежд используются современные методы теории упругости.

Расчет дорожных одежд осуществляют по трем критериям прочности:

- 1) по допускаемому упругому прогибу;
- 2) по сдвигу в подстилающем грунте и малосвязных материалах слоев дорожной одежды, а также по сдвигу в слоях асфальтобетона;
- 3) по прочности слоев из монолитных материалов, усталостному разрушению при растяжении при изгибе.

Программой предусмотрена проверка дорожной конструкции на морозостойчивость и проектирование морозозащитных и теплоизолирующих слоев, а также расчет дренажных слоев из дискретных материалов.

Расчет дорожной одежды производится на динамическую и на статическую нагрузки.

В программе предусмотрена возможность выбора оптимального решения по толщине слоев, по минимизации запасов прочности и по показателю сметной стоимости за счет варьирования (изменения в процессе расчета) толщин конструктивных слоев. Таким образом, она является удобным инструментом для проектирования оптимальных конструкций дорожных одежд с учетом местных климатических, геологических и конструктивных факторов.

Программа CREDO РАДОН использует информационные ресурсы о дорожно-строительных материалах и автомобилях, хранящиеся в базах данных. В процессе проектирования предусмотрены возможности использования информации баз данных, поставляемых вместе с программой, и добавления необходимой информации в имеющиеся базы данных с учетом специфики проектируемого объекта.

В составе функций программы реализованы возможности расчета конструкций дорожных одежд с использованием прослоек из геосинтетических ма-

териалов.

Нежесткая дорожная одежда – многослойная конструкция, состоящая из слоев дорожного покрытия, содержащего органическое вяжущее или выполненного из неукрепленных минеральных зернистых материалов, и слоев основания (одного или нескольких), воспринимающая воздействие транспортных средств и природно-климатических факторов, обеспечивающая снижение возникающих усилий при передаче их на грунт земляного полотна.

К дорожным одеждам и их покрытиям предъявляются следующие основные требования.

Прочность дорожной одежды – ее способность сопротивляться процессу развития остаточных деформаций и разрушений под воздействием напряжений, возникающих в конструктивных слоях и подстилающем грунте от нагрузок, приложенных к поверхности покрытия (транспортных средств) и изменяющихся погодно-климатических условий местности.

Расчет на прочность включает проверку прочности конструкции в целом и прочности отдельных конструктивных слоев. Дорожную одежду считают прочной, если под действием многократно повторяющихся нагрузок от движущихся транспортных средств она сохраняет в течение заданного срока службы сплошность и удовлетворяет транспортно-эксплуатационным требованиям, предъявляемым к дороге соответствующей категории и ожидаемым в перспективе составу и интенсивности движения.

Надежность дорожной одежды – комплексный показатель способности дорожной конструкции в целом сохранять заданные эксплуатационные характеристики (ровность, прочность, шероховатость) в течение расчетного срока службы, характеризующийся коэффициентом надежности.

Экономичность – экономичность дорожной конструкции определяют по результатам сопоставления вариантов с оценкой экономической эффективности инвестиций по действующим нормативным документам. Основные экономические показатели должны учитывать, как стоимость строительства дорожной одежды, так и затраты на ее содержание и ремонт в течение всего срока службы.

Экологичность – дорожная одежда должна удовлетворять основным экологическим и санитарно-гигиеническим требованиям (легкость удаления пыли, грязи, бесшумность движения).

Для обеспечения работы дорожной одежды без накопления остаточных деформаций необходимо, чтобы ни в одном из конструктивных слоев и в подстилающем грунте не возникали пластические смещения, не нарушалась сплошность монолитных слоев и прогиб поверхности одежды под расчетной нагрузкой не превосходил допускаемой величины.

Пластические смещения в грунте и слабосвязных материалах не произойдут, если не будет превзойдено предельное равновесие по сдвигу.

