РМИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ

ДОНСКОЙ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Кафедра: «Физика, механика и землеустройство»

ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА УЧАСТКА МЕСТНОСТИ ПО ДАННЫМ НИВЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ

Методические указания по выполнению курсовой работы
для студентов, обучающихся по специальности
21.02.19 Землеустройство

Зерноград, 2026

Об издании – 1, 2
Содержание

УДК 528

Издается по решению методического совета
Донского технико-технологического колледжа
Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ

Рецензент

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления
Панасюк А.С.

Ответственный редактор
кандидат технических наук, преподаватель первой категории ***Строгий Б.Н.***

Строгий Б.Н. Построение топографического плана участка местности по данным нивелирования поверхности и составление проекта вертикальной планировки [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению курсовой работы / Б.Н. Строгий, И.А. Казачков, А.А. Калинин. – Электрон. дан. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2026. – 36 с. - Режим доступа: Локальная сеть Библиотеки Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

Методические указания предназначены для студентов среднего профессионального образования, обучающихся по специальности 21.02.19 Землеустройство.

Методические указания содержат необходимые теоретические сведения, методические указания и порядок выполнения курсовой работы, выполняемой при освоении профессионального модуля ПМ.01 Подготовка, планирование и выполнение полевых и камеральных работ по инженерно-геодезическим изысканиям.

В методических указаниях приведены примеры графического оформления журнала-схемы и плана нивелирования поверхности по квадратам, а также проекта вертикальной планировки участка под горизонтальную площадку.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры
«Физика, механика и землеустройство».
Протокол № 3 от 17 ноября 2025 г.

Рассмотрено и одобрено методическим советом
Донского технико-технологического колледжа
Протокол № 3 от 26 ноября 2025 г.

© Строгий Б.Н., Казачков И.А.,
Калинин А.А.
© Азово-Черноморский инженерный
институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4
1 Содержание курсовой работы 6
2 Теоретические основы нивелирования 7
2.1 Виды нивелирования 7
2.2 Геометрическое нивелирование 8
2.3 Нивелирные знаки 10
2.4 Техническое нивелирование 10
2.5 Способы нивелирования поверхности 11
2.6 Составление проекта вертикальной планировки строительной площадки 16
3 Обработка полевого журнала нивелирования 20
4 Построение топографического плана участка местности 23
5 Составление проекта вертикальной планировки участка 26
Литература 31
Приложения 32

Введение

Выполнение курсовой работы способствует закреплению теоретических положений междисциплинарного курса МДК.01.02 Выполнение топографических съемок и оформление их результатов, имеет своей целью научить студента выполнять обработку результатов нивелирования по квадратам, построение топографического плана участка местности и составлять проект вертикальной планировки участка под горизонтальную площадку.

Выполнение курсовой работы осуществляется по индивидуальному заданию, выдаваемому преподавателем. Величины, не указанные в задании, следует принимать по литературным источникам, ориентируясь на заданные.

Курсовая работа состоит из пояснительной записки не более 25 страниц печатного текста формата А4, а также журнала-схемы нивелирования по квадратам, плана нивелирования поверхности и проекта вертикальной планировки участка под горизонтальную площадку, которые выполняются на листах формата А4. Все листы комплектуются в пояснительную записку.

Пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

- аннотация;
- содержание;
- введение;
- организация работ по нивелированию;
- основные этапы работ по составлению проекта вертикальной планировки участка под горизонтальную площадку;
- обработка полевого журнала нивелирования;
- построение топографического плана участка местности;
- составление проекта вертикальной планировки участка;
- заключение;
- литература.

Методические указания предназначены для формирования у студентов профессиональных компетенций в рамках специальности 21.02.19 Землеустройство:

– ПК 1.1. Выполнять полевые геодезические работы на производственном участке.

– ПК 1.2. Выполнять топографические съемки различных масштабов.

– ПК 1.3. Выполнять графические работы по составлению картографических материалов.

– ПК 1.4. Выполнять кадастровые съемки и кадастровые работы по формированию земельных участков.

– ПК 1.5. Выполнять дешифрирование аэро- и космических снимков для получения информации об объектах недвижимости.

– ПК 1.6. Применять аппаратно-программные средства для расчетов и составления топографических, межевых планов.

В результате освоения указанных компетенций обучающиеся должны:

– иметь практический опыт выполнения полевых геодезических работ на производственном участке; выполнения топографических и кадастровых съемок; обработки результатов полевых измерений; составления картографических материалов с применением специализированных компьютерных программ;

– уметь выполнять полевые геодезические работы; использовать современные технологии определения местоположения на основе спутниковой навигации, а также методы электронных измерений геодезических сетей; производить крупномасштабные топографические съемки для создания изыскательских планов, в том числе съемку подземных коммуникаций; использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;

– знать нормативные правовые акты, распорядительные и нормативные материалы по производству топографо-геодезических и картографических работ; устройство и принципы работы геодезических приборов и систем; методы угловых и линейных измерений, нивелирования и координатных определений; техники выполнения полевых и камеральных геодезических работ; современные технологии определения местоположения пунктов геодезических сетей на основе спутниковой навигации; методы электронных измерений элементов геодезических сетей; метрологические требования к содержанию и эксплуатации топографо-геодезического оборудования; алгоритмы математической обработки результатов полевых геодезических измерений с использованием современных компьютерных программ; технологии фотограмметрических работ и дешифрирования при создании инженерно-топографических планов; систему фондов сведений об объектах инженерных изысканий; порядок обращения и получения сведений; установленный порядок сдачи отчетных материалов выполненных инженерно-геодезических изысканий в ответственные организации; требования охраны труда.

1 Содержание курсовой работы

Аннотация – краткая характеристика курсовой работы. Текст аннотации следует начинать с указания количества страниц пояснительной записки и количества графических листов. Затем кратко описывается содержание пояснительной записки, позволяющее классифицировать работу.

Во введении подчеркивается значимость нивелирования при осуществлении вертикальной планировки участка местности под горизонтальную площадку, обосновывается необходимость совершенствования методики, и повышения точности изысканий применительно к условиям работы.

В заключении отмечается степень завершенности работы, полнота решения поставленной задачи.

По остальным разделам более подробные рекомендации приведены далее в настоящем пособии. Рекомендуется использовать и другие литературные источники.

Запрещается копировать и помещать в проект тексты из учебников и учебных пособий без ссылок на источник. Приводятся только формулы, используемые в расчете, с расшифровкой обозначений и размерностями физических величин.

При оформлении пояснительной записки и чертежей необходимо соблюдать следующие требования. Текст курсовой работы выполняется на компьютере в машинописном виде. Рекомендуется использовать шрифт Times New Roman №14, обычный. Формат абзаца: выравнивание по ширине, первая строка – отступ 1,25 см, междустрочный интервал – полуторный. Параметры страницы: ориентация – книжная, поля: верхнее – 2 см, левое – 3 см, нижнее – 2,5 см, правое – 1,5 см, переплет – 0. При нумерации страниц следует учитывать, что номер на первой (титульный лист), второй и третьей (задание), четвертой (аннотация) страницах не указывается. Номера страниц проставляются начиная с пятой страницы (содержание) в специально отведенной графе оформительской рамки.

Каждый новый раздел начинается с новой страницы. Расстояние между названием раздела и последующим текстом должно быть равно 1 интервалу.

Заголовки разделов пишутся симметрично тексту прописными буквами, заголовки подразделов – строчными. Иллюстрации (кроме таблиц) обозначаются словом «Рисунок» и нумеруются последовательно арабскими цифрами. Таблицы и рисунки должны иметь сквозную нумерацию или нумерацию по разделам, с выравниванием по центру. Название рисунка приводится под ним, название таблицы приводится сверху. Таблицу помещают после первого упоминания о ней в тексте. Заголовки таблиц должны начинаться с прописной буквы, подзаголовки – со строчной. Если таблица не помещается на одной странице, то ее можно перенести на следующую страницу с указанием «продолжение таблицы …». Заголовки таблицы на новой странице не повторяются.

2 Теоретические основы нивелирования

2.1 Виды нивелирования

Нивелированием называется измерение превышений с целью определения высот точек. Путем нивелирования значения высот передают от исходных точек с известными высотами на точки, высоты которых надо определить.

В зависимости от применяемых приборов и методов различают следующие виды нивелирования.

Геометрическое нивелирование – метод определения превышений путем взятия отсчетов по вертикальным рейкам при горизонтальном луче визирования. Это – основной метод нивелирования. Методом геометрического нивелирования создана государственная нивелирная сеть, создаются инженерно-геодезические высотные сети различного назначения.

Тригонометрическое нивелирование – метод определения превышения путем измерения вертикального угла и расстояния. Метод используют при создании высотного обоснования топографических съемок, а также при определении превышений и передаче высот на строительных площадках.

Барометрическое нивелирование основано на зависимости между высотой и атмосферным давлением. Для определения превышений измеряют атмосферное давление и температуру в точке с известной высотой и в точках, высоты которых определяют. По разностям давлений вычисляют превышения. Метод применяют при работах в труднодоступной местности, им пользуются геологи, геофизики. Точность измерений этим методом невысокая: на равнинной местности – 0,5 м, в горной – 1,5 м.

Гидростатическое нивелирование основано на свойстве жидкости в сообщающихся сосудах устанавливаться на одном уровне. Простейший гидростатический нивелир представляет собой два сосуда с делениями, соединенные шлангом. Систему заполняют дистиллированной водой. Точность метода очень высокая (0,1 мм), поэтому он применяется при монтаже и выверке конструкций по высоте, особенно при работе в стесненных условиях, при передаче отметок через водные преграды, для наблюдений за деформациями сооружений (плотин, мостов, ускорителей частиц и пр.).

Стереофотограмметрическое нивелирование выполняется посредством измерений на стереоскопических парах фотоснимков.

Механическое нивелирование выполняется при помощи приборов, автоматически вычерчивающих профиль проходимого пути.

Определение превышений и высот точек с помощью спутниковых измерений. Автономное определение абсолютных высот точек аппаратурой *ГЛОНАСС* и *GPS* выполняется с точностью нескольких метров, а определение превышений между точками – с точностью 10 – 15 мм.

2.2 Геометрическое нивелирование

Геометрическое нивелирование выполняют, используя нивелир и нивелирные рейки. Нивелир – прибор, в котором визирный луч приводится в горизонтальное положение. Отсчеты берут по шкалам устанавливаемых вертикально нивелирных реек. Оцифровка шкал на рейках возрастает от пятки рейки вверх. Если на пятке рейки расположен ноль шкалы, то отсчет по рейке равен расстоянию от пятки до луча визирования.

Геометрическое нивелирование выполняют двумя способами – «из середины» и «вперед».

