

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

Строительный факультет

Кафедра строительных технологий, геотехники и экономики строительства

УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
строительных технологий, геотехники и
экономики строительства
«30» августа_ 2017 г.,
протокол №1
Заведующий кафедрой
Н.С.Соколов_
«30» августа 2017 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

« ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ »

Направление подготовки 08.03.01 – «Строительство»

Квалификация (степень) выпускника – «Бакалавр»

Направленность (профиль) Автомобильные дороги

Чебоксары - 2017

Методические материалы разработаны на основе рабочей программы дисциплины, предусмотренной образовательной программой высшего образования (ОП ВО) по направлению подготовки 08.03.01 – «Строительство».

СОСТАВИТЕЛИ:

Доцент кафедры строительных технологий,
геотехники и экономики строительства _____ Н.С. Соколов

СОГЛАСОВАНО:

Методическая комиссия строительного факультета «30» августа 2017 г., протокол №1.

Декан факультета _____ А.Н. Плотников

Общие указания по выполнению и оформлению курсового проекта.

Программой курса по дисциплине «Изыскания и проектирование автомобильных дорог» предусмотрено выполнение курсового проекта.

Проектирование автомобильных дорог, зданий, сооружений осуществляется:

в одну стадию – рабочий проект со сводным сметным расчётом стоимости и когда строительство будет осуществляться по типовым и проектам аналогам, а также для дорог в несложных условиях;

в две стадии – проект со сводным сметным расчетом стоимости и рабочая документация со сметами.

Стадийность разработки проектно-сметной документации устанавливается заказчиком (в основном) в задании на проектирование.

При учебном проектировании состав курсового проекта приближён к составу рабочего проекта, что является достаточным для решения задач и достижения целей курсового проектирования.

Проект автомобильной дороги в реальных условиях выполняется на основе материалов технических изысканий, а при учебном проектировании – на основе индивидуального задания.

Состав проекта установлен в соответствии с учебной программой курса. В проекте следует обосновывать целесообразность строительства дороги по выбранному направлению, определять точное положение трассы и дать конструктивные решения элементов дороги с обоснованием их размеров и объёмов работ.

Каждому студенту на выполнение курсового проекта выдаётся индивидуальное задание. В задании указываются исходные данные для проектирования (*приложение № 2*), состав расчётно-пояснительной записки и объём графической части проекта.

Перед выполнением работы студент должен изучить теоретическую часть курса, внимательно прочитать и уяснить основные требования, изложенные в данных методических указаниях.

Главная задача студента при выполнении проекта – самостоятельно принимать решения на основе конкретных заданных условий и расчётов.

При затруднениях и сомнениях в расчётах и принятии конкретных решений студент должен обратиться за консультацией к преподавателю. При правильных действиях студент получит от преподавателя указания, стимулирующие дальнейшее выполнение проекта, а при неправильных – необходимое разъяснение, ориентирующее студента на исправление ошибок, повторение расчётов и на дальнейшую работу.

Оформление материала проекта в соответствии с требованиями государственных стандартов СПДС.

Пояснительная записка

Пояснительная записка курсовой работы оформляется на стандартных листах писчей бумаги формата А-4 (297х 210 мм). Текст записки печатается на компьютере или можно писать вручную пастой чёрного цвета.

На каждой странице записки вычерчивается рамка с оставлением полей слева 20 мм, сверху и снизу по 5 мм. Титульный лист является первым листом пояснительной записки, оформляется по стандарту (*приложение № 1*). Переносы слов на титульном листе не допускаются. Высота прописных букв 3,5; 5,0; 7,0 мм; или 10,0мм, а строчных букв – соответственно 2,5; 3,5; 5,5; или 7,0 мм.

Каждая страница записки снабжается штампом установленной формы. На заглавных листах к каждой части проекта помещается и заполняется штамп 185 х 40 мм. (*приложение № 8*). На остальных страницах записки вычерчивается штамп 130 х 15 мм. (*приложение № 9*).

Главы и разделы проекта должны излагаться в чёткой и лаконичной форме, характеризовать и обосновывать основные проектные решения с учётом результатов вариантных проработок, а приводимые показатели и итоговые данные расчётов в основном в табличной форме. Главы, разделы, параграфы нумеруются. Формулы, таблицы и рисунки также нумеруются. На все формулы, таблицы и рисунки в тексте пояснительной записки должны быть ссылки, которые даются в скобках .

Буквенные обозначения и числовые коэффициенты расшифровываются непосредственно под формулой с указанием размерностей величин. Затем производится подстановка в формулу числовых значений и вычисляются итоги с указанием размерности. Повторяющиеся в формулах одни и те же буквенные обозначения достаточно расшифровать один раз.

Рисунки и схемы в записке можно выполнять в туши или карандаше на листах текстовой бумаги или на других листах (ватман, миллиметровка, калька).

Готовые материалы пояснительной записки подшиваются в последовательности, указанной в задании. Листы пояснительной записки нумеруются в следующем порядке:

1 – титульный лист (номер на титульном листе не ставится); 2 - содержание пояснительной записки; 3 – бланк задания; 4 – введение и далее до конца, включая список используемой литературы.

Номер листа пояснительной записки указывается в штампе, имеющемся на каждом листе.

Графическая часть проекта

Все листы графической части работы оформляются в туши или на компьютере с соблюдением требований СПДС (рамка, штампы, форматы, шрифты, толщина линий, размеры, условные обозначения и т. д..). Каждый лист снабжается рамкой слева 20мм (для подшивки), справа, сверху и снизу по 5 мм. В правом нижнем углу каждого листа помещается основной штамп курсового проекта 185 х 55 мм. (*приложение № 8*). Обозначения в штампах «КП– 01» - выражает шифр курсового проекта по дисциплине «Изыскания и проектирование автомобильных дорог».

Введение

Основное направление государственной транспортной политики - развитие современной, развитой и эффективной транспортной инфраструктуры, обеспечивающей ускорение движения потоков транспорта, пассажиров, товародвижения, снижение транспортных издержек в экономике.

Автомобильная дорога представляет собой комплексное инженерное сооружение, которое должно обеспечивать безопасность, бесперебойность, удобство движения транспортного потока и пешеходов.

Важность проектирования автомобильных дорог трудно переоценить. На стадии проектирования закладываются не только геометрические параметры инженерных сооружений и их начальная стоимость, но и весь жизненный цикл, включая межремонтные сроки, затраты на эксплуатацию и, главное, срок службы дороги.

Проектирование и строительство дорог давно уже не дорожная, а национальная проблема и решение ее может быть только одно: сеть дорог с твердым покрытием должна увеличиваться и улучшаться в соответствии с ростом насыщенности автотранспортном.

Роль проектных организаций в обеспечении долговечности и надежности сооружений бесспорно высока. Ошибки при проектировании предопределяют те проблемы, которые будут проявляться во время эксплуатации, вызывая неустранимые потери автомобильного транспорта, влияя на безопасность движения, экологию окружающей среды, и следовательно, определяя себестоимость объекта. Проектные работы призваны наилучшим образом определить судьбу всего сооружения, но в условиях России доля этих работ в стоимости строительства очень низка по сравнению со средствами, которые будут вложены в строительство и поддержание транспортно-эксплуатационных качеств дороги, а это как мина замедленного действия.

В связи с повышением требований к капитальности дорог за последние 10-15 лет стоимость дорожного строительства резко возросла. Чтобы добиться экономии затрат на дорожное строительство, необходимо изыскивать технически правильные и экономически более эффективные проектные решения, оправданные опытом строительства и эксплуатации дорог. Большое значение приобретает широкое использование, в строительстве дорог и мостов, типовых проектов, основанных на последних достижениях отечественной и зарубежной науки и техники.

При проектировании дорог следует устранять избыточные запасы прочности, рационально расходовать фондируемые и привозные материалы. Нужно широко использовать местные малопрочные материалы, в том числе грунты, располагая их в сооружениях в соответствии с действующими напряжениями от транспортных нагрузок и интенсивностью воздействия природно-климатических факторов района проектирования. Для повышения прочности и устойчивости грунтов, слабых местных каменных материалов и техногенных продуктов

промышленности необходимо шире использовать возможности их укрепления органическими и неорганическими вяжущими.

Сложные технические проблемы выдвигает перед проектировщиками и строителями автомобильных дорог и мостов особенности разнообразных климатических, почвенно-грунтовых и гидрогеологических особенностей различных районов России. От проектировщиков требуется творческий подход к поставленным задачам, отказ от шаблонных решений, использование выводов из ряда естественно-исторических наук, инженерной геологии, климатологии, материаловедения и механики грунтов, геодезии, гидравлики, гидрологии, строительной механики.

В последние годы на помощь в решении ряда проблем пришло современное оборудование, изощренные компьютерные технологии. С появлением высокопроизводительных электронных тахеометров, систем спутниковой навигации, лазерного сканирования местности, систем автоматизированного проектирования, основанных на применении цифровых моделей местности, дающих полную и, главное, сегодняшнюю информацию о рельефе и ситуации местности, позволяют ответить на поставленные вопросы при минимальных затратах.

С учетом усиления требований к надежности и долговечности конструкций сооружений, происходящих изменений в условиях отвода земельных участков, возрастающей дефицитности и постоянного удорожания дорожно-строительных материалов и грунта представляется, что и в дальнейшем, применение методов, позволяющих с относительно небольшими дополнительными затратами, осуществлять подробное широкополосное инженерно-геологическое исследование района проложения трассы дороги, будет расширяться.

Неоценимую помощь в проектировании транспортных сооружений оказывает и дорожная наука, достижения которой только повысит качество проектных решений. Нужна бесперебойная работа системы: фундаментальная наука - отраслевая наука - проектно - конструкторское звено- производство. Учитывая вышесказанное можно сделать вывод: в современных условиях развития транспортной инфраструктуры необходимо создание предприятий дорожной отрасли, которые выполняли бы работы на всех стадиях проектирования, начиная с обоснования инвестиций и заканчивая разработкой рабочей документации с выдачей качественного, всесторонне обоснованного и конкурентоспособного конечного продукта.

Глава 1. Общая характеристика района проектирования

Раздел 1.1. Характеристика района проектирования

1.1.1. Экономическая характеристика Самарской области

В 14 мая 1928 года была образована Самарская область, которая расположена на юго-востоке Европейской части России. Входит в Поволжский экономический район. Площадь 53,6 тыс. км². Население более 3311,5 тыс. человек. Центр - г. Самара. Другие крупные города - Тольятти, Сызрань, Новокуйбышевск. Городское население 80,6%. Проживают (%): русские 83,4, чуваша 3,6, татары 3,6, мордва 3,6, украинцы 2,5. Включает 27 административных районов, 11 городов, 24 поселка городского типа. Средняя плотность населения 61,8 человек на 1 км². Наиболее плотно заселены Волжский, Нефтегорский, Безенчукский, Красноярский, Кинель-Черкасский районы. На севере она граничит с Республикой Татарстан, на юге - с Саратовской областью, на востоке - с Оренбургской областью, на северо-западе - с Ульяновской областью (рис.1). Область протянулась с севера на юг на 335 км и с запада на восток на 315 км.

В области самый высокий в Поволжье уровень произведенной промышленной продукции на душу населения. Основными отраслями промышленности в Самарской области являются: машиностроение и металлообработка (производство легковых автомобилей, станков, самолетов, сельскохозяйственных машин, электротехнической продукции, подшипников, оборудование для нефтяной, химической, легкой, пищевой промышленности). Развиты нефтеперерабатывающая, нефтехимическая и химическая промышленность (производство синтетического спирта, фенола, ацетона), производство стройматериалов (цемента, асбоцементных труб, шифера); пищевая промышленность (мукомольная, мясная), легкая промышленность. Самарская область является монополистом в России по производству 12 видов промышленной продукции, в том числе легковых автомобилей, шарошечных долот, лодочных моторов, самолетов ТУ-154. Предприятие военно-промышленного комплекса, крупнейшие в России, на них производятся ракетно-космическая техника, авиационные газотурбинные двигатели, приводы газотурбинные двигатели, приводы газоперекачивающих агрегатов для магистральных газопроводов, силовые установки для электростанций, жидкостно-реактивные двигатели и многое другое. Месторождения нефти, природного газа, горючих сланцев, серы, гипса, известняков, битумных доломитов. Самарская область - один из наиболее интенсивно развивающихся регионов России с мощным экономическим и научно-техническим потенциалом, располагает крупнейшими в Поволжье запасами разнообразного минерально-строительного сырья.

1.1.2. Транспортная сеть

Транспортная сеть в Самарской области представлена автомобильным, водным и трубопроводным видами транспорта, которые взаимодействуют между собой. Ведущим видом транспорта является - автомобильный, выполняющий основную часть перевозок в промышленности, с/х, строительстве, торговле, а так же в перевозке пассажиров. Автотранспортная сеть Самарской области представлена дорогами общегосударственного, областного и местного значения II-IV технических категорий. Большинство автомобильных дорог местного значения построены по нормативам IV категории. Общая протяженность автомобильных дорог Самарской области приведена (табл. 1, рис.1).

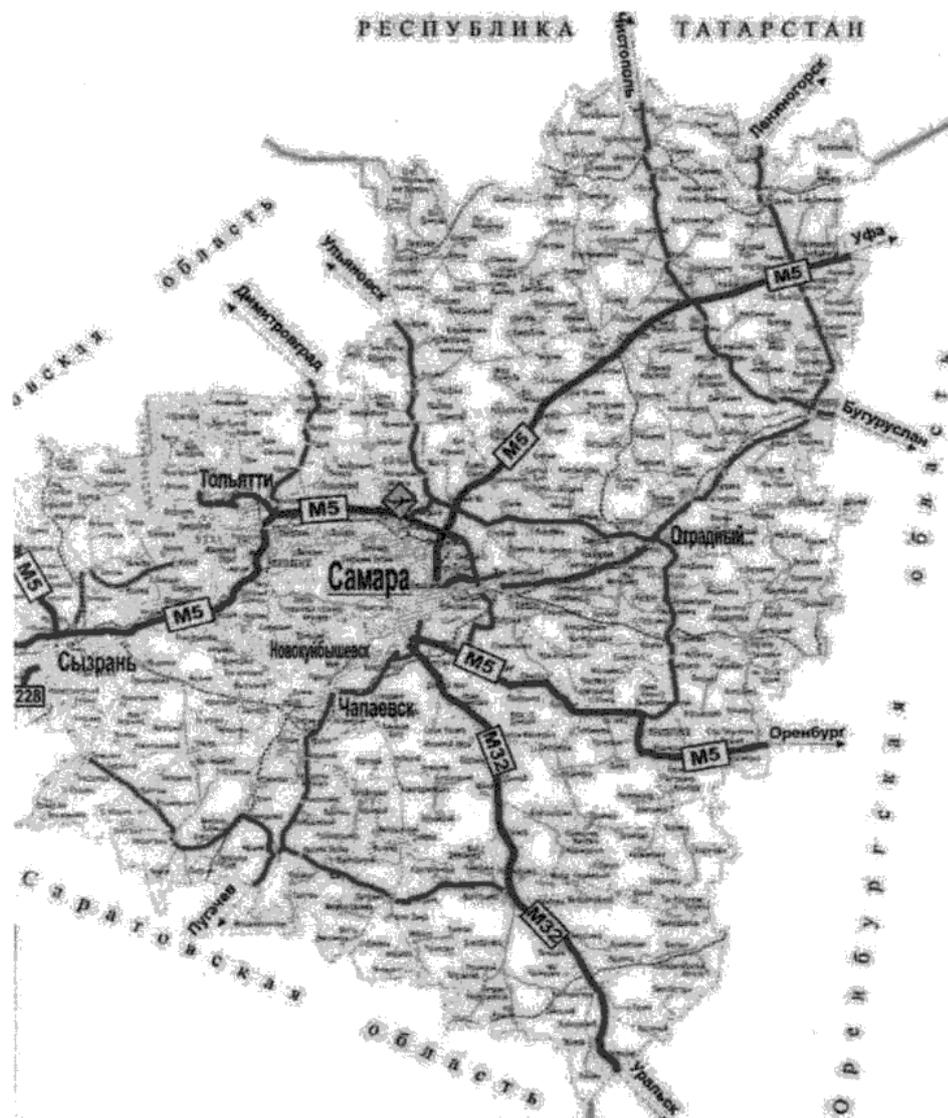


Рис. 1. Карта Самарской области

Общая протяженность автомобильных дорог Самарской области

Наименование территории, вид дорог	Общая протяженность автодорог, км	С твердым покрытием, км								Грунтовые, км	Общая площадь твердых типов покрытий, кв. м	Общая площадь усовершенствованных типов покрытия, кв. м
		Всего	с усовершенствованным покрытием				с покрытием переходного типа					
			Всего	цементобетонные	Асфальтобетонные	Из щебня и гравия, обработанные вяжущими	Всего	из щебня и гравия, не обработанные вяжущими	из грунтов местных, обработанные вяжущими			
Самарская Область	7681,3	7667,9	7564,9	0,0	7562,7	2,2	93,0	93,0	0,0	23,4	51606,7	51086,7
Федеральные	686,3	671,9	671,9	0,0	669,7	2,2	0,0	0,0	0,0	14,4	6759,7	6759,7
региональные	6995,0	6986,0	6893,0	0,0	6893,0	0,0	930	93,0	0,0	9,0	44847,0	44327,0

1.1.3. Гидрологическая характеристика

Гидрология Самарской области - это более полутора десятка крупных и средних рек, немалое количество озер и искусственных водоемов.

