**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УРЕЖДЕНИЕ**

**«КАМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИНЖЕНЕРНО**

**-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»**

**Кафедра «Технология строительного производства»**

**ИЗЫСКАНИЕ И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**Методические указания к выполнению курсового проекта**

**для студентов специальности 270205**

**«Автомобильные дороги и аэродромы»**

**Набережные Челны 2012**

 Изыскание и основы проектирования автомобильных дорог. Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы»/Составил Тимиров Э.В. г. Набережные Челны- 2012 - 42с.

 Издание содержит тематику задания, задание и методику выполнения курсового проекта по специальной дисциплине «Изыскания и основы проектирования, автомобильных дорог». Способствуют усвоению материала и закреплению знаний, организуют самостоятельную работу студентов в процессе выполнения курсового проекта по вышеуказанной дисциплине.

 Методические указания составлены в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению 653600 «Транспортное строительство» для специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы» и учебного плана Камской Государственной инженерно-экономической академии.

 Рецензент: - к.т.н. доцент кафедры ТСП Р.Г. Галиакберов.

 Печатается по решению научно- методического совета Камской Государственной инженерно-экономической академии.

 Камская государственная инженерно-

 экономическая академия, 2012г.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

 Цель проекта – закрепить у студентов основные принципы проектирования автомобильных дорог, развить первичные навыки трассирования по карте и проектирования продольного профиля, подсчета объемов земляных работ, а также расчета стоимости строительства автомобильных дорог общего пользования.

 В процессе выполнения курсового проекта студент должен научиться грамотно выполнять технические расчеты, освоить навыки и методы проектирования автомобильных дорог, использовать в своей работе техническую, нормативную и справочную литературу.

 При выполнении курсового проекта студент должен показать умение самостоятельной творческой работы при решении конкретных инженерных задач с учетом новейших достижений науки и техники в области проектирования и строительства автомобильных дорог в нашей стране и за рубежом.

 Проекты, не отвечающие требованиям настоящих указаний, не рассматриваются.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

 Исходными данными для выполнения курсового проекта

являются:

– карта местности в масштабе 1:10000; 1:25000;

– перспективный состав и интенсивность движения;

– район проложения трассы;

– грунтовые условия;

– положение уровней грунтовых вод;

– расчетная высота снежного покрова;

– тип покрытия и толщина дорожной одежды.

 В состав проекта входят следующие разделы курсового проекта:

– характеристика природных условий;

– обоснование категории дороги и технических нормативов;

– трассирование автомобильной дороги на карте;

– проектирование продольных профилей;

– проектирование поперечных профилей и назначение конструкции дорожной одежды;

– подсчет объемов земляного полотна;

– расчет стоимости строительства дороги, выбор варианта трассы;

– разработка спецчасти.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ

 При описании природных условий района проложения трассы используют справочную литературу и интернет. Изучают и анализируют топографическую карту. Выполнив данный раздел, студент должен получить полное представление о местных природных условиях, оказывающих влияние на проектирование, строительство и эксплуатацию дороги. В связи с этим необходимо охарактеризовать климат, рельеф, растительность, почвы, инженерно-геологические, грунтовые, гидрологические и гидрогеологические условия.

 Описание климата должно начинаться с установления дорожно-климатической зоны [2, приложение 1]. Данные о температуре наружного воздуха, направлениях и скоростях ветра, количестве осадков, глубине промерзания грунтов принимают по СНиП 23-01–99\* [6]. Расчетная высота снежного покрова указана в задании.

 Рельеф местности оценивают по топографической карте района проектирования. В соответствии с классификацией СНиП 2.05.02–85\* [2, стр. 6] выделяют трудные участки пересеченной и горной местности.

 При описании природных условий существенную помощь могут оказать учебные пособия [1, 8, 10, 18, 19]. Сведения о природных условиях района проектирования кратко излагают в пояснительной записке, они необходимы для проектирования продольных и поперечных профилей дороги, назначения технических нормативов и т. д.

ОБОСНОВАНИЕ КАТЕГОРИИ ДОРОГИ И ТЕХНИЧЕСКИХ

НОРМАТИВОВ

 В данном разделе необходимо дать краткую экономическую характеристику района проложения трассы, которая включает в себя: описание развития транспорта и дорожной сети региона; обоснование роли проектируемого участка дороги в транспортной системе на рассматриваемой территории; уровень развития промышленности и сельского хозяйства. Необходимые сведения имеются в справочной литературе и атласе автомобильных дорог РФ.

 В соответствии с исходными данными об интенсивности, приведенными в задании к курсовому проекту, необходимо установить техническую категорию проектируемой дороги. Для этого, следует вычислить расчетную интенсивность движения, приведенную к легковому автомобилю по формуле:



где *Ni* – перспективная суточная интенсивность движения *i*-го типа автомобилей в составе транспортного потока, авт/сут (дана в задании);

*Ki* – коэффициент приведения автомобилей транспортного потока к легковому автомобилю [2, таблица 2].

 Категории дороги общего пользования устанавливают по СНиП 2.05.02–85\* [2, таблица 1] в зависимости от расчетной перспективной интенсивности движения, народнохозяйственного и административного значения (указано в задании).

 Расчет технических нормативов проектирования производят по формулам теории взаимодействия автомобиля с дорогой в зависимости от расчетной скорости движения [3, таблица 1].

 Величину наибольшего допустимого продольного уклона, i, определяют из условий движения на подъем полностью загруженного автомобиля с расчетной скоростью:



 где *D* – значение динамического фактора для расчетного автомобиля [8, рисунок 3.6];

*fv* – коэффициент сопротивления качению колес автомобиля по поверхности дороги с учетом скорости движения (3).

