

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»**
ПРИВОЛЖСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МАДИ

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Методические указания по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Технология отрасли. Автомобильные дороги»

для студентов направления подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность
(профиль «Инновационные экотехнологии и комплексная безопасность
транспортных систем»)
всех форм обучения

Чебоксары 2026

Содержание

Введение	4
Общие указания	4
1. Общие сведения	7
1.1. Характеристика района проектирования	7
1.1.1. Экономическая характеристика района проектирования трассы	8
1.2. Климат	13
1.1.3. Гидрологические и геологические условия	13
1.1.4. Рельеф	14
1.2. Технические показатели проектируемого участка дороги	15
1.2.1. Интенсивность движения	15
1.2.2. Определение категории дороги, нормативных предельно допустимых параметров плана и профиля дороги	16
2. План и продольный профиль	17
2.1. План трассы	17
2.1.1. Описание и обоснование трассы	18
2.1.2. Определение элементов и главных точек круговой кривой	21
2.1.3. Определение прямых вставок	22
2.1.4. Определение направления трассы	23
2.2. Продольный профиль	25
2.2.1. Подготовка исходных данных и проектирование продольного профиля	25
2.2.2. Определение высотных отметок по картам в горизонталях	25
2.2.3. Обоснование и описание проектной линии	28
3. Земляное полотно	33
3.1. Поперечные профили земляного полотна	33
4. Оценка экологической безопасности автомобильной дороги	34
Заключение	38
Список литературы	39
Приложение 1	40
Приложение 2	41
Приложение 3	42
Приложение 4	44
Приложение 5	45
Приложение 6	46
Приложение 7	47
Приложение 8	48
Приложение 9	49

ВВЕДЕНИЕ

Программой курса по дисциплине «Технология отрасли. Автомобильные дороги», согласно рабочей программе предусмотрено выполнение курсовой работы по теме «Основы проектирования дорог», которая является завершающим этапом изучения названной дисциплины.

Методические указания не заменяют учебников, другой учебной и справочной литературы. К выполнению курсовой работы следует приступать лишь после изучения соответствующих разделов теоретического курса. Попытки выполнения работы без достаточной теоретической подготовки неизменно приводят к грубым ошибкам и лишней, бесполезной работе.

Выполняя курсовую работу, студент должен показать умение самостоятельной творческой работы. Все решения студентом принимаются и обосновываются самостоятельно, но проверяются и утверждаются преподавателем.

Целью методических указаний является систематизация работы студентов над выполнением курсовой работы (проекта), облегчение их работы по подбору необходимых справочных данных, выполнение курсовой работы в должной последовательности с тем, чтобы она по своему содержанию и объему соответствовала программе.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Цель работы - ознакомление студентов с элементами, принципами и нормами проектирования трассы автомобильной дороги, получение первичных навыков трассирования по карте, проектирования продольного и поперечного профиля.

Перед выполнением работы следует проработать материал лекций и практических занятий, что способствует самостоятельному выполнению задания.

При вычислениях и оформлении графического материала необходимо четко и аккуратно выполнять все построения и записи.

Титульный лист не нумеруется.

Расчетно – пояснительная записка должна быть выполнена с одной стороны листа А4 (210 x 297мм) с полями: левое 20мм, правое – 5мм, верхнее – 5мм, нижнее – 5мм.

Размер шрифта - 14, межстрочный интервал – 1. В таблицах размер шрифта - по усмотрению студентом.

Заголовки и подзаголовки – жирным.

Текст расчетно–пояснительной записки должен быть выровнен по ширине листа, заголовки – по центру, жирным шрифтом.

В методических указаниях приведены примеры оформления глав

(выделено курсивом для наглядности). В курсовой работе выделение курсивом – не разрешается.

Титульный лист курсовой работы заполняется по форме (прил. 1), является первым листом пояснительной записки. Переносы слов на титульном листе запрещаются.

Текст пояснительной записки должен быть кратким, конкретным и грамотным.

Части, разделы и параграфы нумеруются соответствующим образом (согласно выданного задания (прил.2)).

Готовые материалы пояснительной записки раскладываются в последовательности, указанной в задании и нумеруются.

Подробные указания по выполнению и оформлению листов графической части курсовой работы помещены в соответствующих частях пояснительной записки.

Курсовой проект должен содержать:

- титульный лист (прил.1);
- задание (выдается индивидуально каждому студенту преподавателем);
- содержание;
- расчетно-пояснительную записку, состав которой приведен в задании на курсовую работу (прил. 2).
- перечень использованных при проектировании информационных источников (список используемой литературы).

Исходными данными для выполнения курсовой работы являются:

- задание на проектирование с указанием района проложения трассы, грунтовых условий и данных об интенсивности движения (прил.3),
- карта местности в масштабе 1:10 000 (выдается преподавателем индивидуально каждому студенту).

Курсовая работа № 1

дисциплина: **Технология отрасли. Автомобильные дороги**

тема: **«Основы проектирования автомобильных дорог»**

Цель работы – изучение, закрепление норм на проектирование и получение первичных навыков трассирования по карте, проектирования продольного профиля и поперечного профиля земляного полотна автомобильной дороги.

Исходными данными (*выдаются преподавателем индивидуально - каждому студенту*) **для выполнения проекта являются:**

1. Карта местности в масштабе 1:10000;
2. Данные о составе и интенсивности движения;
3. Расчётная скорость движения по дороге;
4. Район проложения трассы, грунтовые условия, расположение уровня поверхностных и грунтовых вод.

В состав работы входят:

1. Пояснительная записка:

- описание природных условий района проектирования, экономическая характеристика района проложения трассы.
- определение технических параметров согласно норм СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги»;
- проектирование варианта трассы с соблюдением требований зрительной плавности дороги; расчет элементов плана трассы (при необходимости); составление ведомости углов поворота (при необходимости);
- проектирование продольного профиля варианта трассы;
- проектирование поперечных профилей земляного полотна и назначение (без расчёта) по альбому типовых проектов конструкции дорожной одежды.
- назначение мероприятий по рекультивации земель
- оценка экологической безопасности автомобильной дороги.

2. Графическая часть

- План трассы;
- Продольный профиль трассы (на миллиметровке);
- Типовые поперечные профили земляного полотна (формат A₄);

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В этом разделе кратко излагаются данные о районе проектирования: экономика, транспортная сеть, природных условиях географическое положение, рельеф местности, климатические, геологические (грунтовые), гидрологические и гидрогеологические условия, растительность и почвы.

Данные о регионе должны быть актуальными, не позднее 5-летней давности.

Перед описанием природных условий необходимо установить согласно данных [1] к какой дорожно-климатической зоне относится район проектирования (прил. 3).

1.1.1. Экономическая характеристика района проектирования трассы

В экономической характеристике района описывают его экономико-географическое положение, дают краткие сведения о ведущих отраслях хозяйства.

С помощью атласов автомобильных дорог устанавливают категории дорог имеющиеся в районе.

Например:

Глава 1. Общая характеристика района проектирования

1.1. Экономическая характеристика района проектирования

Волгоградская область граничит на севере с Саратовской, на северо-западе - с Воронежской, на западе - с Ростовской областями, на юге - с Калмыкией и Астраханской областью, на востоке - проходит государственная граница с Казахстаном.

Волгоград – крупный индустриальный центр, занимающий видное место в развитии ряда отраслей промышленности. В нем около 140 заводов, фабрик, фирм, объединений. В городе выпускают сталь и прокат, алюминий и нефтепродукты, тракторы и буровые установки, медицинское оборудование и нефтеаппаратуру, проволоку и стальные канаты, рыболовецкие траулеры и большегрузные танкеры, пиломатериалы и керамические изделия, различные товары народного потребления. Изделия с волгоградской маркой экспортируются в 60 зарубежных стран.

Волгоградская энергосистема сейчас является одной из крупнейших в стране.

Выгодное сочетание теплоэнергетических ресурсов с богатыми запасами полезных ископаемых, которыми располагает Волгоградская область, дало широкие возможности для развития химической, нефтехимической промышленности, цветной металлургии.

Ведущую роль в промышленном производстве города занимают машиностроение, судостроение, металлообработка.

Волгоградские тракторы, буровые установки, суда класса «река-море», канаты и

провода знают во многих странах мира.

В послевоенное время в городе создана мощная строительная промышленность. На территории области насчитывается до 60 месторождений мела, мергелей, служащих сырьем для получения цемента, много известняков, важного строительного материала и сырья. Эти природные богатства послужили основой создания мощной промышленности строительных материалов – были построены заводы: кирпичные, домостроительные, железобетонных изделий, комбинат силикатных материалов.

За последние 10 лет получила развитие и легкая промышленность.

В Советском районе выросли оснащенные новейшими машинами корпуса обувной, чулочно-трикотажной фабрик. Многим чулочно-носочным изделиям присвоен государственный Знак качества.

Волгоград имеет благоприятные условия для развития пищевой промышленности.

Транспортная сеть. Волгоград является крупнейшим транспортным узлом Поволжья с развитой инфраструктурой как внешнего железнодорожного, автомобильного, водного и воздушного транспорта, так и внутригородских транспортных коммуникаций. Это позволяет рассматривать Волгоград в ряду основных опорных транспортных узлов России в системе формирующихся главных международных евроазиатских и внутрироссийских транспортных коридоров “Север – Юг” и “Транссиб”.

Решение проблем развития транспортной инфраструктуры Волгограда – одна из приоритетных задач, определяющих возможность активизации экономических, культурных и туристических связей города и улучшение качества жизни.

1.1.2. Климат

Климатические особенности района определяются характером климата, температурой воздуха, количеством выпадающих осадков (дождевых и снеговых), высотой снегового покрова, скоростью и направлением ветра. Для наглядности все эти данные обычно представляются в виде дорожно-климатического графика и роз ветров за зиму и лето (рис.1,2).

При учебном курсовом проектировании общее описание климата выполняют с помощью «Большой советской энциклопедии» [2] и дополнительной литературы [7,8], а также интернет-источников.

Основные данные для построения дорожно-климатического графика (рис.1) и роз ветров (рис.2) принимаются согласно данных СП 34.13330.2021 [7,8] и в климатологических справочниках [5].

Для построения кривой температуры наружного воздуха значения средней температуры по месяцам принимают из СНиП 2.01.01.-82 [7,8]. Полученные данные в виде точек ставят по середине месяца и по этим точкам проводят плавную кривую графика (рис.1).

Величина среднемесячного количества осадков в виде дождя или снега приводится в справочнике [5,7,8]. По этим данным строится столбчатая диаграмма осадков (рис.1).

Данные высоты снежного покрова по месяцам приведены в справочник. [5]. По этим данным строится кривую линию в виде точек (рис.1).

Значения направлений, повторяемости направлений и скорости ветра принимаем согласно данных СП 34.13330.2021 [7,8]. По этим данным в начале строят линии, сходящиеся в центре, которые показывают направление ветра. Затем, на данные направления наносят повторяемость ветра. Таким образом, строятся две розы ветров: на лето и зиму (рис.2).

Например:

Волгоградская область расположена в Нижнем Поволжье, на юго-востоке Восточно-Европейской равнины. Река Волга делит область на возвышенное Правобережье (высота до 358 м) и низменное Заволжье.

Главные реки - Волга и Дон. Между Волгой и ее левым рукавом Ахтубой находится Волго-Ахтубинская пойма, изобилующая ериками, озерами. Более 83% территории области расположено в степной зоне.

Волгоградская область относится к IV дорожно-климатической зоне. Климат области засушливый, с резко выраженной континентальностью. Северо-западная часть находится в зоне лесостепи, восточная — в зоне полупустынь, приближаясь к настоящим пустыням.

Среднегодовое количество осадков выпадает на северо-западе до 500 мм, на юго-востоке — менее 300 мм. Абсолютный максимум (+42°C ... +44 °C тепла) наблюдается обычно в июле — августе. Абсолютный минимум температуры воздуха составляет - 36°C ... -42 °C мороза и наблюдается в январе - феврале.

