

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

# ПРОВЕДЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЕЙ НА ТОПОГРАФИЧЕСКОМ ПЛАНЕ

Методические указания к лабораторным работам

*Составитель Т. Н. Миловатская*

Волгоград. ВолгГАСУ. 2016



© Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Волгоградский государственный  
архитектурно-строительный университет», 2016



УДК 528.486.1(076.5)  
ББК 26.173я73  
П783

П783 **Проведение** горизонталей на топографическом плане [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т ; сост. Т. Н. Миловатская. — Электронные текстовые и графические данные (0,6 Мбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2016. — Учебное электронное издание сетевого распространения. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

Содержатся указания к выполнению лабораторных работ: «Составление плана тахеометрической съемки», «План строительного участка». Описано несколько способов проведения горизонталей по существующим на плане отметкам точек земной поверхности и проиллюстрировано примерами.

Для студентов всех форм обучения направления 08.03.01 (270800.62) «Строительство».

УДК 528.486.1(076.5)  
ББК 26.173я73

План выпуска учеб.-метод. документ. 2016 г., поз. 46

Начальник РИО *М. Л. Песчаная*  
Технический редактор *И. Б. Чижикова*  
Минимальные систем. требования:  
PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0

Подписано в свет 29.08.2016  
Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. 0,4 л. Объем данных 0,6 Мбайт

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»  
Редакционно-издательский отдел  
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1  
<http://www.vgasu.ru>, [info@vgasu.ru](mailto:info@vgasu.ru)

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	4
2. СПОСОБЫ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЕЙ .....	6
2.1. Интерполирование (проведение) горизонталей на глаз .....	6
2.2. Интерполирование горизонталей аналитическим способом .....	7
2.3. Использование палетки для проведения горизонталей .....	9
2.4. Использование миллиметровой бумаги для проведения горизонталей .....	9
2.5. Разметка горизонталей при помощи линейки и треугольника .....	10
3. УКЛАДКА ГОРИЗОНТАЛЕЙ .....	11

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Главным элементом содержания любого топографического плана является рельеф местности. **Рельеф** — это совокупность неровностей земной поверхности. Из всего многообразия форм рельефа местности можно выделить пять основных: гора или холм, котловина, хребет, лощина и седловина.

**Гора** — куполообразная или коническая возвышенность земной поверхности. В ней выделяют вершину, представляющую собой самую высокую часть; скаты или склоны, которые расходятся от вершины во все стороны; основание возвышенности, называемое подошвой.

**Котловина** — чашеобразное замкнутое со всех сторон углубление, самую низкую часть котловины называют дном, боковые поверхности состоят из скатов, линия слияния их с окружающей местностью называется бровкой.

**Хребет** — возвышенность, постепенно понижающаяся в одном направлении и имеющая два крутых ската, называемых склонами. Ось хребта между двумя склонами называется водораздельной линией или водоразделом.

**Лощина** — вытянутое в одном направлении желобообразное углубление с наклоном в одну сторону. Ось лощины между двумя скатами называется водосливной линией или тальвегом.

**Седловина** — понижение между двумя соседними вершинами или возвышенностями.

Рельеф на современных планах и картах изображается горизонталями. Горизонталь — это плавная кривая линия, проходящая через точки с одинаковыми отметками (рис. 1).

Расстояние между секущими плоскостями называется высотой сечения рельефа. Эта высота разная для планов и карт различных масштабов и задается «Руководством» или «Наставлением» по производству топографической съемки. Высоты сечения рельефа на планах различных масштабов представлены в табл. 1. Ее данные свидетельствуют о том, что высота секущей плоскости над уровенной поверхностью и ее отметка могут иметь значения, кратные 0,25...5,0 м. Никаких других значений отметок горизонтали иметь не могут.

