



**ПРОГРАММА** Спортивное ориентирование  
**ТЕМА** Изображение рельефа. Высота сечения. Степень надежности ориентиров.  
**ДАТА** 04 февраля 2022г  
**ГРУПЫ** 1

## РЕЛЬЕФ НА СПОРТИВНЫХ КАРТАХ

Изображение рельефа на карте – один из важнейших, и в то же время наиболее сложный для понимания раздел спортивной картографии. Наличие третьей координаты – высоты, позволяет значительно обогатить процесс ориентирования и с большей степенью надежности определять свое местоположение на карте. Целью изображения рельефа на топографической карте является создание трехмерного представления о форме земной поверхности. При этом необходимо решить две задачи – создать так называемое «поле высот», а также, по возможности, наиболее точно передать форму и положение отдельных форм рельефа, которые могут служить в качестве ориентиров. Решение обеих этих задач одновременно может привести к некоторым противоречиям. Шесть основных правил передачи формы земной поверхности позволяют найти компромисс для успешного решения этой двуединой задачи. Эти правила в том или ином виде приведены в учебниках топографии, однако применительно к спортивным картам впервые были сформулированы и описаны в 1975 году одним из основоположников современной спортивной картографии в СССР, замечательным картографом, тренером и спортсменом Валерием Киселевым.

В настоящее время качество спортивных карт достигло такого уровня, что ни на одних крупных мировых, континентальных и даже национальных чемпионатах практически невозможно предъявить серьезные претензии к картам. Точность плановой увязки с внедрением спутниковых технологий достигла двух-трех, максимум пяти метров. Появились и новые технологии, позволяющие значительно облегчить труд картографов при изображении рельефа. Но даже материалы, полученные путем лазерного сканирования земной поверхности, не могут быть использованы механически. Изображение рельефа по-прежнему требует от картографа его грамотного восприятия и передачи, что необходимо и спортсмену-ориентировщику для адекватного восприятия карты.

### 1. Принципы изображения рельефа на спортивных картах.

#### 1.1. Горизонталь.

Поскольку лист карты представляет собой плоскость, третья координата может быть отображена только с помощью специальных условных знаков – горизонталей. Горизонталь является условным знаком в прямом смысле этого слова. Ее нельзя увидеть на местности, ее положение можно только представить себе в воображении. С помощью горизонталей на карте передается все многообразие форм земной поверхности: отдельных объектов рельефа и их совокупностей (бугров и ям, лощин и выступов), а также протяженных форм – склонов, долин, хребтов.

Правило 1. Горизонталь (или основная горизонталь, contour line) – это линия, соединяющая точки, имеющие одинаковую высоту над уровнем моря (выражаясь математическим языком – это геометрическое место точек с равными высотами).

Поскольку одна линия (горизонталь), как правило, не может соединить все точки, лежащие на данной высоте, таких линий в пределах листа карты будет несколько. Горизонталей, соответствующие одному и тому же уровню высоты, будем называть одноименными.

Для создания трехмерной модели формы земной поверхности необходимо иметь представление о том, расположены ли точки по обе стороны горизонтали выше или ниже точек самой горизонтали, иными словами, указать направление склона. Для этого существует условный знак – бергштрих, указывающий направление вниз по склону. Бергштрихи показываются на карте только в тех случаях, когда направление склона не очевидно (как правило, на «отрицательных» формах рельефа – ямах, лощинах, либо в сложных ситуациях, где без них невозможно обойтись).

Две соседних горизонтали относятся к одному склону, если бергштрихи этих горизонталей направлены в одну и ту же сторону. Такие горизонтали будем называть однонаправленными. Если же бергштрихи двух соседних горизонталей направлены в противоположные стороны, то эти горизонтали будем называть разнонаправленными. Две соседние разнонаправленные горизонтали обязательно являются одноименными.

