

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

Н. Н. Кобелева, В. С. Хорошилов

ГЕОДЕЗИЯ

Методические указания по выполнению курсовой работы
для обучающихся по направлению подготовки
21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование
(уровень бакалавриата)

Новосибирск
СГУГиТ
2023

УДК 528
К552

Рецензент: кандидат технических наук, доцент, СГУГиТ *Е. И. Аврунев*

Кобелева, Н. Н.

К552 Геодезия : методические указания по выполнению курсовой работы / Н. Н. Кобелева, В. С. Хорошилов. – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. – 36 с. – Текст : непосредственный.

Методические указания подготовлены кандидатом технических наук, доцентом Н. Н. Кобелевой и доктором технических наук, профессором В. С. Хорошиловым на кафедре космической и физической геодезии СГУГиТ.

В методических указаниях описана последовательность выполнения курсовой работы по дисциплине «Геодезия» на тему «Трассирование автодороги на топографической карте М 1 : 25 000 (1 : 10 000)». Рассмотрены основные разделы работы, приведены методические материалы, поясняющие выполнение отдельных этапов работы, а также представлена необходимая справочная информация по трассированию автомобильной дороги на топографической карте.

Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Геодезия» предназначены для обучающихся первого курса по направлению подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование (уровень бакалавриата).

Рекомендованы к изданию кафедрой космической и физической геодезии СГУГиТ, Ученым советом Института геодезии и менеджмента СГУГиТ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 528

© СГУГиТ, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Общие требования к выполнению курсовой работы	5
2. Трассирование автомобильной дороги на топографической карте (общие сведения)	8
3. Содержание курсовой работы	11
3.1. Общие положения	11
3.2. Физико-географическое положение трассы автодороги.....	11
3.3. Камеральное трассирование участка автодороги	12
3.3.1. Выполнение камерального трассирования участка ав- тодороги 4-й категории протяженностью 3–4 км	12
3.3.2. Расчет элементов круговых кривых.....	14
3.3.3. Разбивка пикетажа трассы через 100 м. Составление ведомости приведенного пикетажа.....	15
3.4. Построение продольного профиля трассы автодороги.....	19
3.4.1. Составление продольного профиля трассы автодороги	19
3.4.2. Разработка проекта красного профиля	19
4. Вопросы к защите курсовой работы.....	23
Заключение	24
Библиографический список рекомендуемой литературы	25
Библиографический список использованной литературы.....	27
Приложение 1. Образец оформления титульного листа.....	28
Приложение 2. Образец задания на курсовую работу	29
Приложение 3. Образец графика на курсовую работу	30
Приложение 4. Образец продольного профиля.....	31
Приложение 5. Вычисление объема земляных работ	32

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа представляет собой вид учебной и научно-исследовательской самостоятельной работы обучающихся. В соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование (уровень бакалавриата) предусмотрено выполнение обучающимися первого курса курсовой работы по дисциплине «Геодезия» на тему «Трассирование автодороги на топографической карте М 1 : 25 000 (1 : 10 000)».

Целями курсовой работы являются:

- выполнение камерального трассирования участка подъездной автодороги 4-й категории;
- расширение, закрепление и систематизация теоретических и практических знаний по дисциплине «Геодезия» и применение этих знаний при решении конкретных технических и производственных задач;
- приобщение к работе со специальной и нормативной литературой;
- развитие навыков самостоятельной работы, научно-исследовательской и профессиональной деятельности;
- приобретение опыта представления и защиты результатов своей работы.

В ходе выполнения курсовой работы обучающимися должны быть решены следующие задачи:

- выполнен обзор научно-технической литературы и нормативных источников по теме работы;
- представлена информация о физико-географическом местоположении трассы, климате, почвах, гидрографии и топографической изученности заданного района работ;
- запроектирована на топографической карте масштаба 1 : 25 000 (1 : 10 000) трасса автомобильной дороги;
- выполнена разбивка пикетажа и главных точек круговых кривых;
- построен продольный профиль трассы автодороги на заданном участке местности;
- разработан проект красного профиля и подсчитан баланс земляных работ;
- выполнен анализ полученных результатов.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа выполняется обучающимися самостоятельно под методическим руководством преподавателя. Работа является индивидуальной, т. е. каждый обучающийся выполняет свой вариант. Перед выполнением курсовой работы обучающийся обязан изучить соответствующий теоретический материал, используя при этом учебники и учебные пособия (согласно списку рекомендуемой литературы), а также конспект лекций. На занятиях каждому обучающемуся необходимо иметь:

- 1) геодезический транспорт, измеритель, линейку, угольник;
- 2) карандаши простые – твердый и мягкий, резинку;
- 3) миллиметровку размером 40 × 60 см;
- 4) бумага писчую, бланки для вычислений;
- 5) микрокалькулятор;
- 6) скоросшиватель или папку.

По мере выполнения курсовой работы каждый обучающийся накапливает материал, подлежащий сдаче, и формирует технический отчет, который подшивает в скоросшиватель или в папку. Требования к техническому отчету сводятся к следующему:

– технический отчет должен содержать титульный лист и все требуемые материалы, подписанные обучающимся с указанием даты. Образец титульного листа документа приведен в прил. 1, образцы задания и графика выполнения курсовой работы – в прил. 2, 3;

– материалы вычислений представляются в виде таблиц и других установленных форм (бланки вычислений, распечатки на принтере и др.);

– чертежи, схемы и рисунки выполняются по правилам строительного и топографического черчения;

– пояснительная записка содержит краткую информацию о технологии выполнения работ (состав, содержание и порядок выполнения работы; применяемые методы и способы; геодезические приборы и оборудование и т. д.), полное обоснование принятых решений, а также краткие ответы на контрольные вопросы.

Материалы, предъявляемые к сдаче:

- 1) проект трассы автодороги на карте масштаба 1 : 25 000 (1 : 10 000);
- 2) ведомость расчета элементов круговых кривых;
- 3) ведомость приведенного пикетажа;
- 4) продольный профиль трассы с проектом красной линии;
- 5) ведомость подсчета объемов земляных работ;
- 6) пояснительная записка.

Оформление курсовой работы. Работа оформляется на листах формата А4 в редакторе Word, вычислительной программе MathCAD или Excel. Курсовая работа оформляется в соответствии с требованиями СТО СГУГиТ [2]. Устанавливаются поля страницы: слева 25 мм, справа 10 мм, нижнее и верхнее поля – 20 мм. Настраивается автоматический перенос слов в тексте. Номера страниц располагаются сверху посередине; на титульном листе, задании и графике номера не ставятся.