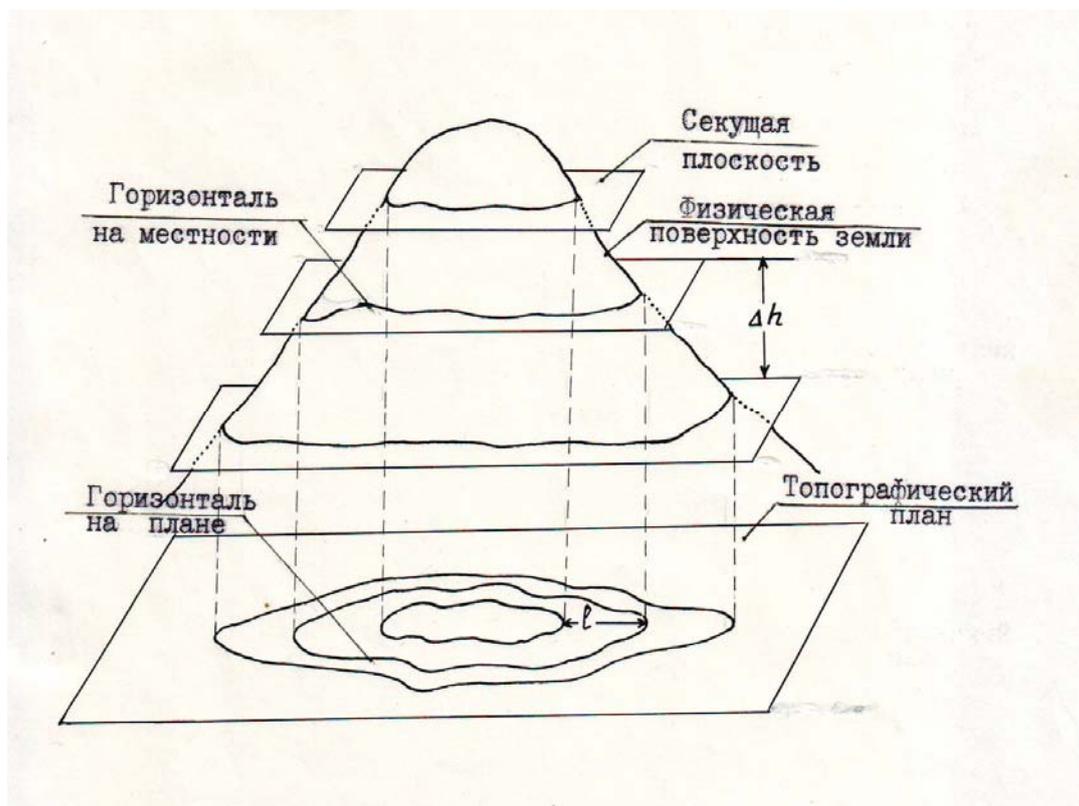


Рис. 1. Изображение рельефа местности горизонталями

В процессе топографической съемки обязательно составляют абрис, на котором стрелками показывают направления склонов, а тонкой пунктирной линией — водоразделы, тальвеги, бровки и другие элементы рельефа. Для обеспечения необходимой точности изображения рельефа расстояние на плане между речными точками не должно быть более  $2 \div \text{см}$ .

Отметки речных точек должны быть вычислены и записаны на план с сохранением двух знаков после запятой в масштабах 1 : 500 и 1 : 1000 и одного после запятой в масштабах 1 : 2000 и 1 : 5000.

Таблица 1

**Высота сечения рельефа на топографических планах**

Масштаб плана	Высота сечения рельефа, м	Примечание
1:200	0,25	Нивелирование местности по квадратам для проектов вертикальной планировки
1:500	0,50	Съемка плоскоравнинного рельефа
1:1000	0,50	Пересеченный рельеф
	1,00	
1:2000	0,50	Пересеченный рельеф
	1,00	
	2,00	
1:5000	0,50	Плоскоравнинный рельеф
	1,00	
	2,00	Пересеченный рельеф
	5,00	

## 2. СПОСОБЫ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЕЙ

Процесс определения места прохождения горизонтали между двумя точками с известными отметками называется **интерполированием**.