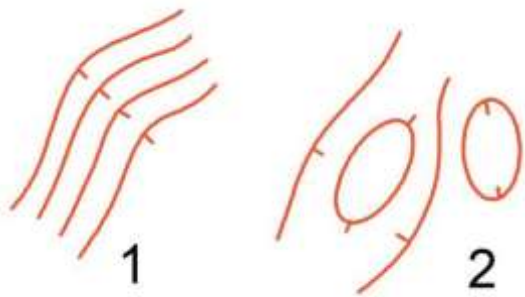


Рис.1. Горизонтали и бергштрихи:

1 – однонаправленные горизонтали, 2 – одноименные разнонаправленные горизонтали

## 1.2. Высота сечения рельефа.

Правило 2. Высота сечения рельефа (часто употребляется упрощенный термин «сечение рельефа») – это разность высот между точками, лежащими на двух соседних горизонталях одного склона.

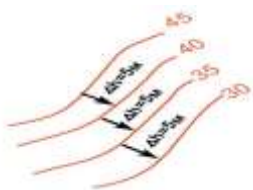


Рис.2. Сечение рельефа. Разность высот между точками, лежащими на соседних горизонталях одного склона, называется высотой сечения рельефа. В данном случае оно равно пяти метрам.

Высота сечения рельефа является очень важным понятием в топографии. Строгое соблюдение одинакового сечения рельефа по всему листу карты позволяет количественно определять перепад высот между различными точками на карте. В топографии принято предположение, что распределение высот между горизонталями является равномерным. Для того чтобы определить высоту точки, расположенной между двумя горизонталями одного склона, необходимо определить расстояние от этой точки до двух ближайших горизонталей (сверху и снизу) и вычислить ее высоту, исходя из предположения, что склон между горизонталями не меняет крутизны, то есть, воспользоваться методом линейной интерполяции. На спортивных картах количественное значение высоты не играет такой большой роли, однако выдерживание заданного сечения рельефа по листу карты способствует наглядной передаче крутизны склонов, и, что еще более важно, изменения крутизны в пределах одного склона.

Использование горизонталей в соответствии с двумя описанными выше Правилами могло бы служить вполне достаточным способом передачи формы земной поверхности, если бы не одно существенное обстоятельство. Чем меньше высота сечения рельефа, тем точнее создаваемое с помощью горизонталей «поле высот», и тем подробнее передается форма земной поверхности со всеми ее как глобальными, так и мелкими неровностями. Однако, с практической точки зрения, сечение рельефа не должно быть слишком маленьким, иначе вся карта была бы покрыта горизонталями, что значительно затруднило бы ее читаемость и восприятие. Сечение рельефа, применяемое на топографических картах, зависит как от масштаба карты, так и от характера местности (равнинной, среднепересеченной или горной). Для спортивных карт приняты два стандарта сечения рельефа – 5 метров и 2,5 метра. Нетрудно представить, что при пятиметровом сечении рельефа многие заметные неровности склонов и даже отдельные формы рельефа не смогут быть отображены на карте. Для этих случаев существует специальный термин – говорят, что данная форма «не попала в сечение рельефа». Чтобы показать такие «исчезающие» на карте, но при этом весьма заметные на местности формы рельефа, в топографии допускается небольшое изменение положения горизонтали на карте. Это означает, что в некоторых местах точки, лежащие на одной горизонтали, могут иметь различную высоту.

Правило 3. Для более наглядной передачи формы земной поверхности положение горизонтали может быть изменено частично или полностью, при этом высота точек, расположенных на сдвинутом участке горизонтали, не должна измениться более чем на 25% от высоты сечения рельефа.

При изменении положения горизонтали или ее отдельного участка, следует изменить положение соседних горизонталей таким образом, чтобы не нарушить передачу крутизны склонов или взаимоотношение соседних форм рельефа (как по высоте, так и по положению в пространстве).

Наиболее характерным примером ситуации, когда возникает необходимость «сдвинуть» горизонталь (то есть, изменить ее высоту), является такая, когда горизонталь, соответствующая подошве бугра, не попадает в сечение рельефа (рис. 3). В таких случаях, как правило, возникает необходимость использования такого дополнительного инструмента как полугоризонталь.