Настройки шрифта: Times New Roman, размер 14 пт (в таблицах и на рисунках допускается шрифт 12 пт), интервал обычный, за исключением заголовков второго уровня (подразделов) и таблиц.

Настройки абзаца в среде Word: выравнивание основного текста по ширине, отступы слева и справа 0 пт, первая строка абзаца отступ 1 см, интервал до и после 0 пт, межстрочный интервал 1,5 пт.

Оформление заголовков. Введение, названия разделов, заключение, названия приложений и список литературы начинаются с новой страницы и пишутся прописными буквами. Названия подразделов (второй уровень) оформляются как обычные предложения, при этом шрифт – разреженный на 1,1 пт. Названия пунктов (третий уровень) пишутся курсивом, а подпунктов (четвертый уровень) – обычным шрифтом.

Правила оформления таблиц, рисунков и оформление списка литературы с приведением примеров подробно описаны в СТО СГУГиТ [2].

Завершенная курсовая работа должна пройти проверку на наличие заимствований в системе «Антиплагиат» (оригинальность работы должна быть не менее 50 %).

После выполнения всех требований работа в распечатанном и переплетенном виде, вместе с заданием и графиком ее выполнения, сдается руководителю за неделю до защиты.

Курсовая работа может быть не допущена к ее защите при невыполнении существенных разделов задания, при невыполнении требований к оригинальности работы, а также при грубых нарушениях правил оформления работы.

Защита курсовой работы проводится при участии руководителя и одного-двух сотрудников кафедры и включает доклад студента (с презентацией), ответы на вопросы и обсуждение. По окончании защиты выставляется оценка по пятибалльной системе. Решение об оценке курсовой работы принимается членами комиссии по результатам анализа предъявленной курсовой работы, доклада студента и его ответов на вопросы.

Для успешной защиты работу необходимо предоставить в бумажном варианте и электронном в формате Word (в ЭИОС СГУГиТ):

- оформленную по правилам СТО СГУГиТ, подписанную курсовую работу вместе с заданием на курсовую работу и графиком;
- отчет о проверке на плагиат.

2. ТРАССИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ НА ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ (ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ)

Трассой называется ось проектируемого линейного сооружения, обозначенная на местности, нанесенная на топографическую карту и фотоплан или заданная координатами основных точек в цифровой модели местности [4].

Основными элементами трассы являются:

- план: ее проекция на горизонтальную плоскость;
- продольный профиль: вертикальный разрез вдоль проектируемой линии.

Начальная и конечная точки трассы определяются в задании на проектирование. Прямая линия, соединяющая эти точки, называется *воздушной линией* трассы. Вследствие наличия на местности различных препятствий трасса, как правило, не является воздушной прямой, а представляет собой сложную пространственную линию, состоящую:

- в плане: из прямых участков разного направления, которые могут сопрягаться (например, авто- и железные дороги) круговыми и переходными кривыми;

- в продольном профиле: из линий различного уклона, которые могут соединяться между собой вертикальными кривыми (авто- и железные дороги).

Параметры трассы: наименьшие допустимые радиусы круговых кривых R_{\min} , наибольшие или наименьшие допустимые уклоны i_{\min} , i_{\max} и другие параметры задаются техническими условиями на ее проектирование.

Трассированием называется комплекс инженерно-изыскательских работ по выбору трассы, отвечающей всем требованиям технических условий и требующей наименьших затрат на строительство и эксплуатацию инженерного линейного сооружения. Как правило, всегда разрабатываются несколько вариантов трассы, а оптимальный вариант находится путем технико-экономического сравнения конкурирующих вариантов. Трассирование

называется *камеральным*, если оно выполняется по топографическим картам и планам или стереофотограмметрическим моделям местности, и *полевым*, если работы по отысканию местоположения трассы выполняются непосредственно на местности.

При проектировании линейных сооружений в равнинной местности, для которых уклоны местности не являются определяющими (линии электропередачи, связи), а также автомобильных и железных дорог, положение трассы определяется только контурными препятствиями; в этом случае трассирование ведут «вольным ходом». При этом трассу прокладывают по направлению воздушной прямой, по возможности обходя при этом препятствия (населенные пункты, озера, ценные леса, сельскохозяйственные угодья, месторождения полезных ископаемых, запретные зоны и т. д.). Каждый угол поворота приводит к некоторому удлинению трассы, относительная величина которого подсчитывается по формуле

$$\lambda = \frac{AC - AB}{AB}, \quad (1)$$

где AB – длина воздушной трассы; AC – длина проектной трассы.

В зависимости от величины угла поворота относительное удлинение будет равно:

– в градусах: 10, 20, 30, 40, 50, 60;

– в процентах: ...1,5, ...6,4, ...15,5, ...30,5, ...55,5, ...100.

Отсюда следует, что углы поворота в пределах 10–20 градусов вызывают незначительное удлинение трассы.

Для получения наиболее короткой трассы необходимо придерживаться следующих правил трассирования:

а) трассу прокладывают по прямой линии от одного контурного препятствия к другому. Необходимость отклонения трассы от прямой линии и назначение угла поворота в каждом случае должны быть обоснованы;

б) вершину угла поворота следует выбирать напротив середины препятствия с таким расчетом, чтобы трасса огибала это препятствие;

в) углы поворота трассы стремятся иметь по возможности наименьшие, чтобы минимально удлинить трассу.

Положение трассы автомобильных, железных дорог и некоторых других линейных сооружений в горных районах определяется главным образом рельефом местности. Так как уклоны в горной местности существенно превосходят предельно допустимые уклоны трассы i_{\max} , то трассирование ведется «напряженным ходом», когда каждая сопрягаемая линия трассы задается предельным уклоном. Чтобы выдержать этот уклон, приходится искусственно удлинять трассу. В зависимости от характера местности применяют различные приемы искусственного удлинения трассы: извилины, петли, спирали, серпантины.

При трассировании в горных районах соблюдают следующие правила:

- трассу прокладывают, выдерживая предельно допустимый уклон;
- углы поворота, радиусы круговых кривых и длины прямых подбирают с учетом условий рельефа местности.