Выполнить интерполирование можно на глаз, аналитическим способом, с применением палетки или миллиметровой бумаги, с использованием линейки и треугольника.

### 2.1. Интерполирование (проведение) горизонталей на глаз

Этот способ можно применять, когда рельеф местности спокойный, не имеет резких перегибов, больших разностей высот.

На рис. 2 представлена часть абриса топографической съемки, на котором показаны стрелками направления скатов естественного рельефа.

Для упрощения рассуждений возьмем высоту сечения рельефа 1,0 м. Сначала определим, какие горизонталы (горизонталы с какими отметками) пройдут между точками, имеющими отметки, приведенные на рис.2:

между точками 46,12 и 48,54 — две горизонталы с отметками 47,00 и 48,00;

между точками 46,12 и 47,31 — одна горизонталь с отметкой 47,00 м;

между точками 47,31 и 48,54 — одна горизонталь с отметкой 48,00 м.

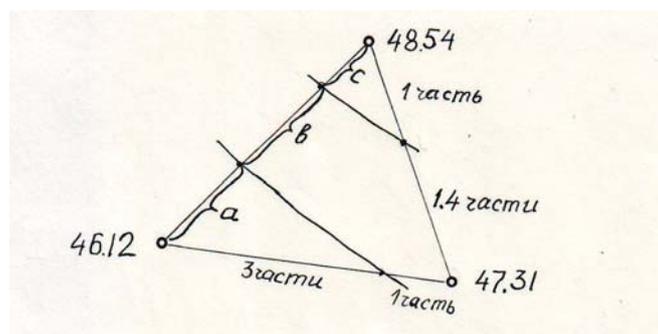


Рис. 2. Проведение горизонталей на глаз

Начинать разметку горизонталей удобнее всего с линий, где их мало. В нашем примере (см. рис. 2) это лучше всего сделать между точками 46,12 и 47,31 или 47,31 и 48,54. Между точками 46,12 и 47,31 проходит одна горизонталь с отметкой 47,00 м. В уме, без применения счетной техники, вычислим превышения ( $47,00 - 46,12 = 0,88$  и  $47,31 - 47,00 = 0,31$  м) между отметками горизонталей и реечными точками.

Определим соотношение этих разностей  $0,88/0,31 \approx 0,9/0,3$ , которое свидетельствует о том, что расстояние между горизонталью и точкой 47,31 должно быть в 3 раза меньше, чем между горизонталью и точкой 46,12. Другими словами, если расстояние между реечными точками разделить на  $3 + 1 = 4$  части, то горизонталь должна быть намечена на расстоянии трех частей от точки 46,12 и одной части от точки 47,31 (см. рис. 2). Разделение линии на части выполняется глазомерно.

Аналогичным образом находят место прохождения горизонтали 48,00 м между точками 47,31 и 48,54. Соотношение превышений будет выглядеть так :  $0,54/0,69 \approx 0,5/0,7$ .

Из этого соотношения следует, что горизонталь с отметкой 48,00 должна проходить ближе к точке 48,54 с таким расчетом, чтобы расстояние до дальней точки было примерно в 1,4 раза больше.

Между точками 46,12 и 48,54 пройдут две горизонтали и соединяющую их линию нужно разделить на 3 части:  $a$ ,  $b$ ,  $c$  таким образом, чтобы эти части удовлетворяли следующим соотношениям:

$$1) a/b = 0,88/1,00 \approx 0,9/1,0; 2) b/c = 1,00/0,54 \approx 1/0,5.$$

Сложим полученные элементы соотношений:  $1 + 1 + 2 + 1 = 5$  частей. Разделим линию (см. рис. 2) на 5 частей и, взяв  $a = 2$  части,  $b = 2$  части и  $c = 1$  часть, на три отрезка, которые будут определять места прохождения горизонталей 47,00 и 48,00 м. Для соблюдения большей правильности разметки горизонталей в соотношении можно на глаз немного уменьшить отрезок  $a$ .