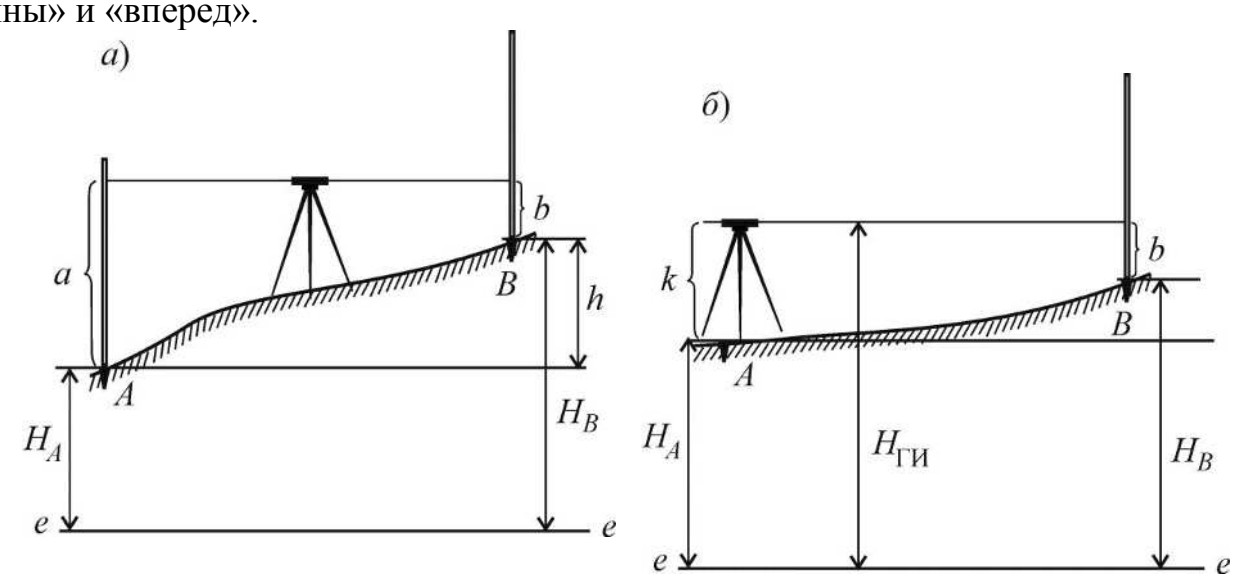


Рисунок 1 – Нивелирование: *а* – из середины; *б* – вперед

Нивелирование из середины – основной способ. Для измерения превышения точки *B* над точкой *A* (рисунок 1, *а*) нивелир устанавливают в середине между точками (как правило, на равных расстояниях) и приводят его визирную ось в горизонтальное положение. На точках *A* и *B* устанавливают нивелирные рейки. Берут отсчет *a* по задней рейке и отсчет *b* по передней рейке. Превышение вычисляют по формуле

$$h = a - b \qquad (1)$$

Обычно для контроля превышение измеряют дважды – по черным и красным сторонам реек. За окончательный результат принимают среднее.

Если известна высота H_A точки *A*, то высоту H_B точки *B* вычисляют по формуле

$$H_B = H_A + h_{\text{AB}} \qquad (2)$$

При *нивелировании вперед* (рис. 2, *б*) нивелир устанавливают над точкой *A* и измеряют (обычно с помощью рейки) высоту прибора *k*. В точке *B*, высоту которой требуется определить, устанавливают рейку. Приведя визирную ось нивелира в горизонтальное положение, берут отсчет *b* по черной стороне рейки. Вычислив превышение $h = k - b$,по формуле (2) находят высоту точки *B*.

Превышения, вычисляемые по формуле (1) могут быть положительными и отрицательными, и при записи их обязательно сопровождают знаком плюс или минус.

Чем меньше расстояние между нивелиром и рейкой, тем точнее отсчет. Нормальным считается расстояние 50 м, недопустимым – более 150 м.

Однако часто возникает необходимость определять превышения между точками при расстояниях в несколько сотен километров с большим числом станций, образующих нивелирные ходы (рисунок 2) и полигоны.

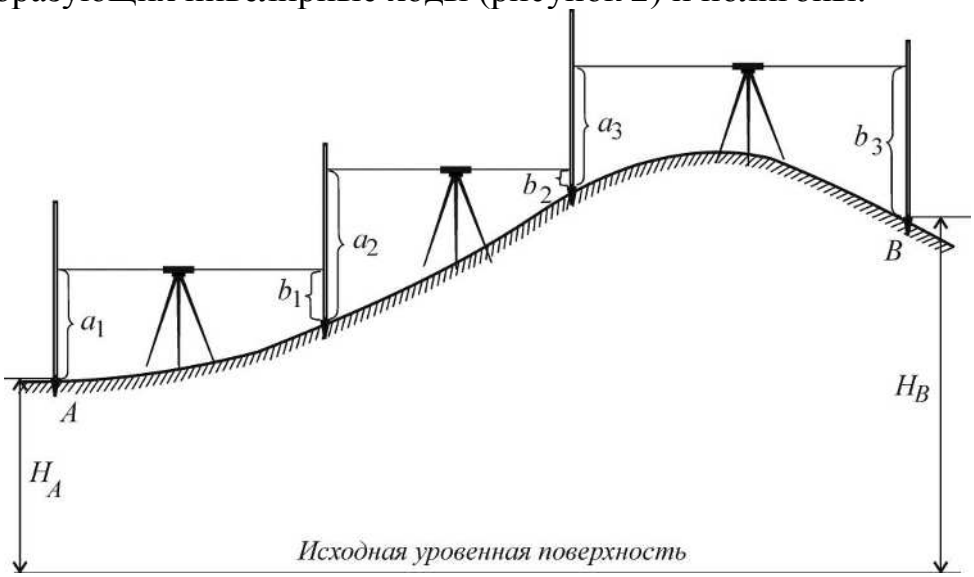


Рисунок 2 – Нивелирный ход

Превышения вычисляют по формулам (рисунок 2):

$$h_1 = a_1 - b_1;$$
$$h_2 = a_2 - b_2;$$
$$h_3 = a_3 - b_3;$$

Превышение между конечными точками хода *A* и *B* равно сумме вычисленных превышений

$$h_{AB} = h_1 + h_2 + h_3,$$

а высота точки *B* определится по формуле:

$$H_B = H_A + \sum_1^n h \qquad (3)$$

Поэтому в зависимости от длины хода (периметра полигона) и требуемой точности геометрическое нивелирование делят на классы I, II, III, IV и техническое нивелирование.

Нивелирование I, II, III и IV классов является высотной основой топографических съемок всех масштабов и геодезических измерений, проводимых для народного хозяйства и обороны страны.

Нивелирование I и II классов служит главной высотной основой, посредством которой устанавливают единую систему высот на территории страны. Она также необходима для научных целей, связанных с изучением движений земной коры. Периметры нивелирных полигонов I и II классов на

европейской территории России составляют в среднем соответственно 2800 и 600 км.

Нивелирование III, IV классов и техническое нивелирование служат высотной основой топографических съемок и предназначаются для решения различных инженерных задач – планировки, застройки и благоустройства городов и сельских населенных пунктов, проектирования и строительства дорог, оросительных и осушительных каналов, водоснабжения и т. п.

2.3 Нивелирные знаки

Для использования результатов нивелирования высшего класса в качестве геодезического высотного обоснования при последующих нивелирных работах точки закрепляют на местности постоянными или временными нивелирными знаками – *реперами и марками,* обеспечивающими длительную сохранность и неподвижность во времени в пределах точности измерений. В зависимости от условий местности и характера грунта реперы бывают грунтовые, скальные и стенные.

Грунтовый репер состоит из железобетонного пилона сечением 16х16 см с маркой вверху и бетонной плитой (якорем) внизу. Марка должна находиться на 0,5 м ниже поверхности земли, а якорь – не менее чем на 0,5 м ниже глубины сезонного промерзания грунта. При техническом нивелировании в качестве грунтового репера применяют металлические трубы или железобетонные пилоны с приваренной или вделанной в бетон маркой, на метровом расстоянии от которых устанавливают опознавательный знак – трубу с охранной табличкой.

Скальный репер представляет собой вцеменированную в скалу чугунную марку.

Стенной репер представляет собой вцементированную в стену чугунную марку с выступом для установки на него нивелирной рейки или отверстием для ее подвешивания. Стенные реперы закладывают в цокольной части фундаментальных зданий или сооружений (опора моста, здание пассажирского вокзала, водонапорная башня).

На застроенной территории реперы закладывают не реже, чем через 5 км, а на незастроенной – не реже, чем через 7 км.

2.4 Техническое нивелирование

Техническое нивелирование производится с целью создания высотного обоснования топографических съемок масштабов 1:500 – 1:5000, а также при изысканиях, проектировании и строительстве различного рода инженерных сооружений.

Нивелирные ходы, прокладываемые для определения высот пунктов съемочного обоснования, должны опираться на пункты высшего класса. Максимальная длина хода принимается в зависимости от характера рельефа местности, масштаба съемки и высоты сечения рельефа.

Техническое нивелирование для создания высотного обоснования съемок выполняется способом из середины техническими нивелирами с использованием двухсторонних шашечных реек. Расстояние от нивелира до реек допускается до 150 м, неравенство плеч – не более 10 м, а их накопление в секции – до 50 м. Отсчеты по рейкам берутся только по средней нити. Разность значений превышения на станции, определенных по черной и красным сторонам реек, не должна превышать 5 мм.

Техническое нивелирование, выполняемое с целью обеспечения строительства сооружений линейного типа, называется *продольным.* Для получения детального топографического плана на участке строительства крупных объектов при решении вопросов, связанных с вертикальной планировкой территории и подсчетом объемов земляных масс, выполняют *нивелирование поверхности (площади).*

2.5 Способы нивелирования поверхности

Нивелирование поверхности производят для детального изображения рельефа местности на строительных площадках, промплощадках предприятий, для проектирования осушительных и оросительных систем, планировки полей и т. д.; его результаты могут быть использованы для создания ЦММ. В зависимости от характера рельефа и ситуации местности, требуемой точности, а также от площади нивелируемой поверхности применяют различные способы нивелирования: параллельных линий, магистралей с поперечниками, по квадратам и т. д.

Способ параллельных линий используют при съемке равнинной или слегка всхолмленной местности, заросшей лесом или кустарником.

При этом обычно посередине снимаемого участка прокладывают основной (магистральный) ход либо два взаимно перпендикулярных основных хода (рисунок 3), которые привязываются к пунктам планово-высотной сети. Перпендикулярно к линиям основных ходов разбивают параллельные съемочные ходы, по которым в характерных точках закрепляют пикеты. Длины съемочных ходов, как правило, не превышают 1500 м. Расстояния между съемочными ходами и между пикетами зависят от назначения съемки и требуемой точности и обычно составляют 50 – 100 м.

Точки основных ходов нивелируют по программе IV класса, а съемочные ходы – одиночными ходами технической точности, опирающимися на точки основных ходов. Результаты нивелирования заносят в журнал либо на схему. При обработке результатов измерений сначала уравнивают и вычисляют отметки точек основных нивелирных ходов, а затем – точек съемочных ходов.