 За расчетные можно принять наиболее распространенные автомобили: ВАЗ 2114, ГАЗ-3110 .Волга., КАМАЗ-5325, КАМАЗ-5511 и др., имеющиеся в заданном составе движения.

 При скорости движения более 60 км/ч коэффициент сопротивления качению определяют по формуле



 где *V* – расчетная скорость движения автомобиля, км/ч; *f0* – постоянный коэффициент сопротивления качению колес автомобиля в зависимости от поверхности дороги (таблица 1).



 Наименьший радиус кривых в плане зависит от расчетной скорости движения по дороге. Его определяют для двух случаев: при наличии и отсутствии виража.

 Радиус кривой в плане (м) без виража:



 где μ – коэффициент поперечной силы, равный 0,15; *iп* – поперечный уклон проезжей части [2, п.п. 4.15].

 При устройстве виража наибольший радиус кривой в плане (м) может быть подсчитан по формуле



 где *i*в – уклон проезжей части на вираже [2, п.п. 4.17].

 Расчетное расстояние видимости поверхности дороги определяют из условия полной остановки автомобиля перед препятствием:



 где *V* – расчетная скорость, км/ч; *t*р – время реакции водителя, принимаемое в расчетах равным 1 с; *K*э – коэффициент эксплуатационных условий торможения, для легковых автомобилей равен 1,2; для грузовых автомобилей и автобусов – 1,3–1,4;

1 – коэффициент продольного сцепления при торможении, принимаемый равным 0,5;

*i0* – продольный уклон дороги, при определении расстояния видимости как нормативного значения можно принимать *i*0 = 0; *l*0 – безопасное расстояние (5–10 м).

 Требуемое расстояние видимости встречного автомобиля (м) состоит из суммы путей торможения обоих автомобилей и безопасного расстояния между ними и определяется по формуле



 Для удобства и безопасности движения в переломы продольного профиля вписывают выпуклые и вогнутые вертикальные кривые.

 Минимальный радиус выпуклой кривой определяют из условия обеспечения видимости поверхности дороги на расчетном расстоянии:



 где *Sg* – расчетное расстояние видимости поверхности дороги, м;

 *d* – превышение глаза водителя над поверхностью дороги, принимаемое равным 1,2 м.

 Радиус вогнутой кривой (м) определяют из условия неперегрузки рессор при движении автомобиля по кривой:



 где *V* – расчетная скорость, км/ч.

 Число полос движения назначают не менее двух, с учетом практической пропускной способности одной полосы движения[8, таблица 6.1], которую принимают в размере 30–50 % от теоретической.

 Требуемое количество полос движения устанавливают по

формуле



 где *N*' – расчетная часовая интенсивность движения, приведенная к легковому автомобилю, авт/ч;

 *Ε* – коэффициент сезонной неравномерности движения (*Ε* =1,0);

 *Z* – коэффициент загрузки, соответствующий необходимому для данной дороги уровню удобства (*Z* =0,45–0,55);

 *N*пр – фактическая пропускная способность дороги данной категории [8, таблица 6.1].



 где α – коэффициент перехода от перспективной суточной интенсивности движения к расчетной часовой (в расчетах принимается α = 0,1);

 *N*расч – перспективная суточная интенсивность *i*-го типа автомобилей в составе транспортного потока приведенного к легковому автомобилю, прив. авто/сут;

 Ширина полосы движения *B* , которую занимает автомобиль в поперечном сечении дороги на проезжей части, несколько больше габаритных размеров автомобиля и может быть определена по формуле Н. Ф. Хорошилова:



где *a* – ширина кузова автомобиля, м;

 *c* – ширина колеи автомобиля (расстояние между гранями следа наиболее широко расставленных колес), м;

 *x* – расстояние от кузова до оси проезжей части, м;

 *y* – расстояние от внешней грани следа колеса до кромки проезжей части, м.

 Значения *x* и *y* на основе экспериментальных исследований определяются по эмпирическим формулам



 где *V* – расчетная скорость движения, км/ч.

 Для легкового автомобиля это расчетная скорость для данной категории дороги (*V*р ), а для грузового – максимально возможная техническая скорость движения (*V*т ) при условии *V*т  *V*р .

 Ширину полосы движения определяется из условия встречного движения двух преобладающих автомобилей.

 Значения *а* и *с* для разных марок автомобилей принимают по справочным данным [28].

 Ширину земляного полотна принимают как сумму ширины полос движения и обочин [2, таблица 4]. Примеры расчетов имеются в пособии [18].

 Габариты мостов, размеры элементов их поперечного профиля (число полос движения, ширину проезжей части, ширину полосы безопасности, ширину моста, ширину тротуаров) назначают по СНиП 2.05.03–84\* [7, приложение 1]. Результаты расчетов, а так же технические нормативы по СНиП 2.05.02–85\*[2], ГОСТ Р 52398–2005 [4] и ГОСТ Р 52399–2005 [3] сводят в таблицу 2.

 Для дальнейшего проектирования принимают значения технических нормативов, рекомендованные СНиП 2.05.02–85\* [2], ГОСТ Р 52398–2005 [4] и ГОСТ Р 52399–2005 [3].



ТРАССИРОВАНИЕ ПО КАРТЕ

 Трассу дороги следует проектировать как плавную линию в пространстве, взаимно увязывая элементы плана, продольного и поперечного профилей между собой и с прилегающей местностью. Трасса должна удовлетворять условиям наименьшего ограничения и изменения скорости, обеспечения требований удобства и безопасности движения, хорошо вписываться в окружающий ландшафт местности и отвечать требованиям охраны окружающей среды.