3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

3.1. Общие положения

Курсовая работа «Трассирование автодороги на топографической карте М 1 : 25 000 (1 : 10 000)» состоит из следующих основных разделов.

1. Введение (описываются актуальность выполняемых работ, цель и задачи курсовой работы, приводится обзор нормативно-технической документации по теме работы).

2. Физико-географическое положение трассы автодороги.

3. Камеральное трассирование участка автодороги.

4. Построение продольного профиля трассы автодороги.

5. Заключение (в разделе подводятся итоги и выполняется анализ проделанной работы с соответствующими выводами и рекомендациями).

6. Список использованных источников.

7. Приложения (приводятся продольный профиль трассы автодороги, выполненный на миллиметровой бумаге, ведомости приведенного пикетажа и расчета баланса земляных работ).

3.2. Физико-географическое положение трассы автодороги

На положение трассы влияет целый ряд факторов экономического и социального характера, а также природные условия района строительства (рельеф, гидрография, геологические и гидрогеологические особенности, климат, наличие местных строительных материалов) [1].

В данном разделе необходимо представить информацию о местоположении трассы, климате, почвах, гидрографии, ситуации, рельефа и топографической изученности местности.

Местоположение трассы. Каждый обучающийся дает свое описание местоположения трассы по месту своего проживания (из сети Internet). Также в сети находят данные о климате, температурном режиме, почвах, преобладающей растительности.

Гидрография. Дается описание с карты по местоположению трассы на карте: реки, озера, заболоченные участки и т. п.

Ситуация и рельеф. Описание осуществляется с карты по местоположению трассы на карте (100–150 м с обеих сторон трассы).

Топографическая изученность. Анализ топографо-геодезической изученности заключается в определении плотности существующих пунктов в районе работ, на основе имеющихся на данной территории пунктов государственных геодезических сетей (ГГС).

3.3. Камеральное трассирование участка автодороги

3.3.1. Выполнение камерального трассирования участка автодороги 4-й категории протяженностью 3–4 км

На топографической карте масштаба 1 : 25 000 (1 : 10 000) преподаватель задает точки *A* и *B* (начало и конец автодороги). Эти точки соединяются прямой линией, образующей воздушную линию трассы. Перед началом проектирования трассы необходимо тщательно изучить ситуацию, гидрографию и рельеф местности в районе прохождения трассы:

– выявить препятствия, которые необходимо обойти обязательно (населенные пункты, ценные лесопосадки и др.), а также препятствия, которые желательно обойти (лесные и сельскохозяйственные угодья и др.);

– выявить заболоченные участки, по которым прохождение трассы нежелательно; пересекаемые реки и ручьи, через которые необходимо строительство мостов и переходов, озера, которые необходимо обойти;

– определить участки с уклонами местности $i_{тр.}$, превышающими предельно допустимые уклоны трассы i_{max} ;

– определить места наилучшего пересечения трассы с имеющимися на местности линейными сооружениями (авто- и железных дорог, линий связи и др.), реками, ручьями и др.

Далее начинают прокладывать трассу автодороги «вольным ходом» в районах, где $i_{тр.} < i_{max}$, или «напряженным ходом», где $i_{тр.} > i_{max}$. При этом следует обходить препятствия или находить компромиссные решения по их

пересечению. Критерием оптимальности трассы является наименьшая сумма затрат на строительство и эксплуатацию автодороги. Применительно к проектированию трассы это выражается в следующем:

- длина трассы автодороги L – минимальная, и в идеале $L = AB$;
- объем земляных работ (насыпи и выемки) V – минимальный;
- баланс земляных работ: $V_{\text{нас.}} = V_{\text{выем.}}$.

Параметры трассирования соответствуют заданной преподавателем категории автодороги. Для трассы IV категории принимают: минимальный радиус круговой кривой – 250 м; минимальную величину прямой вставки между круговыми кривыми – 100 м; предельно допустимый уклон $i_{\text{тр.}} = 60 \text{ ‰}$; ширину проезжей части – 15 м.

Замечание: теоретически между точками A и B можно проложить достаточно большое количество вариантов трассы. Задача заключается в проектировании трассы, оптимальной по вышеуказанным критериям.

Таким образом, план трассы, запроектированный на топографической карте, будет состоять из прямолинейных отрезков, сопряженных между собой горизонтальными круговыми кривыми (рис. 1).

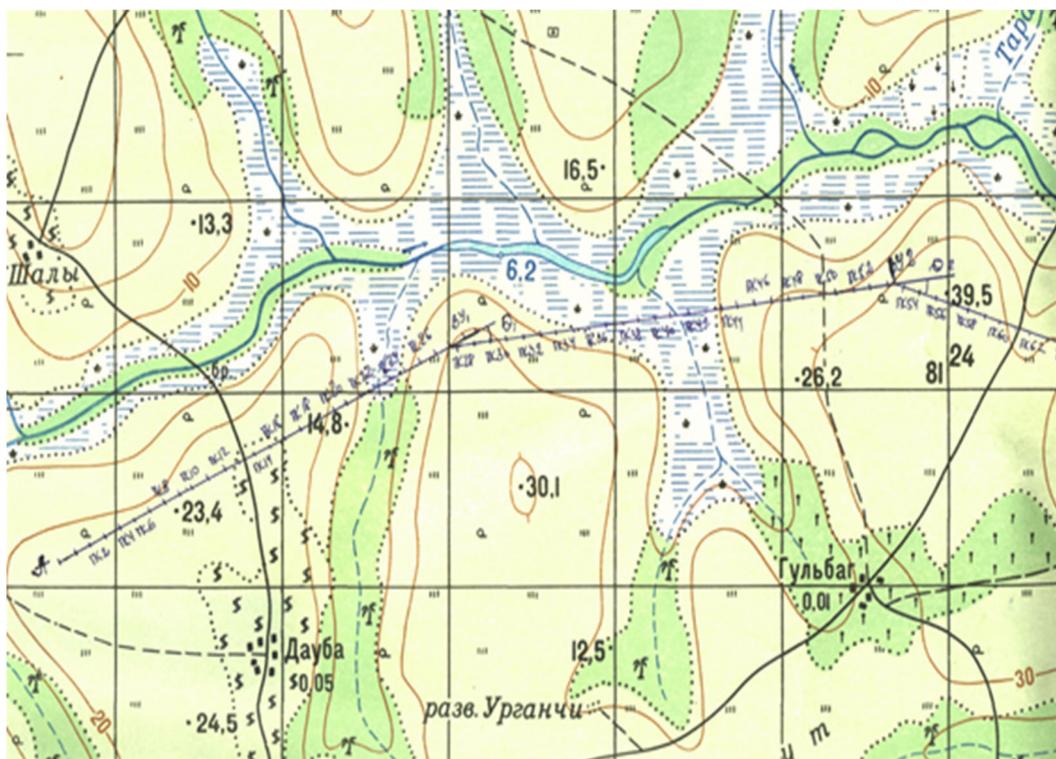


Рис. 1. План трассы автомобильной дороги на топографической карте масштаба 1 : 25 000 (фрагмент)