Основополагающее значение среди водных ресурсов области имеет река Волга, которая образует здесь Саратовское и Куйбышевское водохранилища. Наибольшая ширина последнего достигает 27 км. Водоохранилища снабжают основную часть населения Самарской области питьевой водой. Их запасы используются и для орошения сельхозугодий. Средние и малые реки: Самара, Сок, Кондурча, Кинель, Уса, Чапаевка, Большой Иргиз и другие чаще служат зонами отдыха, смягчают экономическую ситуацию в промышленном регионе. Помимо крупных рек и озер Самарской области богата минеральными источниками. Наиболее крупные из них составляют основу курорта Сергиевские минеральные воды.

Помимо Волги - главной водной артерии региона, наиболее значительными реками являются Самара, Сок, Кинель, Большой Иргиз, Кондурча. Расположена в среднем течении Волги, где она образует дугообразную излучину - Самарскую Луку. Делится на правобережную и левобережную части. Правобережье занято Приволжской возвышенностью, пересечённой оврагами и балками; в северной части.

1.1.4. Климат

Климат Самарской области умеренный, континентальный. Для него типично невысокое давление воздуха и активная циклоническая деятельность. Зима здесь холодная и продолжительная, лето жаркое с частыми засухами, с большими колебаниями температуры и неустойчивостью погоды. Осень и весна продолжительны и хорошо выражены. Снежный покров и ледостав на водоемах устанавливается во второй- третьей декаде ноября. Таяние снегов и вскрытие рек обычно происходит в первой декаде апреля. В год выпадает около 400 мм осадков (табл.3,4, рис.3) . Продолжительность безморозного периода 180 дней.

Преобладающее направление ветра в зимний период южное, в летнее - южное, восточное, северо-восточное (табл.2, рис.2.).

Таблица 2

Повторяемость ветра и скорость

Месяцы	Направление ветра и скорость							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	11	7	9	18	6	22	8	10
	4,4	4,4	4,8	5,4	5,7	4,7	4,2	3,7
Июль	22	13	9	4	6	11	11	22
	3,8	4	3,7	3,3	4,3	3,6	3,2	3,5

Таблица 3

Температура наружного воздуха. Средняя по месяцам, °С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-13,8	-13	-6,8	4,6	14	18,7	20,7	19	12,4	4,2	-4,1	-10,7

Таблица 4

Годовой ход осадков (мм)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
16	10	7	17	29	54	59	41	28	23	18	14

Таблица 5

Высота снежного покрова (мм)

Месяц	ноябрь			декабрь			Январь			Февраль			март			апрель		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Осадки,мм		1	3	7	15	19	22	25	26	29	30	29	27	27	21	14	6	

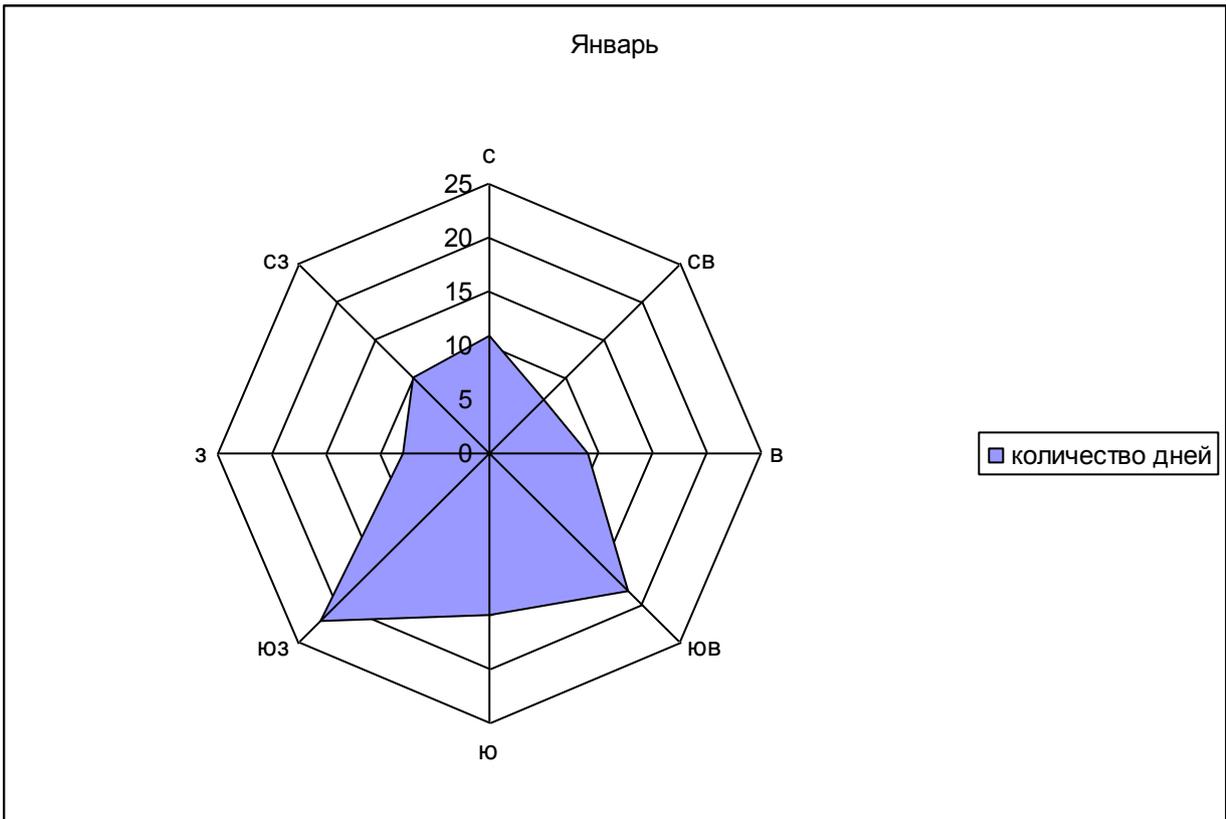
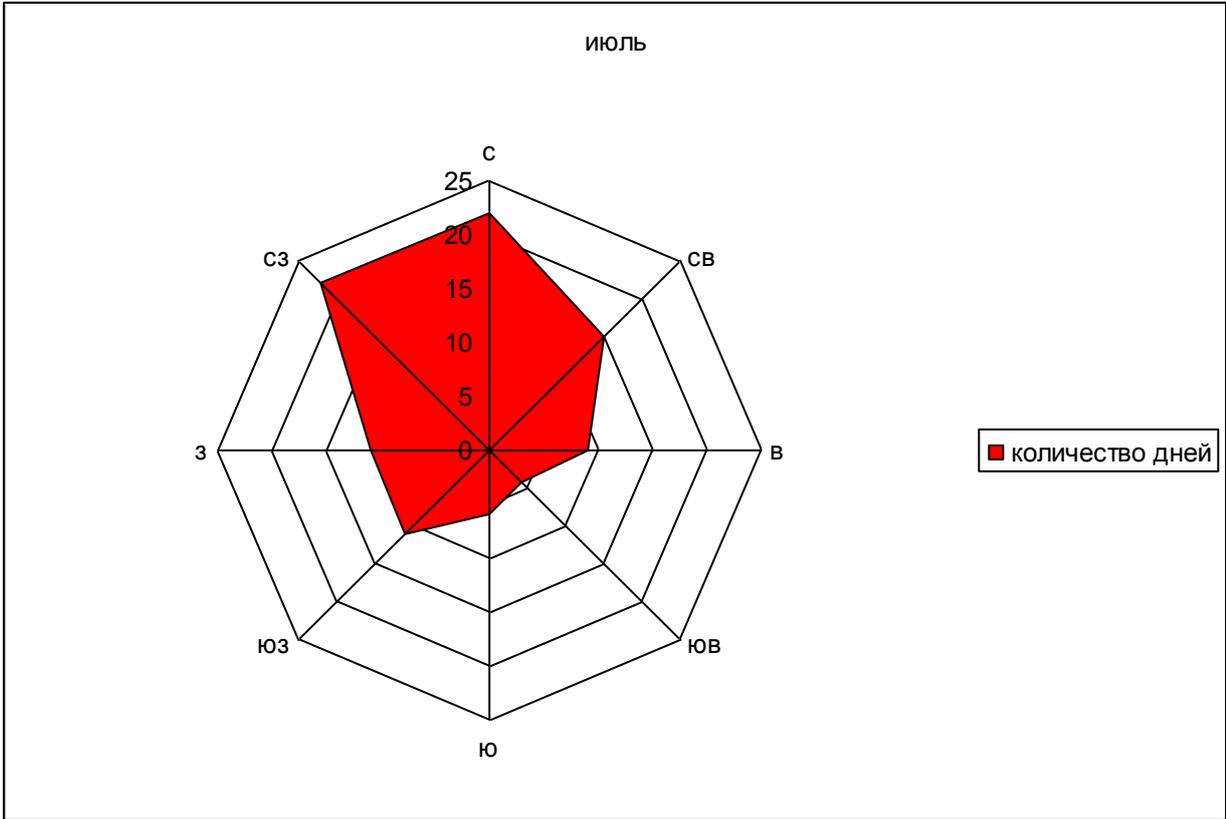


Рис. 2. Розы ветров

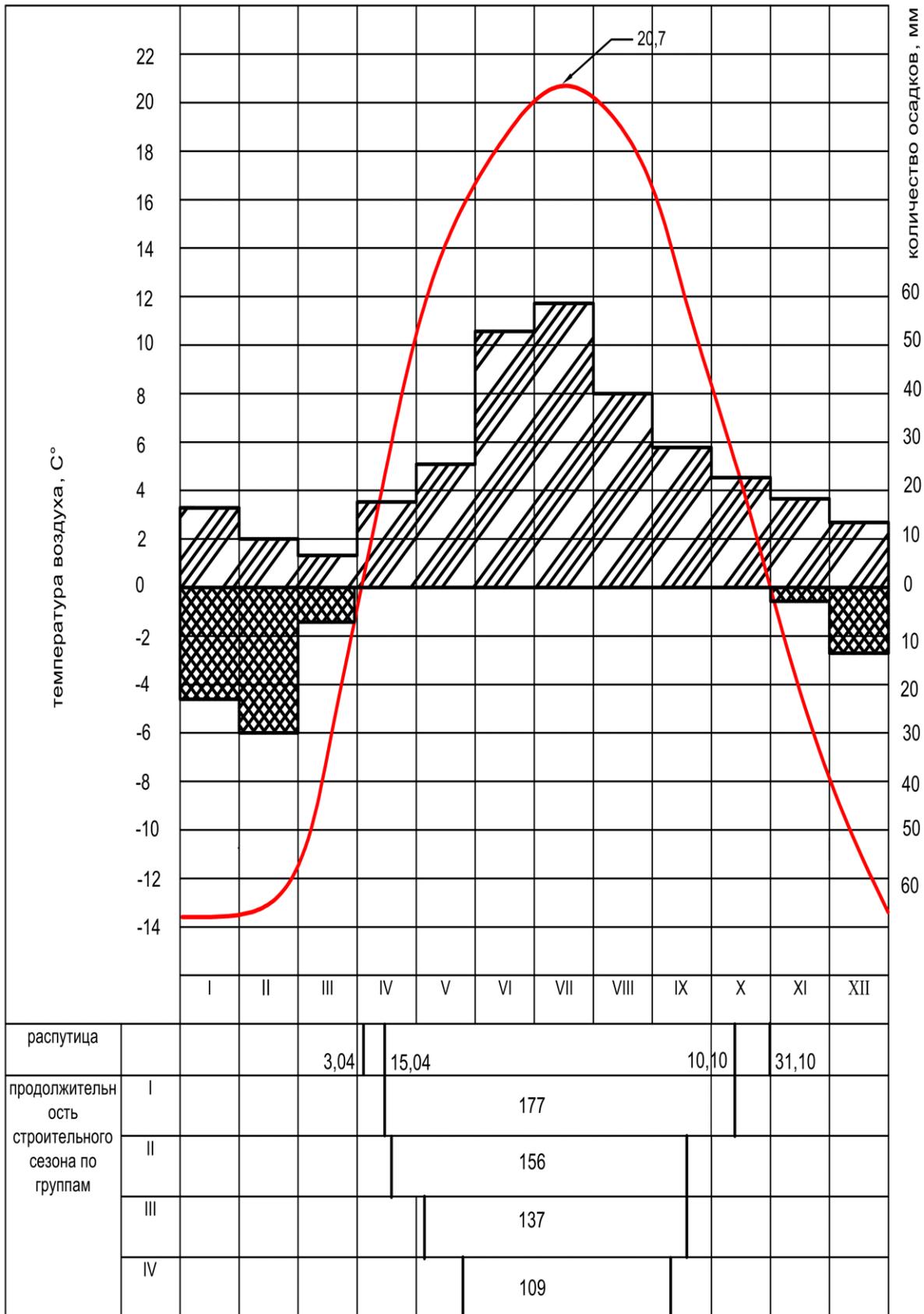


Рис. 3. Дорожно-климатический график

1.1.4. Рельеф

Крупнейшим горным массивом Самарской области и одновременно одним из

красивейших мест России являются Жигулевские горы, расположенные непосредственно в излучине Самарской Луки.