 Перед началом проектирования дороги в плане необходимо тщательно изучить прилагаемую к заданию топографическую карту (рельеф местности, наличие контурных и высотных препятствий). Выбор направления трассы определяется категорией дороги, особенностью рельефа местности, гидрологическими и иными условиями.

 На карте с горизонталями необходимо запроектировать не менее двух вариантов трассы дороги между заданными пунктами. При этом определенные расчетом технические нормативы элементов трассы, принятые в таблице 2, следует рассматривать как минимально допустимые. Рекомендуется использовать нормативы, приведенные в [2, п.п. 4.20\*], когда это не вызывает значительного роста объемов работ.

 К плану трассы предъявляются следующие основные требования:

– трассу дороги следует проектировать кратчайшей по длине (как можно ближе к .воздушной линии.) с наименьшими объемами земляных работ и соблюдением норм проектирования;

– пересечение трассой железных дорог следует проектировать преимущественно на прямых участках; угол между пересекающимися дорогами должен быть не менее 60A;

– пересечения и примыкания автомобильных дорог в одном уровне, а также пересечения трассой дороги водотоков рекомендуется выполнять под углом, близким к прямому;

– промежуточные населенные пункты дороги I–III категории обходят на расстоянии не ближе 200 м от границы застройки с устройством подъездных дорог, дороги IV–V категорий желательно пропускать через населенные пункты;

– при обходе населенных пунктов дорогу следует, по возможности, прокладывать с подветренной стороны, ориентируясь на направление ветра в особо неблагоприятные с точки зрения загрязнения воздуха осенне-зимние периоды года в целях защиты населения от транспортного шума;

– под дорогу следует использовать худшие с точки зрения сельского хозяйства земли;

– леса и группы деревьев следует обходить только в степных районах, направление трассы дороги по возможности должно совпадать с направлением господствующих ветров в целях обеспечения естественного проветривания и уменьшения заносимости дороги снегом; трассу следует прокладывать с использованием существующих просек и противопожарных разрывов с

учетом категории лесов;

– болота дорогами высоких категорий обходить не следует;

– не допускается проложение трассы дороги по государственным заповедникам и заказникам, а также зонам, отнесенным к памятникам природы и культуры;

– вдоль рек, озер и других водоемов трассу дороги следует прокладывать за пределами защитных зон;

– в районах размещения курортов, детских лагерей, домов отдыха и т. п. трассу дороги необходимо прокладывать за пределами санитарных зон.

 При трассировании автомобильной дороги следует соблюдать общие принципы ландшафтного проектирования:

– при обходе препятствий (контурных, высотных) направление трассы изменяют углом поворота, а перелом дороги для удобства и безопасности движения автомобилей смягчают вписыванием круговых и переходных кривых; вершины углов поворота необходимо располагать так, чтобы препятствие находилось внутри угла, а вершина угла была напротив препятствия, рекомендуется назначать углы поворота в пределах 5…25A;

– следует совмещать кривые в плане и продольном профиле, при этом кривые в плане должны быть на 100–150 м длиннее кривых в продольном профиле, а смещение вершин кривых должно быть не более 1/4 длины меньшей из них;

– следует избегать сопряжений концов кривых в плане с началом кривых в продольном профиле, расстояние между ними должно быть не менее 150 м;

– длину прямых в плане следует ограничивать, предельная длина прямых участков зависит от категории дороги и приведена в [1, таблица 15];

– радиусы смежных кривых в плане должны различаться не более чем в 1,3 раза; параметры смежных переходных кривых рекомендуется назначать одинаковыми;

– при углах поворота трассы до 8A, наименьший радиус круговой кривой назначают согласно [2, п.п. 4.34];

– не рекомендуется короткая прямая вставка между двумя кривыми в плане, направленными в одну сторону; при ее длине менее 100 м рекомендуется заменять обе кривые одной кривой большего радиуса, при длине 100…300 м прямую вставку рекомендуется заменять переходной кривой большего параметра; прямая вставка как самостоятельный элемент трассы допускается для дорог I и II категорий при ее длине более 700 м, дорог III и IV категорий –более 300 м;

–переходные кривые следует предусматривать при радиусах кривых в плане 2000 м и менее;

–нельзя допускать устройства кривых минимально допустимого радиуса в конце затяжных спусков.

 Трассирование автомобильной дороги по карте выполняется в следующей последовательности.

 1. Начальный и конечный пункты соединяют прямой (.воздушная линия.). Вдоль этой прямой анализируют ситуацию и рельеф, выявляют места, которые следует обойти (места обхода трассой дороги контурных и высотных препятствий, пересечения водоемов, существующих автомобильных и железных дорог), и намечаются .контрольные точки..

2. По каждому из вариантов прокладывается ось трассы в виде ломаной линии, последовательно нумеруются углы поворота вдоль трассы и измеряются с помощью транспортира, в точках перелома трассы дороги вписываются кривые максимального по возможности радиуса, производится разбивка трассы на пикеты и километры. Радиусы кривых не должны быть меньше минимально допустимых значений. Для вычерчивания кривых целесообразно изготовить шаблоны из плотной бумаги или фотопленки в масштабе карты.

 Необходимо следить, чтобы между круговыми кривыми оставались прямые вставки, достаточные для размещения переходных кривых [2, таблица 11].