Способ проведения горизонталей на глаз требует определенного навыка и тренировки. Поэтому рекомендуем его использовать только после того, как вы освоите другие способы интерполирования.

## 2.2. Интерполирование горизонталей аналитическим способом

Примем высоту сечения рельефа равной 0,5 м. Сначала составим шкалу горизонталей, которые будут проходить между точками, указанными на рис. 3.

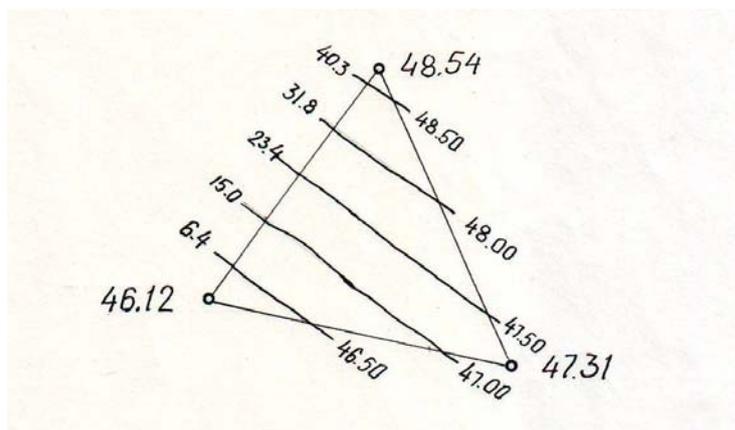


Рис. 3. Проведение горизонталей аналитическим способом

Эта шкала будет включать горизонтали с отметками: 46,5; 47,0; 47,5; 48,0; 48,5 м. В принципе не имеет значения, с какой линии начинать разметку. Лучше это делать на линии с наибольшим количеством горизонталей. Примем высоту сечения рельефа равной 0,5 м. Сначала составим шкалу от точки с меньшей отметкой. На рис. 3 это линия между точками 46,12 и 48,54, на которой пройдут пять горизонталей. Расчет приведен в табл. 2.

## Расчет мест расположения горизонталей

Отметки точек и горизонталей	Превышения между точками и горизонталями, м	Превышения между начальной точкой и горизонталями, м	Расстояния между начальной точкой и горизонталями, мм
1	2	3	4
48,54	0,04	2,42	41,0
48,50	0,50	2,38	40,3
48,00	0,50	1,88	31,8
47,50	0,50	1,38	23,4
47,00	0,50	0,88	15,0
46,50	0,38	0,38	6,4

$$[h] = 2,42.$$

1. Вычисляем и складываем все превышения (табл. 2, графа 2) между реечными точками и горизонталями. Так, в нашем примере  $[h] = 2,42$  м.

2. Измеряем на плане и записываем в графе 4 расстояние между реечными точками. В нашем примере это расстояние  $l = 41$  мм. Вычисляем, какая доля расстояния приходится на единицу превышения.

$$\frac{l}{[h]} = K. \quad (1)$$

3. Вычисляем превышение каждой из горизонталей  $h_{\Gamma}$  над точкой 46,12 и записываем его в графу 3.

4. Определяем расстояние от начальной точки 46,12 до каждой горизонтали по формуле

$$l = h_{\Gamma} \cdot K. \quad (2)$$

Вычисленные по формуле (2) расстояния записываем в графе 4. Их откладываем от начальной точки при помощи циркуля-измерителя или линейки вдоль линии, соединяющей реечные точки 46,12 и 48,54, и получаем положение горизонтали на плане.

Табл.2 дана только для иллюстрации расчета. В практической работе ее не составляют, а все вычисления делают на микрокалькуляторе.

Аналогичным образом вычисляют расстояния до мест расположения горизонталей по другим направлениям (линиям). Полученные наколы, принадлежащие одинаковым горизонталям, соединяют плавными линиями от руки. Аналитический способ разметки горизонталей наиболее точный, но доста-

точно трудоемкий. Его целесообразно использовать при сложном рельефе, большом количестве горизонталей и нестандартных больших расстояниях между речными точками.