Средне многолетние сроки образования устойчивого снежного покрова: в северных районах — 11-17 декабря; в южных — 20-25 декабря.

Снежный покров сохраняется от 90 до 110 дней. Средние значения высоты снежного покрова колеблются от 13 до 22 см.

Зима в Волгоградской области, как правило, начинается в ноябре и длится 130-150 дней. Весна обычно короткая, наступает в марте - апреле. В мае часто бывают заморозки, нанося большой ущерб сельскохозяйственным культурам и плодоносящим садам. Лето устанавливается в мае, иногда в июне и продолжается около 3-х месяцев. Осень длится с середины сентября до середины ноября. В сентябре часто бывают заморозки.

Для Волгоградской области преобладающее направление и скорость ветра:

- зимой – северо-восточное;
- летом – северо-западное.

Повторяемость направлений ветра и средняя скорость ветра приведены (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1

Повторяемость и скорость ветра по направлениям

Январь									
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	шт иль	Максимальный из средних скоростей по рубцам за январь
6/5,4	18/6	18/5,7	14/6,3	8/6,2	10/7,5	15/8,1	11/6,6	6	8,1
Июль									
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	шт иль	Максимальный из средних скоростей по

									рубцам за июль
11/5,6	16/5,2	12/5,3	10/5,4	3/5,1	10/6,2	14/6,2	22/6,7	5	5,2

Отрицательные температуры воздуха бывают с октября до марта (табл. 2).
Средние температуры января -8 ... -12°C, июля +23°C.

Таблица 2

Температура воздуха, °C

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-9,1	-7,6	-1,4	+10,0	+17,0	+21,0	+23,4	+22,0	+16,2	+7,5	+1,4	-4,2	+8,0

Среднее количество осадков около 403 мм в год (табл. 3).
Высота снегового покрова отражена (табл. 4).

Таблица 3

Среднемесячное и годовое количество осадков, мм

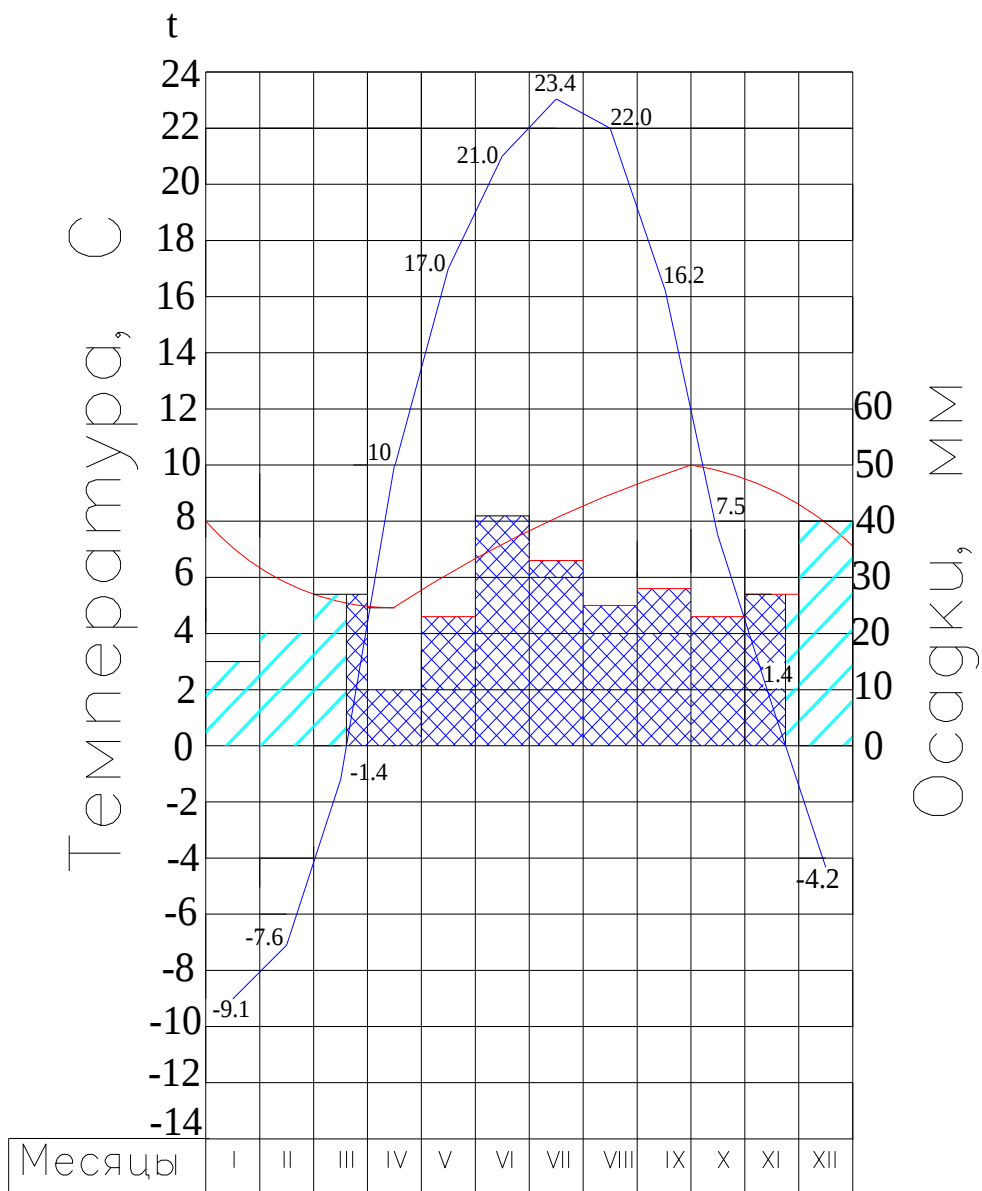
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Холодный период	Теплый период	Год
15	20	27	10	23	41	33	25	28	23	27	40	121	160	281

Таблица 4

Высота снегового покрова, см

Месяцы	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель
Высота	-3 9	10 15 21	27 31 36	40 43 44	47 47 43	27 - -

Для района проектирования новой дороги характерна умеренно холодная зима и теплое лето, что видно из дорожно-климатического графика (рис. 1) и розы ветров (рис. 2)



Условные обозначения

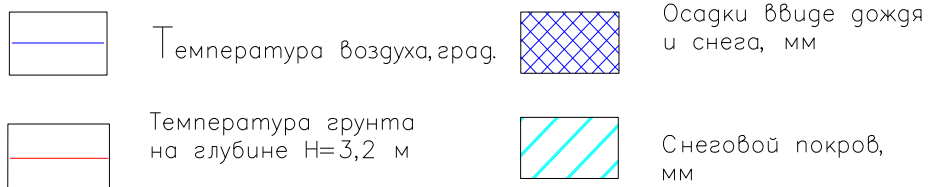
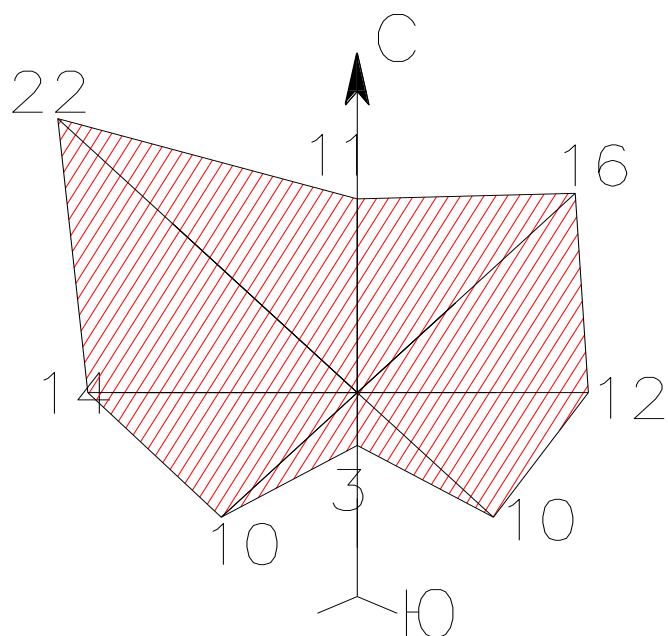


Рис.1. Дорожно-климатический график Волгоградской области

Роза ветров в июле



Роза ветров в январе

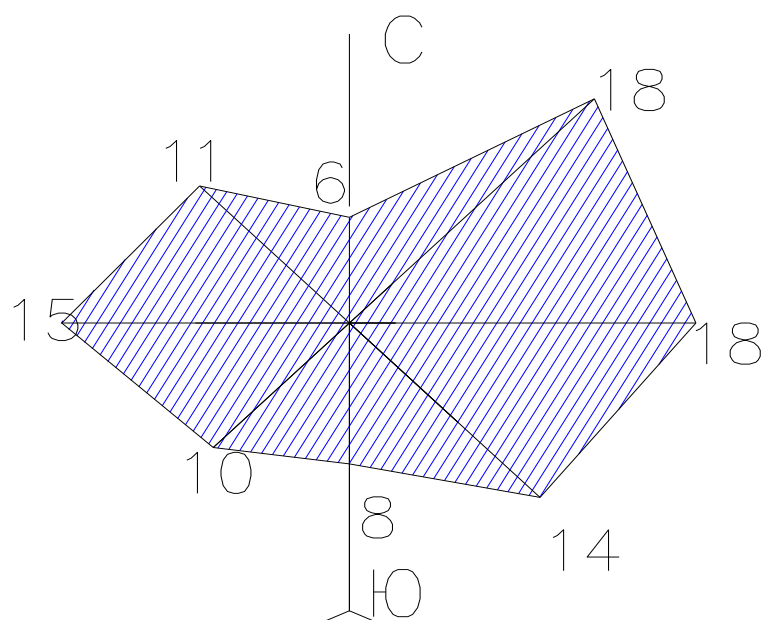


Рис.2. Розы ветров

1.1.3. Гидрологические и геологические условия

Гидрологические и геологические условия характеризуются количеством выпадающих осадков, условиями и режимом стока поверхностных и грунтовых вод. На основании изучения условий стока определяют размеры и число водопропускных сооружений (труб и мостов), а на основании изучения режима и глубины залегания грунтовых вод - конструкцию дренажей, форму и размер земляного полотна. Геологические (грунтовые) условия характеризуют степень устойчивости горных пород в районе проложения трассы. При неустойчивых поверхностных напластованиях (оползни, осыпи, карстовые пустоты) трассу в процессе проектирования приходится переносить на другие, более устойчивые участки, а если это сделать невозможно, предусматривать специальные мероприятия по обеспечению устойчивости земляного полотна и дорожных сооружений.

Так как грунты служат материалом для постройки земляного полотна и основания дорожной одежды, от грунтовых условий зависит выбор формы и размера полотна.

При учебном курсовом проектировании геологические (грунтовые), гидрологические и гидрогеологические условия принимаются согласно «Большой советской энциклопедии» [2] и дополнительной литературы [5].

Например:

По территории Волгоградской области протекает около 200 рек различной величины. Они относятся к бассейнам Азовского и Каспийского морей, Прикаспийскому и Сарпинскому бессточным бассейнам. Большая часть территории региона дренируется Доном с его притоками: Хопром, Медведицей, Иловлей, Чиром, Донской Царицей, Мышковой, Аксаем, Курмоярским Аксаем - всего 165 рек. Волжский бассейн занимает узкую полосу вдоль долины Волги и включает 30 водотоков.

На обширной территории Прикаспийского бессточного района (22 172 км²) рек мало, они впадают в озеро Эльтон (Сморогда, Хара, Ланцуг). Реки, относящиеся к Сарпинскому бессточному бассейну, стекают с восточного склона Ергенинской возвышенности и впадают в озера Сарпа и Цаца.

Общая протяжённость рек, протекающих по территории Волгоградской области, составляет 7 981 км, 9 из них имеют протяжённость более 200 км, их суммарная длина в пределах области - 1947 км. Питание рек происходит за счёт атмосферных осадков (80-90 % всего объёма) и грунтовых вод.