После нанесения трассы на карте измеряют геодезическим транспортиром углы поворотов трассы, а с помощью измерителя и масштабной линейки – длины прямых отрезков. Анализируя ситуацию и рельеф в районах, прилегающих к вершинам углов поворотов, назначают радиусы круговых кривых R , сопрягающих прямолинейные участки. Общее правило: чем больше радиус, тем лучше. Поскольку трасса с участками круговых кривых сдвигается в сторону от заранее намеченного положения, то могут появляться и новые препятствия. Поэтому, как правило, величину радиуса круговой кривой ограничивают эти новые препятствия, а также величины сопрягаемых прямолинейных участков.

Обычно для автодорог IV категории радиус круговой кривой выбирают в интервале $250 < R < 2\ 000$ м; средний радиус при этом составляет $R = 500$ м.

3.3.2. Расчет элементов круговых кривых

Элементы круговых кривых: Т (тангенс), Б (биссектриса), Д (домер) и К (длина круговой кривой) рассчитываются по соответствующим формулам или определяются по таблицам. Геометрический смысл элементов круговых кривых показан на рис. 2. Так, например, для $R = 600$ м и угла поворота θ , равного 19° , получим:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\theta^\circ}{2} = 600 \cdot \operatorname{tg} \frac{19^\circ}{2} = 102,3 \text{ м}; \quad (2)$$

$$Д = R \left(2 \operatorname{tg} \frac{\theta^\circ}{2} - \frac{\pi \theta^\circ}{180^\circ} \right) = 2T - K = 600 \cdot \left(2 \operatorname{tg} \frac{19^\circ}{2} - \frac{\pi \cdot 19^\circ}{180^\circ} \right) = 5,1 \text{ м}; \quad (3)$$

$$Б = \frac{R}{\cos \frac{\theta^\circ}{2}} - R = \frac{600}{\cos \frac{19^\circ}{2}} - 600 = 6,1 \text{ м}; \quad (4)$$

$$K = R \frac{\pi \theta^\circ}{180^\circ} = 600 \cdot \frac{\pi \cdot 19^\circ}{180^\circ} = 199,4 \text{ м}, \quad (5)$$

где R – радиус круговой кривой; θ – угол поворота трассы.

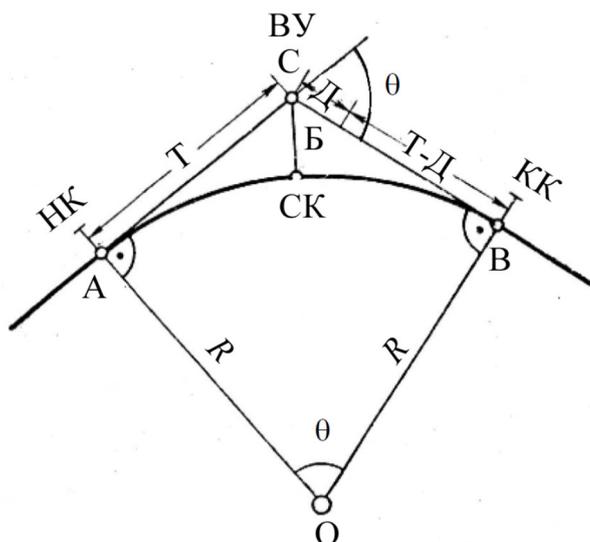


Рис. 2. Основные элементы круговой кривой

Все вычисленные данные заносят в табл. 1.

Таблица 1

Примеры расчета элементов круговых кривых

Радиус, угол поворота Параметр	$R = 600 \text{ м};$ $\theta = 19^\circ$	$R = 700 \text{ м};$ $\theta = 21^\circ$	$R = 800 \text{ м};$ $\theta = 17^\circ$	$R = 900 \text{ м};$ $\theta = 20^\circ$
T	102,3	133,3	128,4	162,3
K	199,4	256,2	240,2	315,4
Б	6,1	14,3	8,1	18,4
Д	5,2	10,1	16,3	9,2

3.3.3. Разбивка пикетажа трассы через 100 м. Составление ведомости приведенного пикетажа

Определяем отметки всех намеченных пикетов и плюсовых точек (точки пересечений с препятствиями), используя горизонтали на карте. Результаты вычислений заносят в табл. 2.

Ведомость приведенного пикетажа (фрагмент)

Номера пикетов и плюсовых точек	Отметки, м	Примечание
<i>A</i>	20,8	Начало трассы
ПК 1	20,4	
ПК 2	20,0	
ПК 3	18,9	
ПК 4	17,5	
ПК 5	18,0	
ПК 6	20,3	
ПК 7	21,7	
ПК 8	21,7	
ПК 9	21,3	
ПК 10	22,2	
ПК 11	22,3	
ПК 12	21,8	
ПК 12 + 25	21,8	Граница вырубленного леса
ПК 13	21,2	
ПК 13 + 30	21,2	Пересечение с проселочной дорогой
ПК 14	20,9	
ПК 14 + 77	20,9	Граница вырубленного леса
ПК 15	20,5	
ПК 16	20,1	
ПК 17	17,2	
ПК 18	11,0	
ПК 19	9,4	
ПК 20	9,3	
ПК 21	9,8	
ПК 22	12,5	
ПК 22 + 60	12,5	Граница заболоченного участка реки
ПК 23	16,0	
ПК 23 + 40	12,5	Урез реки Карасу

Номера пикетов и плюсовых точек	Отметки, м	Примечание
ПК 24	20,0	
ПК 25	21,0	
ПК 26	21,2	
ПК 26 + 95,2	19,9	Начало круговой кривой
ПК 27	14,5	
ПК 27 + 97,5	11,8	Вершина угла поворота
ПК 28	10,0	
ПК 28 + 94,6	9,8	Конец круговой кривой
ПК 29	9,6	
ПК 30	9,8	

Высоты точек определяются по отметкам ближайших горизонталей или точек с известными высотами [3]. Рассмотрим несколько примеров (рис. 3).