3. Составляют ведомость углов поворота прямых, кривых участков трассы дороги в плане (приложение А). Приведенная в методическом указании ведомость отвечает требованиям ГОСТ Р 21.1701–97 [5]. По мнению авторов в стандартную ведомость необходимо ввести дополнительную графу 25 – азимут или румб прямых участков трассы в плане. На рис. 1 приведена схема, поясняющая порядок расчета плана трассы:

а) определяют азимут первоначального направления (от километровой сетки карты);

б) нумеруют и измеряют углы поворота;

в) в ведомость (приложение А) записывают точки начала трассы (НТ), номера вершин углов (ВУ) и конца трассы (КТ), графа 1;

г) в графы 5 и 6 записывают значения углов поворота, вычисляют румбы или азимут всех последующих направлений трассы и записывают в графу 25;

д) в зависимости от местных условий и в соответствии с принятыми нормативами назначают радиус круговой кривой (графа 7) и по таблицам [13] определяют основные элементы кривой: тангенс (Т), длину кривой (К), биссектрису (Б), домер (Д), которые заносят в графы 8, 9, 12, 13, 14 ведомости (приложение А). Домер круговой кривой определяют как два тангенса минус длина круговой кривой по формуле



е) измеряют расстояние между точками НТ и ВУ №1 (ВУ № 1 и ВУ № 2, ВУ № 2 и ВУ № 3 и т. д.), записывают в графу 23. Пикетажное положение ВУ № 1 (формула 16) (графы 2, 3 и 4) определяют как пикетажное положение предыдущей вершины угла поворота (в первом случае это точка НТ) плюс расстояние между вершинами углов поворота (графа 23) и минус домер предыдущего угла поворота (в первом случае Д = 0), в последующих он определяется по формуле (15)



ж) определяют расчетом пикетажное положение начала круговой кривой (ПКнк) как пикетажное положение вершины угла поворота минус тангенс круговой кривой (17). Полученные значения вписывают в графы 15, 16 ведомости.



з) определяют расчетом пикетажное положение конца круговой кривой (ПКкк ) как пикетажное положение начала круговой кривой плюс длина круговой кривой (18). Полученные значения вписывают в графы 17, 18 ведомости.



и) определяют расчетом длину прямой вставки (*Lпрi* ) как пикетажное положение конца предыдущей круговой кривой минус пикетажное положение начала круговой кривой (19). Полученные значения вписывают в графу 24 ведомости.



к) в таком же порядке определяют необходимые данные и по остальным вершинам углов поворота трассы, включая точку конца трассы (КТ).

4. После составления ведомости углов поворота, прямых и кривых производят проверку результатов (см. приложение А).

 Все цифровые данные в графах 1–22 записывают в основных строках, а данные в графах 23, 24, 25 – в промежуточных строках, располагающихся между основными строками.



 Точность измерения длин по карте – 1 м, углов – 10 мин. Значения параметров кривых, длин вставок, пикетажного положения точек должны быть вычислены с точностью до 0,01 м.

 Направления прямых участков определяются их азимутами или румбами. Название и величину румба определяют по значению магнитных азимутов линий трассы. Магнитным азимутом называется угол, измеряемый по часовой стрелке между направлением на север и направлением прямой линии трассы. Румб – это направление и острый угол между ближайшим концом северного меридиана и прямой линией трассы. Значения магнитного азимута и румба приведены в таблице 3.



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

 Продольный профиль разрабатывают для каждого варианта трассы. Форма продольного профиля должна соответствовать ГОСТ Р 21.1701–97 [5; приложение Д].

 Проектирование продольного профиля заключается в нанесении проектной линии в соответствии с принятыми техническими нормативами, рельефом местности и местными природными условиями. Рекомендуется следующий порядок проектирования.

1. По карте интерполяцией от горизонталей определяют отметки земли по оси дороги на каждом пикете и плюсовых точках. На полосе миллиметровой бумаги высотой 594 мм (кратный формат А1) ГОСТ 2.301–68\* [25] вычерчивают черной тушью форму продольного профиля и наносят .черный профиль.. Отметки земли записывают в соответствующей графе [5; приложение Д].

2. Вычерчивают на 2 см ниже .черного профиля. грунтовый профиль и наносят шурфы, скважины, отметки уровня грунтовых вод в шурфах и скважинах, отметки залегания разных пород, дна шурфов и скважин.

3. Определяют руководящую (рекомендуемая) рабочую отметку из условия защиты земляного полотна от переувлажнения и из условия снегонезаносимости в соответствии с указаниями СНиП 2.05.02–85\* [2, п.п. 6.10, 6.33, 6.34].

 Руководящая отметка из условия снегонезаносимости определяется по формуле



где *hP* – высота незаносимой насыпи, определяется относительно бровки насыпи, м;

 *hS* – расчетная высота снегового покрова, м [6];

 ∆*h* – возвышение бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова, назначается в зависимости от технической категории дороги, м [2, п.п. 6.33];

 *Bоб.* – ширина обочины, м [3, таблица 3];

 *Iоб.* – уклон обочины [2, таблица 7];

 *Bпч* – ширина проезжей части [3, таблица 3];

 *Iпч* – уклон проезжей части [2, таблица 7].

 В случае если *hS* превышает 1 м, необходимо проверить ∆*h* по условию беспрепятственного размещения снега, сбрасываемого с дороги при снегоочистке [2, п.п. 6.34].

 Руководящая отметка из условия защиты земляного полот-

на от переувлажнения определяется по формуле



где *hгр.в* – наименьшее возвышение поверхности покрытия над расчетным уровнем грунтовых вод [2, таблица 21];

 *Hгр.в* – глубина залегания грунтовых вод, м;

 Сравнивая руководящие отметки, в дальнейшем принимаем за основную отметку, удовлетворяющую обоим условиям.