Способ магистралей с поперечниками применяют в условиях пересеченной местности при изысканиях сооружений линейного типа (каналов, дорог, траншей и т. п.). По характерным линиям рельефа (например, по линии тальвега лощины или балки) прокладывают основной магистральный теодолитный ход *ABCDEF* (рисунок 4) и разбивают пикетаж.

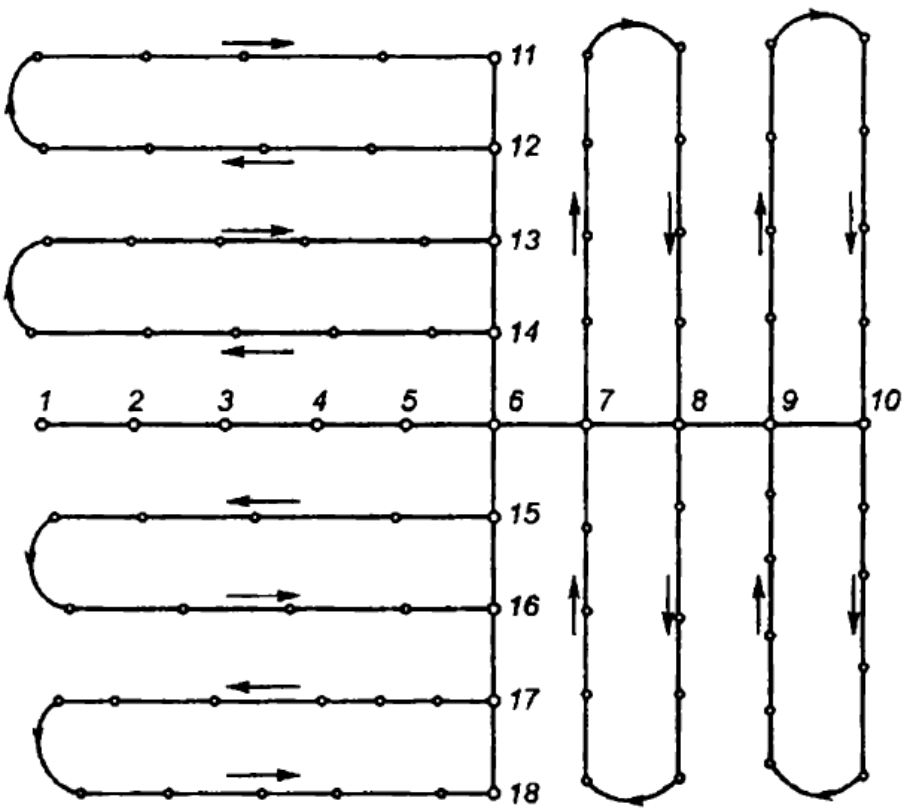


Рисунок 3 – Схема нивелирования поверхности: способ параллельных линий

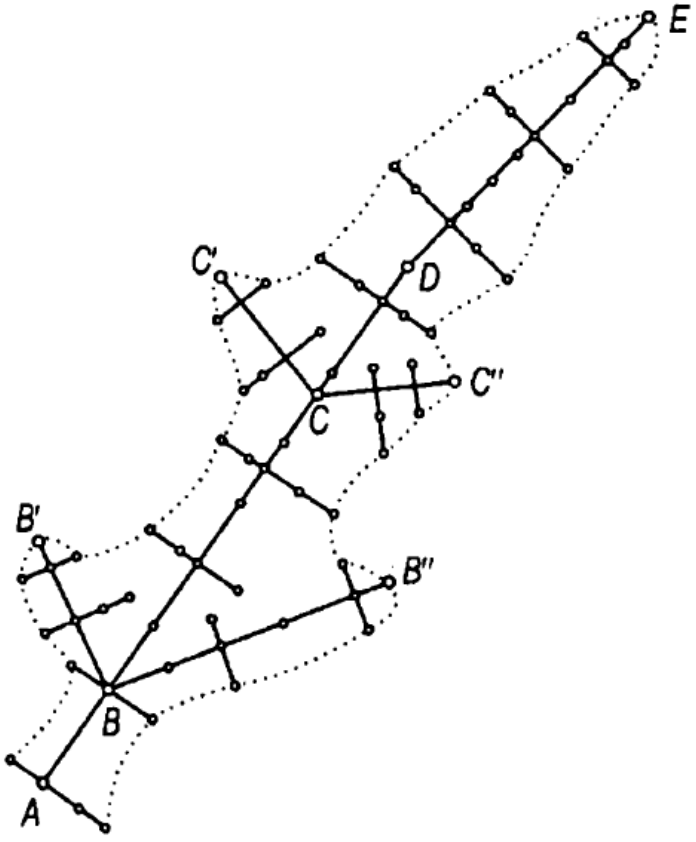


Рисунок 4 – Схема нивелирования поверхности: способ магистралей с поперечниками

При необходимости от основной магистрали разбивают дополнительные магистрали по ответвлениям *BB′* и *CC′* и т. д. Конечные точки *A* и *E* магистрали привязывают к пунктам планово-высотной сети. В результате обработки измерений получают плановое положение точек магистрали. Перпендикулярно к магистральным линиям разбивают поперечники, густота и протяженность которых зависит от характера местности. Одновременно с разбивкой пикетажа от линий магистралей и поперечников ведется съемка ситуации с составлением абриса.

Нивелирование основной магистрали и ее поперечников проводят так же, как и нивелирование трассы. Нивелирование пикетов по дополнительным магистралям выполняют одиночными ходами, прокладываемыми от точек основной магистрали.

Способ нивелирования по квадратам применяют: при топографической съемке открытых участков местности со спокойным рельефом в крупных масштабах (1:500 – 1:5000) с малой (0,1 – 0,5 м) высотой сечения рельефа в целях составления проекта вертикальной планировки и подсчета объемов земляных работ. С учетом характера рельефа, требуемой точности его изображения, сложности и назначения строящегося сооружения разбивают сети квадратов со сторонами от 10 до 100 м.

При разбивке сетки квадратов сначала обычно строят наружный полигон в виде квадрата или прямоугольника (рисунок 5). Для этого вдоль границы снимаемого участка на местности закрепляют опорную линию АВ и на ней откладывают мерной лентой длины сторон квадратов (*A-2, 2-3, ..., 5-B*). Затем в точках *A* и *B* последовательно устанавливают теодолит и восставляют перпендикуляры *AC* и *BD* к линии *AB*. Для контроля измеряют длину линии *CD*, которая не должна отличаться от длины линии *AB* более чем на 1:2000 ее длины. На перпендикулярах и линии *CD* также откладывают длины сторон квадратов. Вершины полигона *ABDC* и точки на его сторонах закрепляют грунтовыми реперами.

Разбивка квадратов внутри полигона выполняется по створам линий *1-1, 2-2, ..., 6-6.* Контроль разбивки выполняется вешением точек по перпендикулярным створам *а-а*, *6-6, в-в*. Вершины квадрата (пикеты) закрепляют колышками. При необходимости на сторонах квадратов в точках перегиба рельефа местности закрепляют плюсовые точки. При длинах сторон наружного полигона до 300 м разбивку квадратов удобно выполнять длинными тросами, размеченными через расстояния, равные длине стороны квадрата.

Одновременно с разбивкой пикетов производится съемка ситуации линейными промерами от сторон квадратов до характерных точек контуров и местных предметов. Результаты съемок заносят в абрис, на котором также показывают стрелками направление скатов.

Перед началом нивелирования на листе плотной бумаги вычерчивают схему квадратов, которая является одновременно и полевым журналом нивелирования. Порядок нивелирования квадратов зависит от их размеров и условий местности. При длине стороны квадратов 100 м и более каждый

квадрат нивелируется отдельно (см. рис. 5). В этом случае сначала прокладывают замкнутый ход по наружным квадратам, а затем – по внутренним. На каждой точке отсчеты берут только по черной стороне рейки. Результаты измерений заносят на схему.

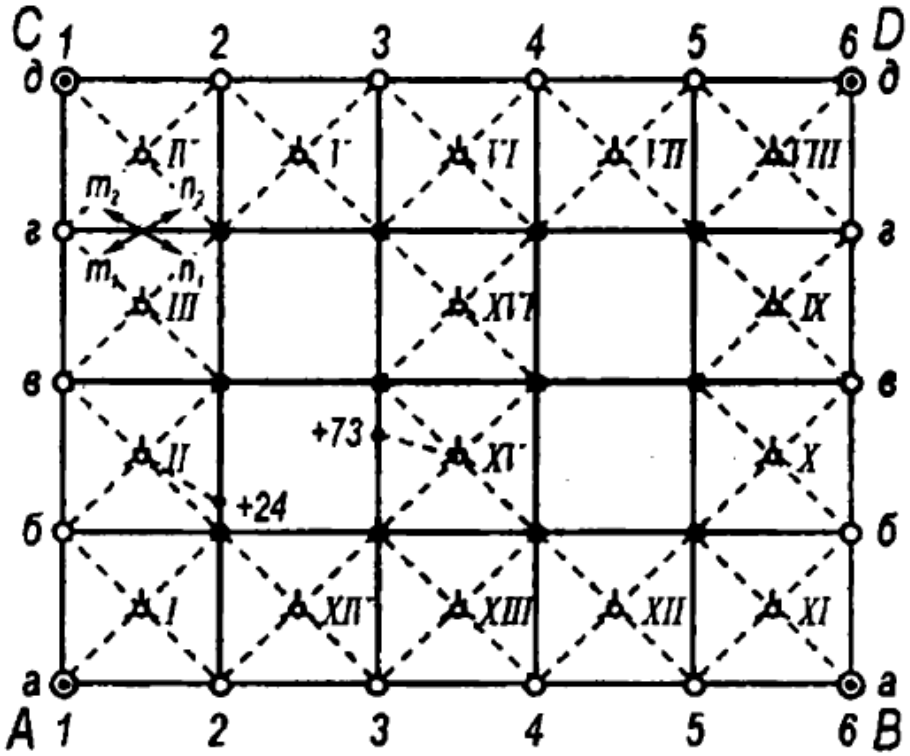


Рисунок 5 – Схема разбивки сетки и нивелирования поверхности по каждому квадрату

Правильность отсчетов по рейкам контролируется суммой накрест лежащих отсчетов по общей стороне, взятых с двух соседних станций. Например, значения превышения между точками *г1* и *г2* (см. рисунок 5), определенных со смежных станций *III* и *IV,* должны быть равны, т. е.

$$m_1 - n_1 = m_2 - n_2, \qquad (4)$$

отсюда

$$m_1 + n_2 = m_2 + n_1.$$

Расхождение сумм не должно превышать 10 мм.

При камеральной обработке сначала выполняют увязку высот по наружному полигону. Далее, принимая высоты пунктов полигонов за твердые, увязывают высоты внутренних пикетов как точек ходов, проложенных между пунктами наружного полигона.