Волгоградская область обладает высоким потенциалом природных ресурсов для развития минерально-сырьевой базы на основе сосредоточенных в недрах разнообразных полезных ископаемых: углеводородного сырья (нефть, конденсат, газ), химического (калийные, магниевые, натриевые соли, фосфориты) и цементного сырья для металлургической промышленности (формовочные пески), промышленности строительных материалов (карбонатные породы и песчаники для производства щебня и

бутового камня, пески и глины различного назначения), железных руд, цветных и редких металлов (титано-циркониевые россыпи) и т. д. Значительны запасы подземных вод, в том числе минеральных.

Рельеф разнообразен, от бессточной низменной равнины в Заволжье до возвышенной расчленённой территории на севере и западе области. Область расположена в пределах 2-х почвенных зон - чернозёмной и каштановой. Почвы чернозёмного типа занимают около 22 % площади, каштанового - 44 %, интразональные (с преобладанием солонцов) - 14 %. По условиям тепло- и влагообеспеченности и особенностям состава почв территория Волгоградской области делится на четыре агроклиматические зоны: степная, сухостепная, пустынная и полупустынная.

На значительной части территории области к западу от Волги поверхность состоит из песков, песчаников, мела; наблюдаются пласты ожелезненных песчаников, которые выходят на поверхность в Жирновском, Котовском и Камышинском районах. Зеленовато-серые пески и песчаники, темные глины можно наблюдать в районе г. Волгограда, а также по берегам Волги, Дона, Хопра.

1.1.4. Рельеф

При учебном курсовом проектировании рельеф местности устанавливают по прилагаемой к заданию на проектирование топографической карте, в которой определяют основные элементы рельефа: равнины, холмы, горы и т.д.

Нормативная литература по проектированию дорог рассматривает формы рельефа с точки зрения трудности проложения трассы и частоты применения предельных продольных уклонов и кривых малых радиусов. К трудной категории относят пересеченную местность, прорезанную часто чередующимися глубокими долинами с разницей отметок долин и водоразделов более 50 м на расстоянии не более 0,5 км, с боковыми глубокими балками и оврагами, в отдельных случаях с неустойчивыми склонами.

Трудными участками горной местности считают участки перевалов через горные хребты и горные ущелья со сложными, сильно изрезанными или недостаточно устойчивыми склонами.

Применительно к проектированию дорог могут быть выделены пять категорий сложности рельефа (табл.5).

Чем более сложен рельеф местности, тем большие продольные уклоны приходится допускать при трассировании дороги, тем более извилистой она получается.

Таблица 5

Категории сложности рельефа

Категория сложности	Наименование рельефа	Характеристика рельефа
1.	Равнинный	Равнины с широкими водоразделами, пологими склонами речных долин.
2.	Слабохолмистый	Местность с отдельными невысокими холмами и котловинами, пологими водоразделами, расчлененная редкими оврагами и балками
3.	Сильно пересеченный	Сильно холмистая местность с пересеченным рельефом, узкими извилистыми водоразделами и большим числом лощин и оврагов. Предгорья и нижние части склонов гор. Места с густо расположенными сопками.
4.	Гористый	Склоны гор и предгорий с сильно расчлененным рельефом, узкими, ущельями и долинами горных рек, большой крутизной склонов и русел водотоков.
5.	Горный	Чередующиеся хребты, извилистые горные ущелья с очень крутыми обрывистыми, сильно изрезанными горными склонами. Перевальные участки горных хребтов.

Например: Рельеф Волгоградской области равнинный, что объясняется, прежде всего, расположением области на платформе. Несмотря на кажущуюся однородность, в пределах края имеются возвышенности и низменности, долины крупных рек и уникальные озерные котловины. Различия в крупных чертах рельефа связаны с неравномерными движениями земной коры. Так, заволжская часть длительное время медленно опускается, а правый берег Волги испытывает подъем. Отсюда и отличия в рельефе, образование Приволжской возвышенности и Прикаспийской низменности.

Средняя абсолютная высота поверхности территории области – 96 м, самая высокая отметка рельефа – 358 м – расположена в пределах Приволжской возвышенности, а наиболее низкая – минус 15 м – по берегам озера Эльтон.

В Волгоградской области присутствуют следующие возвышенности–Приволжская, Ергенинская, Донская гряда и Калачская; низменности–Прикаспийская и Окско-Донская, Хоперско-Бузулукская.

1.2. Технические показатели проектируемого участка автодороги

1.2.1 Интенсивность движения

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

Согласно заданной интенсивности движения по формуле (1) определяем перспективную интенсивность движения:

$$N_p = N_{\text{сущ}} * (1+g)^n, \quad (1)$$

где: $N_{\text{сущ}}$ - существующая интенсивность движения (авт/сут);

g - среднегодовой прирост интенсивности движения,
 n - перспектива, на которую рассчитываются технические нормативы, в основном на 20 или 15 лет.

Например:

Согласно выданного задания

$N_{\text{сущ}} = 890 \text{ авт/сут.}$

Прирост, g = 2%,

Перспектива проектирования, n = 20 лет,

$$N_{20} = 890 \times (1 + 0,02)^{20} = 1322,49 = 1322 \text{ авт/сут.}$$

1.2.2. Определение категории дороги, нормативных предельно допустимых параметров плана и профиля дороги

Например:

По расчётной интенсивности движения с перспективой на 20 лет

$N_{20} = 1322 \text{ авт/сут.}$, определяем категорию дороги (прил.3)

Согласно требований СП 34.13330.2012 (табл.4.3) принимаем категорию автомобильной дороги - III-я техническая категория.

Таблица 6

Расчетная интенсивность движения

Категория дороги	Расчетная интенсивность движения, авт/сут		Народнохозяйственное и административное значение автомобильной дороги
	Приведенная к легковому автомобилю	В транспортных единицах	
III	Свыше 2001 - до 6000	Св. 1000 до 3000	Автомобильные дороги общегосударственного, республиканского, областного (краевого) значения (не отнесенные к I-б и II категориям), дороги местного значения

По СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» определяем расчетную скорость движения и все технические нормативы для проектируемой III категории дороги (прил.1) все данные заносим в табл.7,8.

Таблица 7

Расчетные скорости движения автомобилей

Категория дороги	Расчетная скорость, км/ч		
	Основные	Допускаемые на трудных участках	
		Пересеченная местность	Горная местность
III	100	80	50

Таблица 8

Нормативные характеристики дорог

Расчетная скорость, км/ч	Наибольшие Продольные уклоны, ‰	Наименьшие расстояния видимости, м		Наименьшие радиусы кривых, м				
		Для остановки	Встречного автомобиля	В плане		В продольном профиле		
				Основные	В горной местности	Выпуклых	Основные	В горной местности

100	50	200	350	600	400	10000	3000	1500
80	60	150	250	300	250	5000	2000	1000
50	80	75	130	100	100	1500	1200	400

2. ПЛАН И ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ

2.1. План трассы

Участок проектируемой автомобильной дороги прокладывается по топографической карте в М 1:10000, сечение рельефа 2,5м.

Выбор положения трассы дороги является одним из ответственных этапов проектирования, т.к. влияет на протяжённость, стоимость строительства, удобства и безопасности движения, окружающую среду.

При выборе положения трассы нами учитывались топографические, инженерно-геологические, социально-экономические условия местности, назначения дороги и местные строительные материалы.

Кратчайшим расстоянием между корреспондирующими пунктами является прямая линия, которая называется *воздушной*.

На первом этапе проектирования рассматриваем её возможное использование в случае отклонения данного решения, трассу следует располагать как можно ближе к воздушной линии, огибая крупные формы рельефа, населённые пункты и ценные сельскохозяйственные угодий и земли.

Имеющиеся водотоки и неблагоприятные формы рельефа (овраги, лощины и т.д.) следует пересекать в наиболее узких местах, где не потребуются значительные затраты и обеспечат надёжность работы дороги.

Большие водотоки, существующие инженерные сооружения (дороги) пересекают под углом 90° и близких к нему градусов.

Начальные и конечные пункты трассы соединяют воздушной линией. Производят разбивку пикетажа с учётом масштаба карты.

2.1.1. Описание и обоснование трассы

Разбивку пикетажа начинаем с начала трассы (т.А) до вершины угла поворота (ВУ). После определения пикетажного положения вершины угла, учитывая категорию дороги, условия местности, принимаем радиус круговой кривой.

Положение пикета на карте выделяется линией длиной 4 мм. Остаток до вершины угла поворота определяем с помощью линейки масштаба плана.

Например:

Направление трассы на местности выбираем на основании данных; технических изысканий и топографической карты масштаба 1:10000, сечением горизонталей $h = 2,5$ м.

Выбор направления дороги определяется ее категорией (III категория), рельефом местности, наличием контурных препятствий, гидрологическими условиями.

Трасса должна соединить т. А и т.В в Волгоградской области.

При этом выполняем условия – кратчайшего расстояния, наименьшего числа углов поворота, пересечений с существующими коммуникациями.

Так как почвенные и гидрологические условия на карте учесть нельзя, то трассу проектируем в зависимости от условий рельефа и контурных препятствий.

Изучение топографической карты показало, что трасса проектируется в пересеченной местности и может прокладываться небольшими по протяженности прямолинейными участками, изломы трассы вызваны обходом препятствий (контурных и рельефных).

Были изучены рельефные и ситуационные особенности, пересекаемые воздушной линией (воздушная линия – это соединение начального и конечного пункта дорогой по прямой).

На карте проводим воздушную линию, длина которой 1100 м. Опорными пунктами проектируемой автодороги являются:

- в начале трассы – точка А;*
- в конце трассы – точка В.*

Данная воздушная линия проходит через участок лесного массива, который необходимо обойти. Пересечений с железными дорогами и автодорогами с твердым покрытием не имеет. Озер и водоемов, а также оврагов и карьеров на пути трассы так же не имеется.

Согласно СП 34.13330.2021 рекомендуемый радиус круговой кривой равен $R > 2000$ и более метров, который желательно назначать на дорогах всех категорий для круговых кривых (кривых в плане).

Если рекомендуемый радиус невозможно принять, определяют его значение путём подбора (с постепенным понижением длины), но не менее минимального радиуса круговой кривой, для III технической категории $R \geq 600$, согласно СП 34.13330.2021 «Автомобильные дороги» [1].

Отношение фактической длины трассы к длине между заданными пунктами по прямой (воздушной) линии является коэффициентом удлинения трассы, который определяем по формуле (2):

$$K = L / L_{\text{возд}} \quad (2)$$

*где: K – коэффициент удлинения трассы; L – длина трассы, м;
 $L_{\text{возд}}$ – длина воздушной линии, м*

Например:

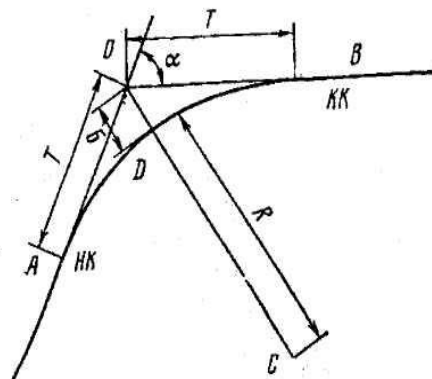
$$K_{\text{удл}} = 1450 \text{ м} / 1100 \text{ м} = 1,32$$

Обходя препятствие, трассу откладываем из двух прямых участков. Изменение направления трассы характеризуется углом поворота, который образуется продолжением направления трассы и ее новым направлением (рис.3). Угол поворота трассы характеризуется:

- α° - углом поворота в градусах (измеряется транспортиром);*
- R - радиусом вписанной в поворот кривой;*
- K - длиной кривой;*
- Т - тангенсом, расстояниями от концов кривой до вершины угла поворота;*
- Б - биссектрисой - расстояние от вершины угла до середины кривой;*

- Д - домером - разница в длине трассы по прямым проходящим через вершину угла и по кривой

Рис. 3. Элементы круговой кривой



Намечая по карте положение вершин углов поворота, необходимо, в первую очередь, проверить возможность вписывания рекомендуемых радиусов, т. е. более 2000 м. Для этой цели предварительно, определяют при помощи транспортира величины углов поворота.