4. По карте определяют пикетное положение и фиксированные отметки оси проезжей части пересекаемых дорог, головки рельса пересекаемых железнодорожных путей и водопропускных сооружений. Назначают по указанию преподавателя расчетные уровни воды у проектируемых мостов и труб. Определяют минимальные отметки насыпей над водопропускными сооружениями в зависимости от отверстия. Отверстие назначается самостоятельно, без выполнения гидрологического расчета. Полученные данные сводят в таблицу 4.





 Наносят проектную линию, одним из следующих способов проложения проектной линии:

– *по обертывающей,* когда проектная линия по возможности наносится параллельно поверхности земли, отступая на пересечениях пониженных мест рельефа. Метод применяется в условиях равнинного и слабохолмистого рельефов местности, когда уклоны местности меньше предельно допустимых для данной категории дороги. Высота насыпи определяется в зависимости от уровня грунтовых и поверхностных вод, типа грунтов;

– *по секущей,* когда по возможности соблюдается баланс земляных работ в смежных насыпях и выемках. Метод применяется при холмистом и сильно пересеченном рельефах местности и благоприятных грунтово-геологических условиях. Таким методом в

основном проектируются дороги высоких категорий с большой интенсивностью движения.

 В курсовом проекте, возможно сочетать оба метода.

 По результатам расчетов заполняют соответствующие графы продольного профиля. Проектные отметки должны быть подсчитаны для всех точек продольного профиля: пикетов, плюсовых точек, нулевых точек, начала и конца уклонов, вертикальных кривых, точек начала и конца мостов.

5. Вычисляют и записывают на продольном профиле рабочие отметки насыпей и выемок. Если для некоторых точек .черные. отметки отсутствуют, их определяют интерполяцией и записывают в графу .Отметки земли по оси дороги. в круглых скобках. Вычисляют и записывают пикетажное положение, точки перехода насыпи в выемку (нулевых точек). Все отметки вычисляются записывают с точностью до 0,01 м.

6. Расстояния до нулевых точек для обоих вариантов определяем по схеме, изображенной на рисунке 3 и формулам:

 – рисунок 3 (схема а)



– рисунок 3 (схема б)



где *H1* и *H2* – рабочие отметки в начале и конце участка, м;

*L* – расстояние между рабочими отметками, м;

*R* – радиус вертикальной кривой, м;

*a* – превышение вершины вертикальной кривой над продолжением линии поверхности земли с постоянным уклоном;

*i*0 – уклон поверхности земли.

7. На продольный профиль основного варианта трассы, который выбран согласно технико-экономическому сравнению вариантов трасс, наносят водоотводные устройства (исходя из общих соображений) [2, п.п. 6.60].

 Над проектной линией показывают сбросы воды от земляного полотна.



 Каждый вариант трассы располагают на отдельном листе. Чертежи должны быть дополнены примечаниями, в которых указывают категорию дороги, район проектирования, величину руководящих отметок и другие необходимые данные.

 В пояснительной записке дают краткое описание вариантов дороги в продольном профиле, обоснование отдельных принятых решений, подсчет руководящих отметок, фиксированные отметки и др. Методика проектирования продольного профиля изложена в пособиях [8, 10, 11, 12].

 При заполнении графы .Тип местности по увлажнению. пользуются СНиП 2.05.02–85\* [2 , приложение 2]. Глубину водоотводных канав принимают не менее 0,6 м для насыпей и не менее толщины дорожной одежды увеличенной на 0,3 м в выемках и низких насыпях. Тип укрепления канав зависит от вида грунта и уклонов дна канав, который принимают согласно [8, таблица 8.3] их продольного уклона: при уклоне до 0,01 в песчаных грунтах и до 0,02 в глинистых – без укрепления; при уклоне до 0,03 – одерновка; от 0,03 до 0,06 – мощение; более 0,05– перепады и лотки. Продольный уклон канав не должен быть менее 0,005 (в исключительных случаях – 0,003) [2, п.п. 6.60].

 Желательно, чтобы отвод воды от боковых канав в сторону или в искусственное сооружение осуществлялся не реже, чем через 500 м. Не допускается пропуск воды по боковым канавам из насыпи в выемку. Тип укрепления канавы зависит от ее уклона и вида грунта, принимается по [2, таблица 8.3].

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ

 Поперечные профили земляного полотна проектируют на основе продольного профиля с учетом типовых проектов, грунтов, рельефа местности, возможности снежных заносов. Рекомендации по проектированию поперечных профилей даны в СНиП 2.05.02–5\* [2].

 По согласованию с руководителем разрабатывают 3– поперечных профиля, привязанных к характерным местам земляного полотна.

 При проектировании необходимо назначить поперечные уклоны проезжей части и обочин, крутизну откосов [2, таблица 7, п.п. 4.16, гл. 6], водоотводные сооружения [2, п.п. 6.60].

 Обоснование принятых решений приводят в пояснительной записке.

ПОДСЧЕТ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

 Объемы земляного полотна подсчитывают для каждого варианта с помощью таблиц для подсчета объемов земляного полотна автомобильных дорог [9].

 Подсчеты по таблицам ведут в ведомости, составленной по определенной форме (приложение В). При этом пикетное положение сечения и рабочие отметки записывают в одну строку. Остальные цифровые данные, относящиеся к участкам дороги, ограниченным соседними сечениями, записывают в промежуточных строках. Объемы подсчитывают по каждому участку дороги, ограниченному пикетами, плюсовыми и нулевыми точками. При этом должны быть введены некоторые поправки.