При небольших (10 – 20 м) размерах сторон квадратов с одной станции нивелируют несколько квадратов. Для этого станции выбирают с таким расчетом, чтобы из связующих точек образовался замкнутый опорный полигон *ABCDA* (рисунок 6). На одну из связующих точек передается отметка от ближайшего репера. Все остальные вершины квадратов нивелируются как промежуточные точки. Полевой контроль измерений выполняют аналогично

с предыдущим случаем. Высотная невязка в замкнутом опорном ходе нивелирования должна удовлетворять условию

$$f_h = \sum h \leq 10 \text{ мм}\sqrt{n}, \quad (5)$$

где $\sum h$ – сумма превышений связующих точек;

n – число станций.

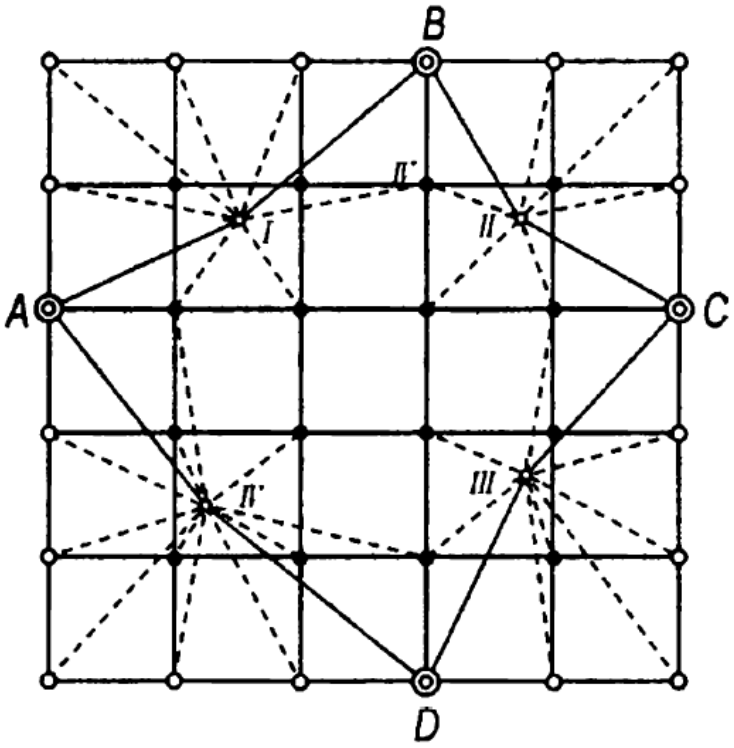


Рисунок 6 – Схема нивелирования сетки квадратов на основе опорного полигона

Распределение высотной невязки, вычисление исправленных превышений и высот связующих точек производят так же, как и в ходе продольного технического нивелирования. Высоты промежуточных точек на каждой станции рассчитывают через горизонт прибора.

После вычислительной обработки результатов нивелирования составляют топографический план участка местности в выбранном масштабе (рисунок 7). На план наносят границы участка, вершины квадратов, плюсовые точки и ситуацию. Возле каждой пикетной и плюсовой точки подписывают ее отметку с округлением до 1 см и, пользуясь методом графической интерполяции, проводят горизонтали с заданной высотой сечения рельефа. План вычерчивают тушью в соответствии с условными знаками.

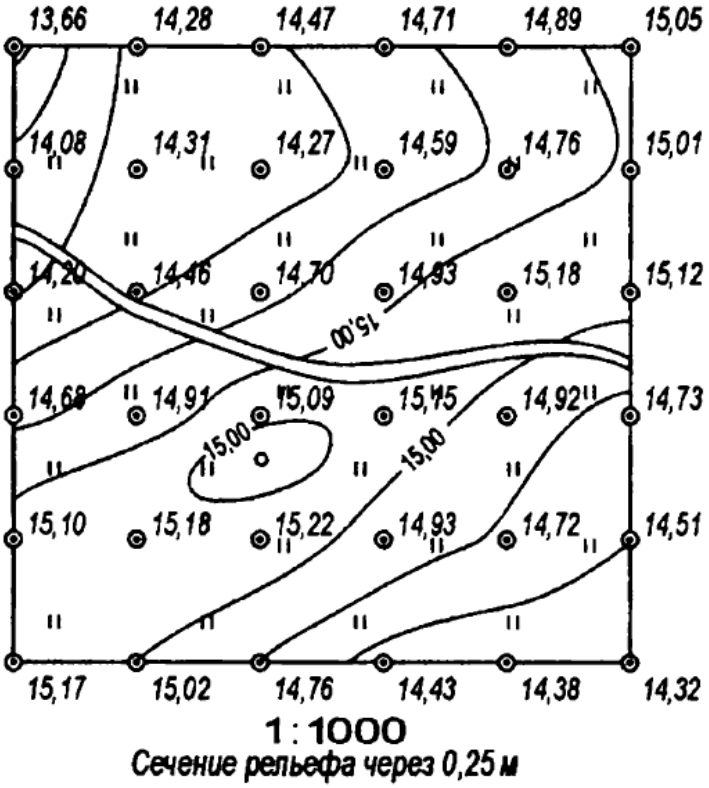


Рисунок 7 – План нивелирования поверхности

2.6 Составление проекта вертикальной планировки строительной площадки

Преобразование естественного рельефа на территории стройплощадки в поверхность, удовлетворяющую техническим требованиям данного сооружения, называется вертикальной планировкой. Проект вертикальной планировки является составной частью генплана строительства; в его разработке важное место занимают геодезические расчеты.

В зависимости от условий эксплуатации возводимых сооружений различают случаи вертикальной планировки под горизонтальную или наклонную площадку. Основой для составления проекта вертикальной планировки служат топографические планы местности в масштабах 1:1000 – 1:500, полученные в результате нивелирования поверхности по квадратам.

Вертикальная планировка под горизонтальную площадку обычно предусматривает соблюдение нулевого баланса земляных работ, т. е. равенство объемов грунта по выемке и насыпи. Для решения задачи используют фактические отметки вершин квадратов (рисунок 8).

Условие нулевого баланса земляных работ обеспечивается созданием горизонтальной площадки с проектной отметкой

$$H_{пр} = \frac{\sum H_1 + \sum H_2 + \sum H_3 + \sum H_4}{4n}, \qquad (6)$$

где $\sum H_1$ – сумма фактических отметок, входящих в один квадрат (H_1, H_5, H_{16}, H_{23});

$\sum H_2$, $\sum H_3$, $\sum H_4$ – соответственно суммы отметок вершин, общих для двух (H_2, H_3, H_4, H_{10}, …), трех (H_{18}) и четырех (H_7, H_8, H_9, …) квадратов;

n – число квадратов.

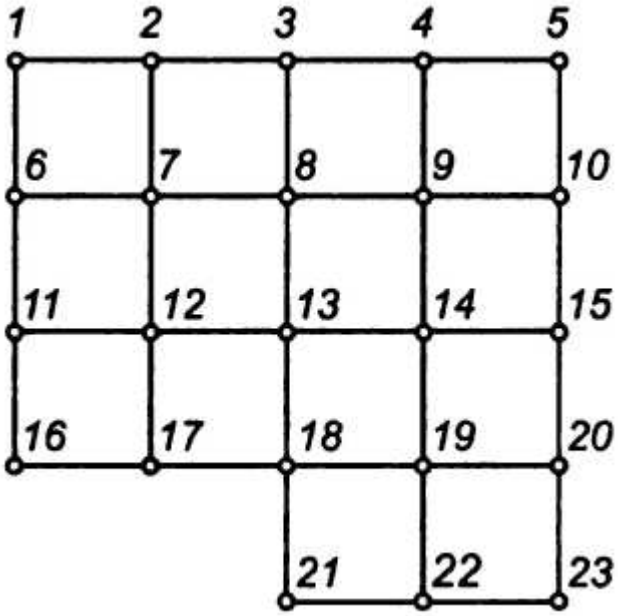


Рисунок 8 – Разбивка площадки на квадраты

Для облегчения расчетов вычисление проектной отметки удобно выполнять по формуле

$$H_{пр} = H_0 + \frac{\sum h_1 + 2\sum h_2 + 3\sum h_3 + 4\sum h_4}{4n}, \qquad (7)$$

где H_0 – округленное до метров значение минимальной отметки вершины квадрата;

$h_1 = H_1 - H_0$, $h_2 = H_2 - H_0$, …, $h_n = H_n - H_0$,

По проектной отметке $H_{пр}$ и значениям фактических отметок вершин рассчитывают рабочие отметки, которые выписывают на чертеже возле соответствующих вершин квадратов:

$$h_1^{раб} = H_{пр} - H_1,\ h_2^{раб} = H_{пр} - H_2,\ h_n^{раб} = H_{пр} - H_n. \qquad (8)$$

Квадраты сетки, имеющие в своих вершинах рабочие отметки одного знака, называются однородными, а разных знаков – переходными, или смешанными.

На сторонах переходных квадратов между вершинами, имеющими рабочие отметки с разными знаками, находят положение точек нулевых работ. Расстояния до точек нулевых работ определяют аналитически по формуле

$$x = \frac{h_1^{раб}}{h_1^{раб} + h_2^{раб}} \cdot d\,, \qquad (9)$$

где $h_1^{раб}$, $h_2^{раб}$ – рабочие отметки вершин квадратов, между которыми находится точка нулевых работ;

d – горизонтальное проложение (сторона квадрата).

Соединив точки нулевых работ, получают линию нулевых работ. С помощью графического интерполирования рабочих отметок по сторонам квадратов строят изолинии рабочих отметок (изорабы) с высотой сечения 0,1 – 0,5 м. На чертеже линия нулевых работ, разграничивающая насыпи от выемок, выделяется утолщенной линией.

В дальнейшем перед началом земляных работ рабочие отметки со своими знаками (h^+ – насыпка, h^- – выемка грунта) выписывают на сторожках в соответствующих вершинах квадратов. Линия нулевых работ выносится на местности по сторонам квадратов и обозначается рядом колышков.

Подсчет объемов земляных работ. Объемы земляных работ подсчитывают на основании рабочих отметок вершин квадратов раздельно по выемке и насыпи грунта. В зависимости от характера рельефа местности и требуемой точности подсчет объемов производят способами среднего арифметического, призм, параллельных сечений и др.

При составлении проекта вертикальной планировки на основе нивелирования поверхности по квадратам обычно используют способ призм.

При этом объемы насыпи или выемки приравнивают к объемам призм с основанием в виде треугольников, квадратов или трапеций и высотой, равной средней рабочей отметке фигуры.

В однородных квадратах объем четырехгранной призмы определяется по формуле

$$V_{кв} = \frac{\sum_1^4 h^{раб}}{4} \cdot s\,, \qquad (10)$$

где s – площадь основания призмы (квадрата).

В смещенных квадратах, которые пересекает линия нулевых работ, части квадратов обычно делят на треугольники и объем каждой трехгранной призмы находят как

$$V_{тр} = \frac{\sum_1^3 h^{раб}}{3} \cdot s\,. \qquad (11)$$

При этом в подсчет средней рабочей отметки в число точек включают и нулевые точки.