Сохранение структуры монолитных слоев гарантируется, если растягивающие напряжения при изгибе не превысят допустимых значений для данного материала. Прочность конструкции количественно оценивается величиной коэффициента прочности – отношение допустимого значения параметра, характеризующего прочность, к его значению, определенному расчетом.

В районах сезонного промерзания грунтов земляного полотна при неблагоприятных грунтовых и гидрологических условиях должна быть обеспечена достаточная морозоустойчивость дорожных одежд и земляного полотна.

Программа CREDO РАДОН позволяет выполнять автоматизированные расчеты дорожных одежд нежесткого типа в соответствии с действующими в РБ нормативными документами: ТКП 45.3.03-112–2008 *Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования*; ТКП 45-3.03-19–2006 *Автомобильные дороги. Нормы проектирования*; СТБ 1033–2016 *Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия*.

При расчете дорожной одежды существует возможность выбора режима нагружения для рассчитываемого участка дороги.

Перекресток – осуществляет расчет как в динамическом, так и статическом режимах нагружения, с учетом специфики загрузки полос.

Перегон – устанавливает расчет конструкции дорожной одежды основных полос движения в режиме динамического нагружения.

Обочина – выполняет расчет конструкции дорожной одежды на обочине дороги в статическом и динамическом режимах нагружения.

Задание

Для освоения методов работы с программой CREDO РАДОН предлагается выполнить задание, которое включает в расчет конструкции нежесткой дорожной одежды 1, 2, 3 и 4-й категорий.

Отчет о выполнении работы

Результатом работы является созданный отчет по расчету дорожной одежды нежесткого типа, произведенный с помощью программы CREDO РАДОН.

Контрольные вопросы

- 1 По каким критериям прочности выполняется расчет дорожной одежды?
- 2 На какие виды нагрузки производится расчет дорожных одежд?
- 3 По каким показателям в программе предусмотрена возможность выбор оптимального решения?
- 4 Что такое нежесткая дорожная одежда?
- 5 Назовите требования, предъявляемые к дорожным одеждам.
- 6 Каким количественным показателем оценивается прочность дорожной одежды?
- 7 Какие режимы нагружения возможны при расчете дорожных одежд программе CREDO РАДОН?

Лабораторная работа № 6. Проектирование индивидуального дорожного знака в программе CREDO ZNAK

Цель лабораторной работы: ознакомление с технологией и особенностями проектирования индивидуальных дорожных знаков в программе CREDO ZNAK.

Теоретические сведения

Дорожный знак – элемент системы технических средств организации дорожного движения, представляющий собой сигнальное устройство установленной формы, содержащий условные обозначения или надписи, предназначенный для информирования участников дорожного движения об условиях, направлениях и режимах движения на дорогах.

Дорожные знаки индивидуального проектирования – разновидность дорожных знаков, размеры и форму которых определяют расчетно-графическим путем при их компоновке.

Результатом работы в программе ZNAK является проект, состоящий из одной или нескольких страниц (чертежей), на которых скомпонованы знаки и, при необходимости, дополнительная информация в виде примечаний к каждому знаку, таблицы с размерами литерных площадок и высотой букв, цифр и символов, используемых при создании знаков.

Находясь на любой стадии проектирования, можно выполнять не только компоновку элементов чертежа, но и создание или редактирование элементов знака, например, путем добавления надписей, пиктограмм, указателей или объектов. При вставке пиктограмм можно использовать не только символы из библиотеки, но и файлы с растровой графикой. На щиты некоторых знаков можно добавить еще и другие новые или ранее созданные индивидуальные знаки, а также стандартные знаки, путем добавления новых или ранее созданных индивидуальных знаков, а также стандартных знаков, например, «Движение запрещено» и т. п.

Все элементы на щите знаков могут компоноваться программой автоматически или вручную, причем автоматическая компоновка может быть в нескольких режимах: по колонкам, компактная, компактная без указателей.

В программе при создании знаков имеется возможность выбора различных видов указателей направлений:

- стрелки стандартные (ровные, с закруглениями);
- сложные указатели, в которые, при необходимости, можно добавлять обозначения мостов/путепроводов и населенных пунктов.