 Если ширина земляного полотна не соответствует типовой, то вводят поправку на ширину земляного полотна.



где *B1*, *B* – принятая и табличная ширина земляного полотна соответственно, м;

 *H1*, *H2*– смежные рабочие отметки, взятые с продольного профиля, м;

 *L* – расстояние между смежными рабочими отметками, м.

 Если разность смежных отметок более 0,5 м, то необходимо учитывать призматоидальную поправку к вычисленным объемам земляных работ согласно [9, таблица 17]. При поперечных уклонах более 10 % вводят поправку на косогорность. В этом случае можно определить объем также и по упрощенной формуле Винклера, подсчитав площади поперечных сечений аналитическим или графическим способом.

 Объемы земляных работ можно вычислить, как для призматоида с трапецеидальными основаниями по формулам



– для насыпей



– для выемок



где *Fср* – средняя площадь поперечного профиля, м2 ;

*H1*, *H2* – смежные рабочие отметки, взятые с продольного профиля, м;

*B* – ширина земляного полотна, м;

*B0* – ширина земляного полотна принятая с учетом ширины кюветов, м;

*L* – расстояние между смежными рабочими отметками, м;

*Kk* – площадь поперечного сечения кюветов, м;

*m* – крутизна откосов.

 Таблицы для подсчета объемов земляного полотна автомобильных дорог [9] составлены из расчета, что поверхность земляного полотка между бровками горизонтальна, поэтому вводят поправку на устройство проезжей части (корыта). Эта поправка одинакова как для насыпи, так и для выемки, но вводится с разными знаками.

 Наиболее точно и с малой трудоемкостью, подсчет объемов земляного полотна выполняют на ЭВМ. Для этого разработаны специальные программы, которые могут быть использованы в курсовом проектировании.

 Подсчитанный объем земляного полотна называется профильным. Пользуясь укрупненными расценками за I профильный объем, м3, можно с некоторым приближением определить стоимость земляных работ. Ведомости подсчета объемов земляного полотна прилагают к пояснительной записке. В ней отмечают особенности применяемого способа определения объемов и приводят окончательные результаты расчетов по вариантам:

– общий профильный объем земляного полотна, в том числе насыпей и выемок, м3;

– средний профильный объем земляного полотна, приходящийся на 1 км трассы, в том числе насыпей и выемок, м3.

 Полученные результаты сверяют с укрупненными показателями (приложение Г), что позволяет приблизительно оценить качество проектирования плана и продольного профиля автомобильной дороги.

РАСЧЕТ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОГИ

 В данном курсовом проекте стоимость строительства определяют ориентировочно по укрупненным показателям ГипродорНИИ, что вполне достаточно для сравнения вариантов трассы.

 Стоимость строительства дороги складывается из стоимости земляного полотна, дорожной одежды, искусственных сооружений (мостов, труб), стоимости прочих объектов и работ (освоение трассы, постоянная связь, съезды, обстановка дороги, временные сооружения и пр.).

 Стоимость земляного полотна подсчитывают, исходя из усредненной стоимости 1 м3 профильного объема для различных местных условий (приложение Д) и группы грунтов по трудности разработки (приложение Е). Стоимость дорожной одежды принимают по данным приложения Ж.

 Стоимость мостов может быть подсчитана на основе стоимости 1 м2 площади моста в плане (приложение З). Для определения этой площади следует умножить ширину моста, принятую ранее, на длину моста. Стоимости водопропускных труб в зависимости от их конструкций и отверстия даны в приложении И на один метр их длины. Длина трубы складывается из ширины земляного полотна дороги по верху и удвоенного произведения коэффициента крутизны откоса на высоту насыпи.

 Стоимость прочих объектов и работ следует принять в размере 40 % от стоимости земляного полотна, дорожной одежды и искусственных сооружений.

 Пример расчета стоимости строительства дороги дан в таблице 5. Расчеты выполняют для каждого варианта, при этом определяют полную стоимость и стоимость 1 км автомобильной дороги. Полученные в таблице 5 значения сравнивают со средней стоимостью строительства 1 км автомобильных дорог по приложению К и делают вывод об экономичности принятых проектных решений.



ВЫБОР ВАРИАНТА ТРАССЫ

 Метод вариантного проектирования является одним из основных в дорожном строительстве. В связи с этим возникает необходимость технико-экономического сравнения для обоснования лучшего варианта трассы.

 Варианты автомобильных дорог сравнивают по ряду технико-экономических показателей, которые подразделяются на экономические, эксплуатационные и строительные.

 Студенты IV курса к оценке экономических показателей (по приведенным затратам) еще не подготовлены, поэтому в курсовом проекте сравнение производится по последним двум видам показателей.

 Показатели, по которым производят сравнение вариантов, удобнее свести в одну общую таблицу. Пример сравнения вариантов показан в таблице 6.

 На основе критического анализа технико-экономических показателей выбирается наилучший вариант. В пояснительной записке должно быть сделано обоснование принимаемого варианта трассы автомобильной дороги.



РАЗРАБОТКА СПЕЦЧАСТИ

 Спецчасть проекта разрабатывают по заданию руководителя курсового проектирования. Это может быть расчет элементов переходной кривой, разбивочный чертеж круговой кривой, проектирование и расчет виража, выбор более экономичного положения проектной линии на сложном участке дороги, проектирование водоотводных устройств и др.

 В данных указаниях методика выполнения спецчасти не рассматривается. Для этого следует обратиться к соответствую-

щей литературе [1, 8, 10, 11, 12, 18, 19].

ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

 Пояснительная записка – документ, содержащий систематизированные данные о выполненной студентом проектной, научной или исследовательской работе. Пояснительная записка должна в краткой и четкой форме раскрывать особенности проекта, отражать методы исследования, принятые методы расчета и сами расчеты, технико-экономическое сравнение вариантов и сопровождаться иллюстрациями, диаграммами, схемами и т. п.

 Состав и содержание пояснительной записки могут быть различными. Но в большинстве случаев она включает следующие составные части (в общем виде):

– титульный лист;

– задание на курсовое проектирование;

– аннотация;

– содержание;

– введение;

– обоснование категории дороги и технических нормативов;

– трассирование автомобильной дороги на карте;

– проектирование продольных профилей;

– проектирование поперечных профилей и назначение конструкции дорожной одежды;

– подсчет объемов земляного полотна;

– расчет стоимости строительства дороги, выбор варианта трассы;

– разработка спецчасти;

– перечень использованной литературы;

– приложения.

 Пояснительная записка должна быть выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105–95\* [27].

 Пояснительная записка выполняется на одной стороне листов бумаги формата А4 (210E297 мм) с использованием текстового редактора Microsoft Word, в одну колонку, со следующими установками:

1) параметры страниц: поля – верхнее, нижнее и правое по 1,5 см, левое – 3,0 см; колонтитулы от края – 1,25 см; ориентация книжная (допустима альбомная ориентация для отдельных страниц).

2) шрифт Times New Roman, размер 14, междустрочный интервал полуторный, перенос слов в документе автоматический.

3) при вставке формул использовать редактор Microsoft Equation, при установках: элементы формулы, кроме символов, выполняются курсивом; для греческих букв и символов назначать шрифт Symbol, для остальных элементов шрифт Times New Roman. Размер базовых символов формулы (суммы, интегралы и проч.) – 16, строчных – 14 и всех остальных – 12 пт.

 Список литературы является обязательным (ненумерованным) разделом пояснительной записки, оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1–2003 [24], включается в содержание пояснительной записки.

 В состав графической части входят следующие чертежи:

– план вариантов трассы;

–основной (выбранный согласно технико-экономическим показателям) продольный профиль (вариант трассы №1);

–продольный профиль (вариант трассы №2);

–поперечные профили (4 варианта разных типовых поперечных профилей);

–конструкция дорожной одежды.

 План вариантов трассы выполняется на ватмане формата А2 (420E594 мм). На листе отображают следующие данные:

–планы вариантов трассы оформленных на топографической карте М 1:10000 тушью разного цвета (приклеивается на ватман формата А2);

– ведомости углов поворота, прямых и круговых кривых (приложение А);

– технико-экономические показатели сравниваемых вариантов трассы (таблица 6);

– розы ветров в летний и зимний периоды, нанесенные на топографическую карту.

 Каждому варианту присваивают название, которое записывают на карте тушью соответствующего цвета. Трассу наносят сплошной линией толщиной 1 мм. Прямые участки от кривых отделяют линиями толщиной 0,2 мм, проводимыми по направлениям радиусов. У линий записывают пикетажное положение начала и конца круговой кривой. У вершин углов поворота указывают порядковые номера углов и элементы кривой выписывают над кривой.

 Пикеты на трассе отмечают черточками длиной 1–1,5 мм.

 Номера каждого пятого пикета записывают по ходу трассы с правой стороны цифрой 5. На каждом десятом пикете наносят километровый знак и ставят порядковый номер километра. Над прямыми участками пишут румбы. На топографической карте изображают розы ветров в летний и зимний периоды.

 Продольные и поперечные профили выполняются в масштабе согласно ГОСТ Р 21.1701–97 [5] на миллиметровой бумаге стандартного формата или кратным стандартному формату листа согласно ГОСТ 2.301–8\* [25]. На профиле красным цветом наносятся все проектные решения, фактические данные –черным цветом.

 Также на отдельном листе вычерчивается один из поперечных профилей для отображения на нем принятой конструкции дорожной одежды (назначается по типовому проекту без расчета).

 Графическая часть должна быть выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ Р 21.1701–7 [5], ГОСТ Р 21.1207–7 [22], ГОСТ Р 21.302–6 [23] и других действующих нормативных документов. Чертежи должны быть выполнены в чернилах.

 На каждом листе графической части в правом нижнем углу должен быть установленной формы штамп (приложение М). По ходу работы соответствующие места в угловом штампе заполняются подписями студента и руководителя проекта и заведующего кафедрой.

 Все чертежи должны иметь необходимые надписи и размеры. Чертеж должен быть ясным, четким и равномерно заполненным. Курсовой проект должен иметь единый стиль оформления.

ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

 Защита курсового проекта, как правило, производится перед комиссией из преподавателей кафедры после предварительного просмотра курсового проекта преподавателем на соответствие действующим нормативным документам и технической грамотности выполнения. Проверяется знания и умение студента проектировать элементы автомобильной дороги, выполнять необходимые расчеты, техническую грамотность, умение оформлять чертежи и пояснительную записку, докладывать о выполненной работе и защищать основные положения проекта.















 Приложение Л

Пример оформления титульного листа

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

**«КАМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИНЖЕНЕРНО –**

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ**

**Кафедра «Технология строительного производства»**

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**к курсовому проекту**

**«ИЗЫСКАНИЯ И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ»**

 **Выполнил студент группы \_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

 **Проверил\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**г. Набережные Челны 2012г.**



СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федотов, Г. А. Проектирование автомобильных дорог [Текст] : справочная энциклопедия дорожника. Т. V / Г. А. Федотов [и др.]. – М. : Информавтодор, 2007. – 688 с.