Затем по (прил.5) определяют элементы круговых кривых: тангенс, кривую, домер и биссектрису.

Как указано выше, таблица (прил.5) составлена для радиуса $R=1000$ м. При иной величине радиуса данные в таблице умножают на коэффициент, равный делению принятого радиуса на 1000.

Например:

Для радиуса 3000 м данные таблицы умножают на 3, т.к. $3000/1000 = 3$,
при радиусе 500 м — на величину 0,5, т.к. $500/1000 = 0,5$.

При обходе препятствия критерием для назначения радиуса является возможное расстояние от вершины угла поворота до оси будущей дороги, т. е. биссектриса.

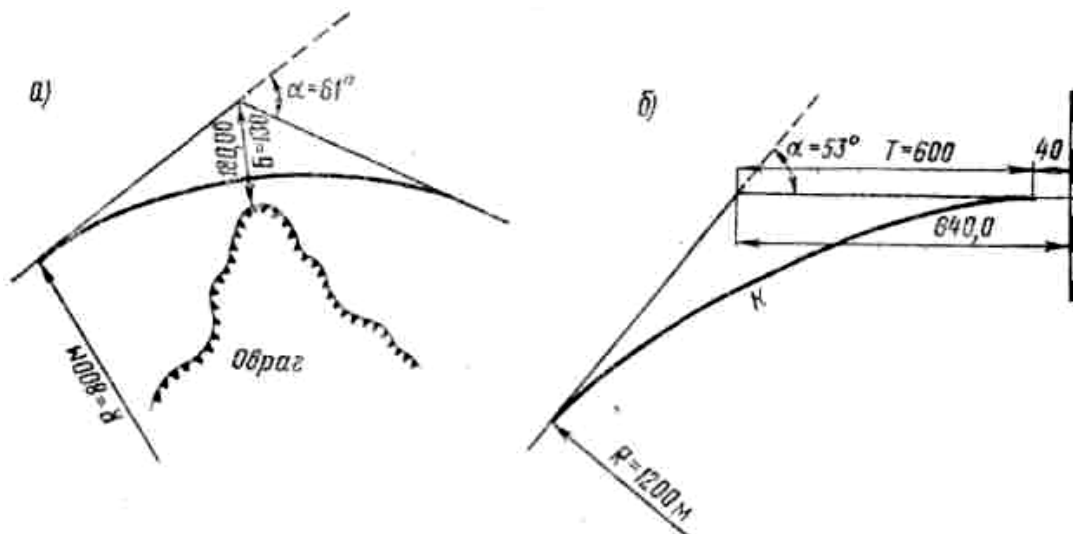


Рис. 4. Схемы определения величины радиуса при известных:
а — биссектрисе B ; б — тангенсе T .

Например:

Определение величины радиуса по известной биссектрисе.

Допустим, необходимо обойти растущий овраг, удаленный на 180 м от намеченной вершины угла поворота $\alpha = 61^\circ$ (рис. 4, а).

Предполагая разместить ось дороги в 50 м от оврага, возможная величина биссектрисы равна $180 - 50 = 130$ м, т. е. $B = 130$ м. По табл. (прил.5) при угле $\alpha = 61^\circ$ и радиусе $R = 1000$ м биссектриса равна 160,59 м.

Коэффициент равен $130,00 / 160,59 = 0,8$; величина радиуса в данном случае $R = 0,8 \times 1000 = 800$ м.

Зачастую при трассировании для пересечения водотока или железной дороги под прямым углом критерием для назначения радиуса круговой кривой является возможная величина тангенса.

Например:

Для пересечения по нормали железной дороги в одном уровне вершина угла поворота с $\alpha = 53^\circ$ намечена на расстоянии 640 м (рис. 4, б).

Задавшись целью, чтобы конец кривой был удален от железнодорожного полотна не менее чем на 40 м, возможная величина тангенса кривой $T = 640 - 40 = 600$ м.

По табл. (прил.5) находим, что при $R = 1000$ м и угле поворота $\alpha = 53^\circ$ тангенс равен 498,58 м.

На данной кривой можно применить радиус $R = 600,00 / 498,58 \times 1000 = 1200$ м

Естественно, что принятый радиус кривой должен быть возможно большим, но в исключительных случаях при соответствующем обосновании не менее минимально допустимого для категории проектируемой дороги (прил.3).

2.1.2 Определение элементов и главных точек круговой кривой

Согласно углу поворота (α°), определенной категории дороги и принятого радиуса круговой кривой по «Таблицам для разбивки круговых кривых на автомобильных дорогах» [9] определяем выше перечисленные элементы круговой кривой: Т, К, Б, Д (рис.3).

На измеренном угле поворота, в точке перелома трассы проектируем закругление - круговую кривую, производим расчет начала (НК), середины (СК) и конца кривой (КК).

От точки А до вершины угла (ВУ) - точки перелома выполняем разбивку пикетажа. Пикет (ПК) равен 100 метрам. На карте с масштабом 1:10000 пикет равен 1 см, таким образом, определяем положение вершины угла (ПК+...).

От вершины угла в сторону точки А откладываем величину тангенса (Т) в масштабе и получаем точку начала круговой кривой (НК). Тангенс отложенный от вершины угла в сторону точки Б определяет точку конца круговой кривой (КК) и ее пикетное положение.

Домер (Д) определяется по формуле (3):

$$Д = 2Т - К \quad (3)$$

Далее внутренний угол делим пополам и от вершины угла откладываем величину Б (биссектрису), получаем точку середины круговой кривой (СК).

Через полученные три точки НК, СК и КК по лекалу проводим круговую кривую, плавно смягчающую перелом трассы.

После этого выполняем разбивку трассы на пикеты по кривой до точки Б (конца трассы). Таким образом, определяем пикетажное положение конца трассы (КТ ПК+...).

Все данные заносим в ведомость углов поворота, прямых и круговых кривых (прил. 6).

Все построения на карте выполняются красной тушью тонкими линиями. Сама линия трассы выполняется красной тушью толщиной 1 мм.

Например:

Приняв радиус круговой кривой, пользуемся таблицей Митина [9] рассчитывают элементы круговой кривой (Т, К, Б, Д).

Угол поворота измерен транспортом. $\alpha^\circ = 80^\circ$

*После определения элементов круговой кривой от вершины угла поворота по новому направлению откладываем недостающие до целого пикета метры
Далее продолжаем разбивку пикетажа, согласно масштабу плана до конца трассы.*

Угол поворота $\alpha_{лев} = 80^\circ$, $R = 700$ м, ВУ1 ПК 7+60.

$$Т = 839,100 \times 0,7 = 587,37 \text{ м}$$

$$К = 1396,263 \times 0,7 = 977,384 \text{ м,}$$

$$Д = 281,937 \times 0,7 = 197,356 \text{ м,}$$

$$Б = 305,407 \times 0,7 = 213,785 \text{ м.}$$

$$\text{Контроль: } Д = 2Т - К = 2 \times 587,37 - 977,384 = 197,356 \text{ м - верно}$$

-ВУ (ПК 7 +60)	760,00
<i>T</i>	587,37
НК (ПК 1 +72,63)	172,63
+К	977,38
КК (ПК 11+50,01)	1150,01

Далее внутренний угол делим пополам и от вершины откладываем величину *B*, получаем точку середины круговой кривой (СК).

Через полученные точки НК, СК и КК по лекалу проводим круговую кривую, плавно смягчающую переломы трассы.

2.1.3. Определение прямых вставок

Для составления ведомости углов поворота трассы линейного сооружения, определяем по формулам (4-8) данные о прямых участках и расстояния между вершинами углов поворота (рис.5), которые необходимо внести в соответствующие колонки (табл.9):

$$P_1 = \text{НЗ-НТ} \quad (4)$$

$$P_2 = \text{КТ-КЗ} \quad (5)$$

$$S_1 = \text{ВУ}_1\text{-НТ} \quad (6)$$

$$S_2 = \text{КТ-ВУ}_1 + Д \quad (7)$$

$$L_{\text{тр}} = \text{КТ-НТ} \quad (8)$$

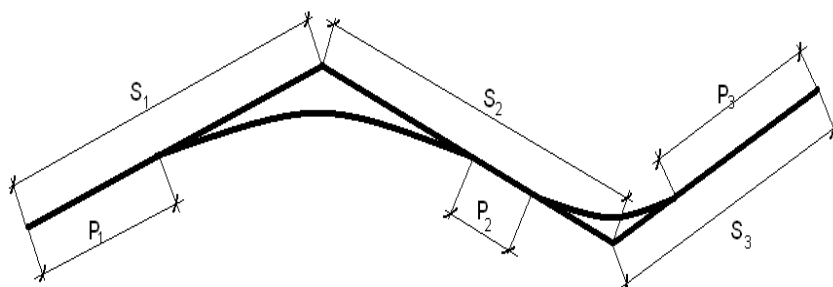


Рис.5. Схема определения прямых вставок и расстояний между вершинами

Например:

$$P_1 = \text{НЗ} - \text{НТ} = \text{ПК } 1+72,6 - \text{ПК } 0+00 = 172,63 \text{ м}$$

$$P_2 = \text{КТ} - \text{КЗ} = \text{ПК } 14+50 - \text{ПК } 1+50,01 = 299,99 \text{ м}$$

$$S_1 = \text{ВУ}_1 - \text{НТ} = \text{ПК } 7+60 - \text{ПК } 0+00 = 760,00 \text{ м}$$

$$S_2 = \text{КТ} - \text{ВУ}_3 + Д = \text{ПК } 14+50 - \text{ПК } 7+60 + 197,36 = 887,36 \text{ м}$$

$$\Sigma K = 977,38 \text{ м}$$

$$\Sigma P = 472,62 \text{ м}$$

$$\Sigma S = 1647,36 \text{ м}$$

$$\Sigma Д = 197,36 \text{ м}$$

$$L_{\text{тр}} = \text{КТ} - \text{НТ} = \text{ПК } 1450 - \text{ПК } 0+00 = 1450 \text{ м}$$

$$\text{Контроль: } \Sigma K + \Sigma P = \Sigma S - \Sigma Д = L_{\text{тр}},$$

где: $L_{\text{тр}}$ – длина трассы.

$$977,38 + 472,62 = 1647,36 - 197,36$$

$1450\text{ м} = 1450\text{м} - \text{верно}$

2.1.4. Определение направления трассы

Направление трассы определяется румбом – острым углом от ближайшего направления меридиана до направления линии; он обозначается буквой – г.

Пределы изменения румба от 0° до 90° .

Для однозначного определения направления по значению румба он сопровождается названием четверти:

1 четверть - СВ (северо-восток),

2 четверть - ЮВ (юго-восток),

3 четверть - ЮЗ (юго-запад),

4 четверть - СЗ (северо-запад).

Румб начальной прямой определяем по карте, считая вертикальный край карты (в нашем случае) направлением магнитной стрелки "север - юг" (рис.6). Измеряем транспортиром угол между ближайшим концом линией, проведенной параллельно указанному направлению (север - юг) и направлением первого прямого участка трассы.

Контроль вычисления дирекционных углов производим по формуле (9):

$$\sum \beta_{np} - \sum \beta_{лев} = \alpha_n - \alpha_1 \quad (9)$$

где $\sum \beta_{np}$ – сумма правых углов поворота трассы, $\sum \beta_{лев}$ – сумма левых углов поворота трассы, α_n и α_1 – соответственно дирекционные углы начального и конечного направления трассы.

Все данные заносим в ведомость углов поворота, прямых и круговых кривых (табл. 9).

Например:

Румбы начальной прямой каждого варианта трассы определяем по карте (рис.6), считая вертикальный край карты направлением магнитного меридиана.