Окончательным графическим документом вертикальной планировки является картограмма земляных работ (рисунок 9), на которой указываются фактические, проектные и рабочие отметки вершин, положение линии нулевых работ и значения объемов насыпи или выемки грунта по однородным квадратам и отдельным частям переходных квадратов.

После подсчета объемов для отдельных геометрических фигур вычисляют общие объемы насыпи и выемки и сводят баланс земляных работ, т. е. определяют избыток или недостаток грунта при вертикальной планировке площадки. Для наглядности на плане площади насыпей и выемок раскрашивают разными цветами.

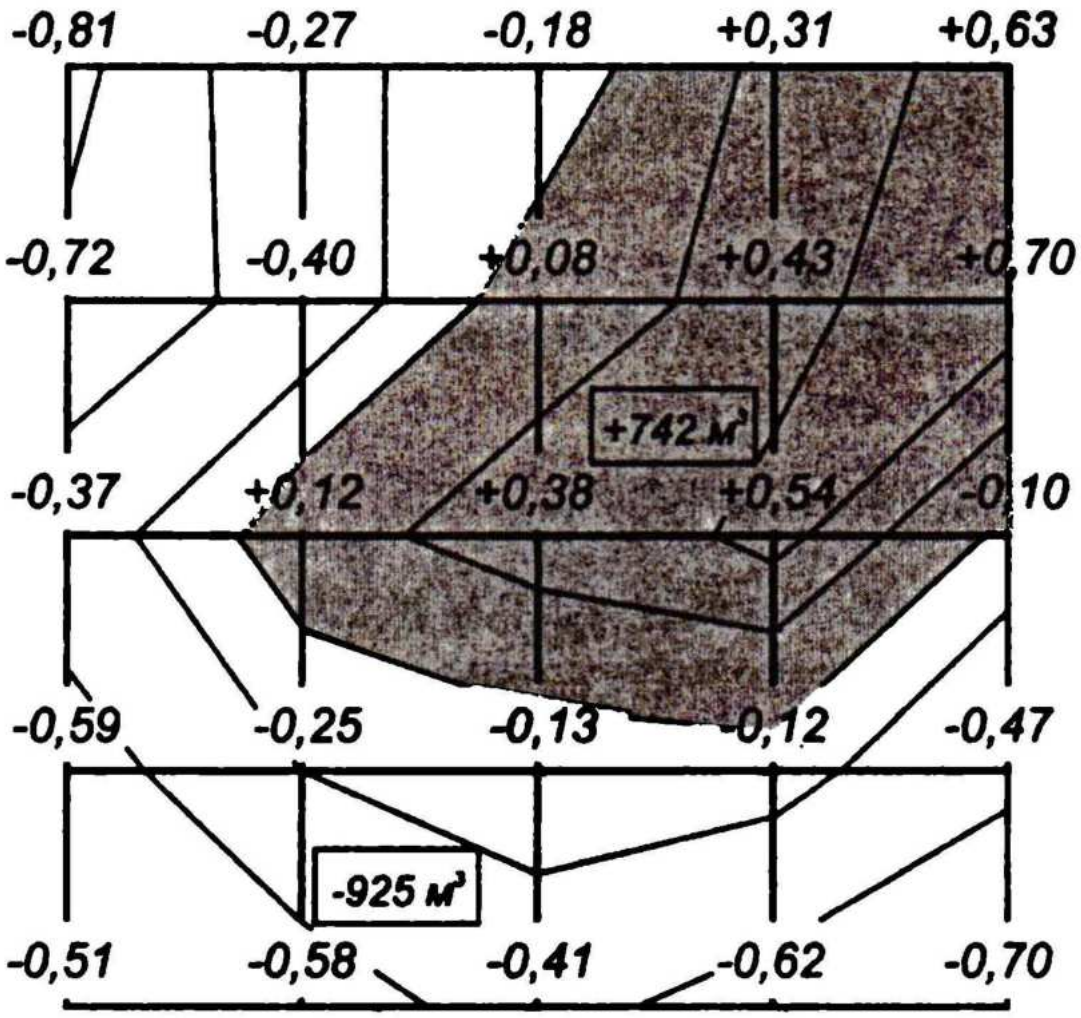


Рисунок 9 – Картограмма земляных работ

3. Обработка полевого журнала нивелирования

Обработка результатов полевых измерений включает в себя определение превышений между связующими точками, постраничный контроль вычислений, увязку превышений опорного хода, вычисление отметок связующих и промежуточных точек.

Перед началом вычислений в журнал-схему выписывают недостающие данные в соответствии с номером варианта задания: отметку РП7, отсчеты по рейкам на связующей 5д (станции 2 и 3) и промежуточных точках 1а, 5г, 4д. Порядок обработки полевого журнала нивелирования рассмотрен на конкретном примере

1. Выписывают отсчеты по рейкам на связующих точках в ведомость увязки превышений опорного хода Рп7 — 3а — 5д — Рп7 (таблица 1). Вычисляют превышения между связующими точками по черным и красным сторонам реек и средние превышения. При этом расхождение значений превышений на станции, рассчитанных по черной и красной сторонам реек, не должно превышать 10 мм.

2. Выполняют постраничный контроль вычислений

3. Вычисляют высотную невязку опорного хода по формуле

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} = +6 \text{ мм}$$

Сравнивают фактическую высотную невязку с допустимой, определяемой как

$$f_{h_{\text{доп}}} = 10\text{мм}\sqrt{\text{n}}$$

где n — число станций в ходе. В приведенном примере

$$f_{h_{\text{доп}}} = 10\text{мм}\sqrt{3} = 17 \text{ мм}$$

$$f_h < f_{h_{\text{доп}}} \ (6 \text{ мм} < 17 \text{ мм})$$

4. Распределяют фактическую невязку поровну на превышения опорного хода с обратным знаком. Поправка в каждое превышение

$$\delta_h = -\frac{f_h}{n} = \frac{+6}{3} = -2 \text{ мм}$$

Контроль: $\sum \delta_h = -f_h$

5. Вычисляют исправленные (увязанные) превышения:

$$h_{\text{испр}_i} = h_i + \delta_h$$

Контроль: $\sum h_{\text{испр}} = 0$

6. По исправленным превышениям вычисляют отметки связующих точек:

$$H_{3a} = H_{Рп7} + h_{1_{испр}};\ H_{3д} = H_{3a} + h_{2_{испр}};\ H_{Рп7} = H_{3д} + h_{3_{испр}}.$$

Контролем правильности вычислений служит повторное получение известной отметки начальной точки хода ($H_{Рп7} = 72{,}510$ м).

Ведомость увязки превышений опорного хода

Таблица 1 – Ведомость увязки превышений опорного хода

№ станции	№ точек	Отсчеты по рейкам		Превышения, мм			Отметки Н, м	Горизонт прибора ГП, м	
		задней, а	передней, в	вычисленные, h	средние, $h_{ср}$	исправленные, $h_{испр}$			
1	Рп7	1008 5694 4686		-663	-2 -662	-664	72,510	73,518	73,517
	3а		1671 6355 4684	-661			71,846	73,517	
2	3а	1831 6517 4686		+316	-2 +316	+314	71,846	73,677	73,676
	5д		1515 6201 4690	+316			72,160	73,675	
3	5д	1654 6337 4683		+353	-2 +352	+350	72,160	73,814	73,812
	Рп7		1301 5986 4685	+351			72,510	73,811	
$\sum a = 23041;\ \sum b = 23029;\ \sum h = +12;\ \sum h_{ср} = +6;\ \sum h_{испр} = 0.$ $f_h = +6$ мм; $f_{hдоп} = 10$ мм $\sqrt{n} = 17$ мм; $\frac{\sum a - \sum b}{2} = +6;\ \frac{\sum h}{2} = +6;\ \delta_h = -\frac{f_h}{n} = -\frac{+6}{3} = -2$ мм.									

7. Вычисляют отметки промежуточных точек через горизонт прибора. На каждой станции горизонт прибора вычисляют дважды и из двух его значений принимают среднее. Например, для станции 1:

$$ГП_1^{/} = H_{Рп7} + a_1;\ ГП_1^{//} = H_{3a} + b_1;\ ГП_1 = \frac{ГП_1^{/} + ГП_1^{//}}{2}$$

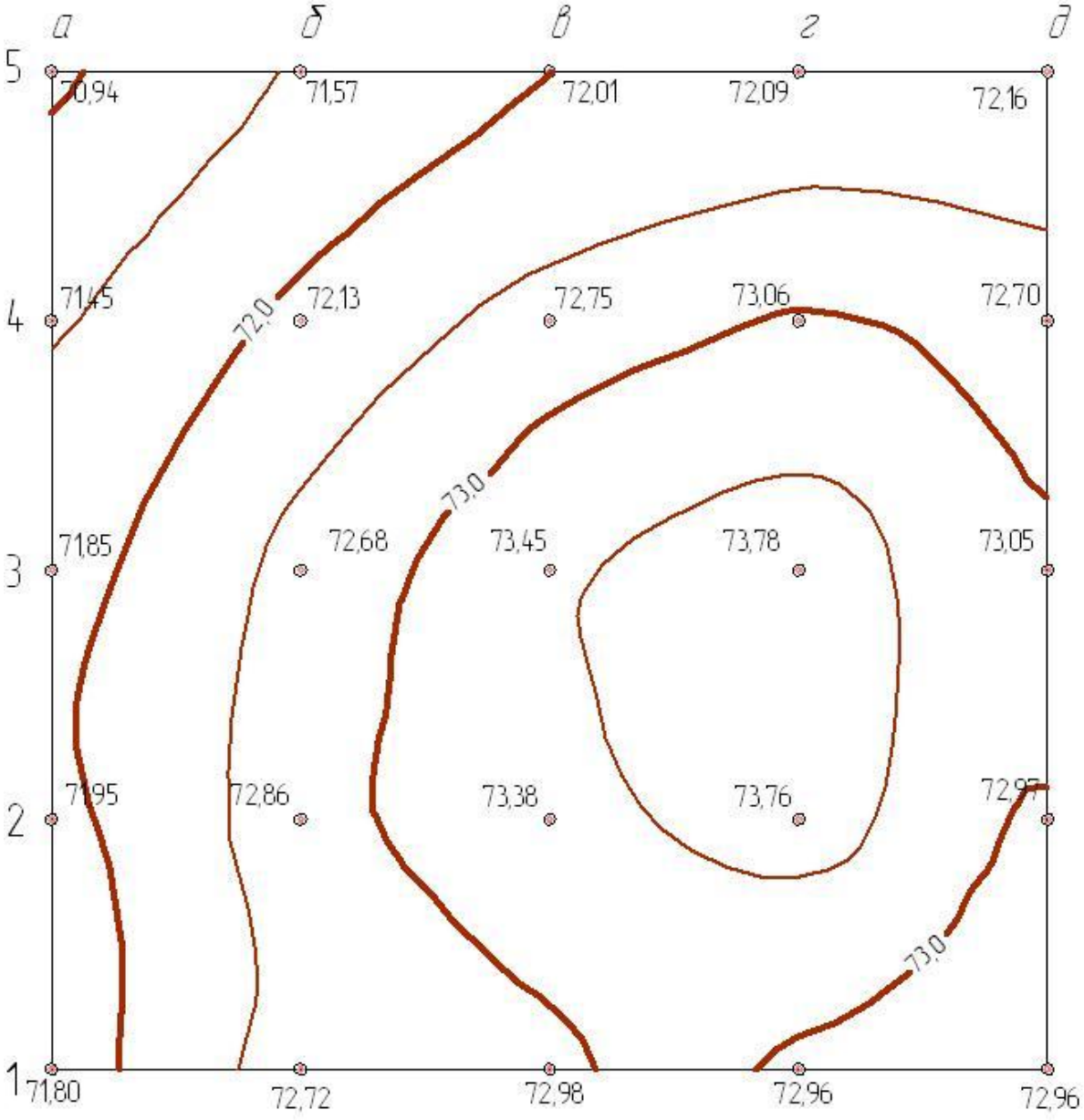
$$ГП_1^{/} = 73{,}518 \text{ м};\ ГП_1^{//} = 73{,}517 \text{ м};\ ГП_1 = 73{,}518 \text{ м}.$$