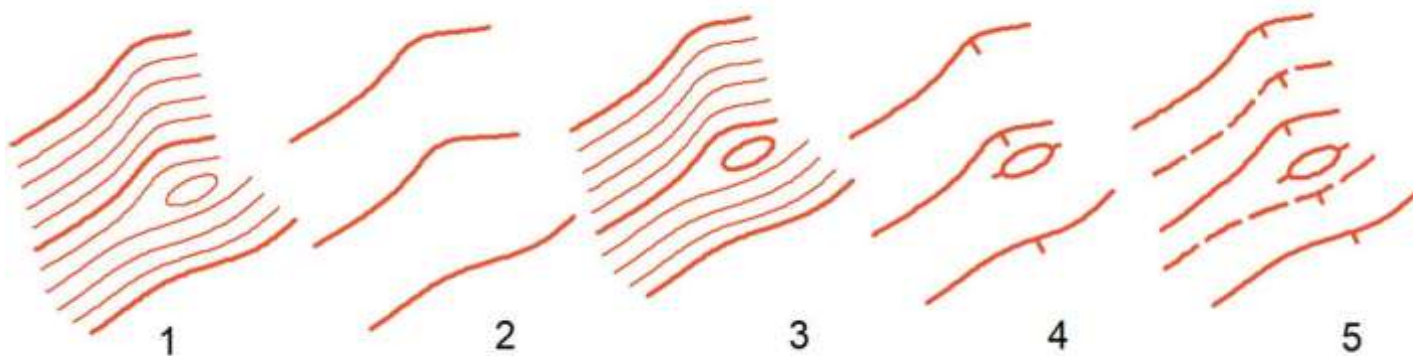


Рис.3. Изменение положения горизонтали для изображения отдельной формы рельефа, «не попадающей в сечение».

1. Карта участка местности с горизонталями через 1 метр
2. Карта участка местности в пятиметровом сечении
3. Изменение положения средней горизонтали на 1 м вниз
4. Измененная карта, позволяющая отобразить бугорок на склоне
5. Улучшенный способ изображения с использованием полугоризонтالي.

#### 1.3. Полуторизонталь.

Правило 4. Полуторизонталь (дополнительная горизонталь, *form line*) – это линия, соединяющая точки, имеющие высоту над уровнем моря, отличающуюся на половину высоты сечения рельефа от точек ближайшей к ней основной горизонтали.

Правило 5. Между двумя однонаправленными соседними горизонталями полуторизонталь изображается на карте только на тех участках, где она располагается не на равном расстоянии между ними. На тех участках, где полуторизонталь должна располагаться строго посередине между горизонталями одного склона, она, как правило, опускается. Полуторизонталь, представляющая собой замкнутую кривую (яма, бугор), показывается на карте всегда.

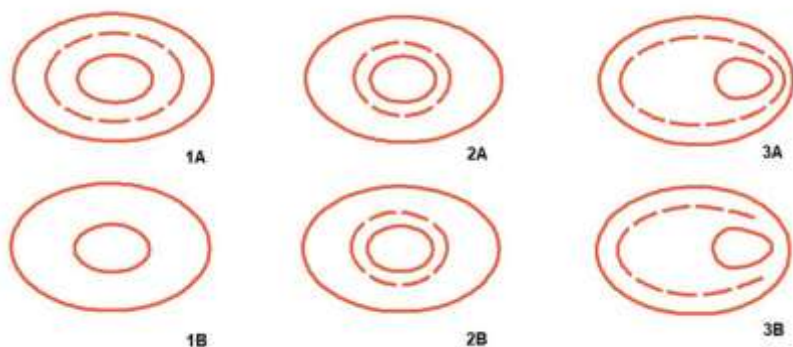


Рис.4. Использование полуторизонтали.

1) Полуторизонталь (1А) находится посередине между горизонталями и не несет дополнительной информации, поэтому ее можно опустить (1В).