### 2.3. Использование палетки для проведения горизонталей

Палетка изготавливается из небольшого листка кальки, на котором проводят несколько параллельных и равноотстоящих линий. Линии палетки (рис. 4) подписывают отметками горизонталей, которые необходимо провести на плане.

Палетку укладывают на план так, чтобы точки с отметками попали между соответствующими линиями (рис. 5). Десятые доли метра отметок точек на концах линии откладывают на глаз. Точки пересечения линий палетки с линией на плане и есть места, где проходят горизонтали. Эти точки перекалывают на план (передавливают при помощи твердого карандаша).

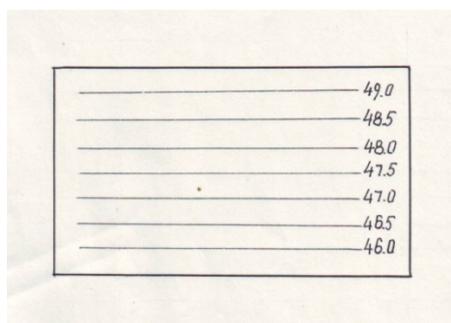


Рис. 4. Внешний вид палетки

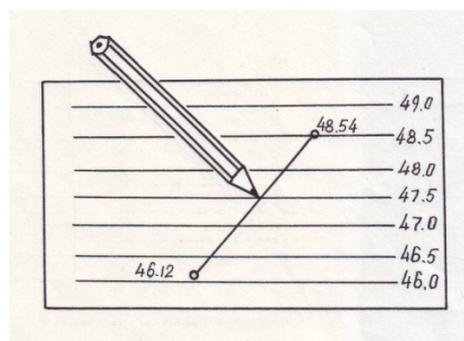


Рис. 5. Разметка горизонталей при помощи палетки

Проделав процедуру разметки горизонталей на других линиях, соединяют точки, принадлежащие горизонталям с одинаковыми отметками.

### 2.4. Использование миллиметровой бумаги для проведения горизонталей

1. Отрезают лист миллиметровой бумаги по одной из сантиметровых линий. Прикладывают срез к линии, соединяющей точки с отметками на плане, и к срезанному краю, условно придают значение целых метров меньшей отметке (рис. 6). Пятимиллиметровым линиям, идущим вдоль листа, придают значения отметок горизонталей 46,5, 47,0, ... От речных точек восстанавливают перпендикуляры  $P$ , длины которых соответствуют отметкам этих точек, т. е. в нашем примере 46,12 и 48,54.

2. Прикладывают линейку к точкам  $A$  и  $B$  на миллиметровке и из точек пересечения линейки с пятимиллиметровыми линиями восстанавливают перпендикуляры к линии на плане. В точках пересечения перпендикуляров с линией на плане и есть места прохождения горизонталей.

3. Проводить линию  $AB$  и подписывать горизонтали не обязательно. При небольшой тренировке вполне возможно использование одного листа для разметки горизонталей на любых других линиях.

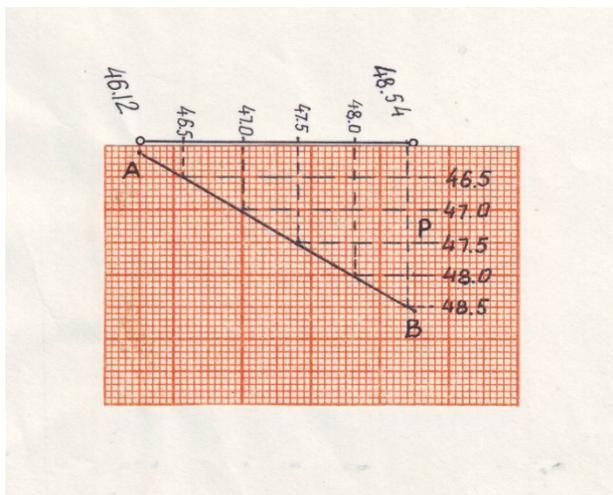


Рис. 6. Проведение горизонталей при помощи миллиметровки

## 2.5. Разметка горизонталей при помощи линейки и треугольника

1. Приложите линейку к точке с меньшей отметкой. На миллиметровой шкале треугольника найдите деление соответствующее превышению между реечными точками. Приложите треугольник (рис. 7) прямым углом к линейке и совместите намеченное деление со второй точкой.