Вычисленные значения горизонтов прибора выписывают на схему для соответствующих станций Отметка промежуточной точки

$$H_{1a} = ГП_1 - c_{1a} = 73{,}518 - 1{,}722 = 71{,}796 \text{ м}.$$

Аналогично вычисляют отметки других промежуточных точек.

8. Вычерчивают сетку квадратов в масштабе 1:1000 и на ней выписывают у соответствующих вершин квадратов их отметки с округлением до 0,01 м. Система высот условная (рисунок 10).



Масштаб 1:1000

Сечение рельефа через 0,5 м

Рисунок 10 – План нивелирования поверхности по квадратам

4 Построение топографического плана участка местности

Построение топографического плана участка заключается в изображении рельефа местности горизонталями с высотой сечения рельефа h = 0,25 м.

Для изображения рельефа выполняют интерполирование горизонталей по сторонам каждого квадрата и по одной из диагоналей, имеющей большую разность отметок между точками линии. Например, в северо-западном квадрате сетки превышения:

– по диагонали 5а – 4 6 $h_1 = 72,13 – 70,94 = + 1,19$ м;

– по диагонали 4а – 56 $h_2 = 71,57 – 71,45 = +0,12$ м.

Поскольку 1,19 > 0,12, то следует интерполировать диагональ 3а- 46,

Интерполирование горизонталей состоит в нахождении на линии местоположения точек с отметками, кратными высоте сечения рельефа h — 0,25 м. Интерполирование может выполняться аналитическим или графическим способами.

Аналитическое интерполирование состоит в определении расстояний между точками с известными отметками и соответствующими горизонталями (рисунок 11). Так, между точками с отметками 70,94 и 72,13 м (диагональ 5а – 46) пройдут горизонтали с отметками 71,00 м, 71,25 м, 71,50 м, 71,75 м, и 72,00 м; расстояние между точками 5а – 46 на плане d = 56,6 мм

Задача интерполирования сводится к нахождению планового положения точек 1, 2, 3, 4 и 5 на линии 5а – 46, для чего необходимо вычислить расстояния d_1, d_2, d_3, d_4 и d_5. Поскольку эти расстояния пропорциональны соответствующим превышениям Δh_1, Δh_1+h, Δh_1+2h, Δh_1+3h, Δh_1+4h, то получим:

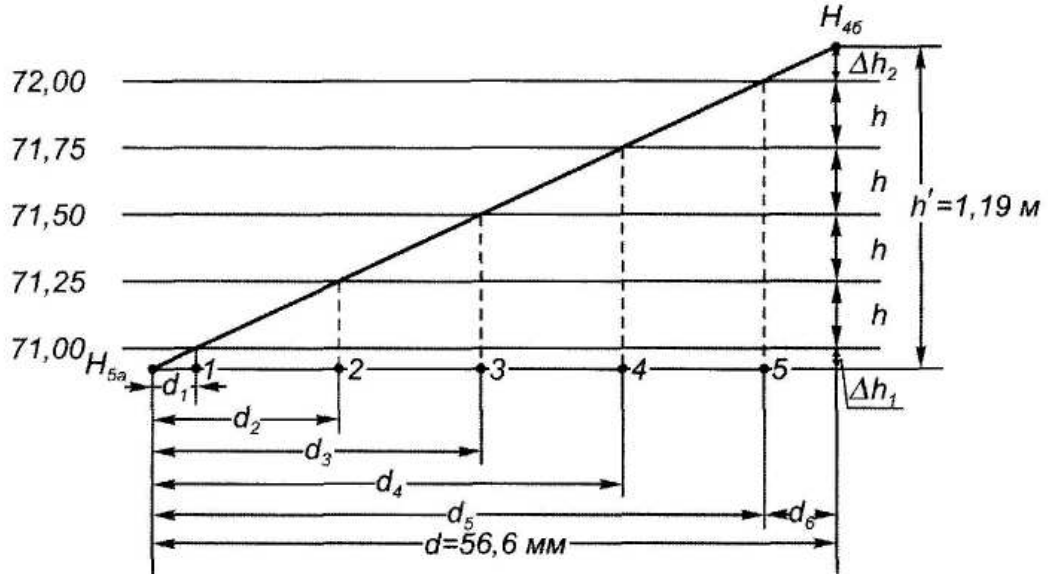


Рисунок 11 – Аналитическое интерполирование горизонталей

$$d_1 = \frac{d}{h'}\Delta h_1 = \frac{56,6}{1,19}\cdot 0,06 = 2,9\,\text{мм};$$

$$d_2 = \frac{d}{h'}(\Delta h_1 + h) = \frac{56,6}{1,19}\cdot 0,31 = 14,7\,\text{мм};$$

$$d_3 = \frac{d}{h'}(\Delta h_1 + 2h) = \frac{56,6}{1,19}\cdot 0,56 = 26,6\,\text{мм}.$$

$$d_4 = \frac{d}{h'}(\Delta h_1 + 3h) = \frac{56,6}{1,19}\cdot 0,81 = 38,5\,\text{мм};$$

$$d_5 = \frac{d}{h'}(\Delta h_1 + 4h) = \frac{56,6}{1,19}\cdot 1,06 = 50,4\,\text{мм};$$

Контроль: $d_6 = \frac{d}{h'}\Delta h_2 = \frac{56,6}{1,19}\cdot 0,13 = 6,2\,\text{мм};$

$d_5 + d_6 = d$, $50,4 + 6,2 = 56,6\,\text{мм}$, т. е. условие выполнено.

Отложив на плане от точки 5а отрезки d_t, d_2, d_3, d_4 и d_5, получают точки, через которые должны проходить горизонтали с отметками 71,00 м, 71,25 м, ... , 72,00 м.

Графическое интерполирование может выполняться с помощью миллиметровки либо палетки (рисунок 12). Палетка представляет собой лист кальки с рядом параллельных линий, проведенных через равные промежутки (например, через 5 мм); линии оцифровывают согласно высоте сечения рельефа и отметкам точек плана, между которыми производится интерполирование.

Сущность графического интерполирования горизонталей для выше рассмотренного примера ясна.

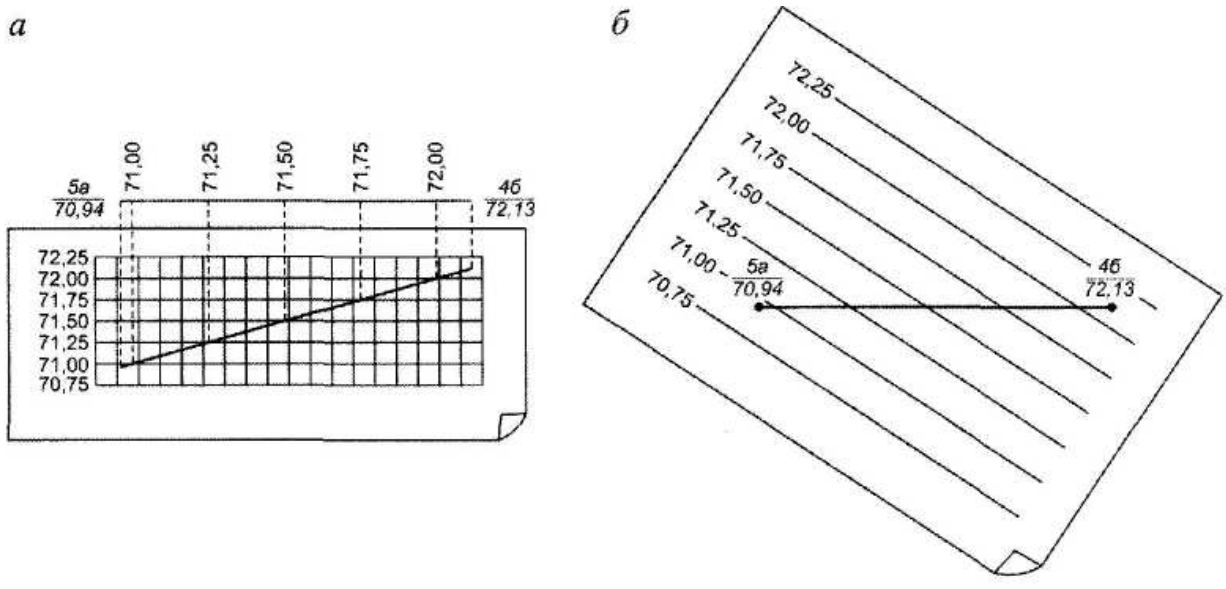


Рисунок 12 – Графическое интерполирование горизонталей:
а — с помощью миллиметровки; б — с помощью палетки

На интерполируемой линии отмечают точки с отметками, кратными высоте сечения рельефа, т. е. h — 0,25 м. Аналогично производят интерполирование всех других линий. Затем точки на плане с одинаковыми отметками соединяют плавными кривыми линиями и получают изображение рельефа горизонталями.

Горизонтали вычерчивают коричневой тушью (сиеной жженой). На закруглениях ставят бергштрихи. Горизонтали, кратные 1,0 м, проводят утолщенными и подписывают в разрыве их отметки основанием цифр в сторону падения ската.

5 Составление проекта вертикальной планировки участка

Вертикальной планировкой называется преобразование естественного рельефа на участке строительства в поверхность, удовлетворяющую техническим требованиям строящегося объекта.

Заданием предусмотрено составление проекта вертикальной планировки участка под горизонтальную площадку. Основой для составления проекта служит топографический план участка местности в масштабе 1:1000, полученный в результате нивелирования поверхности по квадратам

Проектирование выполняют в следующей последовательности.