Рис. 6. Схема направления трассы

Например:

$$\dot{A}_i = \alpha_i = 197^\circ 00'$$

ЮЗ:

$$r_{\text{юз}} = \alpha_n - 180^\circ = 197^\circ - 180^\circ = 17^\circ,$$

$$A_1 = \alpha_n - \beta_{\text{лев}} = 197^\circ - 80^\circ = 117^\circ,$$

$$\text{ЮЗ: } r = 180^\circ - 117^\circ = 63^\circ.$$

$$\begin{aligned} \text{Контроль: } \sum \beta_{\text{пр}} - \sum \beta_{\text{лев}} &= \alpha_n - \alpha_1, \\ 0 - 80^\circ &= 197^\circ - 117^\circ, \\ 80^\circ &= 80^\circ - \text{верно} \end{aligned}$$

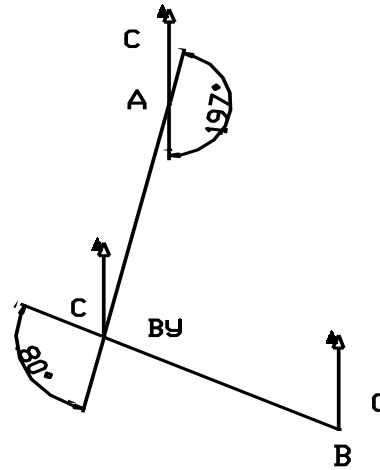


Таблица 9

Ведомость угла поворота, прямых и круговых кривых

Углы		Вершина угла		Элементы круговой кривой, м					Главные точки кривой				Прямые		Азимуты, А	Румбы, град	
Положение верш. угла																	
ПК	+	право	лево	R	T	K	B	Д	НKK		KKK		S, м	Пр, м			
ПК	+								ПК	+	ПК	+					
0	00	Начало трассы															
														760	172,63		
7	60	80°	--	700	587,37	977,384	213,785	197,356	1	73	13	50			197	СВ:17	
													690	299,99			
14	50	Конец трассы														117	СВ:63

$$\sum P_n + \sum K_n = 977,38 + 472,62 = 1450 \text{ м}$$

$$Д = 2T - K = 2 \times 587,37 - 977,384 = 197,356 \text{ м}$$

$$\sum S_n - \sum D_n = 1647,36 - 197,36 = 1450 \text{ м}$$

$$L = ПККТ - ПКНТ = ПК_{14+50} - ПК_{0+00} = 1450 \text{ м}$$

$$\sum \beta_{np} - \sum \beta_{лев} = \alpha_n - \alpha_1,$$

$$0 - 80^\circ = 197^\circ - 117^\circ,$$

$$80^\circ = 80^\circ,$$

Составил:

Проверил:

2.2. Продольный профиль

Продольный профиль - важнейший проектный документ, на котором показаны основные данные, необходимые для строительства дороги.

Он дает представление об изменении рельефа по оси дороги и проложении проектной линии относительно поверхности земли.

Продольный профиль составляют в масштабах:

- горизонтальный 1:5 000,
- вертикальный 1:500,
- разрез грунта в вертикальном масштабе 1:50.

Вычерчивается на миллиметровой бумаге высотой 297 мм, в рамке 288 мм.

Построение продольного профиля начинают с сетки, описание и размеры граф которой для размещения надписей указаны (прил.7). В верхней части листа помещают чертеж проекции оси дороги в абсолютных отметках линия поверхности земли, условно называемая черной линией, дублируется второй линией, параллельно ей, помещенной на 2 см ниже; от этой второй линии ниже помещают разрез грунта. Поверхность земли изображают тонкой черной линией.

Проектную линию наносят тушью красного цвета толстой (0,5-1 мм) линией. Проектные отметки (красные) и отметки поверхности земли (черные) пишут высотой 3 мм в соответствующих графах, рабочие отметки - разность между отметками проектной линии и поверхности земли, подписывают на расстоянии 0,5 см от проектной линии: для насыпей - выше, а для выемок - ниже проектной линии.

2.2.1 Подготовка исходных данных и проектирование продольного профиля

По карте определяют высотные отметки, отражающие характерные изменения рельефа местности на каждом пикете, пересекаемых водотоках и плюсовых точках. Плюсовыми точками выделяются пониженные места рельефа, на которых будут проектироваться водопропускные сооружения, и повышенные (водораздельные) точки.

При работе с топографической картой (планом) необходимо предварительно определить отметки поверхности земли вдоль оси будущей дороги интерполяцией и экстраполяцией отметок горизонталей.

2.2.2.Определение высотных отметок по картам в горизонталях.

Для отражения в продольном профиле характерных изменений рельефа местности, местоположения пересекаемых автомобильных и железных дорог, оврагов назначают, кроме пикетных (по 100 м), *плюсовые точки*.

Плюсы назначают во всех точках изменения крутизны склона,

характеризующегося резким изменением густоты горизонталей, а также в местах пересечения речных долин, оврагов, автомобильных и железных дорог.

Особо должны быть выделены плюсовыми точками пониженные места рельефа - логи (тальвеги), на которых будут проектироваться водопропускные сооружения и повышенные (водораздельные) точки, характеризующие границы водосборных бассейнов в продольном профиле.

Не следует назначать много плюсовых точек. Это в последующем значительно усложнит нанесение проектной линии.

Для определения отметок пикетных и плюсовых точек необходимо предварительно написать (простым карандашом) на пересекаемых или расположенных вблизи трассы горизонталях их отметки.

Определение отметок поверхности земли *интерполяцией* или *экстраполяцией* соседних горизонталей вытекает из сущности самих горизонталей.

В рассматриваемых ниже примерах высота сечения горизонталей равна 5 м, т. е. рельеф местности условно рассечен параллельными плоскостями, расстояние между которыми по нормали равно 5 м. Если известны отметки смежных горизонталей, то отметка любой точки (пикетной или плюсовой), расположенной между ними, может быть определена исходя из подобия треугольников (рис. 7, а).

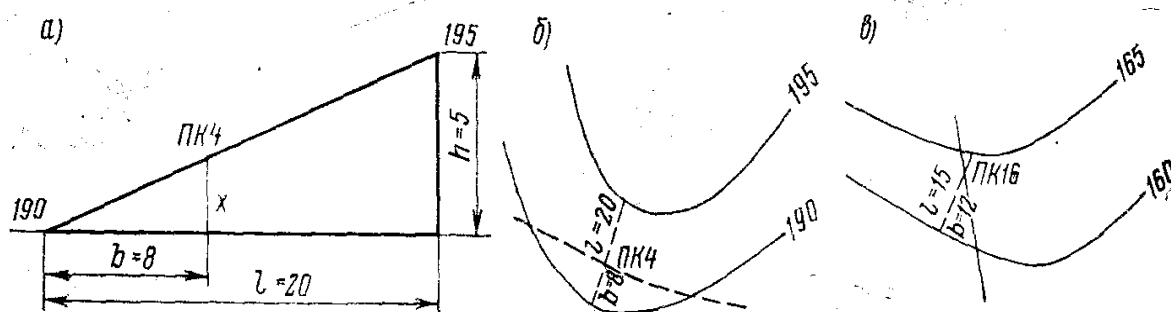


Рис.7. Схемы к расчету отметок точек методом интерполяции

Определение отметок точек, расположенных между горизонталями, т.е. интерполяцией, производится следующим образом. Определяют кратчайшее расстояние между горизонталями l и расстояние до горизонтали с меньшей отметкой b . Пользуясь отношением из подобия треугольников $\frac{X}{h} = \frac{b}{l}$, находим превышение точки над горизонталью с меньшей отметкой X , определяемая по формуле (10):

$$X = \frac{bh}{l} \quad (10)$$

где: h —высота сечения горизонталей, м (в курсовой работе $h=2,5$ м).

Например:

В рассматриваемом варианте трассы ПК 4 (рис. 7,б) расположен между горизонталями с отметками 190 м и 195 м с кратчайшим расстоянием между ними $l=20$ мм и расстоянием до горизонтали с меньшей отметкой (190 м) $b=8$ мм (см. рис. 7, а).

Сечение горизонталей $h=5$ м.

По формуле (10) находим X :

$$X = \frac{bh}{l} = \frac{8 \times 5}{20} = 2.00 \text{ м},$$

т. е. отметка точки ПК 4 равна $190,00 + 2,00 = 192,00$ м.

Отметка ПК16+00 основного хода, расположенного между горизонталями с отметками 160,00 м и 165,00 м (рис. 7, в) при $l=15$ мм и $b=12$ мм, равна

$$160,00 + \frac{12 \times 5}{15} = 164,00 \text{ м}$$

Если точка расположена в пределах замкнутой горизонтали или за пределами горизонталей, отметку ее определяют экстраполяцией.

При кратчайшем расстоянии между ближайшими к точке смежными горизонталями l и расстоянии от точки до ближайшей горизонтали b из подобия треугольников (рис.8,а) превышение (или понижение) точки по отношению к отметке ближайшей горизонтали может быть определено по формуле (10).

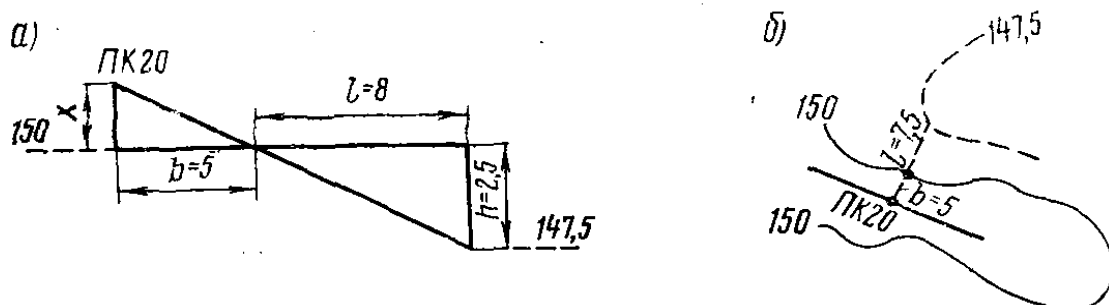


Рис.8.Схемы к расчету отметок точек методом экстраполяции

Если близлежащая горизонталь имеет меньшую отметку, для получения отметки искомой точки величина X вычитается, если отметка этой горизонтали большая, то величина X прибавляется.

Например,

При определении отметки точки ПК 20 (основной ход, см. рис.8), расположенной в пределах замкнутой горизонтали с отметкой 150,00 м (рис. 12, б) при расстоянии до нее от точки $b=5$ мм и кратчайшем расстоянии до соседней полугоризонтали (пунктирной) с отметкой 147,50 м $l=7,5$ мм.

По формуле (10)
$$X = \frac{bh}{l} = \frac{5 \times 2.5}{7.5} = 1.65 \text{ м}$$

Так как ближайшая к точке (замкнутая) горизонталь имеет большую отметку, чем смежная, величину X прибавляем.

Таким образом, отметка точки ПК 20+00 равна

$$150,00 + 1,65 = 151,65 \text{ м}.$$

Как было указано выше, при реальном проектировании продольный профиль вычерчивают по данным нивелировочного журнала. При учебном проектировании отметки местности определяют вышеописанным не точным методом, так как он основан на предположении прямолинейного изменения высотных точек местности между горизонталями или за их пределами. Отметки дна пересекаемых оврагов и русел постоянных водотоков приходится брать ориентировочно, так как по топографическим картам невозможно получить их величину.

В качестве ориентиров на постоянных водотоках можно использовать указанные на картах отметки уреза воды и в отдельных случаях глубины водотока. Отметку уреза воды в месте пересечения водотока можно определить интерполяцией отметок, указанных выше и ниже места перехода.

Отметки головок рельсов, пересекаемых в одном уровне железных дорог, также назначают ориентировочно - прибавлением к отметке поверхности земли (определенной вышеуказанным методом) ориентировочной рабочей отметки насыпи железнодорожного полотна 0,6-1,0 м. Если рабочая отметка на карте указана, ее следует прибавить (или отнять, если железная дорога проходит в выемке) к отметке поверхности земли.