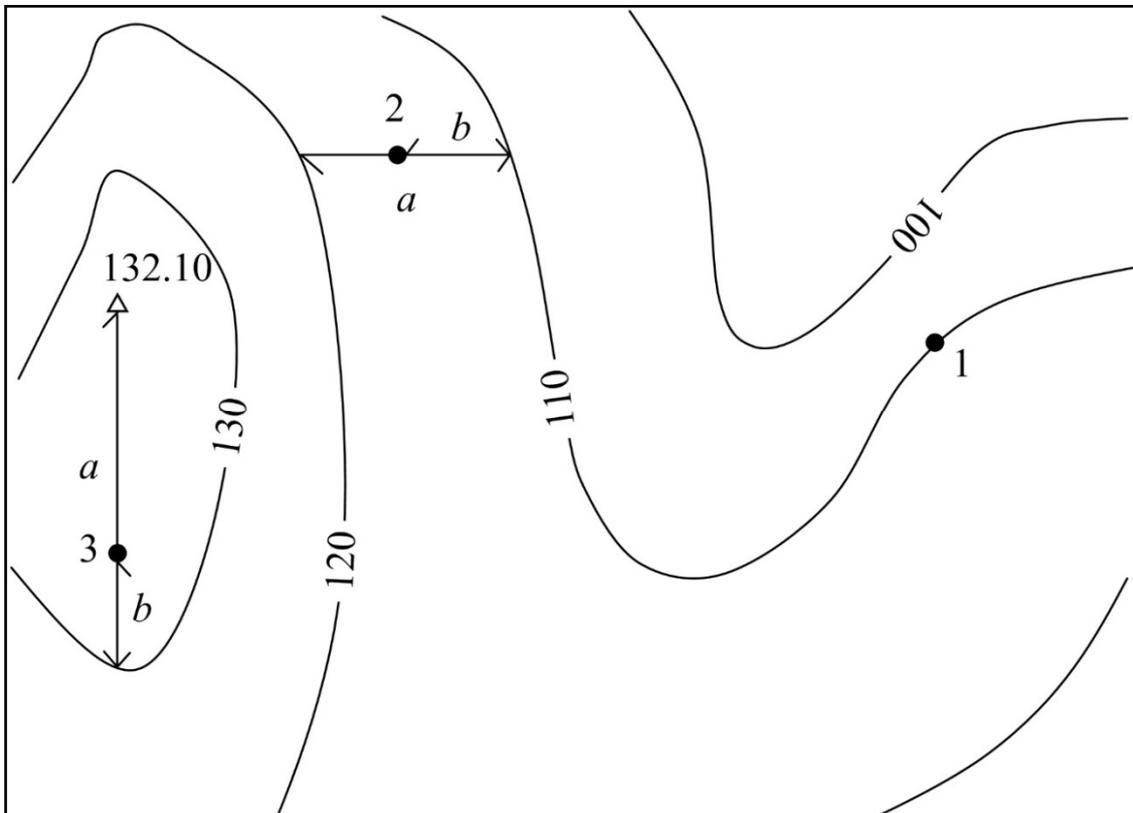


Рис. 3. Определение высот точек по горизонталям

1. Точка 1 лежит на горизонтали. Высота сечения рельефа $h = 10$ м. Отметка точки H_1 равна высоте горизонтали, на которой она расположена. На основании этих данных определяем, что $H_1 = 110$ м.

2. Точка 2 расположена между горизонталями с разными отметками. В этом случае следует выполнить интерполирование между данными горизонталями. Проводят через точку 2 прямую, пересекающую обе горизонтали и измеряют отрезки a и b в миллиметрах.

$$H_2 = H_{\Gamma} + \frac{b}{a}h, \quad (6)$$

где H_{Γ} – высота ближайшей горизонтали с наименьшей отметкой; a – расстояние между горизонталями; b – кратчайшее расстояние от точки 2 до горизонтали; h – высота сечения рельефа.

Пример: $H_{\Gamma} = 110,00$ м; $h = 10$ м; $a = 41$ мм на карте; $b = 17$ мм на карте.

$$H_2 = 110 + \frac{17}{41} \cdot 10 = 114,15 \text{ м.} \quad (7)$$

3. Точка 3 лежит внутри замкнутой горизонтали, где имеется геодезический пункт с известной отметкой. Высота точки определяется аналогично пункту 2, но вместо высоты сечения рельефа вычисляется расстояние между отметкой геодезического пункта (H_{Δ}) и отметкой горизонтали (H_{Γ}).

Пример: $H_{\Gamma} = 130,00$ м; $H_{\Delta} = 132,10$ м; $h = 2,10$ м; $a = 20$ мм на карте; $b = 7$ мм на карте.

$$H_3 = 130 + \frac{7}{20} \cdot 2,10 = 130,74 \text{ м.} \quad (8)$$

Расчет пикетажных значений начала круговой кривой (НК), конца круговой кривой (КК), середины круговой кривой (СК) вычисляются по формулам (9)–(11).

После вычисления пикетажных значений НК, СК, КК наносим их на трассу.

Пример расчета пикетажных значений НК, КК, СК.

Пикетное значение (ПК) начала НК, конца КК и середины кривой СК находят из выражений:

$$\text{ПК НК} = \text{ПК ВУ} - T = 2797,5 - 102,3 = 2695,2 \text{ м}; \quad (9)$$

$$\text{ПК КК} = \text{ПК НК} + K = 2695,2 + 199,4 = 2894,6 \text{ м}; \quad (10)$$

$$\text{ПК СК} = \text{ПК НК} + \frac{K}{2} = 2695,2 + \frac{199,4}{2} = 2794,9 \text{ м}, \quad (11)$$

где ПК ВУ – пикетажное значение соответствующей вершины угла поворота, которое определяется при разбивке пикетажа (от последнего пикета перед ВУ – определяем графически расстояние до ВУ в масштабе карты).

Контрольными формулами являются:

$$\text{ПК КК} = \text{ПК ВУ} + T - D = 2797,5 + 102,3 - 5,2 = 2894,6 \text{ м}; \quad (12)$$

$$\text{ПК СК} = \text{ПК КК} - \frac{K}{2} = 2894,6 - \frac{199,4}{2} = 2794,9 \text{ м}. \quad (13)$$

3.4. Построение продольного профиля трассы автодороги.