1. Вычисляют проектную отметку горизонтальной площадки при условии соблюдения нулевого баланса земляных работ, т. е. равенства объемов по выемке и насыпке грунта, по формуле:

$$H_{\text{пр}} = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 4\sum H_4}{4n},$$

где $\sum H_1$ – сумма фактических отметок, входящих в один квадрат;

$\sum H_2$, $\sum H_4$ – соответственно суммы отметок вершин, общих для двух и четырех квадратов;

n – число квадратов.

Для облегчения расчетов вычисление проектной отметки удобно выполнять по формуле:

$$H_{\text{пр}} = H_0 + \frac{\sum h_1 + 2\sum h_2 + 4\sum h_4}{4n}$$

где H_0 – округленное до метров значение минимальной отметки вершины квадрата; $h = H_1 - H_0$; $h_2 = H_2 - H_0$; $h_3 = H_3 - H_0$.

Для рассматриваемого примера (при $H_д$ = 70,00 м) результаты расчетов приведены в табл.

2. По проектной отметке $H_{пр}$ и значениям фактических отметок вершин квадратов рассчитывают рабочие отметки:

$$h_1^{раб} = H_{пр} - H_1;$$

$$h_2^{раб} = H_{пр} - H_2;$$

……..……..….

$$h_n^{раб} = H_{пр} - H_n$$

Рабочие отметки со знаком (–) означают высоту выемки (срезки) грунта, а со знаком (+) – насыпи грунта.

Таблица 3 – Расчет проектной отметки горизонтальной площадки

№ п/п	H_1, м	H_2, м	H_4, м
1	70,94	71,57	72,13
2	72,16	72,01	72,75
3	71,80	72,09	73,06
4	72,51	72,71	72,68
5		73,05	73,45
6		72,97	73,78
7		72,95	72,86
8		72,98	73,38
9		72,72	73,76
10		71,95	
11		71,85	
12		71,45	
Σ	287,40	868,27	657,84
$H_{пр}$=	$H_{пр} = \frac{287,40 + 2 \cdot 868,27 + 4 \cdot 657,84}{4 \cdot 16}$ =72,74		

Результаты расчетов рабочих отметок вершин квадратов для рассматриваемого примера представлены в таблицу 4.

Таблица 4 – Расчет рабочих отметок точек

№ точек	$H_{пр}$, м	H, м	$h_{раб}$, м	№ точек	$H_{пр}$, м	H, м	$h_{раб}$, м	№ точек	$H_{пр}$, м	H, м	$h_{раб}$, м
1а	72,74	71,80	+0,94	3а	72,74	71,85	+0,89	5а	72,74	70,94	+1,80
1б		72,72	+0,02	3б		72,68	+0,06	5б		71,57	+1,17
1в		72,98	-0,24	3в		73,45	-0,71	5в		72,01	+0,73
1г		72,96	-0,22	3г		73,78	-1,04	5г		72,09	+0,65
1д		72,51	+0,23	3д		73,05	-0,31	5д		72,16	+0,58
2а		71,95	+0,79	4а		71,45	+1,29	$h_{раб}$ (+)=+9,80 $h_{раб}$ (-)=-4,86 $h_{раб}$ (±)=+4,94			
2б		72,86	-0,12	4б		72,13	+0,61				
2в		73,38	-0,64	4в		72,75	-0,01				
2г		73,76	-1,02	4г		73,06	-0,32				
2д		72,97	-0,23	4д		72,70	+0,04				

3. Составляют план квадратов в масштабе 1:1000 и у вершин квадратов выписывают красной тушью их рабочие отметки.

Между вершинами квадратов с разнозначными рабочими отметками отыскивают положение точек нулевых работ. Для этого рассчитывают расстояния от вершин квадратов до точек нулевых работ по формулам:

$$l_1 = \frac{h_1^{раб}}{h_1^{раб} + h_2^{раб}} \cdot d \; ; \; l_2 = \frac{h_2^{раб}}{h_1^{раб} + h_2^{раб}} \cdot d$$

где $h_1^{раб}$, $h_2^{раб}$– абсолютные значения рабочих отметок точек по стороне квадрата;

d – сторона квадрата (d = 40 м).

Контроль: $l_1 + l_2 = d$.

Результаты расчетов приведены в таблице 5

Таблица 5 – Расчет расстояний до точек нулевых работ

Сторона квадрата	Рабочие отметки, м		Расстояния до вершин квадрата, м	
	$h_{1раб}$	$h_{2раб}$	L_1	L_2
1г – 1д	– 0,22	+ 0,23	19,6	20,4
1б – 1в	+0,02	– 0,24	3,1	36,9
2а – 2б	+0,79	– 0,12	34,7	5,3
3б – 3в	+0,06	– 0,71	3,1	36,9
4б – 4в	+0,61	– 0,01	39,4	0,6
4г – 4д	– 0,32	+ 0,04	35,6	4,4
1б – 2б	+ 0,02	– 0,12	5,7	34,5
2б – 3б	– 0,12	+ 0,06	26,7	13,3
4в – 5в	– 0,01	+ 0,73	0,5	39,5
4г – 5г	– 0,32	+ 0,65	13,2	26,8
1д – 2д	+ 0,23	– 0,23	20,0	20,0
3д – 4д	– 0,31	+ 0,04	35,4	4,6

4. Строят на плане линию нулевых работ, используя данные табл. Для этого, отложив на стороне квадрата (например, на стороне 16 — 26) от точки 16 расстояние l_1 = 5,7 м, получают точку нулевых работ; контроль правильности ее нанесения выполняют отложением отрезка l_2 = 34,3 м от точки 26 в обратном направлении. Аналогичным образом отмечают положение точек нулевых работ по другим сторонам квадратов. Соединив эти точки прямыми линиями синей тушью, получают линию нулевых работ (рисунок 13), которая делит площадь на участки, требующие выемки (–) и насыпи (+) грунта.

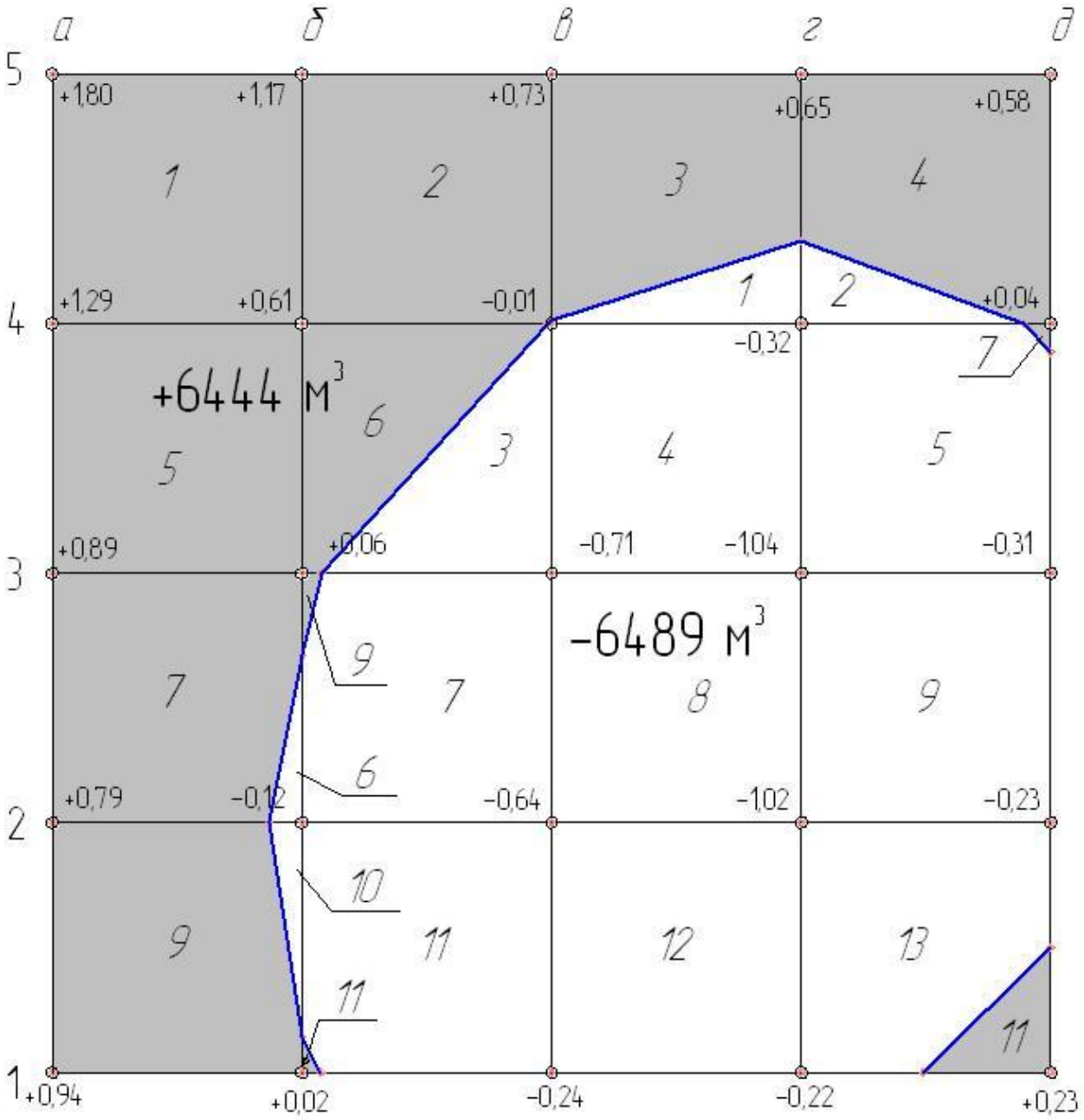
5. Определяют объемы земляных работ раздельно по выемке и насыпи грунта способом среднего арифметического. При этом объем грунта по каждой фигуре (квадрату, трапеции, треугольнику) определяют как произведение средней рабочей отметки на площадь фигуры

Значения объемов грунта по насыпи и выемке выписывают на картограмме земляных работ. Для наглядности площадь выемки окрашивают желтым цветом, насыпи – красным цветом.

6. Сводят баланс земляных работ, т. е. определяют избыток или недостаток грунта при вертикальной планировке площадки. Разность объемов грунта по насыпи и выемке не должна превышать 2 % от общего объема земляных работ.