В программе можно создать новые, редактировать существующие индивидуальные конфигурации указателей направлений и сохранять их в Библиотеке указателей направлений.

Задание

Для освоения методов работы с программой CREDO ZNAK предлагается выполнить задание, которое включает в себя решение следующих задач:

- создание проекта знака;
- создание требуемой конфигурации указателя направлений на знаке;
- наполнение знака необходимыми объектами;
- компоновка элементов знака;
- простановка размеров элементов проектируемого знака;
- подготовка к печати.

Отчет о выполнении работы

Результатом работы является чертеж индивидуального знака, созданный в программе CREDO ZNAK.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое дорожный знак?
- 2 Что такое индивидуальный дорожный знак?
- 3 По какому нормативному документу ведется проектирование дорожных знаков в Республике Беларусь?

Лабораторная работа № 7. Расчет стоков дождевых паводков и талых вод в программе CREDO ГРИС_С

Цель лабораторной работы: ознакомление с технологией и особенностями расчета стоков дождевых паводков и талых вод в программе CREDO ГРИС_С.

Теоретические сведения

Программа ГРИС_С предназначена для определения расчетных гидрологических характеристик при отсутствии гидрометрических данных для дождевого стока и весеннего половодья.

Задание

Для освоения методов работы с программой CREDO ГРИС_С предлагается выполнить задание, которое включает в себя решение следующих задач:

- введение исходных данных для расчета дождевого стока;
- получение результатов расчета;
- введение исходных данных для расчета талого стока;
- получение результатов расчета.

Отчет о выполнении работы

Результатом работы являются полученные с помощью программы CREDO ГРИС_С результаты расчета стоков дождевого паводка и талых вод по нормам Республики Беларусь.

Контрольные вопросы

1 По какому нормативному документу ведется расчет дождевого стока в Беларуси?

2 Какие исходные данные необходимо задать для получения объема стока в программе CREDO ГРИС_С?

Лабораторная работа № 8. Расчет пропускной способности «гладкой» круглой трубы в программе CREDO ГРИС_Т

Цель лабораторной работы: ознакомление с технологией и особенностями расчета пропускной способности «гладкой» круглой трубы в программе CREDO ГРИС_Т.

Теоретические сведения

ГРИС_Т – это комплекс расчетных программ, позволяющий рассчитать пропускную способность малых искусственных сооружений: «гладкой» круглой трубы, «гладкой» прямоугольной трубы, гофрированной трубы различного сечения, малого моста.

Под «гладкой» трубой подразумеваются стальные, железобетонные и бетонные трубы.

Гидравлические расчеты по определению пропускной способности применимы как для новых, так и для существующих сооружений.

Расчет новых труб на ливневый сток может быть выполнен с учетом аккумуляции воды перед сооружением. Для талого стока, а также для существующих труб расчета с учетом аккумуляции не требуется.

Расчетами определяются следующие гидрологические характеристики для расходов выбранных вероятностей превышения 0,1 %; 1 %; 2 %; 3 %; 5 %; 10 %; 25 %:

- режим работы сооружения;
- подпор воды перед сооружением;
- глубина воды на выходе или в расчетном сечении;
- скорость воды на выходе или в расчетном сечении;
- минимально допустимая высота земполотна (для новых сооружений);
- при расчетах с учетом аккумуляции к этим данным добавляются величина коэффициента аккумуляции, сбросной расход в сооружении.

Задание

Для освоения методов работы с программой CREDO ГРИС_Т предлагается выполнить задание, которое включает в себя решение следующих задач:

- введение исходных данных для расчета пропускной способности круглой трубы;
- получение результатов расчета.

Отчет о выполнении работы

Результатом работы является полученный с помощью программы ГРИС_Т результат расчета водопропускной способности круглой трубы.