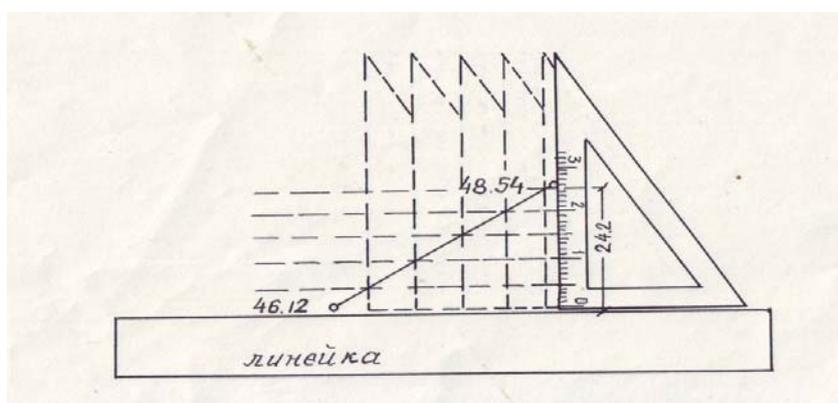


Рис. 7. Разметка горизонталей при помощи линейки и треугольника

2. Выберите и заметьте на шкале треугольника деления, соответствующие высоте сечения рельефа (0,5; 1,0 м и т. д.) рельефа. Передвигая треугольник по краю линейки, отмечайте точки пересечения линии плана с кромкой шкалы треугольника в делениях, соответствующих отметкам горизонталей.

Этот способ громоздкий, но позволяет проводить горизонтали между точками, отстоящими друг от друга на расстоянии 5...6 см, то есть в два раза больше, предусмотренных Руководством по топографической съемке.

### 3. УКЛАДКА ГОРИЗОНТАЛЕЙ

Термин «укладка горизонталей» подразумевает их проведение таким образом, чтобы изображенный на плане рельеф наиболее правильно отражал существующий естественный рельеф местности.

При проведении горизонталей необходимо помнить и соблюдать определенные правила.

1. Расстояния между горизонталями (заложения) на одном склоне должны быть одинаковыми. Каждое изменение заложения должно подтверждаться отметками речных точек.

2. Формы естественного рельефа, за исключением оврагов, обрывов, промоин, не имеют резких очертаний. Горизонтالي, изображающие рельеф, также должны иметь плавные формы. Перегибы рельефа возможны только по линиям водоразделов и тальвегов.

3. Рисовку горизонталей принято начинать от самых меньших отметок, т. е. от урезов воды, тальвегов, дна лощин и котловин. В этом случае формы нарисованного рельефа будут правильно отражать рельеф естественный.

4. Естественный рельеф имеет определенную кривизну, которая отражается в форме проведенных на плане горизонталей. На плане кривизна горизонталей может быть меньшей или большей по сравнению с соседними, но направление кривизны должно быть в одну сторону. Нельзя рисовать горизонтали выгнутыми навстречу друг другу.

5. Толщина горизонталей на плане должна быть 0,1 мм.

6. Горизонтали, отметки которых кратны 5 м, проводятся утолщенными, т. е. 0,2 мм.

7. На резких изгибах горизонталей обязательно рисуют бергштрихи перпендикулярно к направлению горизонтали, высотой 0,5 мм, направленные в сторону понижения рельефа.

8. Некоторые горизонтали, кратные целым метрам, подписывают. Подпись делают в разрыве горизонтали, основание цифр направляют в сторону понижения ската.

9. При окончательном оформлении плана горизонтали вычерчивают коричневым цветом.