3.4.1. Составление продольного профиля трассы автодороги

На пройденный участок трассы составляют продольный профиль в горизонтальном масштабе 1 : 25 000 (1 : 10 000) и вертикальном масштабе 1 : 500 на миллиметровке. В качестве характерных точек профиля берут все пикетные и плюсовые точки. Продольный профиль участка дороги 4-й категории представлен в прил. 4 [4].

3.4.2. Разработка проекта красного профиля

При составлении проекта красного профиля учитывают следующие условия:

- уклон проектной линии красного профиля не должен превышать

предельного уклона трассирования $i_{\text{пр.}} \leq i_{\text{тр.}}$;

- уклон, равный нулю, проектировать лишь на небольших участках;
- шаг проектирования должен быть не менее 400 м;
- объем земляных работ должен быть минимальным: $V_{\text{нас.}} = V_{\text{выем.}}$, т. е.

суммарный объем выемок должен приблизительно равняться суммарному объему насыпей.

Продольный уклон проектной линии вычисляем по формуле

$$i_{\text{пр.}} = \frac{\Delta h}{S}, \quad (14)$$

где Δh – разность проектных отметок начала и конца линии проектного уклона; S – длина линии проектного уклона.

Проектные отметки точек профиля определяются по вычисленному уклону и расстоянию между точками профиля и вычисляются по формуле

$$H_i = H_{i-1} + i \cdot \Delta S, \quad (15)$$

где H_i – вычисляемая проектная отметка точки; H_{i-1} – проектная отметка предыдущей пикетной (плюсовой) точки; ΔS – расстояние между предыдущей пикетной (плюсовой) точкой и данной.

Рабочие отметки (h_p) определяются как разность проектных отметок и отметок природного рельефа:

$$h_p = H_{\text{проект.}} - H_{\text{прир.}} \quad (16)$$

Для подсчета объема земляных работ найдем точки «нулевых» работ на продольном профиле. Положение точки нулевых работ (рис. 4) находим по формуле

$$X = \frac{|h_1|a}{|h_1| + |h_2|}, \quad (17)$$

где h_1 , h_2 – рабочие отметки; a – расстояние между двумя соседними пикетными (плюсовыми) точками; X – расстояние между точкой нулевых

работ и пикетной точкой, рабочая отметка которой равна h_1 .

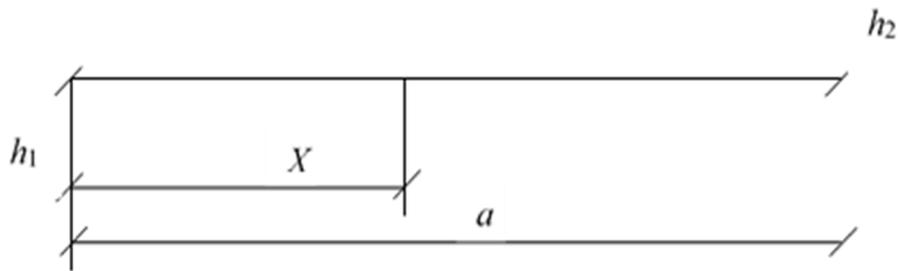


Рис. 4. Схема определения положения точки нулевых работ

Вычисляются элементарные площади (рис. 5) для насыпи и выемки по формулам:

$$S_{\text{нас.}} = \frac{15 + (15 + 3h_{p.})}{2} \cdot h_{p.}, \quad S_{\text{выем.}} = \frac{17 + (17 + 3h_{p.})}{2} \cdot h_{p.}, \quad (18)$$

где $h_{p.}$ – рабочая отметка i -го пикета.

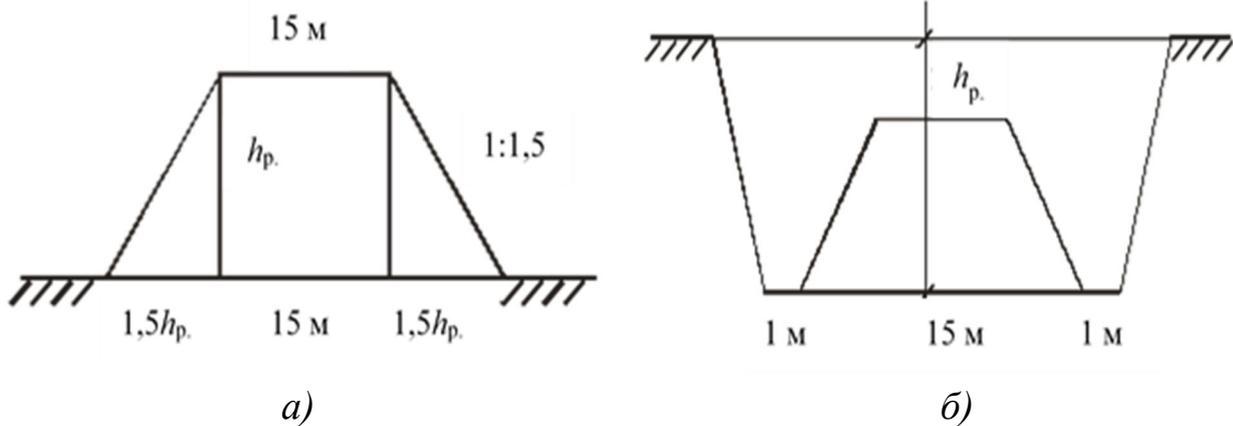


Рис. 5. Вычисление элементарной площади: а) насыпь; б) выемка

Если разбить весь земляной массив на элементарные площадки, то объем каждой из них можно определить как объем элементарной фигуры по приближенной формуле (рис. 6)

$$V_{3.р.} = \frac{S_i + S_{i+1}}{2} \cdot l_{i,i+1}, \quad (19)$$

где $V_{3.р.}$ – объем земляных работ; S_i и S_{i+1} – площади i -го и $i+1$ -го поперечных сечений, проходящих через соседние пикетные точки i и $i+1$; $l_{i,i+1}$ – расстояние между соседними пикетами (плюсовыми точками).