Контрольные вопросы

- 1 Для чего предназначена программа CREDO ГРИС_Т?
- 2 Какие гидрологические характеристики определяются расчетами программы ГРИС_Т?
- 3 Какие исходные данные необходимы для проведения расчетов в программе?

Список литературы

- 1 Дороги 2.00. Руководство пользователя для начинающих. – Минск: Кредо-Диалог, 2018. – 376 с.
- 2 ГРИС_С. Расчет стоков дождевых паводков и талых вод. Руководство пользователя к версии 2.10. Третья редакция. – Минск: Кредо-Диалог, 2018. – 49 с.
- 3 ГРИС_Т. Расчет пропускной способности малых искусственных сооружений. Руководство пользователя к версии 2.10. Четвертая редакция. – Минск: Кредо-Диалог, 2015. – 31 с.
- 4 ЗНАК 5.4. Проектирование дорожных знаков. Руководство пользователя. Шестая редакция. – Минск: Кредо-Диалог, 2018. – 63 с.
- 5 РАДОН 3.80. Расчет дорожных одежд нежесткого и жесткого типов. Руководство пользователя. Девятая редакция. – Минск: Кредо-Диалог, 2018. – 113 с.
- 6 **Самодурова, Т. В.** Лабораторный практикум: учебное пособие / Т. В. Самодурова, О. В. Гладышева, К. В. Панферов. – Воронеж: Воронеж. гос. архитектурно-строит. ун-т, 2009. – 45 с.
- 7 **Горох, Н. А.** Системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР-АД). Лабораторный практикум на базе программного комплекса CREDO III / Н. А. Горох, П. В. Шведовский, В. В. Лукша. – Брест: БрГТУ, 2013. – 175 с.
- 8 **ТКП 45-3.03-19-2006 (02250).** Автомобильные дороги. Нормы проектирования. – Взамен СНиП 2.05.02-85; введ. 01.07.2006. – Минск : Минстройархитектуры, 2018 – 68 с. – Изм. 1 (ИУ ТНПА. 2008. № 5). – Изм. 2 (ИУ ТНПА.

2008. № 10). – Изм. 3 (ИУ ТНПА. 2010. № 3). – Изм. 4 (ИУ ТНПА. 2015. № 4). – Изм. 5 (ИУ ТНПА. 2017. № 11).

9 ТКП 45-3.03-3-2004 (02250). Проектирование дорожных одежд улиц и дорог населенных пунктов. – Введ. 01.07.2005. – Минск: Минстройархитектуры, 2010 – 90 с. – Изм. 1 (ИУ ТНПА. 2009. № 1). – Попр. (ИУ ТНПА. 2010. № 7).

10 ТКП 45-3.03-112-2008 (02250). Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования. – Взамен пособия 3.03.01-96 к СНиП 2.05.02-85; введ. 01.07.2009. – Минск : Минстройархитектуры, 2009. – 108 с. – Изм. 2 (ИУ ТНПА. 2012. № 5). – Изм. 2 (ИУ ТНПА. 2018. № 10).

11 СТБ 1300-2014. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения. – Взамен СТБ 1300-2007; введ. 01.09.2014. – Минск : Госстандарт, 2019. – 6180 с. – Изм. 1 (ИУ ТНПА. 2014. № 12). – Изм. 2 (ИУ ТНПА. 2015. № 9). – Изм. 3 (ИУ ТНПА. 2018. № 9).

12 ТКП 45-3.03-227-2010 (02250). Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования. – Взамен СНБ 3.03.02-97; введ. 01.02.2011. – Минск: Минстройархитектуры, 2018. – 84 с. – Изм. 1 (ИУ ТНПА. 2013. № 11). – Изм. 2. (ИУ ТНПА. 2014. № 5). – Изм. 3. (ИУ ТНПА. 2015. № 4). – Изм. 4. (ИУ ТНПА. 2015. № 11). – Попр. (ИУ ТНПА. 2015. № 9). – Изм. 5. (ИУ ТНПА. 2017. № 1). – Изм. 6. (ИУ ТНПА. 2018. № 6).