Рельеф Самарской области неоднороден. Река Волга, которая протекает через

область с севера на юг, делит ее на две неравные части. Большая часть - Заволжье - лежит в левобережье, меньшая находится в правобережье, называется Предволжье и включает в себя Приволжскую возвышенность с Самарской Лукой. Здесь рельеф пересечен оврагами и балками, а в северной части Самарской Луки поднимаются Жигулевские горы (высшая точка - 370,6 метра над уровнем моря). Напротив Жигулевских гор расположено Высокое Заволжье, куда входят Соколы горы, Сокские горы и Кинельские Яры. На северо-западе левобережья простирается Низкое Заволжье. Юг области - волнистая равнина. Чем дальше на восток, тем круче ее перепады, постепенно переходящие в предгорья Урала. Самарской Луки - горы Жигули (высота до 370 м). В левобережье на северо-западе расположено Низкое Заволжье, на северо-востоке - Высокое Заволжье (Сокские, Соколы, Кинельские Яры); на юге - пологоволнистая равнина (Средний Сырт, Каменный Сырт), переходящая на юго-восток в возвышенность (Общий Сырт).

1.1.5. Гидрологическая характеристика

Гидрология Самарской области - это более полутора десятка крупных и средних рек, немалое количество озер и искусственных водоемов. Основополагающее значение среди водных ресурсов области имеет река Волга, которая образует здесь Саратовское и Куйбышевское водохранилища. Наибольшая ширина последнего достигает 27 км. Водоохранилища снабжают основную часть населения Самарской области питьевой водой. Их запасы используются и для орошения сельхозугодий. Средние и малые реки: Самара, Сок, Кондурча, Кинель, Уса, Чапаевка, Большой Иргиз и другие чаще служат зонами отдыха, смягчают экономическую ситуацию в промышленном регионе. Помимо крупных рек и озер Самарской области богата минеральными источниками. Наиболее крупные из них составляют основу курорта Сергиевские минеральные воды.

Помимо Волги - главной водной артерии региона, наиболее значительными реками являются Самара, Сок, Кинель, Большой Иргиз, Кондурча. Расположена в среднем течении Волги, где она образует дугообразную излучину - Самарскую Луку. Делится на правобережную и левобережную части. Правобережье занято Приволжской возвышенностью, пересечённой оврагами и балками; в северной части.

1.1.6. Растительность и почвы

Самарская область расположена в лесостепной и степной зонах. Почвы преимущественно темно-серые и черноземные (выщелоченные, среднегумусные и тучные). Леса занимают 20 % территории. Остальная часть территории занята степной растительностью. В основном это дубравы, широколиственные леса и сосновые боры, произрастающие на песчаных почвах левого берега Волги и вдоль реки Самара. Наибольшая концентрация лесов сосредоточена на территории

Самарской Луки и в Жигулевских горах. В степных районах Самарской области произрастают типичные для этих мест степные растения, такие как ковыль, типчак, полынь, бобовник, чабрец, пырей и многие другие. На территории области встречаются около 2000 видов растений, среди которых есть реликтовые, дошедшие 50 тыс. их ледниковой эпохи, а также нигде больше не встречающиеся узколокальные эндемические виды.

Будучи лесостепным по характеру краем, Самарская область на севере покрыта хвойными и широколиственными лесами, а ее юг и восток занимают преимущественно степные районы.

1.1.7. Минерально – сырьевые ресурсы

Самарская область располагает значительными запасами и ресурсами углеводородного, минерально-строительного, отдельными видами горно-технического и горно-химического сырья. Широкое распространение на территории области получили месторождения минерально-строительного сырья: строительные и силикатные пески, строительный камень, песчано-гравийные материалы, кирпично-черепичное сырье, карбонатные породы для получения извести, гипс и ангидрит, мел, керамзитовое сырье, аглопоритовые глины, стекольное сырье, битумсодержащие породы, тугоплавкие глины, цементное сырье. Горно-техническое сырье в области представлено формовочными песками, бентонитами, циолитосодержащими породами (обнаружены в правобережной части области, в том числе в районе Балашейского месторождения опок). Горно-химическое сырье в области включает запасы фосфоритов, самородной серы, каменной соли (запасы Дергуновского месторождения), и битумы, горючие сланцы Кашпирского и Дергуновского месторождений (рис.4, табл.6), асфальтиты.

Таблица 6

Показатели грунтов используемых при строительстве

Показатели	Пески мелкозернистые	Пески среднезернистые	Глины мягкоплотные	Суглинки легкие
Плотность, т/м ³	1,5	1,6	1,68	1,55
Естественная влажность, W,%	20,0	20,0	26,2	27,3
Угол внутреннего трения Ф.°	27	32	17	19
Сцепление С, МПа	-	-	0,015	0,018
Коэффициент фильтрации, м/сут	П,1-4,8	8,6-10,0	-	-
Температура льдообразования, о	0,6	0,4	1,6	0,8
Коэффициент теплопроводности мерзлого грунта, Вт	2,76	3,16	2,79	2,20

Вывод: Проектируемый участок автомобильной дороги расположен в юго-западной части Самарской области. Целью строительства новой дороги является обеспечение интенсивных автомобильных, пассажирских и грузовых перевозок между населенными пунктами.

Строительство автомобильной дороги по указанному направлению будет способствовать развитию экономики области, в том числе ускорению разработки различных видов полезных ископаемых, которыми богата Самарская область.

Раздел 1.2. Категория автомобильной дороги и технические показатели проектируемой автомобильной дороги.

1.2.1. Интенсивность движения

Интенсивность движения - общее количество автомобилей, проходящих через поперечное сечение автомобильной дороги за единицу времени (сутки, час).

Согласно выданному заданию по формуле 1 определяем перспективную интенсивность движения:

$$N_n = N_{\text{сум}} \cdot x(1+g)^n, \quad (1)$$

где: N сущ – интенсивность движения на год проведения технических изысканий, (по заданию); g – прирост интенсивности (по заданию); n – перспективный период на который рассчитывается интенсивность движения (20 лет).

Категория проектируемой автомобильной дороги устанавливается в соответствии с расчётной интенсивностью движения на перспективу. Если в общем составе движения легковых автомобилей 30 % и более, категорию дороги устанавливают в соответствии с расчётной интенсивностью движения, приведённой к легковому автомобилю (с учётом коэффициентов приведения), если легковых автомобилей менее 30% в общем транспортном потоке, категории дороги устанавливают в соответствии с перспективной интенсивностью в транспортных единицах.

1.2.2. Определение категории автомобильной дороги, нормативных предельно допустимых параметров плана, продольного и поперечного профилей

После вычисления перспективной интенсивности движения определяем категорию проектируемой автомобильной дороги и технические показатели по СП 34. 13330.2012 (приложение № 3) и данные сводим в таблицу 8.

Таблица 8

Технические показатели проектируемой автомобильной дороги				
№ п/п	Наименование показателей		Единицы измерения	Численные значения показателей по СП 34. 13330.2012
1.	Расчетная среднесуточная движения	перспективная интенсивность	авт/сут	

2.	Категория дороги	-
3.	Расчетная скорость	км/ч
4.	Ширина полос движения	м
5.	Число полос движения	шт
6.	Ширина проезжей части	м
7.	Ширина обочины	м
8.	Ширина земляного полотна	м
9.	Ширина полосы отвода:	
	постоянной	м
	временной	м
10.	Рекомендуемый продольный уклон	‰
11.	Максимально допустимый продольный уклон	‰
12.	Радиусы кривых в плане рекомендуемый минимальный	м
13.	Радиусы вертикальных кривых ВЫПУКЛЫЕ рекомендуемые минимальные ВОГНУТЫЕ рекомендуемые минимальные	м
14.	Расстояния видимости: встречных автомобилей поверхности дороги	м
15.	Рекомендованный тип покрытия	

Глава 2. План и продольный профиль автомобильной дороги

Раздел 2.1. План трассы

2.1.1. Разработка вариантов трассы на топографической карте. Установление элементов закруглений и заполнение ведомости углов поворота, прямых и кривых.

Выбор положения трассы дороги является одним из ответственных этапов проектирования, так как оказывает значительное влияние на стоимость строительства и эксплуатации дороги, удобство и безопасность движения, степень влияния дороги на окружающую среду. При выборе положения трассы необходимо учитывать топографические; инженерно-геологические, климатические и социально-экономические условия местности.

Прямая, соединяющая начальный и конечный пункты трассы, называется воздушной линией. Трассу по возможности следует располагать ближе к воздушной линии, огибать крупные формы рельефа и пересекать мелкие, обходить населенные пункты, ценные, полезные земли, неблагоприятные по инженерно-геологическим условиям участки.

При невозможности обхода участков с неблагоприятными условиями их пересекают в наиболее узких и мелких местах, где не потребуются значительных затрат для обеспечения надежности работы дороги.

Большие водотоки, существующие автомобильные и железные дороги желательно пересекать под углом, близким к 90° .

В районах с частыми снежными или песчаными заносами необходимо учитывать направление господствующих ветров так, чтобы обеспечить незаносимость дороги.

При помощи линейки (шаблонов, лекал) наносят магистральный ход. Имеются два метода нанесения магистрального хода: традиционный (полигонное трассирование) и гибкой линейки (клотоидное трассирование) (рис. 5, 6,7,8).

При проектировании трассы автомобильной дороги решаются задачи:

1. Выбора направления вариантов трассы дороги по карте.
2. Учета принципов ландшафтного проектирования, клотоидного трассирования и.
3. Назначения радиусов кривых в плане.
4. Обеспечения безопасности движения на кривых в плане.
5. Составления ведомости углов поворота, прямых и кривых с расчетом закруглений.
6. Охрана окружающей среды.
7. Установление необходимой полосы отвода под автомобильную дорогу.

При проложении трассы дороги по карте в горизонталях необходимо помнить, что нормируемыми элементами трассы в плане являются наименьшие радиусы кривых, наименьшие параметры переходных кривых и длина прямолинейных участков. Перечисленные нормируемые элементы необходимо применять в увязке с ландшафтом местности и друг с другом.

Длину прямолинейных участков трассы назначают исходя из условия недопущения притупления внимания водителей и прогрессирующей их усталости при движении по длинным прямым, особенно в условиях монотонного ландшафта.

Поэтому прямые участки трассы рекомендуется ограничивать длиной 4—6 км. Следует избегать и очень коротких прямых вставок между кривыми. Водитель должен иметь возможность оценить закругление, принять решение о необходимости изменения режима движения и осуществить это изменение.

Поэтому очень короткие прямые вставки между кривыми устраивать не рекомендуется.

Между односторонними кривыми прямые вставки короче 300-450 м допускать не следует, так как короткие вставки в подобных случаях водитель воспринимает как неприятный для взгляда излом, нарушающий плавность дороги, и старается резко снизить скорость движения, хотя этого не требуется по условиям безопасности движения. Более благоприятные условия в подобных случаях можно создать за счет увеличения радиусов смежных кривых или увеличения длин переходных кривых, сопрягающихся в одной точке (без прямой вставки).

При этом необходимо, чтобы выполнялось неравенство $0,5R_1 < A < R_2$ где R_1 и R_2 — радиусы смежных односторонних кривых, м; A — параметр переходной кривой, м.

В случае смежных обратных кривых длина прямой вставки либо не должна быть меньше 200 м, либо ее следует заменить непосредственно сопряженными круговыми (с радиусом больше 3000 м) или переходными кривыми.

В последнем случае необходимо, чтобы переходные кривые имели одинаковый параметр A , а между радиусами сопряженных кривых соблюдалось отношение $R_1/R_2 \leq 3$.

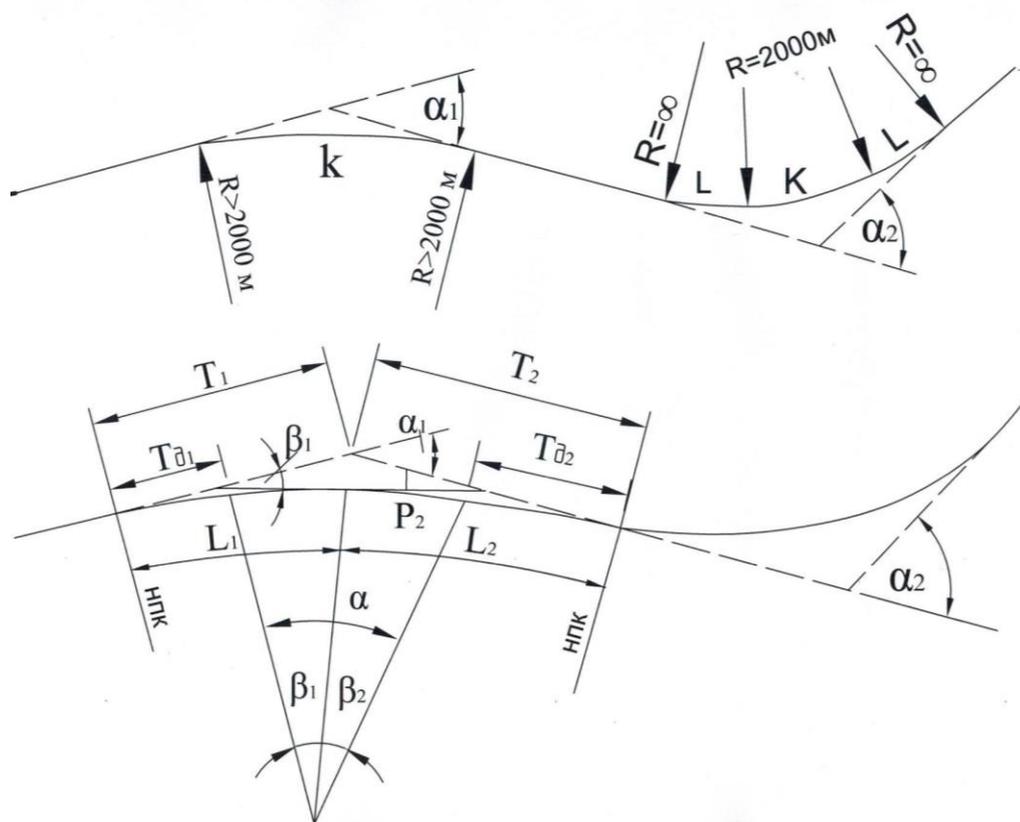


Рис. 5. Магистральный ход трассы:

- а) при полигональном методе трассирования;
- б) при клотоидном трассировании

2.1.2. Описание и обоснование вариантов трассы на карте

С учётом требований намечаем варианты трассы на топографической карте (рис.8).

В задании на проектирование указаны опорные пункты (контрольные: начальный- А и конечный - В), через которые прохождение трассы является обязательным. Масштаб топографической карты 1:10000, сечение горизонталей через 2,5м. Варианты трассируем в обход населенных пунктов с пересечением существующих автомобильных и железных дорог в разных уровнях, с вписыванием трассы в рельеф местности и с минимальным отклонением от воздушной линии.

Анализ положения воздушной линии показал, что на начальном участке она проходит в непосредственной близости к лого, периодический водоток в котором потребует устройства мощных укрепительных сооружений: пересечение под острым углом р. Светлая и усложнит проектирование и строительство моста, а на участке пересечения с железной дорогой потребуются закрытие существующего переезда, снос здания железнодорожных служб, удлинение путепровода в связи с косым пересечением воздушной линии с железной дорогой и выполнение большого объема земляных работ на подходах к пересечению с железной дорогой, так как последняя расположена в полке, врезанной в косогор с обрывистым откосом высотой 7 м. Проработка варианта воздушной линии показала его непригодность.

Высокие технические нормативы при предельном продольном уклоне 30% требуют рассмотрения вариантов с развитием линии трассы по склонам долины р. Светлая. При этом условия проложения вариантов трассы усложняются крутыми склонами долины. Наиболее сложным местом рассматриваемого участка является отрезок местности на пересечении железной дорогой р. Светлая с мостом и насыпями подходов высотой до 5 м.