Если точка (пикет) расположена на горизонтали, то ее высота равна высоте этой горизонтали.

Вычисленные отметки поверхности земли вписывают в графу 13 (прил.7) продольного профиля поверхность земли на чертеже изображают точкой и черной линией.

2.2.3. Обоснование и описание проектной линии

После построения линии поверхности земли приступают к нанесению проектной (красной) линии. Нанесение проектной линии начинают с контрольных отметок, т. е. отметок точек через которые обязательно должна пройти проектная линия.

Таковыми точками являются отметки бровок насыпей на подходах к водотокам, над искусственными сооружениями (трубами) и руководящая отметка насыпи. Данную отметку насыпи устанавливают исходя из почвенно-грунтовых и гидрологических условий снегוזаносимости дороги.

Рекомендуемая рабочая отметка насыпи является одним из важнейших показателей проектируемого земляного полотна (подробно о порядке ее определения представлено далее).

Для обеспечения уменьшения заноса дороги снегом возвышение проектной линии вычисляется как руководящая отметка по формуле (11):

$$h_{про} = h_{сн} + \Delta \quad (11)$$

где $h_{сн}$ - высота снегового покрова для данной местности; Δ - необходимый запас для дорог (зависит от категории дороги), (табл.10).

Таблица 10

Категория дороги	Необходимый запас, м
I	0,8
II	0,7
III	0,6
IV	0,5
V	0,4

Например:

Рекомендуемая рабочая отметка, которой следует придерживаться при проектировании продольного профиля дороги для Волгоградской области, устанавливается в соответствии с ограничениями СП 34.13330.2021 «Автомобильные дороги»: по наименьшему возвышению поверхности покрытия над уровнем грунтовых и поверхностных вод на мокрых и сырых участках трассы, а также наименьшему возвышению бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова.

Рекомендуемую рабочую отметку по условию снегонезаносимости и характеру увлажнения местности для Волгоградской области принимаем

$$h_{ppo} = 0.22 + 0.6 = 0,82 \text{ м.}$$

Рабочая отметка над трубой вычисляется по формуле (12):

$$h = d + \delta + \Delta + h_{д.о.} \quad (12),$$

где: d – диаметр трубы, м; δ – толщина стенок трубы, м; Δ – минимальная засыпка над трубой, м; $h_{д.о.}$ – толщина дорожной одежды, м (табл.10).

Например:

Труба диам. 1,5 м; толщина стенки – 0,12 м; толщина дорожной одежды – 0,56 м.

$$h_{ppo}^{тр} = 1,5 + 0,5 + 0,56 = 2,56 \text{ м}$$

К основным исходным данным для проектирования земляного полотна в продольном профиле относятся:

- максимально допустимый продольный уклон,
- минимальные радиусы выпуклых и вогнутых вертикальных кривых,
- рекомендуемая рабочая отметка в насыпи,
- контрольные (фиксированные) отметки.

Данные о продольном уклоне и минимальных радиусах вертикальных кривых берут из первой ведомости технических показателей проектируемой дороги в зависимости от заданной категории дороги (табл.3).

К контрольным (фиксированным) относятся отметки:

- а) оси дорожных покрытий населенных пунктов, к которым трасса примыкает;
- б) головок рельсов, пересекаемых в одном уровне железных дорог;
- в) оси пересекаемых в одном уровне автомобильных дорог более высокой категории;
- г) въездов в дворы и входов в строения;
- д) бровок насыпей у мостов;

е) бровок насыпей над трубами;
 ж) настилов путепроводов при пересечении железных и автомобильных дорог в разных уровнях, определяемых из условий соблюдения габаритных размеров, размещения конструктивной высоты пролетного строения путепровода.

Для случаев, указанных в пунктах «а» - «г», проектные отметки при проектировании продольного профиля строго фиксированы - не подлежат изменению.

Для случаев «д», «е» и «ж» не рекомендуется ниже наносить проектную линию, за исключением случаев заглубления лотка сооружения.

Проектная линия наносится прямыми линиями, выравнивая поверхность земли. Величина уклона проектной линии к горизонту называется продольным уклоном и выражается в промилях (‰), т.е. в тысячных долях.

Оптимальное положение проектной линии включает допустимые проектные уклоны, наибольшую величину вертикальных и вогнутых кривых (рис.9).

Переломы проектной линии в продольном профиле при алгебраической разности уклона:

- 5 ‰ и более - на дорогах I и II категорий,
- 10 ‰ и более - на дорогах III категории,
- 20 ‰ и более на IV и V категорий.

В этих случаях следует сопрягать вертикальными кривыми.

Например:

Отметка проектной линии 0,00 находится между ПК 2 и ПК3 (см. рис. 11).

Рабочая отметка на ПК 2 $h_{лев} = 1,65$ м, а на ПК3 $h_{пр} = 0,94$ м.

Расстояние между пикетами $l = 100$ м.

Обозначим расстояние от точки пересечения проектной линии и линии поверхности земли до левой рабочей отметки $h_{лев}$ через X_l .

Из подобия треугольников имеем по формуле(14):

$$X_l = \frac{h_{лев}}{h_{лев} + h_{пр}} \times l \quad (14)$$

где l - расстояние между отметками насыпи и выемки; $h_{лев}$ и $h_{пр}$ - отметки насыпи и выемки.

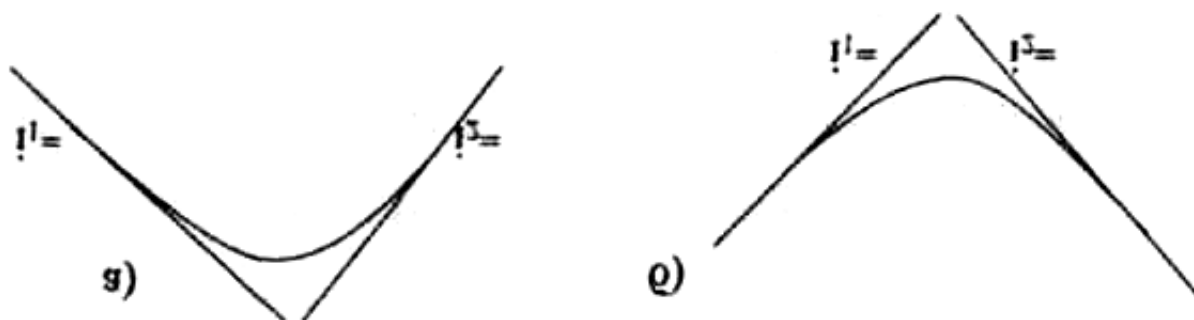


Рис.9. Вертикальные кривые:
 а - вогнутая; б - выпуклая

Проектная линия не должна менять уклон над мостом.

Над трубами, возможно, любое положение проектной линии, но при этом необходимо, чтобы засыпка над трубой была не менее 0,5 м, если режим протекания воды в трубе безнапорный или бровка насыпи находилась не менее чем на 0,5 м выше подпертого горизонта воды перед трубой при напорном режиме протекания воды в трубе.

На участках, где уклоны поверхности земли превышают допустимые на дороге, с целью уменьшения высоты насыпи, проектную линию наносят по секущей поверхности земли (рис.10), допуская устройство выемок.

По заданным уклонам определяют проектные отметки на каждом пикете, умножая уклон на расстояние и прибавляя это превышение к отметке предыдущего пикета (в случае подъема) или отнимая его (в случае пуска), по формуле (13):

$$H_2 = H_1 \pm L * i \quad (13)$$

где: H_1 - отметка предыдущей точки; H_2 – отметка вычисляемой точки; i – уклон на вычисляемом участке; L – расстояние между точками, м.

Например:

Руководящая отметка из условий снеготаносимости (руководящая отметка) $h=1,10$ м.

Черная отметка земли на ПК 0+00 = 101,10 м.

Проектный уклон равен +23 ‰ (плюс - подъем, минус - выемка).

Вычисляем отметку на ПК:

$$0,023 * 100 = 2,3 \text{ м,}$$

где 100 - расстояние между пикетами.

Полученное превышение 2,3 м прибавляем к отметке на ПК0+00, таким образом, проектная отметка на ПК1+00 будет равна 103,40 м:

$$101,10 + 2,30 = 103,40 \text{ м,}$$

и так далее до точки перелома проектного уклона.

Проектные отметки записываются в соответствующую графу 11 продольного уклона (прил.7) красной тушью.

Далее определяем *рабочие отметки* - разность между отметками проектной линии и поверхности земли. Рабочие отметки надписываются на расстоянии 0,5 см от проектной линии, для насыпей выше, для выемок ниже проектной линии.

Нахождение точки перехода из выемки в насыпь и наоборот (точки нулевых работ) (рис. 11). Место отметки 0,00 определяют как расстояние до ближайшего пикета (или плюсовой точки) на профиле и вычисляют аналитически.

Например:

Отметка проектной линии 0,00 находится между ПК2+00 и ПК3+00 (см. рис. 11).

Рабочая отметка на ПК 2+00 $h_{лев} = 1,65$ м, а на ПК3+00 $h_{пр} = 0,94$ м.

Расстояние между пикетами $l = 100$ м.

Обозначим расстояние от точки пересечения проектной линии и линии поверхности земли до левой рабочей отметки $h_{лев}$ через $X_л$.

Из подобия треугольников определяем по формуле(14):

$$X_л = \frac{h_{лев}}{h_{лев} + h_{пр}} \times l \quad (14)$$

где l - расстояние между отметками насыпи и выемки; $h_{лев}$ и $h_{пр}$ - отметки насыпи и выемки.

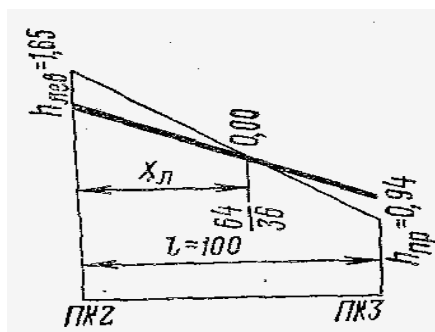


Рис. 11. Определение точек нулевых работ

Подставляя цифровые значения, получим:

$$X_л = \frac{1,65}{1,65 + 0,94} \times 100 \approx 64 \text{ м.}$$

На продольном профиле от точки пересечения делаем пунктирную сноску и в конце ее укажем расстояния до ближайших пикетных или плюсовых точек.

В данном случае слева записываем цифру 64 - расстояние до ближайшего пикета слева, т. е. до ПК 2, и справа 36 - расстояние до ПК 3.

3. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО

3.1 Поперечные профили земляного полотна

В зависимости от высоты насыпи и рельефа местности определяем типовые поперечные профили земляного полотна автомобильной дороги по типовому проекту серии 503-0-48.87 «Земляное полотно автомобильных дорог общего пользования» [3].

Принятые поперечные профили должны обеспечивать безопасность движения транспортных средств и требуемую прочность дороги, в течение заданного срока службы не нарушая ландшафт местности.

В проекте прилагаются принятые поперечные профили земляного полотна на формате А4 (рис.12).

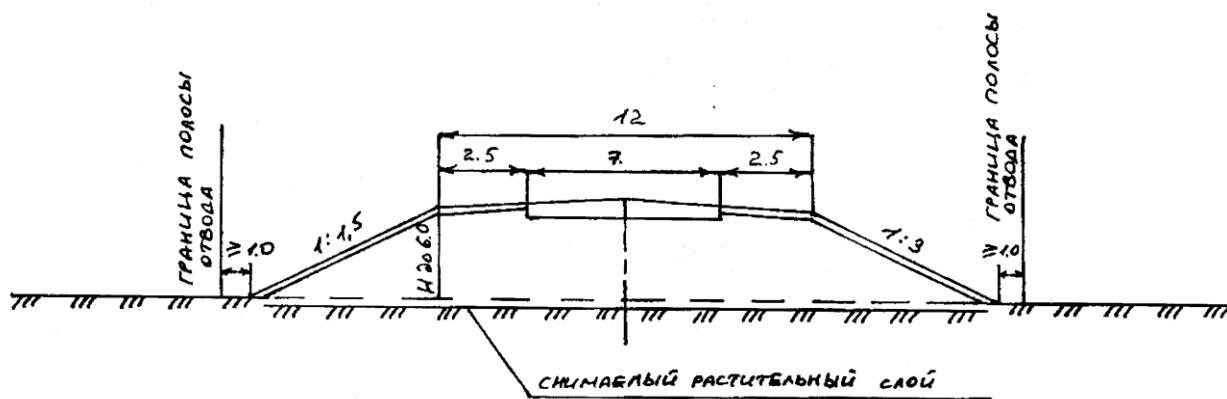


Рис. 12. Поперечный профиль земляного полотна в насыпи

В курсовой работе необходимо: запроектировать поперечные профили земполотна, перечислить мероприятия по рекультивации земель.

4. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Оценка экологической безопасности автомобильных дорог охватывает следующие виды воздействий:

- *транспортные загрязнения* - выбросы транспортных средств, пользующихся дорогой: отработанные газы, транспортный шум, пылевидные (твердые) выбросы и продукты износа покрытий, загрязняющих воздух, почву и водные стоки на прилегающей территории;

- *технологические воздействия* при выполнении строительных работ: загрязнение атмосферы, почвы и водоемов при работе дорожных машин, производственный шум, распространение пыли, временное изъятие, засорение земель.

Основными объектами воздействия автомобильных дорог на окружающую среду являются следующие компоненты (табл.11):

- воздух (загрязнение газами, пылью, уровень шума);
- водные ресурсы (загрязненность поверхностного стока, водоемов);
- земельные ресурсы, почва;
- биологические ресурсы (растения, животный мир).

Таблица 11

**Производственно-технологические процессы строительства автомобильной
дороги, влияющие на окружающую среду**

Объект воздействия	Рассматриваемый элемент	Элемент автодороги	Параметры воздействия
Воздух	Все сооружения		Дополнительное загрязнение воздуха выбросами отработанных газов (ОГ) дорожных машин, дополнительное акустическое воздействие шумом дорожных машин
Земля	Почвы и грунты	Земляное полотно	Загрязнение придорожной территории материалами для строительства дорог
		Придорожная полоса	Загрязнение мусором и техногенными предметами
	Рельеф местности	Объекты инфраструктуры	Отсутствие или неполная рекультивация земель, нарушенных при проведении строительных работ
Вода		Дорожная одежда	Загрязнение поверхностных и грунтовых вод в результате строительных работ, в том числе в водоохраных зонах
Биосфера	Растительность	Придорожная полоса	Нарушение сроков и технологии рубок ухода, скашивания травы
	Животный мир		Ухудшение условий обитания из-за шума дорожных машин

Уровень экологической безопасности автомобильной дороги

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха являются автомобили и другие виды транспорта.

Загрязнение атмосферного воздуха таит в себе не только угрозу здоровью людей, но и наносит большой экологический ущерб. Ядовитые вещества воздуха отравляют животных, обесцвечивают краску на стенах домов и корпусах автомашин, под их влиянием гибнут растения. Поэтому необходимо знать концентрацию вредных веществ в атмосферном воздухе.

Оценка уровня загрязнения воздушной среды производится расчетом: путем определения выбросов отработанных газов, концентрации загрязнения воздуха этими газами на различном удалении от дороги и затем сравнение полученных данных с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) этих газов.

В период строительства и эксплуатации автомобильной дороги в процессе выполнения тех или иных строительных работ происходят различные техногенные воздействия на окружающую среду. Они обуславливаются применением значительного количества строительной техники, машин и механизмов, что вызывает дополнительное загрязнение воздушного бассейна района строительства.

Для оценки влияния техногенных воздействий при строительстве и эксплуатации дороги проведен расчет интегрированного показателя воздействия технологических процессов строительства и содержания

автодороги на окружающую природную среду.

Расчет проведен по методике, изложенной в ОДН 218.5.016-2002 «Показатели и нормы экологической безопасности автомобильной дороги». Оценка технологических процессов и материалов с точки зрения воздействия на окружающую среду, а также назначение мероприятий по уменьшению отрицательного воздействия должны производиться для каждого технологического процесса при строительстве, ремонте и содержании дорог.

Параметры воздействия на окружающую среду при выполнении подготовительных работ, работ по сооружению земляного полотна, устройству дорожной одежды, ремонту и содержанию автомобильных дорог, разработке карьеров и резервов, дорог и транспортировании минеральных материалов и соответствующие им коэффициенты значимости приведены (табл. п.6.1 «ВСН 8-89 «Инструкция по охране природной среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог»).

Воздействие на животный и растительный мир

Места размножения и отстоя редких животных в районе строительства автодороги не выявлены.

Одним из основных мероприятий по защите почвы от эрозии является *рекультивация земель*, которая включает в себя технический и биологический этапы.

На техническом этапе рекультивации выполняются работы по планировке откосов; разработке в штабелях, транспортировке и надвижке плодородного грунта на откосы и обочины земляного полотна.

На биологическом этапе - выполняется комплекс мероприятий по возобновлению флоры путем внесения удобрений.

Воздействие изменения режима стока поверхностных вод

Для предохранения местности от водной эрозии предусмотрен сбор и отвод поверхностных вод. Сток воды происходит вдоль дороги по укрепленным кюветам, не образуя промоин у подошвы насыпи. Во избежание размывов предусмотрено укрепление кюветов у разворотной площадки монолитным бетоном.

Для предохранения насыпи от размыва предусмотрено укрепление кюветов в зависимости от продольных уклонов засевом трав и монолитным бетоном (см. чертеж Продольный профиль), а также предусмотрено противоэрозийное озеленение - укрепление откосов земляного полотна засевом семенами трав.

Сохранение плодородия земель

Охрана окружающей среды, является одной из важнейших и актуальных проблем сохранения при проектировании и строительстве дороги сельскохозяйственных угодий и заповедных мест. Поэтому при проектировании дороги решались задачи:

- уменьшение размеров площади отвода, путем выбора рационального решения сокращения протяжения и высоты насыпи;
- увеличение крутизны откосов;

- земли, отведенные, на период строительства под резервы, временные сооружения, подъездные пути, подлежат возврату землепользователям только после рекультивации;

- сохранение плодородного слоя почвы при сооружении земляного полотна дороги;

- проведение расчистки дорожной полосы и площади для дорожных сооружений в строго отведенных границах;

- снятие и сохранение плодородного слоя почвы и использование его в сельском хозяйстве;

- недопущение размывов, оползней и эрозии;

- исключения возможности разрушения почвенной структуры (использование дорожной техники без достаточного учета физико-механических свойств плодородного слоя грунта) и изменения водного режима земель;

- снятие плодородного слоя почвы производить в талом состоянии в теплый и сухой период года;

- плодородный слой снимать как с постоянной так и с временной территории полосы отвода;

- при подготовке территории под земляное полотно с устройством притрассовых боковых резервов или без них плодородный слой почвы сдвигать в валы на границе полосы отвода;

- плодородный грунт использовать для рекультивации притрассовых боковых резервов, для укрепления откосов земляного полотна и повышения плодородия малопригодных угодий и др. сельскохозяйственных целей.

В данном разделе необходимо перечислить мероприятия по охране окружающей среды.

Например:

В работе принято:

- укрепление обочин _____ (засев трав, щебневание);

- укрепление откосов земляного полотна - _____ (засевом семенами трав, применение геотекстильных материалов).

Все это исключает пылеобразование на дороге и загрязнение растительности придорожной полосы.

В период строительства для исключения пылеобразования, работы по отсыпке земляного полотна производятся с периодическим увлажнением (кроме полива при уплотнении).

Выгрузка щебня производится только на подготовленное земляное полотно.

Битум, используемый при строительстве автомобильной хранится на битумохранилищах с электро и газоподогревом. Непосредственно на дороге битум не хранится и не разогревается.

Применение наиболее современной экологически чистой строительной техники и технологии снижает загрязнение окружающей среды при работе строительных машин и механизмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно заданию в курсовой работе даны обоснования целесообразности строительства дороги по выбранному направлению, определено положение трассы и даны конструктивные решения запроектированной дороги с обоснованием их размеров и объемов работ.

Выбор положения трассы дороги является одним из ответственных этапов проектирования, так как оказывает значительное влияние на стоимость строительства и эксплуатации дороги, удобства и безопасность движения, степень влияния дороги на окружающую среду.

При выборе оптимального варианта трассы проектирование продольного и поперечных профилей дороги было учтено:

- грузонапряженность, состав движения, интенсивность движения;
- экономическое развитие района строительства;
- природно-климатические условия региона (климат, рельеф, гидрогеологические и грунтовые условия, растительный покров, наличие местных дорожно-строительных материалов).

Приняты мероприятия по охране окружающей среды.

Поставленные задачи в курсовом проекте решены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свод правил СП 34.13330.2021 «Автомобильные дороги. Актуализированная версия СНиП 2.05.02-85», 2021.
2. Большая Советская энциклопедия: в 30-ти томах. Изд. 3-е. - М.: Советская энциклопедия, 1969.
3. «Земляное полотно автомобильных дорог общего пользования» - Типовой проект серии 503-0-48-87.
4. «Изыскания и проектирование автомобильных дорог»/ Кудрявцев М.Н., Каганович В.С. - М.: Транспорт, 1973.
5. Климатологический справочник СССР. - Л., 1949.
6. «Проектирование автомобильных дорог»/ Бабков В.Ф., Андреев О.В. Часть 1,2. - М.: Транспорт, 1987.
7. «Строительная климатология и геофизика» СНиП 2.01.01-82. Госстрой СССР.- М. 1983.
8. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология" Актуализированная версия СНиП 23-01-99 (с изменением №2).
9. «Таблицы для разбивки круговых кривых на автомобильных дорогах»/ Митин НА.
10. «Таблицы для подсчета объемов земляных работ автомобильных дорог» / Митин НА., 1997.
11. Физическая география России: в 2-х частях/ Раковская Э.М. - М: ВЛАДОС, 2002.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»**
ПРИВОЛЖСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МАДИ

Кафедра: Строительство дорог и инженерная экология
Дисциплина: **Технология отрасли. Автомобильные дороги**

Курсовая работа

на тему: **Основы проектирования автомобильной дороги,**
вариант

Выполнил студент:
курса _____ группы _____
_____ Ф.И.О.

Руководитель _____
(учённая степень, звание)
_____ Ф.И.О.

оценка _____
(зачтено, не зачтено)

Чебоксары, 2025

**Задание
на курсовую работу №1
«Основы проектирования дорог»**

Студенту _____
(Ф.И.О., группа)

1. Исходные данные:

1. Топографическая карта местности в масштабе 1 : 10000
2. Дорога проектируется между: _____
3. Данные о составе и интенсивности движения: _____
4. Интенсивность движения, полученная по результатам титульных дорожно-экономических обследований с учётом изменений состава движения _____
5. Прирост интенсивности _____
6. Район проложения трассы _____
7. Грунтовые условия:

Супеси на глубине _____,	Суглинки на глубине _____
Глины на глубине _____,	Пески на глубине _____
Растительный слой _____.	
8. Уровень грунтовых вод _____
9. Уровень поверхностной воды _____

2. Состав работы:

а). Пояснительная записка

Введение (актуальное состояние дорожной сети в рассматриваемом регионе, цели, задачи проектирования)

Глава 1. Характеристика района проектирования автомобильной дороги

- 1.1. Общая характеристика района проектирования (в том числе - экономика, промышленность)
- 1.2. Транспортная сеть
- 1.3. Природно-климатическая характеристика
 - 1.3.1. Климат
 - 1.3.2. Гидрология
 - 1.3.3. Рельеф. Геология
 - 1.3.4. Почвы и растительность
 - 1.3.5. Полезные ископаемые. Дорожно-строительные материалы
- 1.4. Определение интенсивности движения, определение технической категории дороги и технических нормативов.

Глава 2. План трассы и продольный профиль (выбор направления трассы по топографической карте с соблюдением требований безопасности движения. Описание варианта трассы, закрепление трассы. Определение величины радиусов круговых и переходных кривых и их элементов, составление ведомостей. Проектирование продольного профиля).

Глава 3. Земляное полотно (определение типов поперечных профилей, ведомость привязки поперечных профилей).

Глава 4. Оценка экологической безопасности автомобильной дороги

Заключение

Список используемой литературы

б). Графическая часть

1. Дорожно-климатический график и розы ветров (формат А₄).
2. Продольный профиль в масштабе: горизонтальный 1 : 5000, вертикальный 1 : 500, для грунтов 1 : 50.
3. Поперечные профили земляного полотна (формат А₄).

Преподаватель _____/Е.В.Вязова/

Студент _____/ _____/

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Технические параметры автомобильных дорог по категориям

Категория	I а,б,в	II	III	IV	V	СП 34. 13330. 2021
Параметры						
Интенсивность движения, приведенная к легковому автомобилю, ед./сут.	Свыше 14001	Свыше 6001	2001-6000	201-2000	Менее 200	Табл. 4.1
Интенсивность движения в физических единицах, ед./сут	Свыше 7000	3000-7000	1000-3000	100-1000	Менее 100	—
Расчетная скорость, км/ч	150 - 1а, 120 – 1б, 100 - 1в	120	100	80	60	Табл. 5.1
Число полос движения, шт	4, 6, 8.	2, 4	2	2	1	Табл. 5.12
Ширина полосы движения, м	$\frac{3,75}{1а}; \frac{3,75}{1б}; \frac{3,75}{1в}$	3,75/3,50	3,50	3,00	4,50	Табл. 5.12
Ширина обочины, м	3,75	3,75/2,50	2,50	2,00	1,75	Табл. 5.12
Наименьшая ширина укрепленной полосы обочин, м	$\frac{0,75}{1а}; \frac{0,75}{1б}; \frac{0,75}{1в}$	0,75/0,50	0,50	0,50	—	Табл. 5.12
Наименьшая ширина разделительной полосы, м	$\frac{6,0}{1а}; \frac{5,0}{1б}; \frac{5,0}{1в}$	—	—	—	—	Табл. 5.12
Наименьшая ширина укрепленной полосы на разделительной полосе, м	$\frac{1,0}{1а}; \frac{1,0}{1б}; \frac{1,0}{1в}$	—	—	—	—	Табл. 5.12
Ширина земляного полотна. м	28,5; 36; 43,5 - 1а 27,5; 35; 42,5 - 1б 27,5/ 6,5; 35/33,5 42,5/ 40,50 - 1в	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	30	40	50	60	70	Табл. 5.3
Рекомендуемые радиусы вертикальных кривых, м: выпуклые	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:	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



44

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Элементы круговых кривых при $R = 1000$ м

Угол поворо- та, град	Тангенс T	Кривая K	Домер $D=2T-K$	Биссектриса B	Угол поворо- та, град	Тангенс T	Кривая K	Домер $D=2T-K$	Биссектриса B
0	0	0	0	0	46	424,475	802,851	46,097	68,360
1	8,727	17,454	0	0,038	47	434,812	820,305	49,319	90,441
2	17,455	34,907	0,003	0,152	48	445,229	837,758	52,700	94,636
3	26,186	52,360	0,012	0,343	49	455,726	855,211	56,241	98,948
4	34,921	69,813	0,029	0,610	50	466,308	872,665	59,951	103,378
5	43,661	87,226	0,056	0,953	51	476,975	890,118	63,832	107,929
6	52,408	104,72	0,096	1,372	52	487,733	907,571	67,895	112,602
7	61,163	122,173	0,153	1,869	53	498,582	925,025	72,139	117,400
8	69,927	139,626	0,228	2,442	54	509,525	942,478	76,572	122,326
9	78,702	157,080	0,324	3,092	55	520,567	959,931	81,203	127,382
10	87,489	174,533	0,445	3,820	56	531,710	977,384	86,036	132,570
11	96,829	191,986	0,592	4,625	57	542,956	994,838	91,074	137,893
12	105,104	209,440	0,768	5,508	58	554,309	1012,291	96,327	143,354
13	113,936	226,893	0,979	6,470	59	565,773	1029,744	101,802	148,956
14	122,785	244,346	1,224	7,510	60	577,350	1047,198	107,502	154,700
15	131,653	261,799	1,505	8,629	61	589,045	1064,651	113,439	160,592
16	140,541	279,253	1,829	9,828	62	600,861	1082,104	119,618	166,633
17	149,451	296,706	2,196	11,106	63	612,801	1099,557	126,045	172,827
18	158,384	314,159	2,609	12,465	64	624,869	1117,011	132,727	179,178
19	167,343	331,613	3,073	13,905	65	637,070	1134,464	139,676	185,689
20	176,327	349,066	3,588	15,427	66	649,408	1151,917	146,899	192,363
21	185,339	366,519	4,159	17,030	67	661,886	1169,371	154,401	199,204
22	194,380	383,972	4,788	18,717	68	674,508	1186,824	162,192	206,217
23	203,452	401,426	5,478	20,487	69	687,281	1204,277	170,285	213,406
24	212,557	418,879	6,235	22,341	70	700,208	1221,731	178,685	220,774
25	221,695	436,332	7,058	24,280	71	713,293	1239,184	187,402	228,326
26	230,868	453,786	7,950	26,304	72	726,543	1256,637	196,449	236,068
27	240,079	471,239	8,919	28,415	73	739,961	1274,090	205,832	244,002
28	249,328	488,692	9,964	30,614	74	753,554	1291,544	215,564	252,136
29	258,618	506,145	11,091	32,900	75	767,327	1308,997	225,657	260,472
30	267,949	523,599	12,299	35,276	76	781,286	1326,450	236,122	269,018
31	277,325	541,052	13,598	37,742	77	795,436	1343,904	246,968	277,778
32	286,745	558,505	14,985	40,300	78	809,784	1361,357	258,211	286,759
33	296,213	575,959	16,469	42,949	79	824,336	1378,810	269,862	295,967
34	305,731	593,412	18,050	45,692	80	839,100	1396,263	281,937	305,407
35	315,299	610,865	19,733	48,529	81	854,081	1413,717	294,445	315,087
36	324,920	628,319	21,521	51,462	82	869,287	1431,170	307,404	325,013
37	334,595	645,772	23,418	54,497	83	884,725	1448,623	320,827	335,192
38	344,327	663,225	25,429	57,621	84	900,404	1446,077	334,731	345,632
39	354,119	680,678	27,560	60,849	85	916,331	1483,530	349,132	356,341
40	363,970	698,132	29,808	64,178	86	932,515	1500,983	364,047	367,327
41	373,885	715,585	32,185	67,609	87	948,969	1518,437	379,493	378,598
42	383,864	733,038	34,690	71,145	88	965,689	1535,890	395,488	390,163
43	393,910	750,492	37,328	74,186	89	982,697	1553,343	412,051	402,032
44	404,026	767,945	40,107	78,535	90	1000,000	1570,796	429,204	414,214
45	414,214	785,398	43,030	82,392					

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Ведомость угла поворота, прямых и круговых кривых

№ п/п	ПК	Углы поворота		Элементы кривой					Главные точки кривой		Расстояние между вершинами	Прямая вставка	Румбы
		право	лево	R	T	K	Б	Д	НК	КК	S	P	г

Контроль:
 $\sum K_2 + \sum \text{Пр} = L$
 $\sum S - \sum Д = L$
 $2 \sum (T + t) \cdot \sum K_2 = \sum Д$
 $\sum \alpha_{\text{л}} - \sum \alpha_{\text{пр}} = A_{\text{зн}} - A_{\text{зк}}$

Составил:

Проверил:

10			25			40						
Развернутый план дороги									1	20	175	
Объемы земляных работ									2	10		
Тип местности по увлажнению									3	5		
Проектные данные	Тип поперечного профиля							4	5			
	Левый кювет	Укрепление							5	5		
		Длина, м / Уклон							6	10		
		Отметки дна, м							7	15		
	Правый кювет	Укрепление							8	5		
		Длина, м / Уклон							9	10		
		Отметки дна, м							10	15		
	Уклон и вертикальная кривая									11		10
	Отметки бровки земляного полотна, м									12		15
	Фактические данные	Отметка земли, м								13		15
Расстояние								14	10			
Пикет												
Прямая и кривая в плане									15	25		
Указатель километров												

Рис.1. Сетка продольного профиля

Примерный список литературы:

1. Водный кодекс Российской Федерации
2. ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия».
3. ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия»
4. ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация»
5. ГОСТ Р 59120-2024 «Дороги автомобильные общего пользования. Дорожная одежда. Общие требования». – М.: Стандартинформ, 2021. – 24с.
6. ГОСТ Р 52398-2005 «Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования».
7. ГОСТ 17.4.3.02-85 «Охрана природы (ССОП). Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ».
8. ГОСТ Р 57466-2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия».
9. ГОСТ 59057-2020 «Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель».
10. Земельный кодекс Российской Федерации № 136-ФЗ;
11. «Классификация работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог», утвержденная приказом Министерства транспорта РФ от 16 ноября 2012 года № 402 (с изменениями и дополнениями).
12. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Технология отрасли. Автомобильные дороги» для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (профиль «Инновационные экотехнологии и комплексная безопасность транспортных систем») всех форм обучения. Вязова Е.В. - Чебоксары: Приволжский институт (филиал) МАДИ, 2025 – 50 с.
13. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Технология отрасли. Автомобильные дороги» для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (профиль «Инновационные экотехнологии и комплексная безопасность транспортных систем») всех форм обучения. Вязова Е.В. - Чебоксары: Приволжский институт (филиал) МАДИ, 2025 – 27 с.
14. Митин Н. А. Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах. Издание 2, переработанное и дополненное - М: Недра, 1978. – 479 с
15. Митин Н. А. Таблицы для подсчета объемов земляных работ - М: Недра, 1978. – 479 с.
16. Постановление Правительства РФ от 02.09.2009 г. №717 «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса» и дополнению п. 4 вышеуказанных норм».

17. Постановление Правительства РФ № 800 от 10 июня 2018 года «О проведении рекультивации и консервации земель».
18. «Рекомендации по снятию плодородного слоя почвы при производстве горных, строительных и других работ». ГИЗР, 1983.
19. СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги. Актуализированная версия СНиП 2.05.02-85*».
20. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» Актуализированная версия СНиП 23-01-99 (с изменением №2).
21. Типовой проект 503-0-48.87 «Земляное полотно автомобильных дорог общего пользования»
22. Типовой проект 503-0-51.89 «Пересечения и примыкания автомобильных дорог в одном уровне».
23. Типовой проект 3.501.3-183.01 «Трубы водопропускные круглые из гофрированного металла для железных и автомобильных дорог».
24. Федотов Г.А. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. В 2 кн.Кн.1: учебник для студ. учреждений высш.образования /Г.А. Федотов, П.И. Пospelов. – М.: Издательский центр «Академия», 2020.- 496 с.
25. Федотов Г.А. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. В 2 кн.Кн.2: учебник для студ. учреждений высш.образования /Г.А. Федотов, П.И. Пospelов. – М.: Издательский центр «Академия», 2020.- 416 с.

Вязова Е.В.

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Методические указания по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Технология отрасли. Автомобильные дороги»

для студентов направления подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность
(профиль «Инновационные экотехнологии и комплексная безопасность
транспортных систем»)
всех форм обучения

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)»
Приволжский институт (филиал) МАДИ

428011, Чувашская Республика, г.Чебоксары, пр. Тракторостроителей,
д.30, корп.1