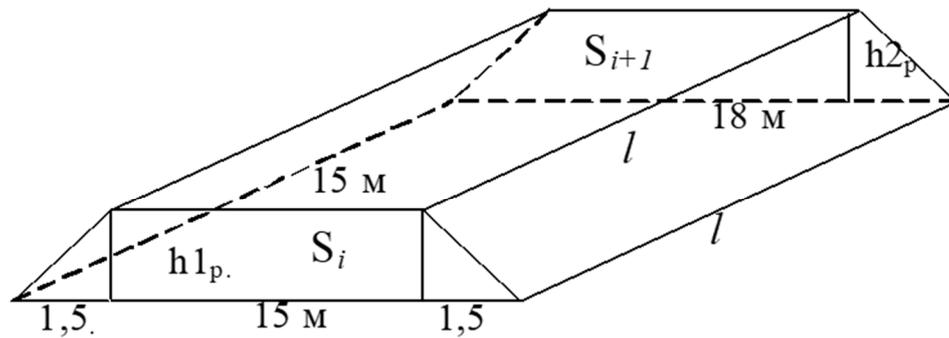


Рис. 6. Вычисление элементарного объема

Вычисление объема земляных работ приведено в прил. 5.

4. ВОПРОСЫ К ЗАЩИТЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Что такое трасса автодороги?
2. Методы трассирования (перечислить).
3. В чем суть камерального трассирования?
4. Способы камерального трассирования (перечислить).
5. Что такое пикетаж?
6. Назовите элементы трассы.
7. Перечислите элементы круговой кривой.
8. Что такое продольный профиль?
9. Какая информация изображается на продольном профиле?
10. Что такое черный профиль, красный профиль, проектные уклоны?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Геодезия» на тему «Трассирование автодороги на топографической карте М 1 : 25 000 (1 : 10 000) подготовлены в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего образования и рабочей программой дисциплины для обучающихся по направлению подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование (уровень бакалавриата).

В работе представлено решение одной из актуальных задач геодезии – выполнение камерального трассирования и проектирование автомобильной дороги установленной категории между заданными пунктами начала и конца трассы по карте М 1 : 25 000 (1 : 10 000). На данной стадии проектирования осуществляется выбор одного из вариантов, критерии оптимальности которого чаще всего представляются в виде минимума затрат на строительство и эксплуатацию.

В результате выполнения курсовой работы обучающиеся приобретают навыки проектной деятельности, определения актуальности темы, работы с научно-технической и нормативной литературой, формулирования целей, определения круга задач и выбора вариантов их решения, анализа результатов.

Полученные знания, умения и навыки могут быть применены в будущей профессиональной деятельности выпускников направления 21.03.03-Геодезия и дистанционное зондирование, профиля «Геодезия».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Уставич Г. А. Геодезия. В 2-х кн. Кн. 1 : учеб. для вузов. – Новосибирск : СГГА, 2012. – 352 с.
2. Поклад Г. П., Гриднев С. П. Учеб. пособие для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Парадигма, 2011. – 538 с.
3. Левчук Г. П., Новак В. Е., Лебедев Н. Н. Прикладная геодезия. Геодезические работы при изысканиях и строительстве инженерных сооружений. – М. : Недра, 1983, (гл. 1, 3, 5, 7).
4. Юнусов А. Г., Беликов А. Г., Баранов В. К., Каширин Ю. Ю. Геодезия. – М. : Гаудеамус, 2011.
5. Справочное пособие по прикладной геодезии ; под ред. В. Д. Большакова. – М. : Недра, 1987.
6. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам ; под ред. В. Д. Большакова и Г. П. Левчука. – М. : Недра, 1980.
7. Справочник по геодезическим работам в строительном производстве ; под ред. Ю. В. Полищука. – М. : Недра, 1990.
8. А. Ф. Стороженко, О. К. Некрасов. Инженерная геодезия : учеб. для вузов. – М. : Недра, 1993. – 256 с. : ил.
9. ГОСТ Р. 21.1701–97 СПДС. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. – М. : Госстрой России, 1997. – 30 с.
10. ГОСТ Р 52398–2005. Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. – М. : Стандартинформ, 2006. – 3 с.
11. ГОСТ Р 52766–2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования. – М. : Стандартинформ, 2008. – 34 с.
12. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*. – М. : 2012.

13. СП 47 13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11.02.96.

Дополнительная литература

1. Кузнецов П. Н. Геодезия. Ч.1. – М. : Картоцентр-Геоиздат, 2001.
2. Райфельд В. Ф. Геодезические работы при строительстве и реконструкции железных дорог. – М. : Недра, 1989.
3. Маслов А. В., Гордеев А. В., Батраков Ю. Г. Геодезия. – М. : Колос, 2006. – 98 с.
4. Перфилов В. Ф. и др. Геодезия : учеб. для ВУЗов. – М. : Высшая школа, 2006. – 350 с.
5. Дьяков Б. И. Геодезия. Общий курс : учеб. пособие. – Новосибирск, 1993.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калугин В. В., Маркелова Е. Ю. Камеральное трассирование и проектирование автомобильной дороги: методические указания к лабораторной работе по курсу «технология строительства». – М. : МИИГАиК, 2018. – 58 с.

2. СТО СМК СГУГиТ 8–06–2021. Стандарт организации. Государственная итоговая аттестация выпускников СГУГиТ. Структура и правила оформления. Утвержден и введен в действие приказом ректора СГУГиТ 1/27 от 16.02.2021 взамен СТО СГУГиТ–011-2017. Стандарт организации. Система менеджмента качества. Государственная итоговая аттестация выпускников СГУГиТ. Структура и правила оформления – Новосибирск: СГУГиТ, 2021. – 69 с.

3. Хорошилов В. С., Кобелева Н. Н. Геодезия : учеб.-метод. пособие. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – 123 с.

4. Хорошилов В. С., Хорошилова Ж. А. Прикладная геодезия : учеб.-метод. пособие. – Новосибирск : СГГА, – 2010. – 42 с.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

Институт геодезии и менеджмента

Кафедра космической и физической геодезии

КУРСОВАЯ РАБОТА

ТРАССИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ
НА ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ М 1 : 25 000 (1 : 10 000)
(вариант №)

Обучающийся (аяся): _____ ФИО
(подпись)

Группа _____.

Руководитель _____.
(подпись)

Доцент каф. КиФГ, к.т.н. _____.