В процессе детального анализа топографических условий местности в направлении руководящего румба воздушной линии наносим контрольные точки, через которые целесообразно проложить варианты трассы. В процессе наметки вариантов трассы учитываем уклоны местности и стремимся развить трассу на склонах долины с тем, чтобы уменьшить объемы земляных работ, но в то же время учитываем высокую категорию дороги, не допуская значительного отклонения от воздушной линии.

На следующем этапе трассирования уточняем положения вершин углов поворота и вписываем круговые кривые.

Рассмотрение нескольких вариантов трассы показало, что сильнопересеченный рельеф местности не допускает проложения с уклонами, близкими к расчетным (30‰), без устройства высоких насыпей и глубоких выемок на спуске, пересечении и выходе из долины р. Светлая. Таким образом, проектирование продольного профиля будем осуществлять методом «секущей».

Исходя из приведенных соображений, выбираем два варианта трассы - спуском в долину р. Светлая, пересечением с железной дорогой и подъемом по противоположному (правому) склону долины.

При проложении вариантов трассы по карте используем масштабную линейку и транспортир. Намеченные вершины углов поворота соединяем прямыми линиями, длину которых измеряем масштабной линейкой с точностью 0,2 мм. Углы поворота трассы и румбы линий измеряем транспортиром с точностью до 15'.

При проектировании плана трассы для намеченных вариантов определяют величины всех элементов, которые заносят в ведомость углов поворота прямых и кривых (табл. 10).

Чтобы заполнить графы ведомости, необходимо:

- определить пикетажное положение вершин углов поворотов (рис.8);
- рассчитать закругления, т.е. определить элементы круговых и переходных кривых и установить пикетажное положение главных точек закругления (рис.6,7);
- определить длину прямых участков и их направление;
- определить расстояния между вершинами углов.

Начало и конец трассы принимают за углы поворотов с величиной угла, равной нулю. Пикетажное положение вершины первого угла (ВУ №1) определяют, разбивая пикетаж от начала трассы ПК+0 до ВУ № 1.

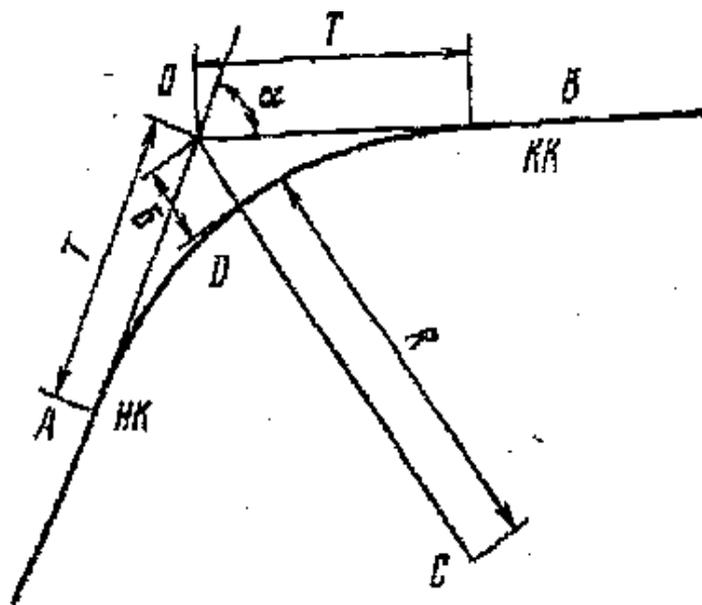


Рис. 6. Элементы круговой кривой

α^0 - угол поворота в градусах (измеряется транспортиром); R - радиус круговой кривой, вписанной в поворот трассы; K – длина круговой кривой; T – тангенс-расстояние от концов кривой до вершины угла поворота; B - биссектриса - расстояние от вершины угла поворота до середины кривой; D - домер - разница в длине трассы по прямым проходящим через вершину угла и по кривой, вводится при разбивочных работах. $D = 2T - K$; ВУ- вершина угла поворота трассы (точка O); НК – начало круговой кривой; КК- конец круговой кривой.

Расчет закругления с переходными кривыми и круговой вставкой (рис.7) выполняют в следующей последовательности:

-из таблицы элементов круговых кривых [7] для величины угла поворота α_1 , берут значения тангенса T_1 , длины кривой K_1 , биссектрисы B_1 . Определяют элементы переходной кривой: длину перед кривой L , $\alpha_{\min} = 2\beta$, t , p и возможность их вписания - угол поворота должен быть не менее α_{\min} , т. е. $\alpha > 2\beta$. Если $\alpha < 2\beta$, принимают новое значение радиуса определяется по формуле (2):

$$R_1 = R + p \quad (2)$$

и определяют соответствующие ему элементы круговой кривой по таблицам. Определяют величину центрального угла γ и соответствующее ему значение сокращенной круговой кривой K_0 (по таблице или по формулам (3,4):

$$\gamma = \alpha - 2\beta \quad (3)$$

$$K_0 = \pi R \gamma / 180^\circ = R \gamma / 57,3^\circ \quad (4)$$

Определяют элементы закругления и полную длину тангенса T_2 , полную длину закругления K_2 , полную длину биссектрисы B_2 , домер закругления D_2 по формуле (5-8):

$$T_2 = T_1 + t \quad (5)$$

$$K_2 = K_0 + 2L \quad (6)$$

$$B_2 = B_1 + p \quad (7)$$

$$D_2 = 2T_2 - K_2 \quad (8)$$

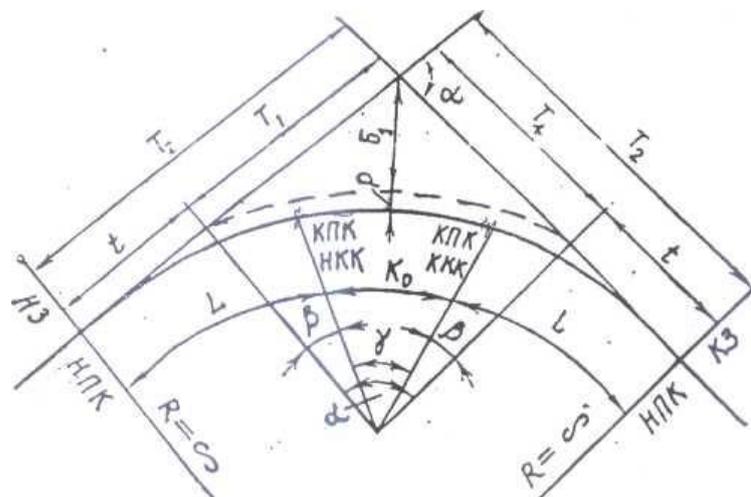


Рис.7. Схема закругления с переходными кривыми и круговой вставкой

L – длина переходной кривой; β – угол, образованный касательной в конце переходной кривой и линией тангенсов; K_0 -сокращенная круговая кривая; t - сдвигка начала кривой; p – сдвигка круговой кривой.

Устанавливают пикетажное положение главных точек закругления:

- начало закругления $HЗ == ВУ — T_2$,
- конец закругления $KЗ = HЗ + K_2$,
- начало круговой кривой $HКК = HЗ + L$,
- конец круговой кривой $ККК = KЗ - L$.

Направления прямых участков определяются их румбами. Название и величину румба определяют по значению азимутов линий трассы. Азимуты последующих линий трассы определяют по формуле (9):

$$S_i = KT - BY_i + D_i \quad (11)$$

Все полученные данные для намеченных вариантов трассы заносят в ведомость углов поворотов, прямых и кривых (табл.10). Для установления правильности расчетов необходимо выполнить проверки в конце таблицы.

Если расчеты выполняются с учётом переходной кривой, то ведомость углов поворота, прямых и кривых должна включать данные по элементам круговой и переходной кривой (формулы 2 – 11).

Таблица 10

Ведомость углов поворотов, прямых и кривых

№ п/п	ПК +	Углы поворота, град.		Элементы круговой кривой, м					Главные точки кривой		Расстояние между вершинами, м	Прям. вставка м	Ази м уг гр	Румб гр.	
		Прав	лево	Радиус R	танг. Т	крив. К	бис сик Б	Домер Д	НК начало кривой	КК конец кривой					S

- Проверка:**
1. Сумма прямых + сумма кривых = длина трассы.
 2. Сумма расстояний между вершинами углов поворота – сумма домеров = длина трассы.
 3. Сумма углов поворота левых - сумма углов поворота правых = Азимут конечный – Азимут начальный.

На местности наиболее характерные участки трассы закрепляются реперами, что отражено на схемах закрепления трассы и реперов (табл. 11,12). Репера показывают на топографической карте и продольном профиле.

Таблица 11

Ведомость закрепления трассы

№п/п	Положение закрепительного знака		Расстояние закрепительного знака от оси трассы		Эскиз, описание закрепительного Знака
	Км	ПК, +	Влево	Вправо	

Таблица 12

Ведомость реперов

№ п/п	Проек. Км	ПК, +	Номер репера	Отметка Репера	Расстояние репера от оси трассы		Род репера (марка, пень, вкоп. столб, цоколь здания)
					вправо	влево	
1	2	3	4	5	6	7	8

2.1.3. Сравнение вариантов трассы по эксплуатационно-техническим показателям

После описания и обоснования вариантов трассы необходимо, в результате сравнения, выбрать наиболее оптимальный вариант (табл. 13).

Отношение фактической длины трассы к длине между заданными пунктами по воздушной линии является коэффициентом удлинения трассы, который определяем по формуле (12):

$$K=L/L_{\text{в03}}. \quad (12)$$

где : L – длина варианта трассы, м; $L_{\text{в03}}$.- длина воздушной линии, м. Изменение направления трассы характеризуется углом поворота. Угол поворота - это угол между продолжением предыдущего направления трассы и её новым направлением (рис.8).

Таблица 13

Сравнение вариантов трассы автомобильной дороги

№ п/п	Наименование показателей	Величина показателей		Преимущества	
		1 вариант	2 вариант	1 вариант	2 вариант
1.	Длина трассы, м				
2.	Коэффициент удлинения				
3.	Количество углов поворота, шт				
4.	Средняя величина угла поворота, град.				
5.	Средний радиус поворота, м				
6.	Минимальный радиус поворота, м				
7.	Количество пересечений в одном уровне с другими дорогами, шт				
8.	Количество пересекаемых водотоков, шт				
9.	Максимальный				

- продольный уклон, ‰
10. Протяжение участков ,
проходящих по ценным
угодьям, м:
а). пашня
б). лес
 11. Протяжение участков
неблагоприятных для
устойчивости
земляного полотна, м
(заболоченные
участки, болота, овраги,
оползни и т.д.)
 12. Обеспечение
видимости в плане

Вывод: при сравнении вариантов трассы оптимальным является вариант, имеющий большинство преимуществ и который принимается в дальнейшем для детального проектирования (указывается № оптимального варианта).

Раздел 2.2. Продольный профиль

Проектирование продольного профиля автомобильной дороги включает в себя :

- установление и подготовку исходных данных для проектирования;
- нанесение на вычерченный профиль линии поверхности земли по оси дороги и проектной линии в соответствии с основными требованиями к ней;
- расчет элементов проектной линии с определением проектных и рабочих отметок, местоположения отметок точек перехода насыпей в выемку и наоборот, расчет вертикальных кривых;
- оформление продольного профиля.

Продольный профиль вычерчивается в масштабах:

горизонтальный 1: 5000

вертикальный 1: 500

для грунтов 1: 50

на миллиметровой бумаге (рулонной) высотой 297 мм. или 420 мм., а по длине в зависимости от длины трассы, но не более 5 км. на одном чертеже.

2.2.5. Продольный профиль поверхности земли

Продольный профиль вычерчивают по данным отметок земли по оси дороги, которые определяют по топографической карте, а при реальном проектировании — по данным нивелировочного журнала.

Чтобы построить линию поверхности земли продольного профиля, необходимо знать ее отметки на пикетах и плюсовых точках по трассе. Плюсовыми точками являются: точки изменения крутизны склонов, характеризующиеся резким изменением густоты горизонталей; крайние точки на возвышениях и понижениях рельефа местности, где изменяется продольный уклон, переломные точки на обрывах и в оврагах.

Отметки поверхности земли находятся следующим образом (например): на рисунке 9 дана точка с между горизонталями c высотами 72,0 и 73,0. Если провести через эту точку линию ab , нормальную к горизонталям (рис.9), то, измерив расстояние в принятом масштабе отрезки ac и ab , равные соответственно 13,0 м и 20,0 м, находим по формуле (13):

$$h_c/h_b = ac/ab, \quad (13)$$

превышение точки над горизонталью с меньшей отметкой по формуле (14):

$$h = ac/ab * h_b, \quad (14)$$

где h_b высота сечения рельефа, м.

Из рисунка 9 видно, что $h_b=1$ м. Тогда $h_c=0,65$ м, а искомая высота (отметка) точки (пикета) равна $H_c=72,0+0,65=72,65$ м.

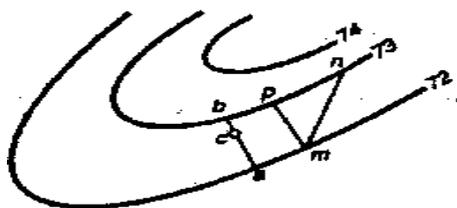


Рис. 9. Определение высоты точки по горизонталям

Если точка (пикет) расположена на горизонтали, то ее высота равна высоте этой горизонтали. Отметки дна пересекаемых оврагов и русел постоянных водотоков берем ориентировочно, в качестве ориентиров могут быть использованы отметки уреза воды и глубина водотоков. Вычисленные отметки поверхности земли вписывают в графу 12 продольного профиля, поверхность земли на чертеже изображают точками и соединяют линией.

2.2.1. Определение положения проектной линии продольного профиля

Определение положения проектной линии продольного профиля является одним из наиболее ответственных и сложных этапов проектирования дороги. Для участков дорог, проходящих по равнинному или слабо холмистому рельефу местности, проектная линия обычно параллельна поверхности земли. Такую проектную линию называют обертывающей. Для участков дорог, проходящих по холмистому и сильно пересеченному рельефу, проектная линия сечет холмы выемками, чередующимися с насыпями в пониженных местах. Такую проектную линию называют секущей.

Существуют два метода нанесения проектной линии продольного профиля по шаблонам (графоаналитический метод) и метод тангенсов.

В настоящее время в проектных организациях применяют автоматизированное проектирование продольного профиля на ЭВМ.

2.2.2. Основные требования к проектной линии продольного профиля

Для обеспечения удобства и безопасности движения по дороге при проектировании продольного профиля необходимо соблюдать следующие основные требования к проектной линии:

- всех случаях, когда по условиям местности возможно и экономически целесообразно, нужно принимать продольные уклоны не более 30‰ , расстояние видимости поверхности дороги не менее 450 м, радиусы выпуклых кривых не менее 70000 м, вогнутых - не менее 8000, длину выпуклых кривых не менее 300 м, вогнутых - не менее 100 м; допустимые нормы проектирования для трудных участков приведены (табл. 8);
- если линия поверхности земли имеет однообразный уклон менее допустимого, проектная линия наносится по обертывающей; если уклон поверхности земли больше допустимого, проектная линия наносится по секущей, причем необходимо стремиться, чтобы объем насыпей был равен объему выемок, для чего площадь выемки должна быть на 25-30 % меньше площади насыпи;
- при алгебраической разности уклонов смежных прямых менее 5‰ для дорог I-II категории, 10‰ для дорог III категории, 20‰ для дорог IV-V категорий в переломы проектной линии кривые можно не вписывать (рис. 10);
- не допускается в выемках устройство вогнутых кривых и горизонтальных участков; уклон проектной линии в выемках должен быть не менее 5‰ ;
- при пересечении железных дорог в одном уровне на уровне головки рельса необходимо предусмотреть горизонтальный участок продольного профиля на протяжении не менее 10 м от крайнего рельса, если проектная линия проходит в насыпи, и не менее 20 м — если в выемке; подходы к пересечению на расстоянии не менее 50 м должны иметь продольный уклон не более 30‰ ; если железная дорога пересекается на закруглении, уклон проектной линии должен быть равен уклону, соответствующему превышению наружного рельса над внутренним;

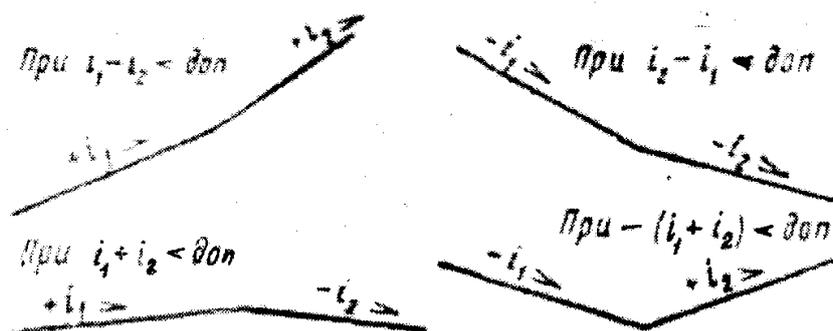


Рис. 10. Схемы прямых участков проектной линии с указанием уклонов и их алгебраической разности в пределах допустимых значений

- при пересечении автомобильных дорог в одном уровне продольный уклон на пересечении должен быть не более 40‰; целесообразно на пересечении предусматривать выгнутую кривую;
- на мостах, а также на путепроводах, проектная линия может быть в виде прямых участков с уклоном не более допустимого, или в виде кривых с радиусами не менее допустимых;
- плавность продольного профиля обеспечивается сочетанием вогнутых и выпуклых кривых больших радиусов без прямых вставок или клотоидных кривых; следует избегать коротких вогнутых участков и частых переломов проектной линии, создающих впечатление провалов или просадок; следует избегать резких переходов проектной линии от одних уклонов к другим, а также применять короткие прямые вставки между смежными кривыми большого протяжения;
- при проектировании проектной линии продольного профиля дороги необходимо учитывать значения рекомендуемой рабочей отметки и контрольных точек профиля.

2.2.3. Рекомендуемая рабочая отметка

Рекомендуемая рабочая отметка насыпи, которой следует придерживаться при проектировании продольного профиля дороги, устанавливается в соответствии с ограничениями СП 34.13330.2012 по наименьшему возвышению поверхности покрытия над уровнем грунтовых и поверхностных вод на мокрых и сырых участках трассы (табл. 14) и наименьшему возвышению бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова.

Таблица 14

Наименьшее возвышение поверхности покрытия

Грунт	Возвышение поверхности покрытия, м, для дорог, расположенных в пределах дорожно-климатических зон			
	II	III	IV	V
Песок мелкий, супесь легкая крупная, супесь лёгкая	1,1	0,9	0,75	0,5
	0,9	0,7	0,55	0,3
Песок пылеватый, супесь пылеватая	1,5	1,2	1,1	0,8
	1,2	1,0	0,8	0,5
Суглинок легкий, суглинок тяжелый, глины	2,2	1,8	1,5	1,1
	1,6	1,4	1,1	0,8
Супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый, суглинок тяжелый пылеватый	2,4	2,1	1,8	1,2
	1,8	1,5	1,3	0,8

П р и м е ч а н и е. В числителе — возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод, верховодки или длительно (более 30 сут) стоящих поверхностных вод, в знаменателе — то же, над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем кратковременно (менее 30 сут) стоящих поверхностных вод.

Установлены три типа местности по характеру увлажнения:

1-й тип — сухие места — поверхностный сток обеспечен (уклоны более 2 ‰), грунтовые воды залегают глубоко (ниже глубины промерзания на 1,5—2,0 м);

2-й тип — сырые места — поверхностный сток не обеспечен из-за малых уклонов, грунтовые воды залегают глубоко;

3-й тип — мокрые места — поверхностный сток не обеспечен и после дождей или снеготаяния вода стоит более 30 сут, или постоянно мокрые участки; грунтовые воды в осенне-зимний период залегают высоко.

Величина рекомендуемой рабочей отметки зависит от типа местности по характеру увлажнения, дорожно-климатической зоны, вида грунта земляного полотна, расчетного уровня снегового покрова (рис.10) и определяется по формулам (15 - 19):

$$h_p = h_{д.о.} - C * i_{об} \quad (15)$$

$$h_p = h_{зем} - C * i_{об} \quad (16)$$

где $h_{зем}$ — возвышение поверхности покрытия над поверхностью земли (по табл.14)

$$h_p = H_b + h_b - C_{io} \quad (17)$$

где H_b — глубина длительно стоящих вод; устанавливается по карте или по заданию; h_b - возвышение поверхности покрытия над $УВ$ (табл. 15)

$$(18)$$

$$h_p = h_{гр.в.} - H_{гр.в.} - C * i_{об.}$$

$h_{гр.в.}$ - возвышение поверхности покрытия над УГВ (по табл.14); $i_{об}$ — поперечный уклон обочины;

$H_{гр.в.}$ - глубина залегания грунтовых вод; устанавливается при изысканиях или по заданию.

$$h_p = H_{сн} + h_{бр} \quad (19)$$

$H_{сн}$ - толщина снегового покрова по СНиП 11-А.6-72; $h_{бр}$ - минимальное возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова; принимается для дорог I категории - 1,2 м; II категории — 0,7 м; III категории — 0,6 м; IV категории — 0,5 м; для дорог V категории — 0,4 м.

Участки трассы по типам местности устанавливаются по карте. Найденные рекомендуемые рабочие отметки на 1-3-м типах местности сопоставляют с рекомендуемой рабочей отметкой по условиям снегозаносимости и для проектирования принимается наибольшая.

В рассматриваемом примере плана трассы находим участки типов местности по характеру увлажнения:

1-й тип пк 0 + 00 — пк 6 + 70; пк 9 + 80 — пк 17 + 60; пк 18 + 90 — пк 36 + 20; пк 37 + 10 — пк 41 + 70;

$$h_p - h_{до} - C_{io} = 0,64 - 2,5 * 0,04 = 0,54 \text{ м};$$

3-й тип пк 6 + 70 — пк 9 + 80; пк 17 + 60 — пк 18 + 90;

$$h_p - H_b + h_b - C_{io} = 0,20 + 2,2 - 0,1 = 2,30 \text{ м.}$$

Рабочая отметка по условиям незаносимости дороги снегом

$$h_p = H_{сн} + h_{бр} = 0,30 + 0,60 = 0,90 \text{ м.}$$

Сравниваем рекомендуемые рабочие отметки и принимаем:

для участков 1-го типа $h_p = 0,90 \text{ м};$

для участков 3-го типа $h_p = 2,30 \text{ м.}$

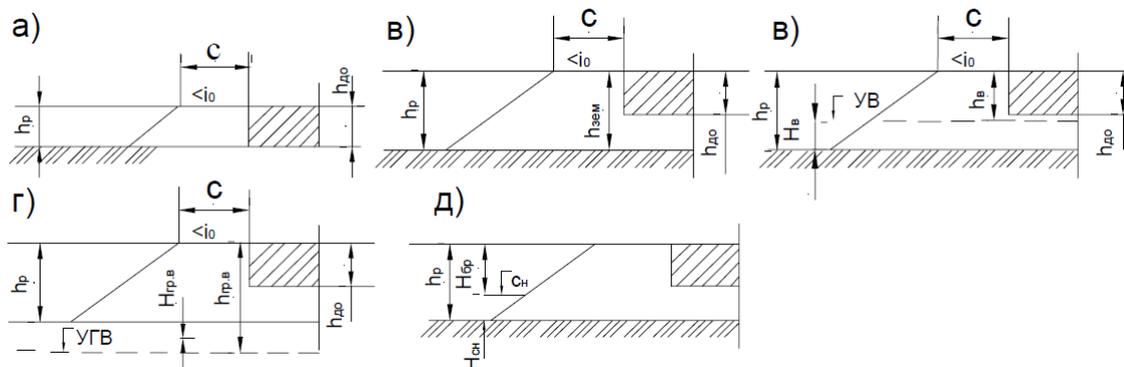


Рис. 11. Схемы для определения рекомендуемой рабочей отметки на участках:
 а) 1-го типа местности; б) 2-го типа местности; в) и г) – 3-го типа местности (а – на участках с длительно стоящими поверхностными водами; а – на участках с высоким стоянием грунтовых вод); д) – по условиям снегозаносимости; C – ширина обочины; i_0 – уклон обочины; $h_{до}$ – толщина дорожной одежды

2.2.4. Контрольные точки

К контрольным точкам проектной линии относятся: начальная и конечная точки трассы; минимальные отметки проезжей части больших мостов и путепроводов; минимальные отметки бровок земляного полотна у малых мостов и труб; отметки головки рельса или оси проезжей части на пересечениях в одном уровне с существующими железными и автомобильными дорогами.

Отметки фиксированных контрольных точек начала и конца трассы, а также на пересечениях, при реальном проектировании устанавливаются по нивелировочному журналу. При учебном проектировании отметки начала и конца трассы следует по возможности принимать в соответствии с рекомендуемой рабочей отметкой, а отметки на пересечениях — ориентировочно по карте с учетом рекомендуемой рабочей отметки на участке пересечения. Минимальные отметки у искусственных сооружений определяются при их проектировании.

2.2.6. Расчет и построение продольного профиля

1. На миллиметровой бумаге формата 420-841 мм (лист снизу и слева обрезаем по средней линии между толстыми линиями) проводим рамку чертежа (справа, сверху и снизу от края 5 мм, слева 20 мм).

2. На формате вычерчиваем сетку продольного профиля (рис. 12). При длине трассы по заданию 20 пикетов составит 40 см, пикет при масштабе 1 : 5000 – 2 см. (длина участка может быть другой, приложение №).

3. Разбиваем графу «Расстояния» вертикальными линиями на пикеты по 2 см и плюсовые точки между ними. Номера пикетов подписываем снизу. Между пикетами и плюсовыми точками пишем расстояния между ними в графе «Расстояние».

4. В графе «Пикет. Элементы плана. Километры» показываем километры, условным обозначением по середине графы проводим прямую линию (трасса по прямой).

5. По данным задания в графу «Отметки земли», подписываем против каждого пикета их отметки, высота цифр 3 мм.

6. Определяем условный горизонт (УГ), исходя из отметки самой низкой точки.

От отметки этой точки вычитаем 30 м, округлив полученное значение до целого числа, кратного 10 м (округление делаем в меньшую сторону), получим УГ.

Например: Отметка самой низкой точки – 164,70 м. Условный горизонт равен $164,70 - 30 = 134,70$ м, принимаем за УГ 135,00 м. Можно принять величину УГ и меньше, тогда сам чертеж профиля будет располагаться ещё выше относительно сетки.

7. Строим линию поверхности земли, для чего намечаем шкалу отметок по вертикальной линии (справа от штампа сетки). Верхняя линия сетки имеет отметку, равную УГ потом через каждые 2см отметки точек шкалы будут увеличиваться на 10 м с учетом вертикального масштаба 1:500- в 1см - 5м. Отметив на каждом пикете и плюсовой точке их отметки и соединив полученные точки отрезками линии, получим линию поверхности земли.

Развернутый план дороги		20	
Тип местности по ублажению		5	
Тип поперечного профиля		5	
Проектные данные	Левый кювет	Укрепление	5
		Уклоны, ‰	10
		Расстояние	10
	Отметка дна, м		15
	Правый кювет	Укрепление	5
		Уклоны, ‰	10
Расстояние		10	
Отметка дна, м		15	
Уклон и вертикальная кривая		10	
Отметка бровки земляного полотна, м		15	
Фактические данные	Отметка земли, м	15	
	Расстояние, м	10	
Пикет		5	
Прямая и кривая в плане		10	
Указатель километров		20	

Рис. 12. Сетка продольного профиля

8. Вычерчиваем грунтовой разрез (по заданию).

9. В соответствии с указаниями преподавателя проводим проектную линию по ломаной линии.

10. Переносим точки перелома проектной линии в графу «Уклон, ‰ - вертикальная кривая, м», разделяя эту графу вертикальными линиями на участки, соответствующие участкам проектной линии.

11. В этой графе проводим линии характеризующие уклон проектной линии (подъем, спуск, участки с нулевым уклоном).

12. Расчет ведем по участкам (где проектная линия имеет одинаковый уклон).

В графу 10 заносят прямые и кривые проектной линии. Прямые показывают участками спуска (с левого верхнего угла графы в нижний) или подъема (с нижнего угла графы в верхний) с указанием над прямой значения уклона в промиллях, под прямой — значение длины участка. Кривые показывают скобками вверх, если выпуклая кривая, вниз — если вогнутая, с указанием значений уклонов в точках НК и КК и расстояний от них до ближайших пикетов, радиуса и длины кривой. После заполнения графы 10 карандашные пометки уклонов и радиусов над проектной линией стирают.

В графу 11 записывают проектные отметки пикетов, плюсовых точек, НК, ВК и КК.

В графе 14 пикетаж полностью записывают только на километровых пикетах. У остальных пикетов записывают только последнюю цифру их значения.

На последнем чертежном листе продольного профиля в правом нижнем углу размещают основной штамп.

Рассмотрим пример расчета элементов продольного профиля (приложение № 4).

Расчет прямых участков проектной линии

При последовательном проектировании проектной линии отметка точки начала прямой известна из расчета предыдущего элемента проектной линии, а уклон линии установлен при ее нанесении.

От точки начала прямой определяют превышения между соседними пикетными и плюсовыми точками на прямой по формуле (20):

$$h = i * L \quad (20)$$

где i – уклон прямой, ‰;

L – расстояние между точками, м.

Проектные отметки точек на прямой определяют по формуле (21):

$$H_n = H_{n-1} \pm h_n = H_{n-1} \pm iL \quad (21)$$

Где: H_n , H_{n-1} – отметки (проектные) последующих и предыдущих точек или пикетов соответственно, м; i – уклон линии; L – расстояние между последующей и предыдущей точками или пикетами; + подъем проектной линии; - спуск проектной линии.

Например. Определить проектные отметки на прямом участке подъема проектной линии, имеющей уклон $i = 5\text{‰}$ и отметку в начальной точке $H_0 = 178,46$ м (рис. 13)

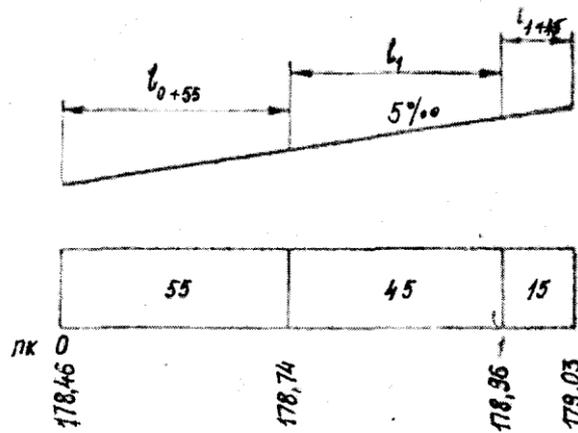


Рис.13. Схема к примеру расчета прямого участка проектной линии

Последовательность расчета:

1) устанавливают расстояния между точками на прямой:

$$L_{0+55} = 55 \text{ м}; L_{1+15} = 15 \text{ м}; L_1 = 45 \text{ м}$$

2) определяют превышения между точками:

$$h_{0+55} = i_{l_{0+55}} = 0.005 * 55 = 0.28 \text{ м};$$

$$h_1 = i_{l_1} = 0.005 * 45 = 0.22 \text{ м}$$

$$h_{1+15} = i_{l_{1+15}} = 0.005 * 15 = 0.07 \text{ м}$$

3) определяют проектные отметки точек; так как прямая находится на подъеме проектной линии, превышения между точками имеют знак плюс:

$$H_{0+55} = H_0 + h_{0+55} = 178,46 + 0,28 = 178,74 \text{ м}$$

$$H_{1+00} = H_{0+55} + h_1 = 178,74 + 0,22 = 178,96 \text{ м}$$

$$H_{1+15} = H_1 + h_{1+15} = 178,96 + 0,07 = 179,03 \text{ м}$$

Полученные проектные отметки записывают в графу 11 сетки профиля и определяют расчетное значение рабочих отметок, которые сравнивают с графическим значением рабочих отметок.

Определение местоположения точек перехода насыпи в выемку

Точками перехода насыпи в выемку, или наоборот, являются точки пересечения проектной линии с линией земли.

На прямых участках местоположение точек пересечения проектной линии и линии земли определяют тогда, когда известны рабочие отметки ближайших слева и справа пикетных или плюсовых точек (рис.14).

Расстояние от точки пересечения линий до ближайшей слева точки определяется по формуле (22):

$$x_{\text{лев}} = h_{\text{лев}} / (h_{\text{лев}} + h_{\text{пр}}) * L \quad (22)$$

где $h_{\text{лев}}$ и $h_{\text{пр}}$ — рабочие отметки ближайших слева и справа точек (пикетов), м;

L — расстояние между точками (пикетами), м.

Если ближайшими точками являются пикеты, то $L = 100$ м. Для определения пикетажного положения точки пересечения линий нужно прибавить значение $x_{\text{лев}}$ к значению пикетажного положения ближайшей точки слева.

Определение местоположения точки перехода насыпи в выемку на кривой рассмотрено в расчете кривых проектной линии.

Например. Определить местоположение точки перехода насыпи в выемку, расположенную между плюсовой точкой на пк 8 + 20 и пикетом пк 9 + 00 прямого участка проектной линии.

Рабочие отметки точек:

$$h_{8+20} = 1,32 \text{ м}; h_9 = 0,88 \text{ м}.$$

Расстояние от точки перехода до пк 8 + 20 определим по формуле (22)

$$x_{\text{лев}} = (1,32 / (1,32 + 0,88)) * 80 = 48 \text{ м}.$$

Точка перехода насыпи в выемку находится на пк 8 + 68.

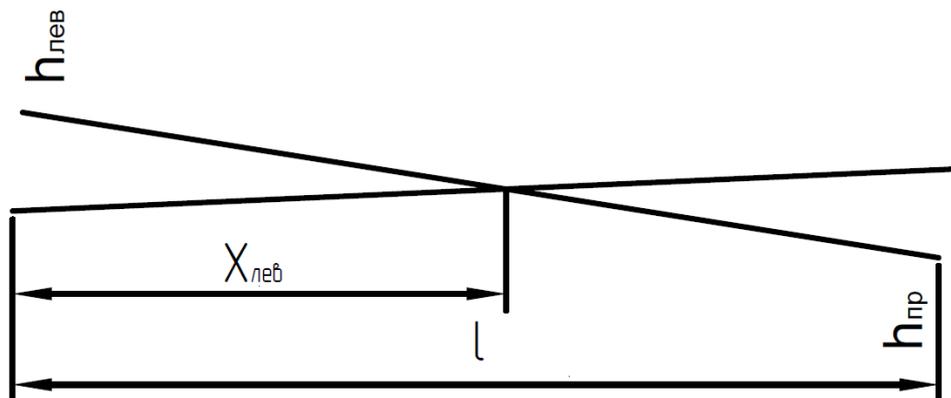


Рис.14. Схема определения месторасположения точки перехода насыпи в выемку

Расчет вертикальных кривых проектной линии

На чертеже продольного профиля при нанесении проектной линии для каждой кривой должны быть карандашом помечены: штрихи с уклонами в точках начала и конца вертикальной кривой НК и КК; штрихи с уклоном в точках пересечения проектной линии с линией земли; штрих положения вершины вертикальной кривой ВК, радиус кривой. При последовательном расчете проектной линии пикетажное положение и отметка точки НК известны из расчета предыдущего элемента проектной линии. Для расчёта элементов вертикальной кривой используем таблицы [7].

Последовательность расчета рассмотрим на примере (рис.15).

Например. Определить проектные отметки пикетов и плюсовых точек на выпуклой вертикальной кривой проектной линии радиусом $R = 10000$ м по данным рис. 14, если известно, что НК находится на пк 1 + 15 и имеет проектную отметку $H_{\text{НК}} = 179,03$ м.

Последовательность расчета:

1) по значениям радиуса и уклонов определяют координаты точек НК, КК и точек перехода выемки в насыпь и наоборот:

$$l_{\text{пк}} = 50 \text{ м}; h_{\text{нк}} = 0,13 \text{ м}; l_{\text{кк}} = 350 \text{ м}; h_{\text{кк}} = 6,12 \text{ м};$$

2) определяют пикетажное положение и отметку ВК:

$$\begin{array}{r} \text{НК пк } 1 + 15 \\ \pm l_{\text{пк}} \text{ } 0 + 50 \\ \hline \text{ВК пк } 1 + 65 \end{array}$$

$$H_{BK} = H_{НК} \pm h_{НК}$$

$$H_{BK} = 179,03 + 0,13 = 179,16$$

Знак зависит от расположения ВК относительно НК: справа (+), слева (—); знак (+) для выпуклых, знак (—) для вогнутых вертикальных кривых.

Для контроля сравнивают расчетные значения положения и отметки ВК с графическим положением;

3) определяют пикетажное положение и отметки точек КК и точек пересечения проектной линии с линией земли (точек перехода выемок в насыпь)

ВК пк 1+65

$$\pm \frac{l_{KK} = 3+50}{}$$

КК пк 5+15

$$H_{KK} = H_{BK} \pm h_{KK}; \quad H_{KK} = 179,16 - 6,12 = 173,04.$$

Знак превышения зависит от того, выпуклая (—) или вогнутая (+) кривая;

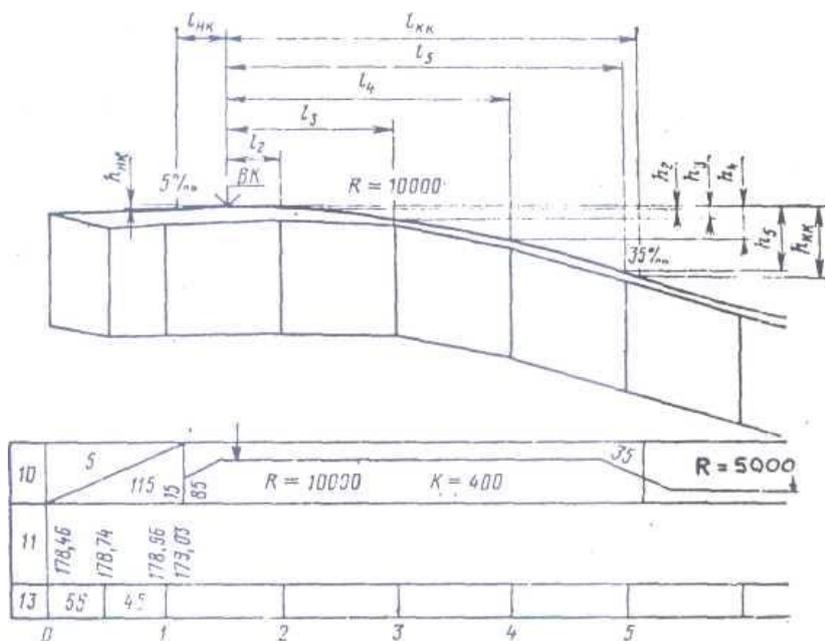


Рис. 15. Схема к примеру расчета вертикальной кривой

4) определяют расстояния от ВК промежуточных пикетных и плюсовых точек, расположенных между НК и КК:

$$\begin{array}{r} \text{пк } 2+00 \\ \text{ВК пк } 1+65 \\ \hline l_2 = 35 \text{ м} \end{array} \quad \begin{array}{r} \text{пк } 3+00 \\ \text{ВК пк } 1+65 \\ \hline l_3 = 135 \text{ м} \end{array} \quad \begin{array}{r} \text{пк } 4+00 \\ \text{ВК пк } 1+65 \\ \hline l_4 = 235 \text{ м} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{пк } 5+00 \\ \text{ВК пк } 1+65 \\ \hline l_5 = 335 \text{ м} \end{array}$$

5) по значениям расстояний от ВК и радиуса определяют для каждой промежуточной точки превышение относительно ВК

$$\begin{array}{l} h_2 = 0,06 \text{ м}; \quad h_3 = 0,91 \text{ м}; \\ h_4 = 2,76 \text{ м}; \quad h_5 = 5,61 \text{ м}; \end{array}$$

б) определяют отметки промежуточных точек:

$$H = H_{\text{вк}} \pm h.$$

В этой формуле знак (+) принимают, если кривая вогнутая и (—), если выпуклая;

$$H_2 = 179.16 - 0.06 = 179,10 \text{ м}; H_3 = 179.16 - 0.91 = 178.25 \text{ м};$$

$$H_4 = 179,16 - 2,76 = 176,40 \text{ м}; H_5 = 179,16 - 5.61 = 173,55 \text{ м};$$

7) определяют длину кривой:

$$\frac{\text{КК пк } 5+15}{\text{НК пк } 1 + 15} \\ K = 400 \text{ м}$$

По окончании расчета каждой кривой заполняют графы сетки 10 и 11 и определяют рабочие отметки всех пикетов и плюсовых точек. Для контроля сравнивают расчетные и графические значения рабочих отметок (расстояние между проектной линией и линией земли с учетом вертикального масштаба). При правильном выполнении графической части и расчета очевидной разницы не будет.

Расчет прямых и кривых последовательно от начала проектной линии удобно вести в табличной форме.

При наличии опыта расчета элементов проектной линии его можно вести и непоследовательно, производя основные расчеты на вычислительной машинке и записывая сразу расчетные данные в соответствующие графы продольного профиля.

Грунтовый разрез

Согласно выданному заданию на продольном профиле показывается грунтовый разрез с помощью шурфов и скважин в М 1:50. Шурф - выработка прямоугольного или квадратного сечения в плане, глубина шурфа до 2,0 м., расстояние между шурфами 500-700м. в зависимости от рельефа местности. Скважина- выработка круглого сечения в плане, глубина от 4,0 до 12,0 м. Скважина показывается в пониженных местах местности, где в дальнейшем планируется устройство труб и мостов. Шурфы обозначаются колонками шириной 6мм., скважины- 2мм. Грунт в шурфах показывается в соответствии с условными обозначениями (согласно задания). Уровень грунтовых вод показывается в скважинах. Концы выработок (шурфов и скважин) соединяются пунктирной линией, а известные границы грунтов – сплошными линиями.

Глава 3. Земляное полотно

3.1. Требования к земляному полотну

Для нормальной эксплуатации автомобильных дорог необходимо, чтобы ровность покрытия оставалась неизменной в течение всего периода эксплуатации дороги. Это может быть достигнуто только при прочном и устойчивом земляном полотне, не дающем просадок и не подверженном процессам пучинообразования. Под прочностью земляного полотна понимается его способность сохранять, не деформируясь при действии внешних сил и природных факторов, приданные ему при строительстве форму и размеры. Под устойчивостью понимается сохранение предусмотренного проектом положения в пространстве без смещений и просадок.

С целью снижения трудоёмкости и стоимости строительства для устройства земляного полотна используют местные грунты различного состава и принимают мер для защиты от увлажнения. Для этих целей устраивают водоотводные сооружения, обеспечивающие возможно более быстрый и полный отвод воды от дороги. Для получения нужной плотности грунты уплотняют.

3.2. Поперечные профили земляного полотна.

В зависимости от величины рабочих отметок, рельефа местности, вида грунта, категории автомобильной дороги определяют типовые поперечные профили земляного полотна автомобильной дороги по типовому проекту серии 503-0-48.87 «Земляное полотно автомобильных дорог общего пользования» (приложение № 5,6,7). Принятые поперечные профили должны обеспечивать безопасность движения транспортных средств и требуемую прочность и устойчивость дороги в течение заданного срока службы не нарушая ландшафт местности.

В проекте прилагаются принятые поперечные профили земляного полотна на формате А2 (приложение № 5,6,7).

3.3. Подсчет объемов земляных работ

Исходные данные:

1. Продольный профиль (приложение № 4).
2. Категория автодороги (табл. 8).
3. Типовые поперечные профили земляного полотна (приложение № 5,6,7)

Решение

Объемы земляных работ определяются с помощью специальных таблиц, компьютерных программ, по графикам, номограммам, по формулам (23, 24).

Земляное полотно должно быть построено сразу на полный проектный профиль до уровня основания дорожной одежды или морозозащитного слоя и в насыпной части должно формироваться как единый грунтовый массив.

Земляное полотно по форме своего объема соответствует геометрическому телу – призматоиду с трапецеидальным основанием.

Объем земляного полотна определяют участками между смежными поперечниками, рабочие отметки для которых определены на продольном профиле (приложение № 4).

В учебном процессе студенты, при подсчете объемов земляных работ, пользуются формулами и таблицами.

1. *Определение объемов земляных работ по формулам (23,24):*

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} L - \frac{m(H_1 - H_2)^2}{6} L, \quad (23)$$

или

$$V = F_{\text{ср}} L + \frac{m(H_1 - H_2)^2}{12} L, \quad (24)$$

где F_1 и F_2 – площади сечения смежных поперечных профилей земляного полотна;

L – расстояние между поперечниками; m – коэффициент заложения откоса земляного полотна; H_1 и H_2 – рабочие отметки смежных поперечников; $F_{\text{ср}}$ – средняя площадь поперечного сечения земляного полотна, соответствующая средней рабочей отметке, определяемая по формуле (25):

$$H_{\text{ср}} = \frac{H_1 + H_2}{2} \quad (25)$$

В формулах (23,24) выражения

$$\frac{m(H_1 - H_2)^2}{6} \quad (26)$$

или

$$\frac{m(H_1 - H_2)^2}{12} \quad (27)$$

являются поправками на разность рабочих отметок. Значения их малы. При $H_1 - H_2 \leq 1$ их не учитывают и объем земляных работ определяют по упрощенным формулам (28,29):

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} L \quad (28)$$

$$V = F_{\text{ср}} L \quad (29)$$

2. *Определение объемов земляных работ по таблицам*

Для облегчения и ускорения подсчета объемов земляных работ по формулам составлены таблицы, которые используют при поперечном уклоне местности менее 100%. Для определения объема земляных работ по таблицам необходимо знать: $H_1 + H_2$ – сумму рабочих отметок смежных поперечников; B – ширину земляного полотна проектируемой дороги; m и n – коэффициенты

заложения откосов земляного полотна; L – расстояние между поперечниками; h_k – глубину кювета выемки .