2) Полуторизонталь (2А) показывает, что бугорок в верхней части крутой. Дается на всем своем протяжении (2В).

3) Полуторизонталь проводится там, где она несет дополнительную информацию об изменении крутизны склона (3В).

Правило 5 не следует применять механически, удаляя полуторизонтали везде, где они находятся ровно посередине между двумя основными горизонталями. Во-первых, если участок, где

полугоризонталь следовало бы удалить, сравнительно небольшой, то ее можно провести целиком, чтобы не нарушать целостности картины (например, на рис. 4-3В небольшой фрагмент полугоризонталей можно и не удалять). Во-вторых, на пологих участках полугоризонталей можно сохранить целиком, особенно в тех случаях, когда они помогают увидеть такие «скрытые» линии, как бровки лощины, подошвенные линии выступа, а также помогают уточнить положение и форму дна лощины. С другой стороны, на крутых склонах с большим перепадом высот ими можно пренебречь полностью, так как неровности крутых склонов (полки, террасы, ступени), как правило, хорошо передаются и с помощью основных горизонталей.

#### 1.4. Изображение рельефа на с помощью горизонталей.

Теперь давайте рассмотрим, как всё разнообразие форм рельефа может быть передано с помощью горизонталей и полугоризонталей при различной высоте сечения рельефа. На рисунках 5А – 5F показана последовательность действий при переходе от сечения рельефа 1 метр, где каждая мелкая форма рельефа находит свое отражение, к сечению рельефа 5, а затем и 2,5 метра.

В верхнем ряду на рис. 5А вы видите фрагмент топографической карты с высотой сечения рельефа 1 метр, выполненной с помощью так называемой мензульной съемки. На местности произведено большое количество измерений высот в различных точках (с точностью до 0,1 м). Эти точки частично нанесены на карту, и с их помощью проведены горизонталей с высотой сечения рельефа 1 метр, и даже некоторые полугоризонталей (через 0,5 м). Все это создает очень подробную и наглядную картину рельефа.

Если мы попытаемся составить карту данного участка с пятиметровым сечением рельефа и проведем основные горизонталей на уровнях 10, 15 и 20 метров (рис. 5В), то мы увидим, что подавляющее большинство форм рельефа не находит отражения на карте. Если ввести полугоризонталей, то структура рельефа начинает просматриваться более четко (рис. 5С). В принципе, большинство основных форм рельефа уже находит свое отражение, но заметно, что они выглядят как отдельные объекты, и связь между ними видна явно в недостаточной мере. Хотя, если речь пойдет о создании карты масштаба 1:15 000, то такое изображение рельефа может оказаться вполне приемлемым.

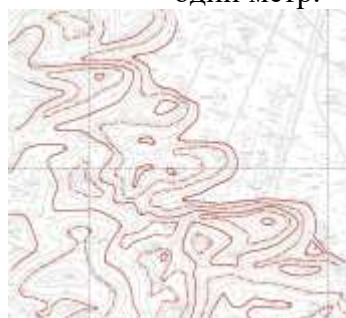
Тем не менее, попробуем улучшить ситуацию путем перехода к сечению рельефа 2,5 метра. Для этого необходимо заменить все полугоризонталей на основные (рисунок 5D), а затем ввести полугоризонталей через 1,25 метра (рис. 5E), соблюдая Правила 4 и 5. Такая картина уже близка к реальной, и если сравнить ее со спортивной картой (рис. 5F), то можно найти лишь небольшие различия, связанные с деятельностью человека, а также с восприятием пологих форм рельефа. Таким образом, мы убеждаемся в том, что в данном случае использование сечения рельефа 2,5 метра является полностью оправданным.



5А. Топооснова – сечение рельефа один метр.



5В. Проведение горизонталей через 5 м (10, 15 и 20 м над уровнем моря)



5С. Проведение полугоризонталей на уровнях 12,5 и 17,5 метров



5D. Горизонталей через 2,5 метра (уровни 10, 12,5; 15, 17,5 и 20 м)