2. СНиП 2.05.02–85\*. Автомобильные дороги [Текст] / Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.

3. ГОСТ Р 52399–2005. Геометрические элементы автомобильных дорог [Текст] / МАДИ. – М. : Стандартинформ, 2006. – 8 с.

4. ГОСТ Р 52398–2005. Классификация автомобильных дорог [Текст] / МАДИ. – М. : Стандартинформ, 2006. – 4 с.

5. ГОСТ Р 21.1701–97. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог [Текст] / Госстрой России. – М.:ГП ЦНС Госстроя России, 1997. – 29 с.

6. СНиП 23–01–99\*. Строительная климатология [Текст] /Госстрой России. – М. : ГУП ЦПП, 2003. – 136 с.

7. СНиП 2.05.03–84\*. Мосты и трубы [Текст] / Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 200 с.

8. Бабков, В. Ф. Проектирование автомобильных дорог [Текст] : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ф. Бабков, О. B. Андреев. – М. : Транспорт, 1987. – 367 с.

9. Митин, Н. А. Таблицы для подсчета объемов земляного полотна автомобильных дорог [Текст] / Н. А. Митин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1977. – 544 с.

10. Красильщиков, И. М. Проектирование автомобильных дорог [Текст] / И. М. Красильщиков, Л. В. Елизаров. – М. : Транспорт, 1986. – 215 с.

11. Автомобильные дороги [Текст] : примеры проектирования / под ред. Е. С. Порожнякова. – М. : Транспорт, 1983. – 303 с.

12. Ройзман, А. С. Пособие по проектированию автомобильных дорог [Текст] / А. С. Ройзман. – М. : Транспорт, 1974. – 272 с.

13. Митин, Н. А. Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах [Текст] / Н. А. Митин. – М. : Недра, 1978. – 469 с.

14. Антонов, Н. М. Проектирование и разбивка вертикальных кривых на автомобильных дорогах [Текст] : описание и таблицы / Н. М. Антонов [и др.]. – М. : Транспорт, 1968. – 200 с.

15. Семенов, В. Н. Унификация и стандартизация проектной документации в строительстве [Текст] / В. Н. Семенов. – Л.:Стройиздат, 1985. – 224 с.

16. Автомобильные дороги. Укрупненные показатели сметной стоимости строительства [Текст] / Минтрансстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 56 с.

17. Ганьшин, В. Н. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых [Текст] / В. Н. Ганьшин, Л. С. Хренов. – Киев: Будивельник, 1986. – 430 с.

18. Федотов, Г. А. Справочник инженера-дорожника. Проектирование автомобильных дорог [Текст] / д-р техн. наук Г. А.Федотов. – М. : Транспорт, 1989. –429 с.

19. Порожняков, В. С. Автомобильные дороги (примеры проектирования) [Текст] / В. С. Порожняков. –М. : Транспорт, 1983. –303 с.

20. Должнков А.И., Катасонов М.А. Основы проектирования автодорог. Методические указания к курсовому проекту/Кемерово, ГУ Куз. ГТУ – 41с.

20. Условные знаки для топографической карты масштаба 1:10000 [Текст] / ГУГК. –М. : Недра, 1977. –143 с.

21. СНиП 2.05.03–4. Мосты и трубы [Текст] / Госстрой СССР. –М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1985. –200 с.

22. ГОСТ Р 21.1207–7. Условные графические обозначения на чертежах автомобильных дорог [Текст] / Госстрой России. – М. : ГП ЦНС Госстроя России, 1997. –14 с.

23. ГОСТ Р 21.302–96. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям [Текст] /

Госстрой России. – М. : ГП ЦНС Госстроя России, 1997. – 20 с.

24. ГОСТ 7.1–2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [Текст] / Госстандарт России. – М. : Издательство стандартов, 2004. – 166 с.

25. ГОСТ 2.301–68\*. Форматы [Текст] / Госстандарт СССР. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2000. – 2 с.

26. ГОСТ 2.304–81. Шрифты чертежные [Текст] / Госстандарт СССР. – М. : Издательство стандартов, 1981. – 21 с.

27. ГОСТ 2.105–95. Общие требования к текстовым документам. [Текст] / Госстандарт РФ. – М. : Издательство стандартов, 2001. – 28 с.

28. Краткий автомобильный справочник [Текст] / М.: Транспорт, 1985. – 220 с.

**СОДЕРЖАНИЕ**

 Стр.

1. Общее положение………………………………………………… 3

1. Характеристика природных условий……………………………. 4
2. Обоснование категории дороги и технических нормативов…... 4
3. Трассирование по карте……………………………………………9
4. Проектирование продольного профиля………………………….15
5. Проектирование поперечных профилей…………………………20
6. Подсчет объемов земляного полотна…………………………….21
7. Расчет стоимости строительства дороги………………………...23
8. Выбор варианта трассы…………………………………………...24

10. Разработка спецчасти…………………………………………….26

11. Оформление курсового проекта…………………………………26

12. Защита курсового проекта……………………………………….29

13. Приложения………………………………………………………30

14. Список рекомендуемой литературы…………………………….39

Подписано в печать \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Формат 60х84/16 Бумага офсетная Печать ризографическая

Уч. –изд.л.2,6 Усл. – печ.л. 2,6 Тираж 50 экз.

Заказ \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Издательско-полиграфический центр

Камской государственной инженерно-экономической академии

423810, г. Набережные Челны, новый город, проспект Мира, 68/19

Тел./фркс (8552) 39-65-99 е-mail:ic@ineka.ru