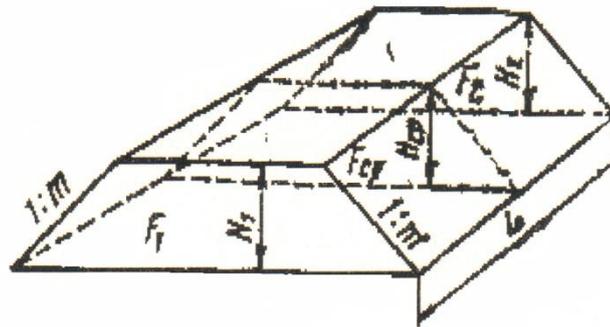


Рис. 16. Схема для определения объема земляного полотна

Найденные по таблицам или формулам объемы насыпей и выемок составляют профильный объем земляных работ.

К профильным объемам земляных работ необходимо вводить поправки на разность смежных рабочих отметок и на устройство проезжей части.

Поправка на разность рабочих отметок, учитываемая при $H_1 - H_2 > 1,0$ м., определяется по таблицам Н.А. Митина «Определение объемов земляных работ» или по формулам (21,22) и прибавляется к объёму насыпей и выемок.

Поправка на устройство проезжей части учитывает строительство дорожной одежды, краевых полос, укрепление обочин (рис.17), определяется по формуле (30):

$$\Delta V = [S_1 - (S_2 + S_3 + S_4)]L, \quad (30)$$

где S_1 – площадь сточной призмы (выпуклости, создаваемой за счет земляного полотна) проезжей части (рис.13,а) и определяется по формуле (31):

$$S_1 = C^2 i_0 + (C i_0 + \frac{b i_{п}}{2}); \quad (31)$$

S_2 – площадь сечения дорожной одежды на ширине проезжей части, определяется по формуле (32):

$$S_2 = b h_{д.о}; \quad (32)$$

S_3 – площадь сечения краевых полос, определяется по формуле (33)

$$S_3 = 2C' h_{кп}; \quad (33)$$

S_4 – площадь сечения укрепления обочин, определяется по формуле (34)

$$S_4 = 2C''' h_y; \quad (34)$$

c, c', c''', b - соответственно ширина обочины, краевой полосы, обочины за краевой полосой, проезжей части; $i_0, i_{п}$ – уклоны обочины и проезжей части; $h_{д.о}, h_{кп}, h_y$ – толщина дорожной одежды, краевой полосы, укрепления обочины за краевой полосой (рис. 17).

Если $S_1 > (S_2 + S_3 + S_4)$, поправка на устройство проезжей части прибавляется к объёму насыпей и вычитается из объёма выемок, если $S_1 < (S_2 + S_3 + S_4)$ – вычитается из объёма насыпей и прибавляется к объёму выемок.

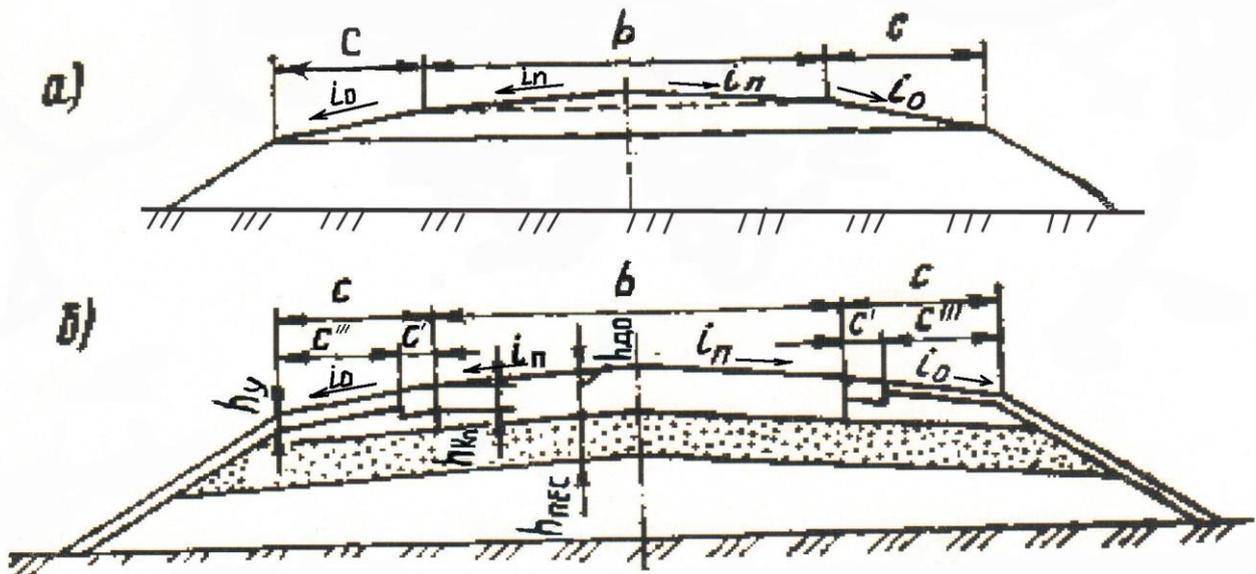


Рис. 17. Схемы для определения поправок на устройство проезжей части:

- а) сточной призмы;
 б) сечения дорожной одежды и укрепления обочин.

Если в конструкции дорожной одежды предусмотрен дополнительный песчаный слой основания или слой из грунта повышенной плотности, их объем учитывают в профильном объеме земляного полотна. В этом случае при определении площади сечения дорожной одежды S_2 толщину ее принимают без толщины этих слоев.

Если укрепление обочины за краевой полосой (c''') предусматривается растительным грунтом с засевом травой, поправку S_4 не учитывают.

В объеме земляных работ, кроме профильного объема, необходимо учитывать дополнительные объемы по снятию растительного слоя, торфа или пучинистого грунта с заменой обычным грунтом, а также объем переуплотнения грунта в насыпи относительно естественного залегания его в резервах.

При подсчете объемов разрывы земляного полотна, образованные мостами длиной менее 4 м, и отверстия в земляном полотне, образованные трубами, не учитывают, считая их как бы заполненными землей. Разрывы, образованные мостами длиной более 4 м, из объема земляных работ исключаются, для этого необходимо определить методом интерполяции рабочие отметки в точках начала и конца моста (НМ и КМ).

Данные подсчета объемов земляных работ при проектировании земляного полотна сводят в ведомости поикетного объёмов земляных работ (табл. 16).

Рассмотрим пример по определению объема земляных работ.

Пример . Определить объем земляных работ для участка насыпи с ПК0 до ПК0+55. $H_{ПК0}=0,34$ м; $H_{ПК0+55}=1,41$ м; $L=55$ м; $B=12$ м; $h_c=0,10$ м.

Так как проектируемая дорога III категории, а высота насыпи меньше 2 м, коэффициент заложения откоса принимаем - $m=4$.

По таблицам для подсчета объемов земляного полотна для значений $\sum H=1,75$ м; $B=12$ м; $L=50$ м+5 м определяем профильный объем насыпи:

$$V_{пр} = 678 + 68 = 746 \text{ м}^3.$$

Объем срезки растительного грунта под насыпью на 1 м длины участка ПК0 – ПК7:

$$V_{c.n1} = [B + 2m(H_{cp} + h_c)]h_{cl} = [12 + 2 \cdot 4(0,98 + 0,10)]0,1 \cdot 1 = 2,06 \text{ м}^3.$$

На участке насыпи $L=55$ м

$$V_{c.n} = V_{c.n1}L = 2,06 \cdot 55 = 113 \text{ м}^3.$$

Объем срезки растительного грунта на двустороннем резерве на длине резерва 1 м

$$V_{cp1} = 2(l_1 + m_1h_{cp} + nh_{cp})h_{cl} = 2l_2h_{cl};$$

$$V_{cp1} = 2 \cdot 12,39 \cdot 0,1 \cdot 1 = 2,48 \text{ м}^3,$$

где l_2 и h_c – ширина резерва поверху и его средняя глубина установлены в примере определения размеров резервов.

На участке насыпи $L=55$ м:

$$V_{cp} = V_{cp1}L = 2,48 \cdot 55 = 136 \text{ м}^3.$$

Поправка на разность рабочих отметок для $m=4$ определяется по формуле (или по таблицам):

$$\Delta V = \frac{m(H_{0+55} - H_0)^2}{12} L = \frac{4(1,41 - 0,34)^2}{12} 55 = 21 \text{ м}^3$$

Поправка на устройство проезжей части на длине 1 м насыпи определяется по формуле (33):

$$\Delta V_1 = [S_1 - (S_2 + S_3 + S_4)] \cdot l. \quad \text{м}^3 \quad (33)$$

Площадь сточной призмы, определяется по формуле (34):

$$S_1 = C^2 \cdot i_0 + b \left(Ci_0 + \frac{bi_{\pi}}{2} \right) = 2,5^2 \cdot 0,040 + 7 \left(2,5 \cdot 0,040 + \frac{7 \cdot 0,020}{2} \right) = 1,44 \text{ м}^2 \quad (34)$$

Площадь сечения дорожной одежды на ширине проезжей части (без учета песчаного слоя), по формуле (35):

$$S_2 = bh_{до} = 7 \cdot 0,31 = 2,17 \text{ м}^2 \quad (35)$$

Площадь сечения краевых полос, по формуле (36):

$$S_3 = 2C'h_{кп} = 2 \cdot 0,5 \cdot 0,31 = 0,31 \text{ м}^2. \quad (36)$$

Площадь сечения укрепления обочин не учитывается, так как укрепление предусмотрено растительным грунтом.

$$\Delta V_1 = [1,44 - (2,17 + 0,31)]1,0 = -1,04 \text{ м}^3$$

На участке насыпи $L=55$ м:

$$\Delta V = \Delta V_1 L = (-1,04)55 = -57,20 \text{ м}^3.$$

Итого: объем земляных работ с учетом объема грунта взамен срезанного под насыпью растительного грунта на рассматриваемом участке насыпи (рис.18,19):

$$V_n = V_{пр} + V_{c.n} + \Delta V - \Delta V = 746 + 113 + 21 - 57,20 = 822,80 \approx 823 \text{ м}^3.$$

Объем отвала растительного грунта с площади насыпи и резерва:

$$V_{р.гр} = V_{c.n} + V_{c.p} = 113 + 136 = 249 \text{ м}^3.$$

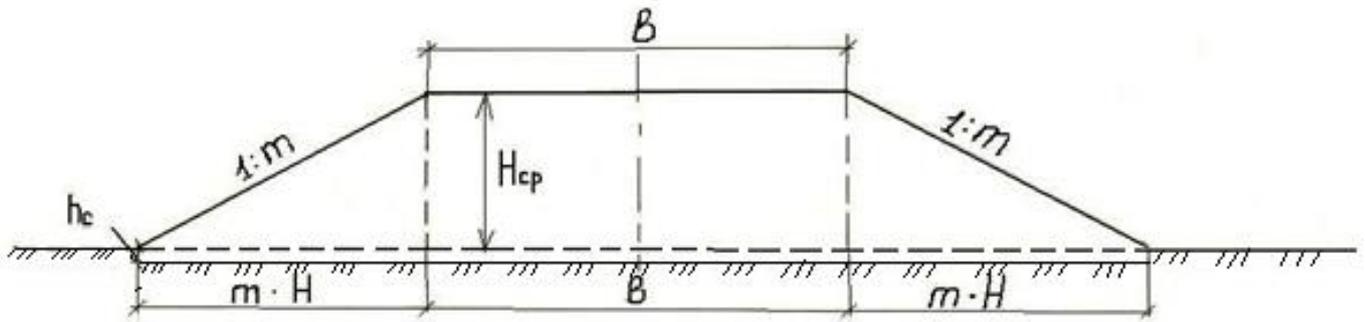


Рис. 17 . Срезка растительного грунта под насыпью

$$V_{св} = (B + 2nh_k + 2b_k + 2mh_k + 2mH_{cp})lh_c$$

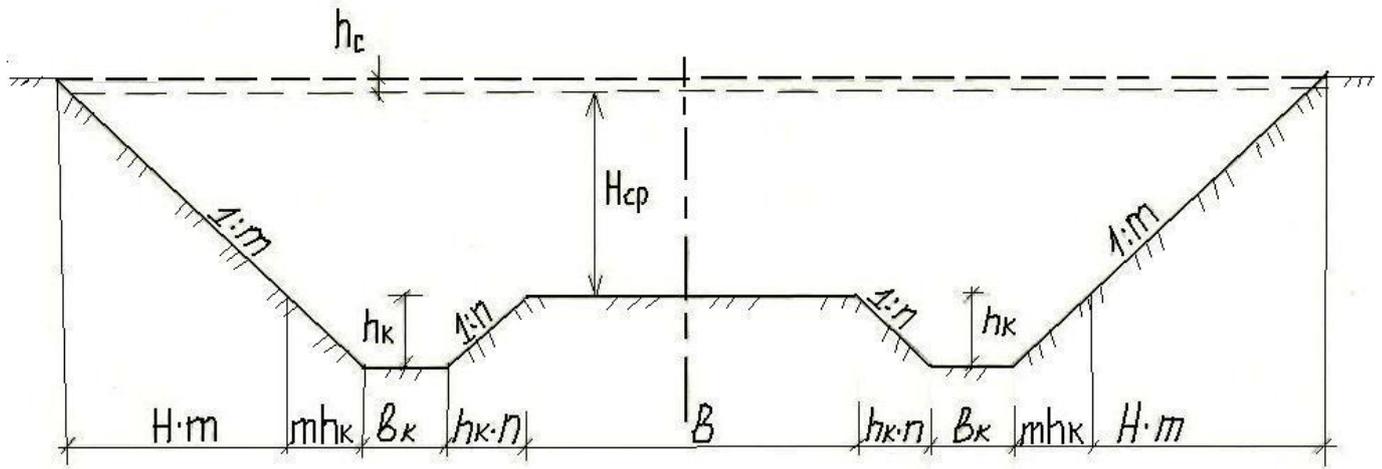


Рис. 18.Срезка растительного грунта на участке выемки

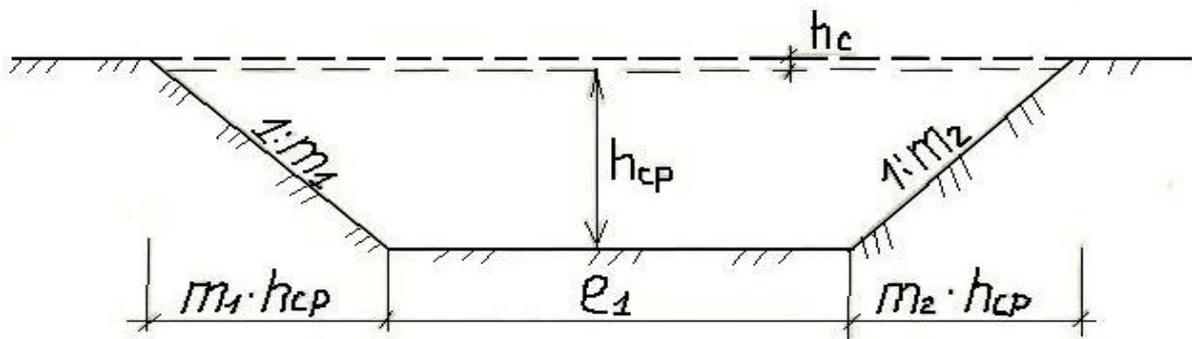


Рис.19. Срезка растительного на участке резерва

Таблица 16

Покикетная ведомость объёмов земляных работ

Проектный км	ПК, +	Расстояние М	Рабочие отметки м (Н)		Сумма рабочих отметок м (Н1 + Н2)		Разность рабочих отметок м (Н1 - Н2)		Профильные объёмы м³		Поправки м³		Итого земляных работ м³	
			Н	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В		

			Н	В	Н	В		Н	В	На Н1 - Н2	На дорожную одежду		Н	В
											Н	В		

Ширина земляного полотна, м	28,5; 36; 43,5- <u>1а</u> 27,5; 35; 42,5- <u>1б</u> 27,5/ 6,5; 35/33,5 42,5/ 40,50- <u>1в</u>	15,0; 12,0	12	10	8	Табл. 5.12
Рекомендуемый радиус круговой кривой в плане, м	Не менее 3000	Не менее 3000	Не менее 3000	Не менее 3000	Не менее 3000	Пункт 5.3 (план и продольный профиль)
Минимальный радиус круговой кривой в плане, м	1200	800	600	300	150	Табл. 5.3
Максимальный продольный уклон проезжей части, ‰	30	40	50	60	70	Табл. 5.3
Рекомендуемые радиусы вертикальных кривых, м: выпуклые вогнутые	не менее 70000 не менее 8000	не менее 70000 не менее 8000	не менее 70000 не менее 8000	не менее 70000 не менее 8000	не менее 70000 не менее 8000	Пункт 5.3 (план и продольный профиль)
Наименьшие радиусы вертикальных кривых, м: выпуклых Вогнутых	30000 8000	15000 5000	10000 3000	5000 2000	2500 1500	Табл. 5.3
Расстояние видимости, м: для остановки встречного автомобиля	300 —	250 450	200 350	150 250	85 170	Табл. 5.9
Рекомендуемый тип покрытия						Табл. 8.1

Приложение 4

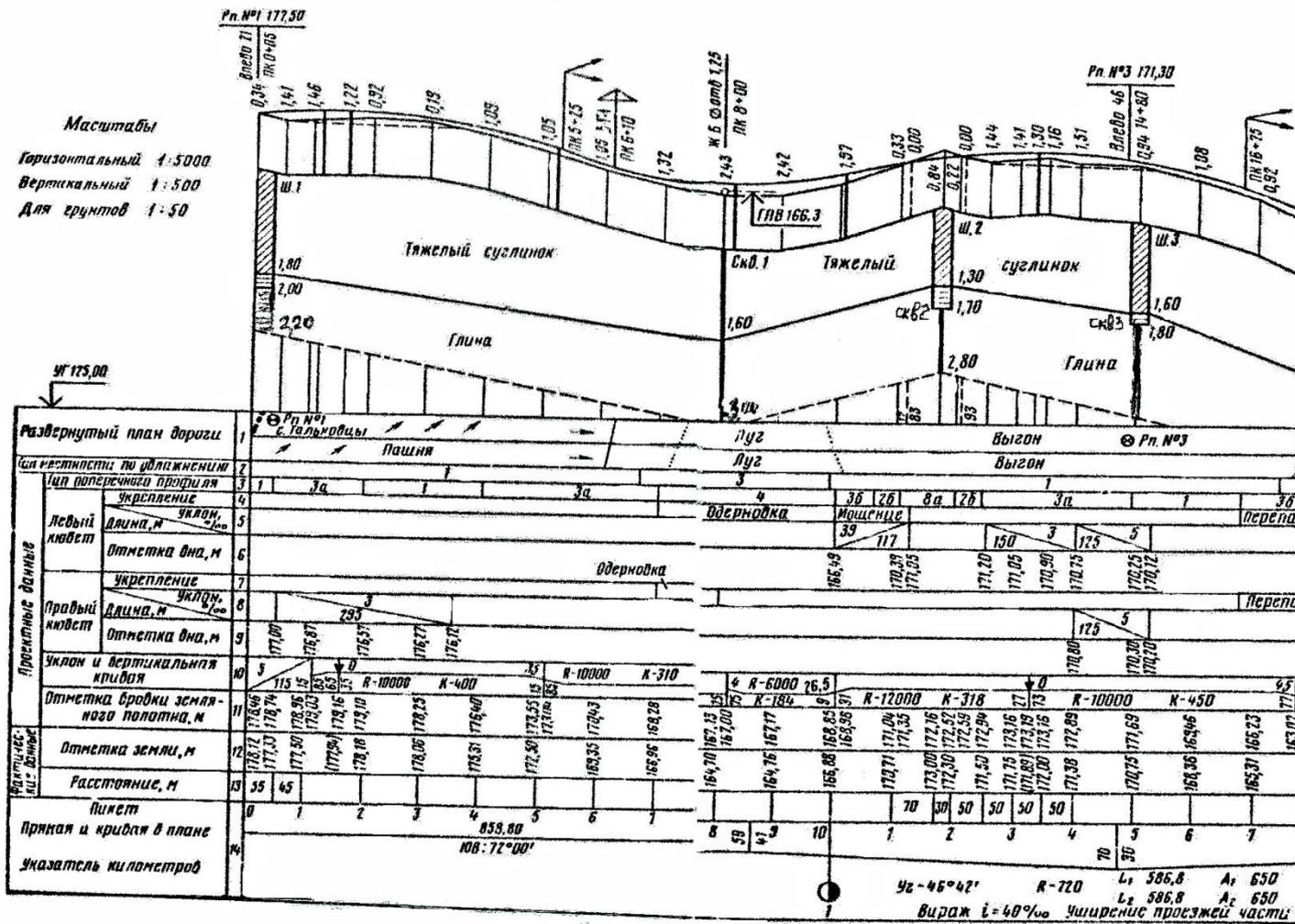


Рис. 20. Продольный профиль

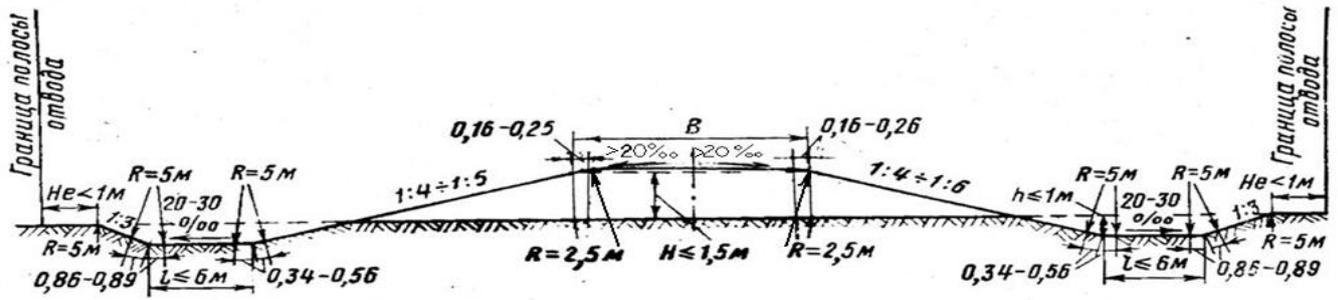


Рис. 21. Насыпь обтекаемого поперечного профиля с резервами

Тип 2

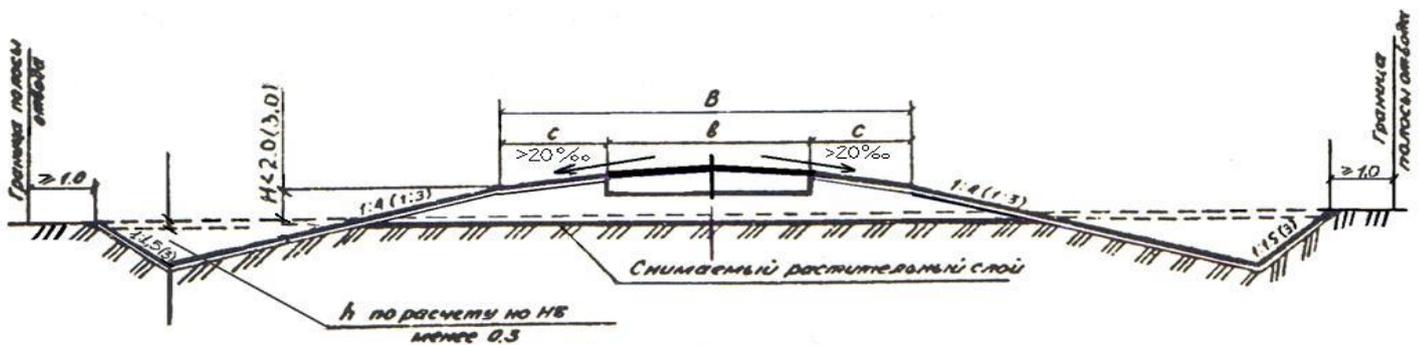


Рис. 22. Насыпь необтекаемого поперечного профиля с боковым кюветом

Тип 4

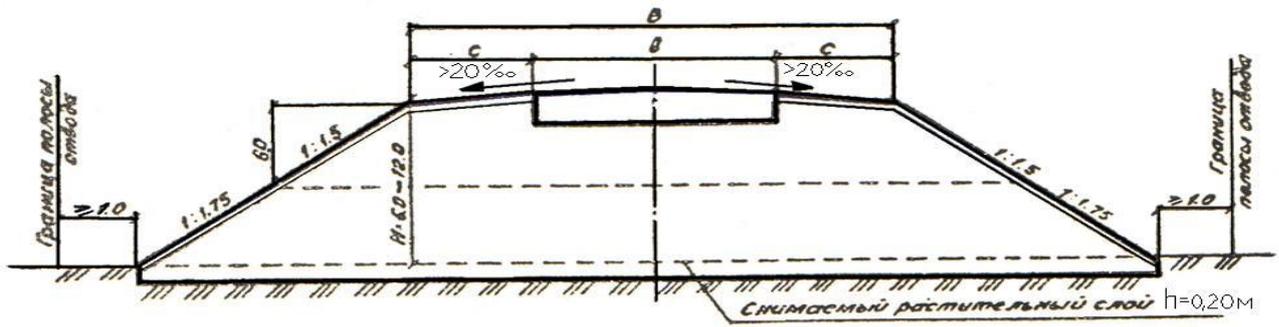


Рис. 23. Насыпь до 12 м

Тип 6

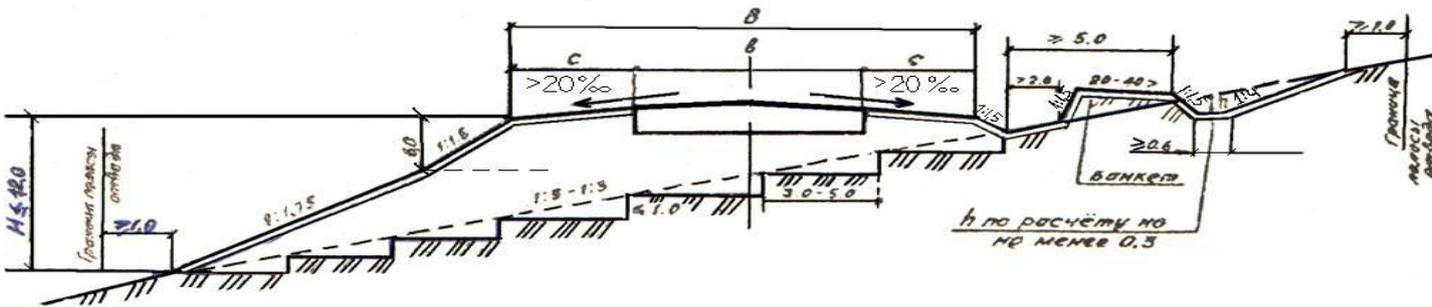


Рис. 24. Насыпь на косогоре с уклоном местности 1:3 ÷ 1:5

Тип 9

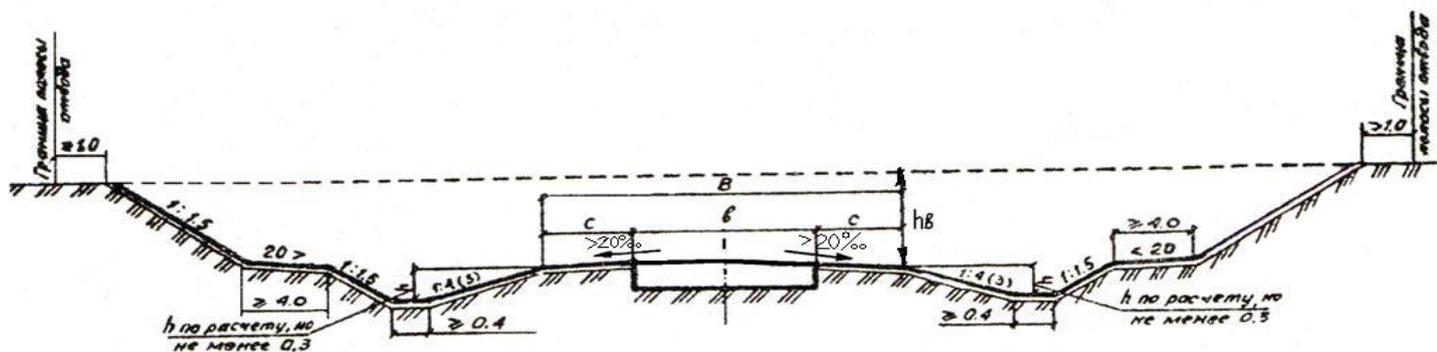


Рис.25. Выемка глубиной до 5 м.

Примечание. На всех типах поперечного профиля земляного полотна приняты размеры: B – ширина земляного полотна, м; b – ширина проезжей части, м; c – ширина обочины, м. принимаются в зависимости от категории автомобильной дороги., h_n и h_b - высота насыпи, глубина выемки соответственно.

Глава 1.

Общая характеристика района проектирования

	Ф.И.О.	Подпись	Дата	СФ. КП - 01 – 14			
Зав. каф							
Н.Контрол							
Консульта				Изыскания и проектирование автомобильных дорог	Стадия	Лист	Листов
Руководит					У		
Разработа				Специальность			

Содержание

1. Задание на курсовое проектирование
2. Введение
3. Глава 1. Общая характеристика района проложения трассы автомобильной дороги.
 - Раздел 1.1. Характеристика района проектирования.
 - 1.1.1. Экономическая характеристика.
 - 1.1.2. Транспортная сеть.
 - 1.1.3. Климат.
 - 1.1.4. Гидрологические и геологические условия.
 - 1.1.5. Рельеф.
 - 1.1.6. Растительность и почвы.
 - 1.1.7. Минерально-сырьевые ресурсы.
 - Раздел 1.2. Технические показатели проектируемого участка автомобильной дороги.
 - 1.2.1. Интенсивность движения
 - 1.2.2. Определение категории дороги, нормативных предельно допустимых параметров плана, продольного и поперечного профилей.
4. Глава 2. План и продольный профиль трассы.
 - Раздел 2.1. План трассы.
 - 2.1.1. Разработка вариантов трассы на топографической карте. Установление элементов закруглений и заполнение ведомости углов поворота, прямых и кривых.
 - 2.1.2. Описание и обоснование вариантов трассы на карте.
 - 2.1.3. Сравнение вариантов трассы по эксплуатационно-техническим показателям.
 - Раздел 2.2. Продольный профиль
 - 2.2.1. Определение положения проектной линии продольного профиля.
 - 2.2.2. Основные требования к проектной линии продольного профиля.
 - 2.2.3. Рекомендуемая рабочая отметка.
 - 2.2.4. Контрольные точки.
 - 2.2.5. Продольный профиль поверхности земли.
 - 2.2.6. Расчёт и оформление продольного профиля.
5. Глава 3. Земляное полотно
 - 3.1. Требование к земляному полотну.
 - 3.2. Поперечные профили земляного полотна.
 - 3.3. Подсчёт объёмов земляных работ.
6. Список литературы
7. Приложения