Таблица 6 – Расчет объемов земляных работ

Насыпь (+)				Выемка (–)			
№ фигур	hср раб,м	площадь Sн, м^2	объем Vн, м^3	№ фигур	hср раб,м	площадь Sв, м^2	объем Vв, м^3
1	1,22	1600	1948	1	0,11	274	30
2	0,62	1600	992	2	0,11	225	25
3	0,34	1325	450	3	0,24	750	180
4	0,32	1375	440	4	0,52	1600	832
5	0,71	1600	1136	5	0,42	1590	668
6	0,16	850	136	6	0,04	106	4
7	0,01	10	0,1	7	0,37	1579	584
8	0,44	1494	658	8	0,85	1600	1360
9	0,02	21	0,4	9	0,65	1600	1040
10	0,44	1519	668	10	0,04	81	4
11	0,01	9	0,1	11	0,25	1591	398
12	0,08	204	16	12	0,53	1600	848
				13	0,37	1396	516
Σ		11608	6444	Σ		13992	6489
Контроль: $S_{уч} = S_н + S_в$; $\Delta V = \Sigma V_н - \Sigma V_в$; $\Delta V_{доп} = 2\%(\Sigma V_н + \Sigma V_в)$ $S_{уч} = 25600$ м^2; $\Delta V = -45$ м^3; $\Delta V_{доп} = 259$ м^3 $\Delta V \le \Delta V_{доп}$ т.е. условие выполнено							



Масштаб 1:1000

Рисунок 13 – Проект вертикальной планировки участка под горизонтальную площадку

1. Какой принцип положен в основу вертикальной планировки под горизонтальную площадку?
2. Как рассчитывают проектную отметку при вертикальной планировке под горизонтальную площадку?
3. Как проводится линия нулевых работ при составлении проекта вертикальной планировки площадки?
4. Как составляется картограмма земляных работ?

Литература

1. Дьяков, Б. Н. Геодезия : учебник для СПО / Б. Н. Дьяков, А. А. Кузин, В. А. Вальков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 296 с.

2. Стародубцев, В. И. Инженерная геодезия : учебник для СПО / В. И. Стародубцев. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 260 с.

3. Кошкина, Л. Б. Инженерная геодезия : учебно-методическое пособие / Л. Б. Кошкина, Ю. И. Рыбалко, Т. А. Турова. — Пермь : ПНИПУ, 2024. — 74 с.

4. Стурман, В. И. Прикладная геодезия и экологическое картографирование : учебное пособие для СПО / В. И. Стурман. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 188 с.

5. Геодезия. Практикум для дистанционной работы студентов : учебное пособие для СПО / Ю. Н. Корнилов, А. Ю. Романчиков, А. А. Боголюбова, Н. С. Павлов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 120 с.

6. Практикум по геодезии: учебное пособие для вузов / под ред. Г.Г. Поклада. – 2-е изд. – Москва: Академический Проект; Гаудеамус, 2012. – 470 с.

Приложения

Приложение I

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ-ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ
(Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

Донской технико-технологический колледж

Кафедра физики, механики и землеустройства

ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

По междисциплинарному курсу МДК.01.02

Выполнение топографических съемок и оформление их результатов

Тема: Построение топографического плана участка местности по данным нивелирования поверхности и составление проекта вертикальной планировки

Студенту(ке) группы _____

_____

Для составления проекта вертикальной планировки участка размещения строящегося сельскохозяйственного комплекса выполнено техническое нивелирование поверхности по квадратам. Площадь участка 160х160 м, стороны квадрата - 40 м. В качестве исходного пункта принят репер Рп 7, являющийся вершиной одного из квадратов. Нивелирование выполнялось нивелиром 2Н-10КЛ с использованием двухсторонних реек РН-3 способом из середины. Отсчеты на связующих точках снимались по двум сторонам реек, на промежуточных - только по черной стороне.

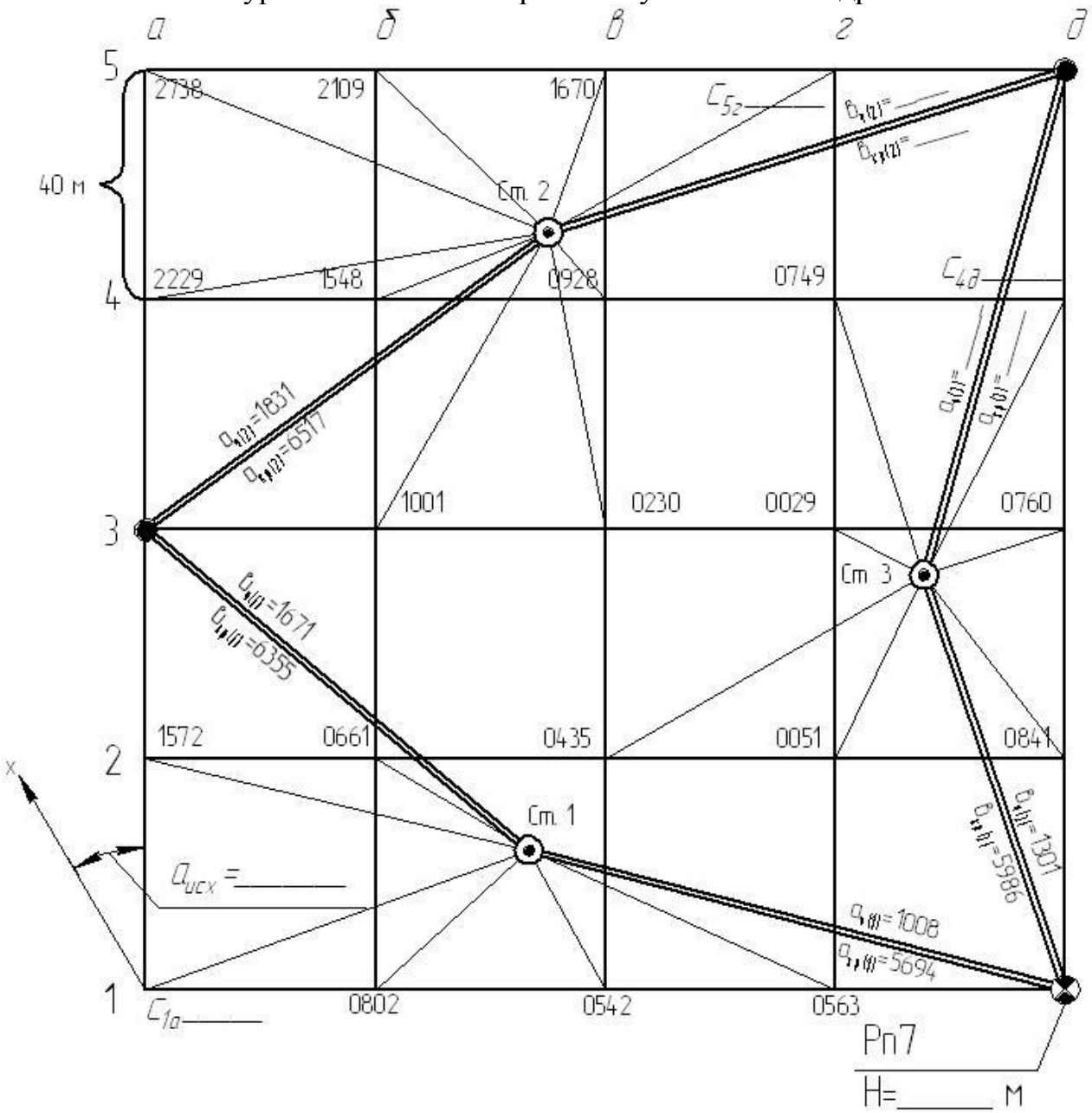
Приведенные в журнале отсчеты по рейкам являются общими для всех вариантов, кроме дирекционного угла стороны 1—5 сетки квадратов, отметки исходного репера РП7, отсчетов по черной и красной сторонам передней

рейки (станция 2) и задней рейки (станция 3) на точке 5д, отсчеты по черным сторонам реек на промежуточных точках 1 а, 5г и 4д.

Последовательность выполнения курсовой работы:

1. Обработка журнала нивелирования участка по квадратам.
2. Построение топографического плана участка местности в масштабе 1:500 при высоте сечения рельефа h = 0,25 м.
3. Составление проекта вертикальной планировки участка под горизонтальную площадку.

Журнал-схема нивелирования участка по квадратам



Руководитель:

к.т.н., преподаватель 1 категории _____ И.А. Казачков

Задание принял к исполнению _____ _____

«___» _____ 202__ г.

Приложение II

Исходные данные

Вариант	Отметка исходного репера $H_{РП7}$, м	Дирекционный угол стороны сетки квадратов $\alpha_{исх}$	Отсчеты по рейкам, мм						
			ст. 2 $b_ч$	ст. 2 $b_{кр}$	ст. 3 $b_ч$	ст. 3 $b_{кр}$	$c_{1а}$	$c_{5г}$	$c_{4д}$
1	74,291	$328^0 30'$	2738	7424	2880	7563	1937	0787	1211
2	84,193	$335^0 48'$	2665	7351	2807	7490	0526	0863	0738
3	74,024	$222^0 44'$	2622	7308	2764	7447	0746	1323	1966
4	45,055	$240^0 52'$	2825	7511	2967	7650	0753	1268	1496
5	107,502	$266^0 50'$	2773	7459	2915	7598	1408	1325	0564
6	21,183	$226^0 57'$	2788	7474	2930	7613	1310	1306	0829
7	86,107	$162^0 42'$	2554	7240	2696	7379	0824	0862	1652
8	83,096	$303^0 47'$	2653	7339	2795	7478	1617	1641	1875
9	134,452	$53^0 38'$	2503	7186	2645	7328	1684	1944	1606
10	94,554	$210^0 58'$	2494	7180	2636	7319	0884	1883	0997
11	140,481	$167^0 51'$	2529	7215	2671	7354	1967	1031	0527
12	42,647	$128^0 36'$	2356	7042	2498	7181	1110	0588	1284
13	53,399	$100^0 59'$	2511	7197	2653	7336	0942	1026	0744
14	67,683	$321^0 38'$	2854	7540	2996	7679	1081	1256	0554
15	43,652	$248^0 37'$	2303	6989	2445	7128	0664	0777	0812
16	63,305	$61^0 57'$	2777	7463	2919	7602	0876	1834	1849
17	33,051	$14^0 40'$	2329	7015	2471	7154	1482	1077	1511
18	26,410	$141^0 50'$	2686	7372	2828	7511	1859	0713	1438
19	114,625	$323^0 33'$	2385	7071	2527	7210	0529	1666	1349
20	107,202	$359^0 31'$	2512	7198	2654	7337	0686	1230	0819
21	42,686	$28^0 33'$	2839	7525	2981	7664	0730	1228	1062
22	79,144	$240^0 37'$	2760	7446	2902	7585	1300	1166	0713
23	84,867	$223^0 52'$	2831	7517	2973	7656	1799	1893	0610
24	128,979	$110^0 40'$	2705	7391	2847	7530	1434	1750	1070
25	22,034	$287^0 37'$	2672	7358	2814	7497	1739	1735	0680

Учебное издание

Строгий Борис Николаевич
Кандидат технических наук

Казачков Игорь Александрович
Кандидат технических наук

Калинин Александр Александрович
Кандидат технических наук

Построение топографического плана участка местности по данным нивелирования поверхности и составление проекта вертикальной планировки

Методические указания по выполнению курсовой работы

Авторская редакция

Ф о р м а т Э И: Portable Document Format (PDF).

Вернуться к содержанию