Зав. кафедрой _____.
(подпись)

Дата допуска к защите _____

Новосибирск – 202

ОБРАЗЕЦ ЗАДАНИЯ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ»
(СГУГиТ)

Институт геодезии и менеджмента
Кафедра космической и физической геодезии

ЗАДАНИЕ
на курсовую работу по дисциплине
«Геодезия»

Обучающийся (аяся) _____
_____ (Ф.И.О.) _____

Группа _____

Тема работы Трассирование автодороги на топографической карте М 1 : 25 000 (1 : 10 000)

Руководитель _____
(Ф.И.О., ученая степень, должность)

Тема утверждена распоряжением Института геодезии и менеджмента _____

Срок сдачи выполненной работы _____ 202 г.

Задание или перечень рассматриваемых вопросов.

1. Сделать обзор научно-технической литературы и нормативных источников по теме работы.
2. Запроектировать на топографической карте масштаба 1 : 25 000 (1 : 10 000) трассу автомобильной дороги протяженностью порядка 3,5–4 км.
3. Выполнить разбивку пикетажа и главных точек круговых
4. Построить продольный профиль трассы автодороги на заданном участке местности.
5. Разработать проект красного профиля и подсчитать баланс земляных работ.

Исходные данные к курсовой работе: топографическая карта М 1 : 25 000 (1 : 10 000).

ОБРАЗЕЦ ГРАФИКА НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

ГРАФИК выполнения курсовой работы

Этапы выполнения курсовой работы	Срок исполнения	Отметка о выполнении этапа работы (дата, подпись руководителя)
1. Получение задания, исходных данных		
2. Сбор литературы, нормативной документации		
3. Выполнение задания на курсовую работу		
3.1. Запроектировать на топографической карте масштаба 1 : 25 000 (1 : 10 000) трассу		
3.2. Выполнить разбивку пикетажа и главных точек круговых кривых		
3.3. Построить продольный профиль трассы автодороги		
3.4. Разработать проект красного профиля подсчитать баланс земляных работ		
4. Подготовка пояснительной записки. Сдача работы на проверку. Исправление замечаний		
5. Прохождение системы «Антиплагиат», защита работы		

Руководитель _____
(подпись, дата)

Обучающийся (аяся) _____
(подпись, дата)

Приложение 5

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБЪЕМА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

№	Рабочая отметка	Площадь насыпи	Площадь выемки	Расстояние	Объем насыпи	Объем выемки
1	-0,80		-12,64			
				100		-1175,32
2	-0,68		-10,87			
				100		-995,80
3	-0,56		-9,05			
				50		-226,24
4	0,00	0,00				
				50	200,07	
5	0,26	4,00				
				100	1377,90	
6	1,38	23,56				
				100	827,42	
7	0,60	9,54				
				20	238,50	
8	0,00	0,00				
				80		-1111,18
9	-1,98		-27,78			
				100		-3495,30
10	-3,66		-42,13			
				100		-4291,06
11	-3,94		-43,69			
				100		-4337,30
12	-3,82		-43,05			
				100		-4527,57
13	-5,00		-47,50			
				100		-4777,17
14	-5,38		-48,04			
				100		-4791,25
15	-5,16		-47,78			
				100		-4746,16
16	-4,84		-47,14			
				100		-4711,65
17	-4,82		-47,09			
				100		-4692,82

Продолжение таблицы

№	Рабочая отметка	Площадь насыпи	Площадь выемки	Расстояние	Объем насыпи	Объем выемки
18	-4,70		-46,77			
				100		-4658,02
19	-4,58		-46,40			
				100		-3697,65
20	-1,96		-27,56			
				30		-413,36
21	0,00	0,00				
				70	4146,12	
22	3,96	82,92				
				100	10197,00	
23	5,28	121,02				
				100	3547,99	
24	5,10	115,52				
				100	7290,80	
25	4,32	92,79				
				100	5779,35	
26	1,34	22,79				
				40	1139,67	
27	0,00	0,00				
				60		-976,49
28	-2,44		-32,55			
				100		-3952,60
29	-6,72		-46,50			
				100		-4325,12
30	-8,00		-40,00			
				100		-3814,72
31	-8,48		-36,29			
				100		-3900,65
32	-7,74		-41,72			
				100		-3664,26
33	-2,34		-31,57			
				80		-1262,66
34	0,00	0,00				
				20	153,00	
35	0,20	3,06				

Продолжение таблицы

№	Рабочая отметка	Площадь насыпи	Площадь выемки	Расстояние	Объем насыпи	Объем выемки
				100	1953,00	
36	2,00	36,00				
				100	3050,40	
37	2,20	40,26				
				100	849,00	
38	2,40	44,64				
				100	4245,00	
39	2,20	40,26				
				100	4356,75	
40	2,50	46,88				
				100	4800,75	
41	2,60	49,14				
				100	5145,00	
42	2,80	53,76				
				100	5493,75	
43	2,90	56,12				
				100	5730,75	
44	3,00	58,50				
				100	5268,75	
45	2,50	46,88				
				100	4143,75	
46	2,00	36,00				
				50	1800,00	
47	0,00	0,00				
				50		-83,50
48	-0,20		-3,34			
				100		-2219,99
49	-3,49		-41,06			
				100		-3959,51
50	-3,08		-38,13			
				100		-3494,80
51	-2,36		-31,77			
				100		-1884,56
52	-0,36		-5,93			
				20		-59,26

Окончание таблицы

№	Рабочая отметка	Площадь насыпи	Площадь выемки	Расстояние	Объем насыпи	Объем выемки
				80	2067,19	
54	2,25	41,34				
				90	2067,19	
55	0,00	0,00				
				10		-43,71
56	-0,54		-8,74			
				100		-1499,26
57	-1,43		-21,24			
				100		-2774,30
58	-2,62		-34,24			
				100		-3224,36
59	-2,21		-30,24			
				100		-1596,44
60	-0,10		-1,69			
				100		-84,25
61	0,00	0,00				

85869,09

95468,31

Баланс земляных масс

-9599,22

Учебное издание

Кобелева Наталья Николаевна
Хорошилов Валерий Степанович

ГЕОДЕЗИЯ

Редактор *О. В. Георгиевская*
Компьютерная верстка *Ю. С. Мерзликиной*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.
Подписано в печать 11.10.2023. Формат 60 × 84 1/16.
Усл. печ. л. 2,09. Тираж 44 экз. Заказ 135.
Гигиеническое заключение
№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.
Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.
Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного