

## Оглавление.

Оглавление.....	1
Введение.....	2
Рельеф на картах рогейна и способы его измерения. ....	3
Основные требования, предъявляемые к изображению рельефа для карт масштаба 1:20 000 - 1:50 000.....	3
Термины и определения.....	3
GPS измерения высоты.....	4
Повышение точности определения высоты.....	5
Предварительная модель местности. ....	6
Опорные точки для модели местности. ....	8
Работа с двумя навигаторами.....	8
Измерения высоты лазерным дальномером высотомером или уровнем.....	8
Подготовка дополнительных опорных точек рельефа на сложные участки местности.....	9
Калибровка навигатора.....	9
Общие принципы генерализации изображения рельефа на картах рогейна. ....	11
Изображение основных типов рельефа на картах рогейна. ....	14
Общая характеристика типов рельефа. ....	14
Изображение основных форм и элементов рельефа. ....	17
Долины. ....	17
Склоны. ....	20
Изображение элементов рельефа, не выражающихся горизонталями.....	21
Высотные отметки. ....	22
Долинно-балочный рельеф. ....	22
Изображение эрозионных форм рельефа. ....	24
Холмисто-моренный рельеф. ....	26
Изображение холмисто-моренного рельефа. ....	27
Горный рельеф.....	28
Средневысотные горы.....	29
Изображение средневысотных гор на картах. ....	30
Плато и плоскогорья.....	31
Изображение плато и плоскогорий на картах.....	31
Карстовый рельеф. ....	32
Изображение карстового рельефа на картах.....	34
Вулканический рельеф. ....	35
Изображение вулканического рельефа на картах. ....	36
Рельеф песков. ....	36
Изображение рельефа песков на картах.....	38
Антропогенный рельеф.....	38
Заключение. ....	40

## Введение.

Советские картографы не только создали прекрасные гипсометрические карты - они впервые в истории картографии стали серьезно разрабатывать теорию изображения рельефа. В СССР в 1946-1955 годы появились ряд работ, в которых рассматриваются вопросы изображения и генерализации рельефа на топографических и общегеографических картах. Как известно, подобных работ за рубежом не было.

Для масштабов 1:25000-1:200000 основные разработки были выполнены в ВТС ГШ (Военно-топографическое управление Генерального Штаба Советской Армии).

Вне зависимости от условных знаков предыдущего поколения и современных условных знаков, системные требования к картографированию различных форм рельефа – не изменилось. Для масштабов, применяемых на картах рогейна полезно освоить опыт предыдущих поколений.

В этой работе попытка собрать информацию от источников академических до блогеров в интернете. Стилистика разная. Я не ставлю целью заработать на серии методических рекомендаций, поэтому источники данных не указываю.

Данные рекомендации состоят из двух частей:

- *Текстовая;*
- *Приложение с фрагментами карт и снимков разных типов рельефа в разных масштабах.*

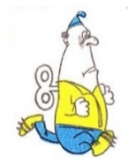
В тексте много базовых понятий и определений. Базовые знания необходимы для составления реальной модели местности.

Приложение планирую постоянно дополнять.

Технология создания карт для рогейна включает в себя:

- *Составление карты по отдельным участкам (при наличии карт для спортивного ориентирования);*
- *Дешифрирование и составление по топокартам и космическим фотоснимкам в масштабе создаваемой карты.*

Готов разместить Ваши фрагменты с указанием автора. Пишите на электронный адрес.



С уважением. Горышкин Александр Владимирович  
[aldans@inbox.ru](mailto:aldans@inbox.ru)

202208

## Рельеф на картах рогейна и способы его измерения.

### **Основные требования, предъявляемые к изображению рельефа для карт масштаба 1:20 000 - 1:50 000.**

Общими требованиями, предъявляемыми к картам всех масштабов, являются: соответствие картографического изображения современному состоянию местности, точность, наглядность и хорошая читаемость. Эти требования имеют значение для всех элементов содержания карты, в том числе и для изображения рельефа.

Изображение рельефа на картах масштабов 1:20 000 - 1:50 000 должно давать возможность определить:

- Точные плановые очертания форм рельефа, их направление, положение и доступность (водоразделов, хребтов, перевалов);
- Тип рельефа;
- Относительные превышения одних точек над другими;
- Относительную степень расчленения земной поверхности;
- Высоты и формы рельефа, имеющие значение ориентиров;
- Глубину врезания рек, долин, балок и оврагов;
- Характер поверхности обрывов, осыпей, оползней, грунтов и т. д.;
- Уклоны поверхности.

С точки зрения участников, точная и читаемая карта необходима для квалифицированного выбора маршрута, и это позволяет им перемещаться по маршруту, выбранному в соответствии с их навигационными навыками и физическими способностями. Однако навык выбора маршрута и чтения карт теряет всякий смысл, если карта не имеет хорошего обоснования - если она плохо читаемая, неточна или устарела. В идеальном случае ни один из участников не должен получать преимущество или совершать ошибки из-за ошибок в карте. Для международных мероприятий карта должна быть актуальной во всех частях, которые могут повлиять на результат соревнования.

Крутизна, высота и форма рельефа - важная информация и показывается с использованием горизонталей.

Модель карты должна быть:

- *Современной;*
- *С подробностью показа местности соответствующей масштабу карты;*
- *Отбор элементов содержания должен быть одинаков по всей площади карты;*
- *Условные знаки должны быть читаемы и понятны.*

Для правильного отображения естественной связи рельефа с гидрографией и другими элементами ландшафта, а также показа различных особенностей рельефа картограф должен быть знаком с основными характеристиками изображаемого географического ландшафта, с основами геоморфологии, изучающей происхождение и внешние признаки типов рельефа.

### **Термины и определения.**

**Рельеф** (от лат. *relevo* – поднимаю) - совокупность неровностей /форм/ земной поверхности, разных по очертаниям, размерам, происхождению, возрасту и истории развития.

**Элементы рельефа** – поверхности, линии и точки. Каждая форма рельефа ограничена **поверхностями**, которые могут быть:

- Относительно горизонтальные;
- Наклонные;
- Выпуклые;

- Вогнутые;
- Ступенчатые.

Поверхности, пересекаясь, образуют линии:

- *Водораздельная линия;*
- *Тальвег;*
- *Подошвенная линия;*
- *Бровка.*

### Линии.

Водораздельная линия – соединяет точки с наибольшими абсолютными отметками. В равнинном рельефе с плоскими водоразделами. Это полоса, в горном рельефе - гребни хребтов.

Линия тальвега или водосливная линия - осевая наиболее глубокая часть дна долины, оврага, балки.

Подошвенная линия – ограничивает дно речных долин, днища котловин, возвышенности с крутыми склонами и др.

Линия бровки ограничивает овраги, балки, речные долины и др..

Точки – это места пересечения тех или иных линий из перечисленных выше:

- *Узловые , расположенные в месте соединения нескольких водораздельных линии;*
- *Перевальные или седловинные - в них горные хребты доступны для пересечения;*
- *Устьевые - расположенные в месте соединения тальвегов главной и боковой долин;*
- *Впадинные - расположенные в самых низких местах котловин, воронок, западин.*

По внешним особенностям формы рельефа подразделяются на:

- Положительные - выпуклости, возвышенности;
- Отрицательные - вогнутости, углубления;
- Замкнутые - холмы, курганы, котловины;
- Незамкнутые - речная долина, овраг, балка.

На топографической карте для изображения форм рельефа используются условные знаки: горизонтали (основные, дополнительные, вспомогательные, утолщенные), берг-штрихи, обрывы, бровки, овраги и промоины, бугры и западины, ямы, отметки высот.

### **GPS измерения высоты.**

Большинство GPS-приемников отдадут приоритет горизонтальной точности над вертикальной точностью при выборе спутников, используемых в решении. Спутники с меньшими углами возвышения имеют больший вес, чем спутники, расположенные непосредственно над ними, что обеспечивает лучшую точность по горизонтали, чем по вертикали. Высоты GPS основаны на **эллипсоиде** (математическом представлении формы Земли), в то время как отметки на картах основаны на вертикальной системе отсчета, привязанной к **геоиду** (или так называемому среднему уровню моря). Для нас это Балтийская система высот.

Основной принцип использования системы GPS — определение местоположения путём измерения моментов времени приёма синхронизированного сигнала от навигационных спутников антенной потребителя.

Основной источник ошибок связан с расположением спутниковых конфигураций во время фиксированных определений. Земля блокирует сигнал спутников, необходимый для получения качественных вертикальных измерений. После учета вертикальной точки привяз-

ки точность, допускаемая геометрическими соображениями, остается ниже, чем точность положения точки на плоскости.

Высота определяется по разнице давления в точке и на среднем уровне моря (программой прибора на **эллипсоиде**). Изменение давления можно разделить по следующим составляющим:

- *Временное. Изменение давления в течении дня работы;*
- *Очаговое. Изменение давления в каждом элементе ландшафта (глубокий овраг, берег водоема, густой лес с подлеском и т.д.), при движении.*

Самая большая проблема в согласовании систем высот gps измерений и Балтийской системой высот (принятой в РФ). Инструменты измерений для создания спортивных карт - навигаторы, сенсоры в смартфонах и планшетах определяют высоту на эллипсоиде. Различие бытового и геодезического аппарата является то, что второй в своей конструкции состоит из двух сложных блоков (база и второе устройство):

- *Базы, что перемещается по заранее заложенным координатам;*
- *Второе устройство - ровер, который устанавливается в точке съемки.*

Такая сложная система вычислений используется именно в геодезических приборах, что позволяет опытным специалистам получать данные с минимальной погрешностью, составляющей всего лишь несколько миллиметров. Высота вычисляется решением геодезической (пространственной) задачи в программе приемника.

Ко всему надо заметить, что точность вычислений достигается не только благодаря использованию спутников, а и точному расположению на местности пользователя. Бытовые геодезические GPS приемники от профессиональных аппаратов отличаются простотой конструкции и самодостаточностью, поскольку работают самостоятельно.

Но обычно это все равно намного точнее, чем при использовании большинства других средств. Особенно по сравнению с традиционными барометрическими высотомерами.

Есть четыре варианта рисовки горизонталей на картах:

- *Использовать только данные топографических карт, интерполируя промежутки между 20 метрами (сечение рельефа открытых топокарт);*
- *Использовать данные глобальных цифровых моделей местности, исправляя тальвеги, водоразделы, бровки;*
- *Использовать комбинацию модели топокарт и глобальных цифровых моделей местности;*
- *Использовать беспилотные аппараты для создания моделирования цифровой модели местности (но это пока дорого).*

### **Повышение точности определения высоты.**

Для повышения точности определения высоты необходимо:

- *Составить камерально, или в поле, перед полевыми работами предварительную модель рельефа в проекции координат карты;*
- *Использовать все возможные точки высот (опознаваемые на местности) с карты ГГЦ (Гос Гис Центра) в качестве опорных точек при полевых работах;*
- *Для исключения ошибок при изменениях давления в течении дня работы можно использовать два навигатора(одинаковой модели). Один навигатор спрятать около опорной точки и работать с другим навигатором. После полевой работы - внести поправки в отметки, определяемых точек;*
- *Для повышения точности отметок высот в очаговых изменениях давления, применять измерения высот (лазерные высотомер или уровень);*

- На сложных участках местности (оползневые склоны, эоловый рельеф, ледниковые формы рельефа, старые карьеры и т.д.) предварительно создать дополнительные опорные точки;
- Калибровка высотомера при начале работ.

### **Предварительная модель местности.**

Использую три источника данных:

- Топографическая карта масштаба 1:100000;
- Карты ГГЦ масштаба 1:25000-1:50000;
- Модель рельефа из цифровых моделей местности SRTM, ASTER GDEM, SRTM X-SAR, DEM Europe, ArcticDEM.

В проекте выполняю дешифрирование гидрографической сети, тальвеги, бровки, водоразделы и линии перегиба склона.

Все исходные материалы собираю в одном проекте (с привязкой к космическим фотоснимкам).

Из топокарты беру опорные точки (отметки высот, которые четко определить на местности). Горизонтالي на топокарте проведены через 20 м. Создаю слой высотных точек.

Выполняю сравнение карт ГГЦ и топокарты 1:100000. Отметки высот и полугоризонтали. Дополняю слой высотных точек. Горизонтали на открытой карте ГГЦ проведены через 20 независимо от масштаба.

Синтезирую горизонтали из цифровых моделей местности через 5 метров. Горизонтальная точность ЦММ (Цифровая Модель Рельефа) 12-15 м, вертикальная точность ЦММ 6-20 м. Проверяю «плановую посадку» горизонталей по фотоснимкам по всей площади карты (если надо - выполняю сдвиг).

Определяю разницу в высоте в двух точках района работ по топокартам и цифровой модели:

- С минимальной высотой;
- С максимальной высотой.

Далее самое трудная часть –уравнивание модели местности. Для равнины с небольшими превышениями, различия небольшие. Для превышений более 70 метров необходимо уравнивание. Хотя это вызывает у рисовщиков карт неприятие. Трудно понять и принять, когда показания в навигаторе отличаются от основы более чем на высоту сечения рельефа.

Исправляю горизонтали по материалам дешифрирования и высотным точкам. Водоразделы в основном не трогаю (если это плавные формы). Затяжку горизонталей по логом и долинам выполняется по следующим принципам:

- Величина затяжки зависит от формы долины. В основном не более высоты сечения рельефа. Надо принимать во внимание величину тени от склона;
- По высотным отметкам предварительно разбивается длина ручья или тальвега на пропорциональные части между отметками (20 метров по 5 метров);
- По снимкам без листов рисую новые горизонтали (снимки смотрятся как отмывка рельефа – объемная модель);
- Все остальное надо делать в поле.

Применение ЦММ из разных источников:

- SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) — пожалуй, самая известная цифровая модель рельефа. Имеет глобальный охват, за исключением территорий севернее 60° с.ш. и южнее 54° ю.ш. Первая известная модель имела разрешение на большей части планеты порядка 90 м в плане (3 угловые секунды), что было результатом намеренного закругления исходных данных. 23 сентября 2014 года Белый дом (США) объявил об открытии



исходных данных с разрешением порядка 30 метров (1 угловая секунда) для всей территории Земли, где проводилась съемка. В настоящее время большая территория планеты доступна с разрешением 1 угловая секунда (для РФ только северо-запад). SRTM.

<http://viewfinderpanoramas.org/dem3.html> . Блоки по 1 и 3 секундам (3 – это блок по картам масштаба 1:1000000). Радар топографический . Высоты искажены на величину высот деревьев (особенно при плотных кронах деревьев). Нужно вводить поправку на среднюю высоту деревьев. Поправку оптимально выбирать из лесотаксационных карт, если нет, то из топокарт. Тальвеги небольшие и узкие не отображаются. Данные обработаны по топографическим картам ГШ. Система высот на РФ наиболее приближена к топокартам;

- SRTM X-SAR [https://download.geoservice.dlr.de/SRTM\\_XSAR/](https://download.geoservice.dlr.de/SRTM_XSAR/) Радар топографический по дугам, покрытие не площадное. Сканирование выполнено с большей точностью (6м по высоте) для уравнивания глобальной модели. Использую при дешифрировании тальвегов и водоразделов. Система высот отличается от модели в 3 угловых секунды. Более четко выделяются горизонталями участки разновысотного леса.

- ASTER GDEM. <https://earthexplorer.usgs.gov/> Продукт ASTER GDEM разработан совместно METI и NASA. ASTER GDEM был предоставлен системе GEOS и бесплатно доступен посредством загрузки из интернет через японский центр ERSDAC и LP DAAC NASA. Сенсор ASTER был создан METI и запущен на борту спутника NASA Terra в декабре 1999 года. Сенсор имеет возможность стереоскопической съемки вдоль полосы пролета с помощью двух телескопов, снимающих в нади́р и назад в ближнем инфракрасном диапазоне с отношением база-высота (base-to-height ratio) - 0.6. Пространственное разрешение в плане - 15 метров, по высоте 10 м. Одна сцена ASTER в видимом или ближнем инфракрасном диапазоне имеет размер 4,100 на 4,200 элементов, что соответствует 60x60 км на поверхности Земли. Есть проблемы теплового радара, такие как артефакты и остаточные аномалии. Для горизонталей , в основном , исключены поправки за высоту леса.

- DEM Europe это цифровые модели Lidar Европы . На РФ доступно только узкая полоса из данных Финляндии, Эстонии и Латвии. Заявленная точность в плане 2 метра. Ссылка на данный момент не работает. Могу поделиться своими данными.

- ArcticDEM. Данные ArcticDEM строятся на основе изображений высокого разрешения (~ 0,5 метра), полученных с помощью группировки спутников оптической визуализации Махаг и лицензированных по контракту NGA NextView.. Для РФ все выше 60 градуса северной широты (включая Камчатку). Заявленная точность в плане 2 метра.

<https://www.pgc.umn.edu/data/arcticdem/>

Все источники данных могут менять адреса или закрыть посещение из РФ. Большая часть на РФ у меня есть на диске. Могу выслать по запросу. Для ArcticDEM есть только часть Ленинградской области и район вокруг Якутска (слишком большой объем для скачивания).

По опыту работ можно сделать предварительные выводы о разнице моделей глобальных ЦММ и модели из топокарт:

- Узкие тальвеги не изображаются;
- Участок района работ с наименьшей высотой и плавными формами рельефа (исключая озера и большие реки) в основном совпадают модели глобальных ЦММ и модели топокарт;
- На участках залесенных вершин холмов, водоразделов и гор модели глобальных ЦММ относительно модели топокарт выше по отметкам высот (примерно до 25 метров). На равнинной залесенной местности показано в моделях глобальных ЦММ много вершин (ошибки за разные высоты деревьев участков леса).

## Опорные точки для модели местности.

Опорные точки выбираются из отметок высот на картографическом материале. Точки выбираются только те, которые можно уверенно опознать на местности. Район работ необходимо обеспечить опорными точками с плотностью с учетом обеспечения 1 километра квадратного (для масштаба 1:10000) минимум двумя точками. Для карт рогейна масштабов 1:20000-1:50000, плотность опорных точек обеспечена топокартами.

Возможно камеральное сгущение опорных точек:

- *Программой (пример Agisoft Metashape). Предварительно необходимо цифровать топокарту (отметки высот, горизонталы, тальвеги, обрывы). Создать цифровую модель местности;*
- *Камерально по пересечениям горизонталей топокарт и четких ориентиров (дороги, просеки, контура леса). Горизонталы в основном проведены четко по исходным картам (1:25000) без генерализации.*

Опорные точки нельзя создавать рядом с большими водоемами, в густом лесу, в оврагах. Наиболее оптимально на открытой местности.

## Работа с двумя навигаторами.

Навигатор записывает маршрут движения (трек) в формате GPS Exchange Format (GPX File). Для перевода в формат шейп файла и разделения линии трека на точки трека и линию трека нужна программа dnrgps.

В программе конечный файл трека можно получать в различных форматах:

- *ESRI Shapefile;*
- *Google Keyhole Markup Language (KML File);*
- *GPS Exchange Format (GPX File);*
- *Text File (comma-delimited) or Text File (tab-delimited);*
- *Mapinfo File (.map);*
- *Geography Markup Language (GML);*
- *Geo JavaScript Object Notation (GeoJSON);*

Для работы я использую шейп файл (ESRI Shapefile). Работаю в ArcGis. Можно создавать таблицы точек трека в Excel. Таблицы нужны для поправок за изменения атмосферного давления за день.

В обеих атрибутивных таблицах есть точное время определения, что позволяет вводить поправки за разность атмосферного давления (время в атрибутах точки - спутниковое).

Величина атмосферного давления определяется в странице навигатора **Высотомер**: Поля данных – Атмосферное давление, Барометр. На этой странице после выполнения полевого обследования можно синтезировать график изменения давления. Разность показания давления в начале и после окончания работ зависит от изменений в атмосфере, что дает разность показаний в высоту 0.5-5 метров. Вводились поправки только для измерений одного дня на основании времени определения точки и графика атмосферного давления (выполнение калибровки высотомера позволяет вводить поправки за изменения атмосферного давления в пределах высотных полигонах). Вычисление поправок для всех измерений за январь-май возможно при наличии второго (базового) прибора на точке с известными координатами, с одновременными измерениями. Более подробно в «Технологии создания карт для спортивного ориентирования и рогейна\_20200302»

Пример.

В навигаторе в грозовой день за 1 час наблюдения отметка высоты менялась от 182м до 202м. Навигатор лежал неподвижно на балконе, окно открыто.

## Измерения высоты лазерным дальномером высотомером или уровнем.

Вторая группа ошибок при прохождении трека в очаговых участках ландшафта (овраги, лес с плотными кронами и т.д.).



Желательно проверять относительные превышения Лазерным дальномером-высотомером или трубочкой жидкостного уровня. Длины линий не более 50 метров (в лесу).

Все измерения должны выполняться многократно. Согласно «Теории математической обработки геодезических измерений» любые измерения выполняются с ошибками. Для нашего случая необходимо выполнить минимум 3 измерения. В случае разности всех измерений, необходимо выполнять измерения далее, до получения минимум 3 измерений с одинаковым результатом (сходимость 0,8 метра по высоте для лазерного прибора и 0.5 деления уровня).

### **Подготовка дополнительных опорных точек рельефа на сложные участки местности.**

Сложные участки рельефа в моем представлении включают:

- *Оползневой рельеф на склонах с разницей превышений более 10 метров;*
- *Участки разрушенного склона древнего палеовулкана;*
- *Участки холмисто-моренного рельефа (друмлины, озы, камы);*
- *Карстовые формы рельефа (с глубиной карстовых форм более 5 метров) на склонах ;*
- *Участки мелкосопочника;*
- *Средневысотные горы , расчлененные, с формами выветривания ;*
- *Участки долинно-балочного рельефа с интенсивным расчленением(глубина вреза более 5 метров);*
- *Участки золотого рельефа;*
- *Участки с антропогенными формами рельефа (карьеры, отвалы, дражные полигоны).*

Измерения на опорных пунктах и оформление опорных пунктов:

- *Измерения положения опорных пунктов в режиме среднего положения (в опции отметить точку перейти к Среднему). Таким образом в течении 2-4 минут набирается до 300 определений и сохраняется средняя величина;*
- *Измерения на опорных пунктах в течении одного дня (желательно с минимальными колебаниями атмосферного давления - дни пасмурные, без резких колебаний атмосферного давления);*
- *Маршруты выполняются с пересечением предыдущих маршрутов в опорных точках для уравнивания по замкнутым полигонам.*

### **Калибровка навигатора.**

#### Компас.

GPS-навигаторы умеют показывать расстояние и азимут от текущей точки до цели. Эта опция очень удобна, когда вы основное ориентирование производите по карте или компасу. Но важно правильно выставить настройки в приборе, чтобы показанный азимут был верным. Как известно, азимут отсчитывается от направления на север, но вариантов того, что считать севером, существует несколько. Поэтому в настройках компаса (в GPS-навигаторе) необходимо правильно выставлять, что же будет использоваться в качестве направления на север, именно от этого направления он будет отсчитывать и показывать азимуты.

Возможные варианты такие:

- *Истинный (True North). Это направление на географический полюс, т.е. на ту точку, куда направлена ось вращения земли. Эта точка почти совпадает с Полярной звездой. Меридианы на карте направлены именно по направлению*

истинного севера. Такой режим удобен, если вы используете карту с градусной сеткой и откладываете азимуты от меридианов.

- **Магнитный (Magnetic North).** Магнитный север – это направление, куда показывает синяя стрелка компаса. Это направление не совпадает с истинным севером, потому что положение магнитного полюса земли не совпадает с географическим полюсом. Более того, положение магнитного полюса медленно меняется со временем. Разница между направлениями на истинный север и магнитный называется магнитным склонением, оно зависит от вашего положения на земле и обычно указывается на листе карты. GPS умеет автоматически рассчитывать магнитное склонение и тем самым он «знает» где находится магнитный север и может показывать азимуты, отсчитывая их от магнитного севера (что удобно при совместном использовании GPS-навигатора и компаса). Нужно отметить, что на земле есть места, где залежи руды влияют на показания, компаса, и в этих районах компас показывает не на магнитный север, а с некоторой ошибкой, поэтому эти места и называют магнитными аномалиями. GPS-навигатор не знает о расположении и силе магнитных аномалий, поэтому не может учесть их влияние на компас.

Работа с магнитным компасом важна под пологом плотного леса, в складках рельефа и глубоких оврагах. Там где часть спутников часто недоступны (спутники по краю горизонта). Трек идет по магнитному компасу.

- **По сетке (Grid North).** Так же на картах может присутствовать километровая сетка (например на генштаб картах масштаба 2 км и мельче). Направление этой сетки не совпадают с направлением истинного севера, но обычно эти отклонения находятся в пределах 2-х градусов, и в большинстве случаев этим отклонением можно пренебречь и считать, что километровая сетка совпадает с направлением на истинный север. Но в режиме «по сетке» GPS-навигатор умеет отсчитывать азимут и от этой километровой сетки, мелочь, а приятно.

#### Калибровка компаса.

Внутри многих моделей GPS-навигаторов Garmin встроен электронный компас. Ему приходится работать в сложных условиях: на его показания влияет не только магнитное поле земли, но и сама электроника GPS-навигатора и даже аккумуляторы, вставленные в него. Находящиеся рядом объекты, да и сама земля, взаимодействуют с магнитными полями от прибора и ещё более запутывают картину. Для того чтобы встроенный магнитный компас мог отделить полезный сигнал (магнитное поле земли) от различных помех, у него есть функция калибровки. Калибровка выполняется по указаниям прибора.

Помните, что калибровать необходимо:

- После дальнего перемещения;
- После больших изменений температуры;
- После смены батарей.

Калибруйте компас только на улице, находясь далеко от объектов, которые могут влиять на магнитное поле: машины, дома, ЛЭП и т.п.

#### Барометр.

Многие GPS-навигаторы Garmin имеют встроенный барометр. Очевидно, измерять он может только давление вокруг себя. А это давление может меняться (одновременно) по нескольким причинам:

- Изменение высоты прибора;
- Изменение погоды;
- Изменение микроклимата.

Одновременно прибор отслеживает два давления: одно, которое измеряет при помощи своего датчика, в русском переводе интерфейса оно имеет название **Атм. Давление** (в английском – Ambient Pressure)- давление окружающей среды. Второе – вычисленное давление на уровне моря, в русском переводе имеет два названия **Атмосферн. Давл.** Или **Барометр** (в английском – Barometric Pressure). Среднее давление на уровне моря составляет 1013,25 ГПа (29,921 дюйма; 760,00 мм рт.ст..

Если прибор не изменяет своей высоты, например, лежит весь день на опорной точке, то по записанному графику давления (любому) можно оценить изменение погоды, тут всё просто. Но если прибор меняет свою высоту, то ему надо уметь отличать изменение давления за счёт изменения высоты от изменения за счёт изменения погоды. Именно с этой целью в приборе вычисляется барометрическое давление, т.е. давление на уровне моря.

Другое применение барометра – это определение вашей высоты, когда спутники по какой-либо причине не видны, например при перемещении в пещере, под пологом плотного леса, в глубоком овраге и т.д. (необходимо выставить **режим барометра в Переменная высота**). В этом случае у прибора не будет информации о высоте от GPS приёмника и он будет вычислять вашу высоту по изменению давления барометра, предполагая, что погода не меняется.

Это хороший метод для определения высоты на небольших промежутках по времени (несколько часов). При длинных промежутках барометрическое давление неизбежно изменится и повлияет на точность определения высоты.

В приборе есть возможность калибровки барометра, её можно произвести, если вам известна ваша точная высота либо точное давление на уровне моря (см. ниже). Но лучше всего использовать **функцию Автокалибровка (включить её)**, в этом случае прибор будет использовать усреднённые данные GPS высоты и применять её для калибровки барометра. Надо понимать, что автокалибровка возможна только при включенном GPS-навигаторе и хорошем качестве приёма сигнала от спутников.

**Это заключение блогера спорное. Необходимо знание программы в приборе. В моем навигаторе включена переменная высота и автокалибровка.**

### **Калиб.альтиметра (Calibrate Altimeter)**

Если ваш GPS совместим с системой WAAS или EGNOS, то он может принимать информацию с геостационарных спутников и будет вычислять своё положение существенно точнее. Разработчиками этих систем заявляется, что точность лучше 3-х метров достигается в 95% времени. Покрывание EGNOS по схеме достигает Урала.

Для обеспечения кадастра РФ в регионах существуют геодезические фирмы, обеспечивающие систему поправок в инструменты определения координат (геодезические приемники или планшеты). Точность определения плановых координат смотри на сайте каждой фирмы. Пример планшета <https://www.chcnav.by/post/планшет-для-отвода-лесосек>

**Калибровку необходимо выполнять по опорным точкам. Высота.**

**Опорные точки из камеральной модели местности и опорные точки, подготовленные в поле перед рисовкой карты.**

## **Общие принципы генерализации изображения рельефа на картах рогеина.**

### **Общие положения.**

Генерализация изображения рельефа заключается в отборе и обобщении форм рельефа, выраженных горизонталями и специальными условными знаками.

**Отбор** имеет целью выделить среди всего многообразия форм самые важные, существенные, наиболее полно характеризующие изображаемый тип рельефа.

**Обобщение** в основном сводится к исключению в изображаемых формах деталей, имеющих для данной карты второстепенное значение.

Главными факторами, определяющими степень генерализации, являются назначение и масштаб карты. Из этих двух факторов наиболее существенным является назначение карты, так как оно определяет степень подробности изображения форм рельефа на данной карте. Масштаб диктует соблюдение установленной для составляемой карты точности положения горизонталей и основных орографических линий (водоразделов, гребней, тальвегов, бровок, подошв и т. д.), а также определяет размер форм, которые могут быть изображены горизонталями в данном масштабе.

Влияние масштаба тем сильнее, чем мельче формы рельефа. Например, для показа карстовых воронок уже на карте масштаба  $1 : 25\ 000$  приходится прибегать к помощи специальных условных знаков и к утрированию изображения.

На генерализацию изображения рельефа также весьма сильное влияние оказывают особенности типов рельефа. Например, изображение сильно расчлененного рельефа (мелко-сочпчик и др.) требует значительной детализации рисунка горизонталей.

Отмеченные факторы, определяющие степень генерализации, находятся в тесной связи и взаимодействии. Изменение масштаба карты существенно отражается на ее содержании в смысле полноты показа деталей рельефа. Целевое назначение в свою очередь диктует определенные масштабы, позволяющие изобразить формы рельефа с установленной степенью точности и подробности.

На картах масштабов  $1 : 20\ 000$ — $1 : 25\ 000$  обобщение в основном сводится к исключению второстепенных мелких форм (микроформ) рельефа. На картах более мелкого масштаба для достижения большей наглядности и лучшего выделения основных черт рельефа в число исключенных деталей попадают и более крупные формы (мезоформы) и допускается утрирование изображения форм рельефа. Генерализация может считаться правильной, если полученное изображение рельефа обеспечивает установленную точность, географическое правдоподобие и наглядность. Для решения этой задачи исключительно большое значение имеет качество используемых картографических материалов и знание особенностей форм изображаемого типа рельефа. Предварительное изучение рельефа по картам, литературным и другим источникам позволит отобрать и показать формы рельефа соответственно их значению на местности. **Механический, равномерный отбор без учета характера размещения и значимости форм изображаемого типа рельефа создает иногда внешне хорошее впечатление, но по существу искажает изображаемую местность и никогда не сможет подчеркнуть ни степени важности форм, ни их значения для ориентирования.** Поэтому генерализация изображения рельефа должна производиться по правилам, установленным на основе изучения рельефа и опыта его изображения на картах рогейна.

Изложенные ниже положения генерализации и образцы изображения основных типов рельефа (в приложении) имеют своим назначением служить целям сохранения на картах всех масштабов характерных особенностей типов рельефа. Эти положения особенно важны при изображении рельефа на картах рогейна, на которых генерализация приобретает сугубо важное значение, так как горизонтали вследствие обобщения отклоняются от действительного положения и при том тем больше, чем мельче масштаб составляемой карты. Однако эти положения не могут дать ответов на все вопросы, возникающие в процессе отбора и обобщения форм рельефа. Они указывают только направление, по которому должна идти генерализация, и оставляют достаточно широкий простор картографу для творческой работы и самостоятельного решения задач при изображении рельефа на картах.

### ***Геоморфология и изображение рельефа.***

Для правильной генерализации изображения форм рельефа, сохранения на картах их особенностей и взаимных связей большое значение имеет знание закономерностей, которым подчинено образование рельефа и изучением которых занимается геоморфология. **На картах горизонтали должны быть не только линиями, соединяющими равные высоты, но и**

## линиями, рисуемыми формы рельефа. Модель рельефа.

Геоморфология, изучая внешний вид форм рельефа, процессы их образования и закономерности распространения на земной поверхности, дает богатый материал, позволяющий картографам определять характер и направление генерализации, а также значение форм рельефа в ландшафте. Поэтому геоморфологическая характеристика территории и особенно геоморфологическая карта являются очень ценными пособиями при работе над обобщением изображения рельефа на картах.

Геоморфология позволяет также правильно подойти к разработке принципов изображения рельефа, установить закономерности в рисунке горизонталей, изображающих различные формы и их сочетания, например:

- Характер замыкания горизонталей по долинам в зависимости от их поперечного и продольного профиля;
- Форму горизонталей, изображающих склоны с характерными для них пологими прогибами, обусловленными плоскостным смывом в рыхлых породах и т. д.

Картографу на полевых работах или картографу при подготовке предварительной основы, важно знать основы геоморфологии.

Недостатком некоторых карт является одинаковое изображение типов рельефа, совершенно различных по своему происхождению и формам. Все формы рельефа рисуются одинаково округлыми горизонталями без резких изгибов на равных или равномерно увеличивающихся расстояниях одна от другой. Для устранения этого недостатка необходимо тщательное изучение рельефа, выяснение характерных особенностей и внешнего вида его форм.

Известно, что формы рельефа образуются при различных условиях и под действием различных внутренних и внешних факторов. Первые зависят от внутренней энергии земли; под влиянием их создаются горные хребты, вулканы, впадины и т. д. Внешние факторы зависят от энергии солнца (деятельность воды, льда, ветра и т. д.). Каждый из них создает формы, характеризующиеся строго определенными чертами (долины, холмы, барханы и т. д.).

Обыкновенно процесс образования форм рельефа обуславливается воздействием нескольких факторов, из которых какой-нибудь является преобладающим, кроме того, один и тот же фактор в различных условиях действует различно. Вода, текущая в русле, действует иначе, чем грунтовая вода или вода, стекающая по поверхности склонов.

Формы рельефа, сложенные различными породами и созданные различными факторами, имеют и различны, им присущие, внешние черты, которые на топографической карте должны отчетливо отображаться рисунком горизонталей.

Рельеф, образовавшийся в результате размыва рыхлых пород, отличается в основном плавными очертаниями водоразделов и узкими линейно вытянутыми эрозионными формами (оврагами, балками), прорезающими склоны. Соответственно этому водораздельные пространства отобразятся горизонталями округлого рисунка.

При этом на картах крупного масштаба даже самые незначительные ложбины стока временных ручьев изображаются горизонталями.

Рельеф высокогорных областей, сложенный твердыми породами, обработанными совместными действиями размыва и выветривания, характеризуется мощными формами с острыми и резкими очертаниями, а поэтому совершенно недопустимо изображать такой рельеф плавными округлыми горизонталями.

Рельеф, созданный аккумулятивной деятельностью ледника, характеризуется обилием холмов и западин. Он изобразится многочисленными, замкнутыми горизонталями, порой весьма причудливой формы.

Формы рельефа, сложенные одними и теми же породами, но созданные различными



факторами, также имеют существенные внешние различия, которые должны отображаться на топографических картах.

Рыхлые породы в результате водной эрозии образуют формы рельефа, резко отличающиеся от форм, образовавшихся в таких же породах под действием ветра в условиях пустыни.

Из приведенных примеров становится понятно, что учет геоморфологических особенностей имеет важное значение при изображении рельефа на картах.

Приступая к изображению рельефа, картограф должен иметь достаточно полное представление о его строении, т. е. знать:

- Тип рельефа данного района;
- Характерные формы, определяющие тип рельефа;
- Особенности внешнего вида этих форм.

Все это нашло отражение при разработке общих принципов генерализации и методики изображения основных типов рельефа земной поверхности.

### ***Изображение основных типов рельефа на картах рогейна.***

В первой части рекомендаций будет только краткое описание по каждому типу рельефа. Во второй части предполагаются фрагменты карт и снимков с подробным описанием. Все термины и рекомендации заимствованы из Практического пособия по составлению топографических карт (РИО ВТС 1953 г.) «Рельеф и его изображение на топографических картах». Пособие для карт масштабов 1:25000 – 1:1000000.

Для рогейна актуально масштабный ряд 1:20000 – 1:50000. Во второй части предполагается показать районы с различными типами рельефа в масштабах карт рогейна.

Невозможно подготовить район площадью 70 – 120 км. кв. без использования в полной мере космических фотоснимков. Любое дешифрирование без базовых знаний затруднительно.

Отсюда, нужно использовать опыт предыдущих поколений и учиться.

### ***Общая характеристика типов рельефа.***

Строение земной поверхности отличается большим разнообразием. Однако всегда можно найти формы, сходные по внешнему облику и по происхождению, которые закономерно повторяются на определенной территории и являются для нее типичными. Подобные сочетания однородных по внешним признакам и по происхождению форм земной поверхности называют типами, рельефа.

Главными внешними признаками рельефа являются характер его форм, высота над уровнем моря и относительная высота или глубина расчленения. По этим показателям выделяется рельеф равнинный, холмистый и горный.

***Равнинами*** называют площади, на которых колебания высот и уклоны поверхности очень малы. Равнины бывают:

- *Наклонные* — с незначительным наклоном в одну сторону,
- *Вогнутые* — с наклоном со всех сторон к середине;
- *Волнистые* — с колебаниями наклона то в одну, то в другую сторону и чередованием плоских возвышений и понижений поверхности.

По высоте над уровнем моря условно выделяют следующие равнины:

- *Низменные* — с абсолютной высотой не более 200 м.;
- *Возвышенные или плато* — с высотами до 500 м.;



- *Нагорные* — с высотами более 500 м.

**Холмистым** называется рельеф с относительными высотами до 200 м. Холмы нередко имеют вытянутую форму в виде гряд или увалов и соответственно образуют грядовый или увалистый рельеф. В зависимости от высоты холмов различают рельеф крупно холмистый, среднехолмистый и мелкохолмистый.

**Горным** называется рельеф, неровности которого превышают относительную высоту 200 м. По форме, абсолютной и относительной высоте горный рельеф подразделяют на следующие типы:

- *высокогорный (альпийского типа);*
- *среднегорный;*
- *низкогорный.*

Особенности равнинного, холмистого и горного рельефа далеко не исчерпываются только, что приведенными характеристиками и могут быть весьма разнообразны. Для того чтобы правильно изображать рельеф на картах, нужно уметь ориентироваться во всем этом разнообразии, отделяя от второстепенных деталей главное и типичное, обусловленное происхождением данного типа рельефа.

Рельеф определенного происхождения вместе с тем обладает и определенными только ему присущими формами и закономерностями их распределения. Все разнообразие форм рельефа можно свести к нескольким типам в зависимости от факторов, принимавших главное участие в их образовании.

Ранее указывалось, что различают факторы внутренние (эндогенные) и внешние (экзогенные). Первые вызывают поднятия и опускания земной коры, нарушают залегание горных пластов, составляющих земную кору, и в настоящее время проявляются в землетрясениях и вулканических явлениях.

При нормальном (ненарушенном) залегании земные пласты горизонтальны или имеют весьма слабый уклон в одном направлении. Нарушенные слои лежат под углом к горизонту, нередко падают даже вертикально, образуя складки. Образование подобных нарушений обыкновенно сопровождается возникновением гор, которые носят название тектонических.

Наиболее характерны следующие четыре формы залегания слоев:

- ненарушенное горизонтальное залегание;
- слабо нарушенное залегание — слои имеют пологое и однородное падение;
- складчатое залегание -слои смяты в складки;
- складчато-сбросовое залегание — слои смяты в складки и смещены (сброшены) относительно друг друга с разрывом.

Характер залегания слоев находит яркое выражение в формах рельефа при их эрозионном расчленении и особенно в тех случаях, когда имеет место чередование пластов различной плотности и различной сопротивляемости размыву. Такие специфические формы рельефа, обусловленные залеганием слоев различной плотности, т. е. геологическим строением, называются структурными.

В условиях ненарушенного горизонтального залегания слоев при эрозионном расчленении образуются водораздельные возвышенности с обширными ровными поверхностями (плато, плоскогорья). Склоны возвышенностей нередко ступенчатые; каждая ступень соответствует выходу на поверхность твердого пласта.

В условиях слабо нарушенных слоев, при эрозионном расчленении, в местах выходов плотных пластов образуются характерные структурные формы рельефа, называемые **куэстами**. Они обычно разделены долинами, заложившимися в более мягких, легче размываемых породах. Куэсты имеют несимметричное строение. Склон куэсты, совпадающий с направлением наклона пластов, пологий; другой склон крутой, обычно скалистый.

В условиях складчатого залегания (интенсивной складчатости), при чередовании правильных складок выпуклой (антиклинали) и вогнутой (синклинали) формы, при эрозионном расчленении чаще всего образуются:

- *Антиклинальные хребты с широким округлым гребнем;*
- *Моноклинальные хребты с острым гребнем и асимметричным поперечным профилем;*

- *Продольные синклинальные долины с симметричным поперечным профилем;*
- *Асимметричные моноклинальные долины.*

В условиях складчато-сбросового залегания слоев, кроме перечисленных, встречаются также формы, которые образовались вследствие вертикальных смещений слоев (поднятий и опусканий) с разрывами между ними. Поднятые участки, окаймленные плоскостями разрывов (сбросов), называются горстами, опущенные — грабенами. Последние в горах зачастую заняты реками и озерами. В результате сбросов возникли и многие мелкие ступени и уступы склонов.

Таким образом, геологическое строение местности определяет образы ранних различий и широко распространенных структурных форм, характерных для разных типов рельефа. Из этого следует, что даже общее представление о геологическом строении района окажет значительную помощь при оценке качества изображения рельефа при дешифрировании и полевых работах.

Рельеф земной поверхности определяется не только движениями земной коры (тектоникой) и характером залегания пластов, но и деятельностью второй группы факторов — внешних (экзогенных). Последние значительно преобразовывают первичные (тектонические) формы и сильно усложняют их строение.

К этим факторам относится деятельность водных потоков (рек, ручьев, временных водотоков), морей, озер, ледников, талых ледниковых вод, подземных вод, ветра, растительных и животных организмов. Деятельность всех перечисленных факторов проявляется в том, что в одних местах горные породы, залегающие на поверхности земли, разрушаются, размываются и выносятся. Из данного района в другой, где они отлагаются и накапливаются, часто достигают большой толщины (мощности). Деятельность первого рода называется эрозией или в более широком смысле денудацией, второго — аккумуляцией.

В процессе эрозии и денудации рельеф расчленяется, возвышения больше и больше и больше разрушаются и с течением времени выравниваются. Такой рельеф называется эрозионным или денудационным.

В процессе аккумуляции происходит заполнение понижений рыхлыми породами, приносимыми со стороны, и образование, по преимуществу, равнинного рельефа, называемого аккумулятивным.

В соответствии с тем, какой фактор производит эрозию или аккумуляцию, различают формы водноэрозионные и водноаккумулятивные, ледниковоэрозионные и ледниковоаккумулятивные и т. д.

Так как деятельность поверхностных и подземных вод проходит в растворимых породах (известняках, доломитах и др.), образуются специфические формы рельефа которые носят названия карстовых.

Указанный выше равнинный, холмистый и горный рельеф может быть различного происхождения и в связи с этим различной формы.

Равнины по своему происхождению бывают:

- Морские аккумулятивные — представляют собой вышедшие из под воды морское дно (Прикаспийская низменность и другие).
- Речные аккумулятивные — образовались в результате — аккумулятивной деятельности рек (Рионская и Куринская низменности, и др.).
- Водноледниковые аккумулятивные — образовались в результате деятельности ледниковых вод (Полесье и др.).
- Озерно-аккумулятивные — плоские днища бывших озер (Ильменская котловина и др.).
- Нагорные аккумулятивные возникли во внутренних частях обширных нагорий (Памира, Тибета и др.). В результате энергичного разрушения горных хребтов, сопровождающегося образованием большого количества рыхлых пород, происходит заполнение впадин и межгорных понижений, приводящее к формированию равнин.

- Вулканические — возникли в результате излияния жидкой лавы, которая, растекаясь по поверхности, заполнила все понижения рельефа (обширные участки Армянского и Средне-Сибирского плоскогорий и др.).
- Остаточные (денудационные) возникли на месте рельефа, который первоначально имел резко выраженный, возможно даже горный характер, но затем был выравнен в результате длительного воздействия внешних факторов (территория Карелии и др.).
- Абразионные образовались в результате разрушающей (абразионной) деятельности морского прибоя на прилегающую сушу (равнины Южного Зауралья).

Холмистый рельеф по происхождению подразделяется следующим образом:

- Водноэрозионный расчлененный сетью долин, балок и оврагов (Средне-Русская, Приволжская возвышенности и др.);
- Ледниковозрозионный и аккумулятивный - образовался в четвертичный период, когда на поверхности земного шара широко распространялись ледниковые покровы. В связи с изменением климата ледники растаяли и на их месте, где они были, остался своеобразный холмистый рельеф (северо-западные области Европейской части РФ);
- Ветровой (эоловый) дефляционный\* и аккумулятивный, образующийся в пустынях (Средняя Азия), на берегах озер и морей (Балтийское побережье), в долинах рек (Волги, Дона, Днепра и др.) при перевевании песка ветром;
- Вулканический - образовался при вулканических извержениях в результате накопления, главным образом, лавы, вулканического пепла и других продуктов извержений. Сюда же относятся и грязевые вулканы (Керченский и Таманский полуострова).

Горный рельеф по происхождению бывает:

- Эрозионно - тектонический — возник в результате тектонических нарушений в земной коре и эрозионной деятельности внешних факторов. В соответствии с характером залегания слоев эрозионно-тектонические горы подразделяются на складчатые (Кавказ, Копет-Даг и др.) и складчато-глыбовые (Алтай, Тянь-Шань и др.).
- Эрозионный - возник в основном за счет эрозионного расчленения ненарушенных или слабо нарушенных пластов (горы Путорана между Енисеем и Хатангой).
- Вулканический - по образованию аналогичен соответствующим холмистым формам (вулканы Камчатки, Курильских островов и др.).

Ниже приводятся краткие характеристики некоторых типов рельефа, выделенных по их происхождению и форме, и даются рекомендации по изображению на картах. Этими типами являются:

- Водноэрозионный долинно-балочный;
- Ледниковоаккумулятивный холмисто-моренный;
- Эрозионно-тектонический горный (альпийского типа, средне высотный, мелкосопочный);
- Структурный (плато);
- Вулканический;
- Карстовый;
- Ветровой;
- Рельеф песков;
- Антропогенный.

Эти типы, не исчерпывают всего многообразия форм рельефа, являются наиболее распространенными на земной поверхности и знакомство, с ними особенно необходимо картографу.

## **Изображение основных форм и элементов рельефа.**

### **Долины.**

Образование долин связано с деятельностью постоянных или временных водных потоков, а также ледников.

Наиболее характерными особенностями долины, которые нужно учитывать при картографировании, являются ее поперечный профиль и соотношение ширины и глубины. В соответствии с этим долины делятся на следующие основные типы:

- Теснина;
- Ущелье;
- Каньон;
- V-образная;
- Ящикообразная;
- Корытообразная.

Тесниной называется глубокая, очень узкая долина с отвесными, местами нависшими склонами.

Каньоном называется глубокая узкая долина с очень крутыми склонами, часто падающими уступами книзу.

Долины корытообразной формы, обработанные горными ледниками, называются трогами.

V - образной называется глубокая долина с крутыми склонами выпуклой или прямой формы и узким дном.

Все перечисленные типы долин характерны для горных стран. Дно их нередко полностью занято руслом или сопровождается узкой поймой.

Долины V - образной формы широко распространены и на равнине, где они по своему происхождению представляют типичные эрозионные образования.

К V - образным долинам относятся также и овраги. Небольшой зарождающийся овраг называется промоиной.

Ящикообразной (пойменной) называется долина с широким долинным ложем, обусловленным длительным действием боковой эрозии или интенсивным накоплением отложений на дне долины, и резко выраженной подошвой склонов. Этот тип долин наиболее распространен на равнинах.

Иногда на протяжении одной реки можно наблюдать чередование участков долины V-образной и ящикообразной формы.

По крутизне противолежащих склонов различают симметричные и асимметричные долины. У первых склоны примерно одинаковой крутизны, у вторых один склон круче другого. По характеру верховьев различают долины с замкнутыми и с открытыми верховьями (открытые долины).

От правильного изображения долин зависит правильность изображения большинства типов рельефа. Объясняется это тем, что речные долины встречаются всюду, так как всюду значительную роль в образовании форм рельефа играют поверхностные водотоки.

При отборе долин необходимо точно отобразить характер долинной сети, ее относительную густоту, выделить главные и второстепенные долины. Отбор долин может быть значительно упрощен, если будет установлена существующая в природе связь между речной сетью и сетью долин.

Характерные черты строения долинной сети должны сохраняться на картах всех масштабов. Если на исходном материале долинная сеть имеет решетчатое строение, то оно должно быть сохранено и на составляемой карте.

При отборе в первую очередь исключаются самые мелкие долины, а затем уже и более крупные. В тех случаях, когда верховья долин (балок, оврагов) имеют веерообразное строение, выделяются ответвления, являющиеся непосредственным продолжением главной долины.

Для сохранения существующего различия в густоте долинной сети, после нанесения крупных и средних долин должны быть даны также и мелкие.

На составляемой карте должно быть сохранено различие в ширине и длине долин. Совершенно недопустимо в целях сохранения густоты долинной сети искусственное сужение показываемых на карте долин и разделяющего их пространства. Если относительные размеры долин сохранить не представляется возможным, то следует исключить при отборе мелкие соседние долины. Исключение изгиба одной горизонтали должно повлечь

исключение соответствующих изгибов и всех остальных горизонталей, рисующих данную долину. Поэтому долины должны или показываться полностью или исключаться. Последнее особенно важно при изображении равнинного рельефа, где горизонталы, даже при небольших сечениях, отстоят друг от друга на значительном расстоянии, и их взаимная связь сравнительно слабо заметна.

Форма замыкания горизонталей по дну долин зависит от вида их поперечного профиля: для узких V-образных долин характерно замыкание под острым углом, для подковообразных - плавное и округлое, для ящикообразных — под прямым углом. В разных частях одной и той же долины форма поперечного профиля, а следовательно, и форма замыкания горизонталей, может изменяться. В верховьях, где реки врезаются в водоразделы, горизонталы, как правило, замыкаются под более острым углом, чем в средней и устьевой частях долин. Вследствие боковой эрозии последние бывают всегда расширены и по этой причине замыкание горизонталей в них сравнительно округлое.

Расстояния между горизонталями по линии тальвега зависят от выработанности продольного профиля долины. Размывая русло и отлагая переносимый водой обломочный материал (песок, гальку и пр.), реки с течением времени стремятся выработать продольный профиль, близкий по форме к плавной кривой, крутизна которой уменьшается от верховьев к устью. В соответствии с продольным профилем расстояния между горизонталями по долине сверху - вниз постепенно увеличиваются.

При невыработанном профиле наблюдается чередование участков пологого и более крутого падения. Резкие перегибы продольного профиля передаются соответствующим уменьшением заложения между горизонталями, а также и специальными условными обозначениями (пороги, водопады).

У главных долин замыкание горизонталей по тальвегу всегда выше, чем у впадающих в нее боковых, так как продольный профиль у последних менее выработан и имеет большее падение.

Существенным элементом речных долин являются террасы, представляющие собой горизонтальные или слабо наклонные площадки, остатки прежних днщ, протягивающиеся вдоль долин и придающие склонам ступенчатый вид .

Образование террасы относится к тому времени, когда река текла на более высоком уровне. Высота речных террас, обычно, невелика, поэтому они могут быть изображены горизонталями в основном на картах масштабов 1 : 20 000 - 1 : 30 000 .

На картах более мелкого масштаба для показа террас приходится прибегать к помощи специального условного знака.

Этим же условным знаком на картах крупного масштаба, преимущественно равнинных районов, показывают бровки; последние отделяют склоны водоразделов от более крутых склонов долин и не всегда могут быть четко выражены изгибами горизонталей. При изображении горного рельефа бровки хорошо передаются изгибами горизонталей.

Сложные долинные образования (открытые долины), в которых водотоки текут в противоположных направлениях и имеют слабо выраженный водораздел, на картах масштаба 1 : 50 000—1 : 200 000 изображаются с достаточной наглядностью (рис. 35а, б). На картах мелкого масштаба вследствие увеличения высоты сечения характер открытой долины может измениться, и она получит вид двух замкнутых долин. Чтобы сохранить характер открытой долины, следует или дать дополнительные горизонтали.

Долины, балки, овраги расположенные своими верховьями друг против друга на противоположных склонах водоразделов, принято называть ответными.

Отчетливый показ ответных понижений позволяет подчеркнуть направление эрозии (стока) и положение седловин, перевалов, горных проходов и т. д. Поэтому при обобщенном изображении рельефа на картах необходимо выделять изгибами горизонталей ответные понижения.

Отложения рек и потоков образуют в устьях долин, ущелий и оврагов так называемые конусы выноса различной величины и крутизны, которые состоят из рыхлых наносов, вынесенных в устье водными потоками. Форма конуса выноса обыкновенно правильная полуконическая, с вершиной в нижнем конце водотока. Поверхность конусов выноса часто бывает рассечена радиально расходящимися бороздами (руслами) временных потоков. Размеры конусов колеблются от совсем незначительных - в устьях ручьев и оврагов, до

гигантских конусов выноса, на которых располагаются целые города. Иногда конусы выноса так сближаются между собой, что образуют предгорную наклонную равнину. На картах крупного масштаба конусы выноса изображаются достаточно отчетливо. Горизонталы, рисующие их, образуют плавный изгиб, обращенный выпуклостью в сторону, противоположную вершине долины (оврага), в устье которой находится конус выноса. Расстояния между горизонталями постепенно увеличиваются сверху вниз. Последнее объясняется характерной особенностью строения конусов, заключающейся в увеличении крутизны кверху.

Рассекающие конус борозды изображаются в зависимости от масштаба и ширины борозд незначительными изгибами горизонталей или условным знаком промоин.

На картах мелкого масштаба конусы выноса, за исключением очень крупных, как правило, не выражаются, но сохранение веера водотоков, рассекающих их, укажет на наличие этих конусов.

## **Склоны.**

От правильного изображения на карте склонов зависит правильность изображения, всех форм рельефа.

По крутизне склоны подразделяются на пологие (до  $6^\circ$ ), средней крутизны (от  $6^\circ$  до  $15^\circ$ ), крутые (от  $15^\circ$  до  $45^\circ$ ), очень крутые (от  $45^\circ$  до  $60^\circ$ ) и обрывистые (более  $60^\circ$ ). В частных случаях, склоны переходят в горизонтальную площадку (при крутизне  $0^\circ$ ) и в отвесную стенку (при крутизне  $90^\circ$ ). По форме различают склоны выпуклые, прямые и вогнутые. В природе большей частью встречаются склоны, сложного профиля, представляющие комбинацию названных простейших форм.

Если выше бровки склон сначала почти горизонтален или повышается очень слабо, а затем подъем его становится заметно более крутым, то образуется ступень склона. Ступенчатые склоны представляют собою чередование слабо наклоненных или горизонтальных площадок и уступов.

Плановые очертания склонов могут иметь также выпуклую, прямую, вогнутую и сложную (ступенчатую) форму.

Форма профиля склонов отображается изменениями заложений между горизонталями. В случае прямого склона горизонталы идут на равных расстояниях друг от друга.

Для вогнутого склона характерно сгущение горизонталей в верхней части склона и разрежение в нижней.

При выпуклом профиле, наоборот, заложение между горизонталями меньше в нижней части склона.

Ступенчатый профиль может образоваться в тех случаях, когда в строении склонов участвуют породы различной твердости. При этом твердым слоям будут соответствовать поверхности ступеней (террас), мягким - уступы. На картах масштаба 1 : 20 000 - 1 : 30 000 при небольшой высоте сечения ступени и уступы с достаточной наглядностью отображаются изменением заложений между горизонталями. На картах масштаба 1 : 50 000 горизонталями отображаются только очень крупные террасы и уступы. Если склон состоит только из незначительных по размерам террас и уступов, то при их изображении необходимо или сливать горизонталы в этих местах или применять дополнительные горизонталы.

На крутых уступах горизонталы сливаются, главным образом, при изображении рельефа горных районов, где крутизна склонов не позволяет отобразить их форму горизонталями даже на картах крупного масштаба.

На практике нередко указанные особенности профилей склонов не учитываются и все склоны спрямляются. Происходит это от того, что составители проводят сначала верхнюю (у вершины склона) и нижнюю (у подошвы склона) горизонталы, а затем через равные промежутки все остальные, пренебрегая промежуточными перегибами склона.

Всегда нужно правильно и точно отображать на картах асимметрию склонов долин и хребтов. Она выразится в величине заложений. Заложение меньше - на крутых склонах и заложения больше на пологих склонах.

Общее направление падения склона часто бывает осложнено, так называемой «косой крутизной», идущей под углом к общему падению. При изображении склонов участки «косой крутизны» должны быть выражены горизонталями путем сближения последних.



Наиболее полное отображение «косая крутизна» может получить только на картах масштаба 1: 20 000 - 1 : 30 000, на которых благодаря небольшой высоте сечения возможно передать даже незначительные изменения в крутизне.

На карте 1:50 000 для показа наиболее крупных из них часто приходится прибегать к небольшому утрированию рисунка горизонталей за счет некоторого отступления от их действительного положения.

В результате плоскостного (поверхностного) смыва склоны речных долин приобретают некоторую прогнутость, которая на карте передается легким- изгибом горизонталей к вершине склона. Прогнутость склонов является важной особенностью рельефа и поэтому ее необходимо леи в местах прогнутости.

На крупномасштабных картах это обычно достигается без затруднений, На картах мелкого масштаба отображение прогнутости затруднено неизбежным исключением многочисленных мелких форм при генерализации, однако и здесь обобщение надо проводить так, чтобы сохранить эту особенность рельефа.

Выступы водоразделов, образующиеся в местах впадения боковых долин в главную, должны изображаться в полном соответствии с действительностью. Там, где долины встречаются под острым углом, выступы должны вырисовываться угловатыми изгибами горизонталей и наоборот округлыми, где сливающиеся долины образуют тупой угол.

### **Изображение элементов рельефа, не выражающихся горизонталями.**

Обрывы, скалы, борозды, промоины, овраги, карстовые воронки и многие другие формы рельефа, а также склоны не всегда могут быть выражены горизонталями, вследствие малых размеров этих форм или значительной крутизны склонов, когда расстояния между горизонталями на карте становятся менее 0,2—0,3 мм.

Для изображения таких форм и элементов рельефа приходится прибегать к специальным условным знакам. Применение последних должно, быть основано на тщательном изучении характера вышеупомянутых форм по снимкам и другим источникам (крупномасштабным картам, геоморфологическим описаниям и др).

Недостаточно разработанная методика применения условных знаков, приводит нередко к тому, что одним и тем же условным знаком показываются формы, совершенно различные по своему характеру и происхождению.

Однако как бы хорошо не были разработаны условные знаки, необходимо стремиться к тому, чтобы крутые склоны выразались, по возможности, горизонталями, допуская в отдельных местах на небольших участках (до 1 см длины) даже слияние их.

Такое изображение крутых склонов имеет существенное значение при рисовке горного рельефа, когда чрезмерное применение условных знаков сильно искажает действительную картину рельефа и создает значительные трудности для определения высот. Крутые склоны необходимо показывать условным знаком скал или обрывов только там, где они действительно недоступны, т. е. имеют уклоны свыше 60—65°, что наблюдается, главным образом, в высокогорных районах, характеризующихся глубоким и сильным расчленением рельефа.

Расчлененность горных склонов узкими и длинными бороздами (промоинами), служащими руслами временных потоков и путями перемещения камней и щебня должна быть отображена условными знаками борозд и промоин, которые изображаются в зависимости от их ширины и масштаба карты в одну или в две линии.

При изображении условными знаками промоин на карте необходимо соблюдать относительную густоту их.

Переносимый по бороздам обломочный материал нередко образует у подножья склонов шлейфы, тянущиеся на значительном расстоянии вдоль склонов .

Шлейфы при значительной ширине хорошо передаются на картах горизонталями, причем заложения между горизонталями здесь по сравнению с заложениями между горизонталями, рисующими склоны, резко увеличиваются.

Конусы осыпания в устье борозд вследствие незначительности размеров могут быть отображены изгибами горизонталей и условными знаками осыпей только на картах масштаба 1 : 20 000 и 1:30 000.

Специальные условные знаки наиболее широкое применение находят при изображении обрывов, т. е. обнаженных участков склонов круче  $60^{\circ}$ -  $65^{\circ}$  с резко выраженной бровкой и подошвой.

В горных странах обрывы, как правило, представляют собой выходы твердых пород и должны показываться условным знаком скал.

На равнинах преобладают невысокие земляные обрывы высотой от 2-3 до 10 метров и более, которые следует показывать соответствующим условным знаком (зубчиками).

При наличии осыпей у подножья обрывов их нужно показывать условным знаком, точно соответствующим виду осыпавшихся пород:

- Каменистых;
- Щебеночных;
- Песчаных и т. д..

Штриховое изображение обрывов и точечное - осыпей должно, по возможности, отображать действительный характер строения обрывов, потому что обрывы часто являются хорошими ориентирами

К формам рельефа, не изображаемым полностью горизонталями, относятся оползни, образующиеся в результате смещения вниз по склону земляных масс .

В верхней части склона, где происходит отрыв земляных масс, образуется уступ дугообразной формы, обращенный вогнутостью в сторону склона. В результате неравномерного смещения поверхность оползня обычно приобретает бугристый вид или бывает пересечена грядами, бороздами и уступами.

Молодые оползни характеризуются обнажением грунта по линии отрыва и трещинами земляных масс. Древние, остановившиеся оползни, задернованы, и рельеф их более сглажен.

При изображении оползней горизонталями важно выделить наиболее значительные оползневые площадки и бугры и показать уклон площадок в сторону, противоположную падению склона.

Линию отрыва, характерную для молодых оползней, необходимо показывать условным знаком обрыва.

Специальными условными знаками изображается еще целый ряд форм рельефа:

- Овраги,
- Промоины,
- Карстовые воронки,
- Озы,
- Береговые валы и т. д.

Способы изображения этих форм рассматриваются во второй части пособия.

### **Высотные отметки.**

Высотные отметки служат дополнительным средством изображения рельефа на топографических картах. Их основное назначение сводится к следующему: служить опорой для изображения рельефа, облегчать чтение рельефа, указывать абсолютные высоты, облегчать определение относительных высот, выделять мелкие формы рельефа, не выражающиеся горизонталями.

Для того чтобы высотные отметки отвечали своему назначению, необходимо правильно производить их отбор и размещение на карте.

Высотные отметки обеспечивают определения превышения при выборе пути.

### **Долинно-балочный рельеф.**

Долинно-балочный рельеф является весьма характерной разновидностью эрозионного рельефа, формы которого созданы, главным образом, действием постоянных или вре-

менных водных потоков — рек, ручьев (рис. 52). В СССР он особенно распространен в пределах возвышенностей Средне - Русской, Приволжской, Волыно -Подольской, Ставропольского плато и других. Основу этого типа рельефа составляет сеть долин и балок вместе с сетью оврагов.

Сеть эрозионных форм может иметь в плане различный рисунок в зависимости от характера размещения положительных и отрицательных форм рельефа и их взаимной ориентировки. Чтобы правильно передать эту сеть, на карте надо определить какого она типа по характеру ветвления. Наиболее часто встречаются следующие типы эрозионной сети:

- *Древовидный.* Эрозионная сеть образует рисунок, сходный с ветвлением дерева;
- *Перистый.* Боковые долины впадают в главную под острым углом, часто по очереди, то с одной, то с другой стороны. В местах впадения главная долина изгибается в сторону, противоположную боковой. Таким же образом ветвятся долины 1, 2-го и т. д. порядков;
- *Стволовый.* Главная долина спрямлена. С обеих сторон в нее, почти под прямым углом, впадают боковые долины;
- *Решетчатый или прямоугольный.* Эрозионная сеть образует систему долин, ориентированных по отношению друг к другу под углами, близкими к прямому;
- *Параллельный.* Эрозионная сеть образует систему почти параллельных долин. Боковые долины выдерживают направление основных;
- *Радиальный.* Долины расходятся во все стороны по радиальным направлениям примерно от одной вершины.

Первые три типа свойственны преимущественно равнинным и холмистым областям. Последние три типа - горным, причем последний тип особенно характерен для вулканических областей.

Степень пересеченности рельефа определяется густотой и глубиной эрозионной сети. Чем она гуще, тем сложнее рельеф, и следовательно, при изображении на карте требует большего к себе внимания.

Вертикальное расчленение рельефа, показателем которого являются относительные высоты, определяется глубиной врезания эрозионной сети. Эта глубина уменьшается по долинам и балкам от устьев к верховьям.

Наиболее типичными (по форме и степени расчленения) водоразделами долинно-балочного рельефа будут:

- *Водоразделы слабо расчлененные, широкие, плоские; овраги и балки развиты лишь на склонах водоразделов. Таков рельеф широких террас Днепра, Дона, Волги, северных частей Прикаспийской низменности и Крыма: долинно-балочные понижения глубиной до 25 м с пологими склонами образуют слабо разветвленную сеть. Межбалочные пространства — плоские, общий характер местности — равнинный;*
- *Водоразделы расчлененные, местами сохраняющие плоские, неразмытые поверхности; Овраги и балки врезаются далеко в глубь поверхностей водоразделов. Примером могут служить Причерноморские степи южной Украины, Донские степи, возвышенности средней полосы Европейской территории СССР, рельеф которых отличается более значительной глубиной расчленения (от 25 до 100 м); овражно-балочные системы расположены редко; обширные водораздельные пространства не расчленены и обычно представляют собой плоские равнины;*
- *Водоразделы, сильно расчлененные на отдельные холмы или имеющие форму длинных, узких извилистых гряд, плоские поверхности почти отсутствуют. Овраги и балки часто перерезают водоразделы, и во многих местах смыкаются Своими вершинами. Таков Эрозионный рельеф Приволжской и Средне-*

*Русской возвышенностей, а также Донецкого кряжа, где глубина расчленения местами достигает 200 м. Овражно-балочные системы характеризуются здесь, как правило, исключительно обильным ветвлением. Большая часть водоразделов расчленена многочисленными отвертками балок, которые с противоположных сторон близко подходят друг к другу. Плоские водораздельные участки встречаются в виде отдельных небольших площадей.*

*В районах густого эрозионного расчленения при наличии пластов горных пород примерно однородных в отношении сопротивляемости размыву водораздельные пространства имеют обыкновенно характер увалов или холмов. Особенно характерно для Средне-Русской возвышенности.*

Там, где геологическое строение местности более сложно, наблюдается чередование пластов горных пород с разной сопротивляемостью размыву. Рельеф приобретает другой характер. Горизонтальные слои плотных пород образуют на склонах ступени различной ширины, причем каждая ступень отделяется от выше или ниже лежащей более или менее крутым уступом. Наиболее типичен такой ступенчатый рельеф для района Общего Сырта и возвышенностей Башкирии.

### **Изображение эрозионных форм рельефа.**

Генерализация последнего в основном будет сводиться к замене малых оврагов промоинами или к небольшому увеличению длины оврага, для отображения горизонтально. Правильное изображение эрозионного рельефа зависит, прежде всего, от того, насколько правдоподобно показаны долины, балки и междуречные пространства. Поэтому изображение долинно-балочного рельефа следует начинать с горизонталей, вырисовывающих главные линии этих форм:

- Тальвеги;
- Водоразделы;
- Бровки.

При изображении долин и балок надо обращать внимание на правильное замыкание горизонталей по тальвегам. Следить за тем, чтобы верно отображалась густота эрозионной сети, а также крутизна склонов и асимметрия долин. Уклон эрозионных долин обычно уменьшается от верховьев к устью, поэтому расстояния между горизонталями, рисующими дно долины, должны соответственно увеличиваться. Несоблюдение этих правил приводит к нарушению ранее отмеченных закономерностей долинно-балочного рельефа, существующих в природе. Грубой ошибкой будет округлое замыкание горизонталей по тальвегам V-образных долин (оврагов), распространенных в эрозионном рельефе. Изломы продольного профиля долин, передаются сближением или разрежением горизонталей по дну долин. Следует помнить, что и при изображении склонов долин нельзя допускать их спрямления и выравнивания; вогнутость склонов нужно отчетливо отображать изгибами горизонталей.

Правильное изображение лощин и оврагов, прорезающих склоны долин, сближенными угловато изогнутыми горизонталями, хорошо подчеркивает направление ската. При этом важно также верно показать участки склонов между оврагами и балками. Эти участки склонов передаются горизонталями, которые, имея общий изгиб в сторону тальвега главной долины, в то же время должны слегка прогибаться в направлении вершины склона. Совершенно недопустимо изображать склоны пилообразными или волнистыми (фестончатыми) горизонталями, да еще не согласованными между собой.

Формы долинно-балочного рельефа наглядно изображаются только системой горизонталей; поэтому отдельные мелкие изгибы полугоризонталей, не выражающие формы рельефа, должны исключаться, особенно на картах мелкого масштаба, где чрезмерная извилистость горизонталей может создать ложное впечатление подробного и точного изображения. При изображении склонов должна быть правильно передана относительная густота их расчленения оврагами, промоинами и бороздами; поэтому при генерализации следует сохранять на картах более мелкого масштаба часть коротких и узких оврагов, изображая их соответствующими условными знаками.

Точность изображения эрозионных долин зависит от правильной передачи крутизны склонов, которая нередко бывает большей в нижней их части, нежели на водоразделах поэтому расстояния между горизонталями на картах должны увеличиваться по склону по мере приближения к водоразделам

Для отображения крутизны склонов большое значение имеет показ горизонталями или полугоризонталями бровок, долин и перегибов склонов. Недооценка этого условия ведет к целому ряду ошибок, как то:

- *Склоны изображаются на карте более пологими, чем в натуре и смещенными либо в сторону реки, либо в сторону водоразделов, в зависимости от того, откуда была начата рисовка рельефа;*
- *Дно долин в первом случае окажется суженным, а во втором, наоборот, расширенным. Кроме того, нарушаются соотношения площадей, занятых водораздельными пространствами и долинами.*

Склоны нередко из вогнутых превращаются в выпуклые и наоборот. Не находит отражения такая характерная особенность долин, как постепенное увеличение их ширины от верховья к устью. Эта недооценка приводит еще и к тому, что горизонтали везде получают одинаковые округлые очертания, тогда как места их пересечения с линиями бровок и перегибов должны быть показаны хорошо выраженным резким поворотом каждой горизонтали.

При изображении речных долин важно отобразить на карте рельеф поймы. Рельеф поймы характеризуется старицами, представляющими собой остатки старого русла реки, и прирусловыми валами, тянущимися по берегам современного русла и стариц. Относительная высота всех этих форм измеряется единицами метров, поэтому они могут быть достаточно хорошо переданы при помощи горизонталей только на картах масштаба 1:25000. На картах масштаба 1:30000-1:50000 прирусловые валы заменяются линейными условными знаками.

Характерные для эрозионных долин (балок) уступы и террасы должны обязательно найти свое отображение на картах, особенно крупного масштаба.

Овраги и промоины широко распространены в эрозионном рельефе и сильно затрудняют проходимость его. Чаше всего они показываются специальными условными знаками, так как горизонтали, вырисовывающие их склоны, вследствие крутизны последних настолько сближаются, что вычертить их отдельно, даже на картах крупного масштаба, не представляется возможным. На картах мелкого масштаба овраги (на склонах гор, долин) показываются условным знаком промоин и при этом с большим утрированием.

Крупные овраги в нижней части могут иметь настолько широкое дно, что его обязательно нужно отображать изгибами горизонталей. Так как бровка склонов оврагов обычно бывает резкой, то и горизонтали на линии бровок должны соответствующим образом резко изгибаться.

При изображении донных оврагов в целях большей выразительности необходимо сохранять изгибы, вырисовывающие дно ложбины. Горизонтали в местах пересечения тальвегов донных оврагов должны несколько затягиваться в направлении вершины ложбины

Для боковых оврагов характерно отсутствие водосборного бассейна в виде понижения (в котором лежит овраг), столь обычного для всех эрозионных форм. Поэтому при изображении боковых оврагов горизонтали, рисующие склоны долины или балки, не должны затягиваться вверх по тальвегам в местах пересечения их горизонталями.

Изображение водоразделов, в основном, сводится к правильной передаче на картах характера их поверхности, а также степени расчленения последней долинами, оврагами и балками. При этом должна учитываться неодинаковая относительная расчлененность главного и второстепенных водоразделов. Главный водораздел, как правило, всегда бывает расчленен меньше, чем второстепенные.

Чтобы правильно отобразить характер расчленения и типичные особенности водоразделов, рисовку рельефа следует вести в направлении от водораздела к долинам, начиная с

самой верхней горизонтали, обобщение которой послужит основанием для обобщения всех последующих горизонталей. При обратной рисовке - снизу вверх, характер расчленения водоразделов может оказаться на карте искаженным. Одни водоразделы изобразятся слишком обобщенными, другие, наоборот, не в меру детализированными.

К дополнительным горизонталям, при изображении верхних частей водоразделов нужно прибегать лишь в тех случаях, когда появляется необходимость показать характерные формы, не попадающие в принятое для карты данного масштаба сечение, например, седловины, отдельные вершины и т. д. Совершенно недопустимо проведение полугоризонталей на плоских участках водоразделов, что создает искусственную всхолмленность рельефа. Вместо полугоризонталей лучше более широко использовать подписи высот отдельных точек. При слабой расчлененности водораздельных пространств изгибы горизонталей будут плавными, часто не согласующимися с рисунком долинно-балочной сети. Чем интенсивнее эрозионные процессы в глубине водоразделов, тем лучше увязывается рисунок горизонталей с рисунком долинно-балочной сети. Нередко наблюдающееся на водоразделах закономерное уменьшение расстояний между горизонталями по направлению к подошве может быть хорошо передано основными горизонталями. Полугоризонталю в этом случае не только снижают наглядность изображения рельефа, но могут вызвать и неверное представление о характере расчленения и форме поперечного профиля склонов.

Правильное изображение седловин достигается четким показом вершин, долин и балок, расположенных по разные стороны от линии водораздела. На картах мелкого масштаба, в связи с увеличением высоты сечения, в целях лучшего изображения седловин, рекомендуется применять дополнительные горизонтали.

Высотные отметки при изображении долинно-балочного рельефа, прежде всего следует размещать на водоразделах, начиная с подписей командных высот. Далее подписываются все отметки, которые способствуют улучшению высотной характеристики местности и облегчают определение относительных высот - на дне долин, оврагов, балок, в седловинах; отметки урезов вод, на перегибах склонов, а также на плоских участках

### **Холмисто-моренный рельеф.**

Типичными формами моренного рельефа являются холмы и западины. Располагаются они беспорядочно, изображение их доставляет немало трудностей картографу. Моренные холмы имеют плоскую или выпуклую вершину, от которой во все стороны падают склоны, имеющие в верхней части выпуклую форму, а на остальном, протяжении прямую или слабо вогнутую с небольшими перегибами. Средняя крутизна склонов 2—3°, в отдельных местах до 8—10°. В плане моренные холмы чаще всего имеют округлые очертания. Относительная высота мелких моренных холмов до 6—8 м, средних до 10—15 м, крупных до 25—30 м и более.

**Озы** - узкие вытянутые гряды, сложенные слоистым песчано-валунным материалом. По виду озы напоминают железнодорожные насыпи, имеют узкий гребень и крутые склоны (до 30°- 40°). Их относительная высота в среднем 10-25м. Ширина основания от 40 до 100 м. Длина достигает нескольких километров, а местами доходит и до 30- 40 км. Хорошо сохранившиеся озы легко опознаются на местности и на карте.

**Камы** Крупные холмы неправильной, большей частью округлой формы, сложенные слоистым материалом (глиной, песком, с включением валунов). Склоны их обычно довольно крутые -15° -20° и более, относительная высота их от 10-15м. до 40 м.

**Друмлины** — продолговато-овальные, невысокие холмы. Длинная ось холмов вытянута в направлении бывшего движения ледника. Форма куполовидная, асимметричная, с вершиной, смещенной к одному концу друмлины. Длина основания в среднем 0,5-2,0 км, ширина обыкновенно в 3-5 раз меньше длины. Высота холмов колеблется от нескольких метров до 20-40 м.



Наряду с холмами в моренном рельефе широко распространены западины и ложбины. Небольшие западины обычно представляют собой плоские замкнутые или открытые понижения от нескольких десятков до сотни и более метров в диаметре. Открытые западины обычно служат вершинами ложбин или долин водотоков. Днища западин, как правило, заболочены или заняты лугом.

Ложбины достигают нескольких километров в поперечнике и имеют самые разнообразные очертания. Многие из них нередко полностью или частично заняты озерами, окруженными болотами. Длинные, вытянутые ложбины часто имеют вид широких долин, по дну которых нередко протекают реки. От настоящих речных долин такие ложбины отличаются тем, что ширина их по сравнению с величиной речек несоразмерно велика. Речки врезаны в дно ложбины незначительно, имеют очень слабое течение. Дно ложбин обычно заболочено.

Очень часто ложбины сужаются и расширяются вниз по течению рек, образуя «озеровидные» расширения, свидетельствующие о том, там, где теперь озер нет, раньше, возможно, были водоемы, позднее заросшие или спущенные реками.

Среди внешнего беспорядка в моренном рельефе выделяются цепи более высоких холмов и гряд, вытянутые на территории Европейской части РФ чаще всего в направлении с северо-запада на юго-восток с отклонениями до широтного и меридионального. Эти холмы и гряды образовались у края огромного и мощного древнего ледника во время остановок, при его отступании на север и северо-запад, вызванном общим таянием ледника вследствие потепления климата. Называются они конечно-моренными грядами. Конечно-моренные гряды простираются с перерывами часто на большие расстояния. Они выделяются над окружающей местностью своей высотой, достигая иногда 40—60 м, и более резкими очертаниями. В полосе конечно-моренных гряд часты крупные холмы с куполовидными вершинами и склонами крутизной до 10°-15°.

Непосредственно к северу и северо-западу от конечно-моренных гряд располагается более низкий и сглаженный холмисто-моренный рельеф, нередко представляющий собой моренную равнину. Местами здесь встречаются участки друмлинового рельефа. Непосредственно к югу и юго-западу от тех же гряд расстилаются плоские, наклонные равнины, сложенные песками. Пески отлагались талыми водами во время остановки края ледника. От конечно-моренных гряд следует отличать некоторые возвышенности (Валдайскую, Смоленско-Московскую и др.), которые внутри сложены коренными породами, перекрытыми чехлом ледниковых наносов. Они образовались еще до наступления ледника, и моренный рельеф здесь как бы «наложен» на древний эрозионный рельеф возвышенностей.

## **Изображение холмисто-моренного рельефа.**

Существенными особенностями моренного рельефа, которые должны быть отображены на карте, являются:

Отсутствие согласованности между речной сетью и формами рельефа. Реки и ручьи обтекают холмы и гряды, не врезаясь в них;

Беспорядочность в расположении отдельных холмов и западин - между ними;

Обособленность холмов, особенно в областях, где моренный рельеф хорошо сохранился;

Наличие общей ориентировки (вытянутости) холмов и межхолмовых понижений в определенном направлении, обусловленной движением ледника.

Основными орографическими линиями в моренном рельефе следует считать те, которые оконтуривают западины, низины, основания возвышенностей и насаженных на них холмов.

Задача картографов при изображении моренного рельефа заключается в сохранении на карте основных орографических линий и соотношения площадей, занятых холмами и пространствами между ними. Поэтому, при изображении холмов и западин, особенно на картах масштаба 1 : 50 000, широкое применение должны найти дополнительные горизонталы. Никогда не следует, желая подчеркнуть равнинный характер местности исключать обособленные холмы. Обособленность холмов может быть хорошо отображена путем четкого выделения их подошвы основными или дополнительными горизонтальными. Существенное значение для лучшей характеристики моренного рельефа имеет также правильный показ понижений между холмами, занятых болотами и мелкими озерами.

Асимметричность строения холмов на картах крупного масштаба достаточно наглядно отображается изменением заложений между горизонталями. В местах, где горизонталью нельзя отобразить крутые склоны холмов, следует применять условный знак **обрывов**. Озы показываются горизонталями на всех масштабах.

Конечно-моренные гряды, благодаря своей относительно большой высоте, наглядно изображаются горизонталями, даже на картах мелкого масштаба. Там же, где отдельные характерные холмы, составляющие гряды, не вырисовываются основными горизонталями, следует применять дополнительные горизонталы. При изображении конечно-моренных гряд должна быть выявлена и изображена ориентировка (направление) гряд. Нередки случаи, когда конечные морены, состоят из нескольких гряд, в понижениях между которыми располагаются озера. Поэтому необходимо возможно отчетливее вырисовывать узкие межгрядовые понижения.

При изображении конечно-моренных гряд важно правильно передать горизонталями не только характер рельефа конечных морен, но и всего комплекса форм ледниковой аккумуляции, а также форм, созданных деятельностью талых вод ледника у его переднего края, о которых сказано в краткой характеристике холмисто-моренного рельефа.

Западины изображаются горизонталями на картах масштабов 1 : 20 000-1 : 50 000. При этом очень резко очерченные и глубокие западины вырисовываются одной - двумя замкнутыми горизонталями. На картах мелкого масштаба западины вследствие малой их глубины и незначительности размеров не изображаются горизонталями. Поэтому западины могут быть показаны на этих картах только правильным обобщением располагающихся в них болот и заболоченности. Обобщая контуры отдельных болот, необходимо сохранять действительные очертания их, не допуская необоснованного объединения в сплошные массивы. Участки на карте, занятые болотами, будут свидетельствовать о наличии понижений, не отобразившихся горизонталями вследствие увеличения высоты сечения рельефа.

Большие вытянутые ложбины, служащие, как правило, ложем для рек, хорошо выражаются горизонталями на картах. При их изображении надо правильно передавать очертания суженных и расширенных частей долины.

Ввиду сложности строения холмисто-моренного рельефа и отсутствия четкой закономерности в расположении его форм, затрудняющих его чтение, большое значение приобретает отбор и размещение высотных отметок на карте. На карте, в первую очередь, подписываются вершины возвышенностей и наиболее характерных обособленных холмов и самые низкие точки межхолмовых понижений (западин), а затем урезы вод рек и озер.

## **Горный рельеф.**

Горный рельеф отличается сложным и резким расчленением, преобладанием крутых склонов и больших относительных высот, превышающих 200 м.

Горный рельеф обыкновенно занимает большую площадь, образуя горный район, область или горную страну. В пределах этой площади протягиваются горные хребты, возвышаются горные массивы и узлы. Они располагаются в определенном порядке и в совокупности составляют горную систему. Основой этого порядка является закономерность залегания пластов горных пород, разбитых сбросами или смятых в складки, которые обычно простираются в каком-нибудь одном общем направлении, хотя это направление в деталях и не всегда выдерживается.

Система расположения хребтов связана с характером расчленения горного рельефа. Различают три типа расчленения:

- Радиальный;
- Перистый;
- Решетчатый.

При радиальном расчленении хребты расходятся в различных направлениях от одного или нескольких крупных горных узлов. Последние, занимают центральное положение и выделяются своей большой высотой. Примером такого типа расчленения может служить горный узел Табын-Богдо-Ола в Алтае.

При перистом расчленении от главной горной цепи в обе стороны отходят горные отроги первого порядка, от которых в свою очередь, могут отходить отроги второго порядка и т. д. Центральная ось системы чаще всего прямолинейна, но может быть также и изогнута. Примером перистого расчленения служит Кавказ.

При решетчатом расчленении горные хребты протягиваются параллельно друг другу в несколько рядов. Подобная система гор развита в Забайкалье, Тянь-Шане, Южном Урале и др..

Горные хребты большой протяженности составляют горные цепи, которые могут быть линейными или кулисными. Линейные горные цепи состоят из хребтов, непосредственно продолжающих друг друга. Хребты разделены более или менее доступными перевалами или поперечными долинами (Уральские горы). Кулисные горные цепи состоят из хребтов, которые своими окончаниями заходят друг за друга (многие цепи Ирана, Куэн-Луня, Тянь-Шаня).

Горные цепи могут разветвляться, что очень характерно, например, для гор Средней Азии. Формы горного рельефа очень сильно зависят от пород, выходящих на поверхность. Пласты твердых пород образуют нередко скалы, резко очерченные крутосклонные и острые формы. Менее твердые породы (например, глинистые сланцы) способствуют развитию мягких округлых очертаний поверхности.

В горных странах долины, межгорные котловины в отношении к направлению горных хребтов могут быть продольные и поперечные:

- Продольные долины ориентированы вдоль хребтов; в противоположность поперечным они более широкие, угол падения их меньше, склоны более пологие.
- Поперечные долины обыкновенно узкие, круто-склонные, имеют значительное падение.

Развитие "горного рельефа идет в направлении непрерывного разрушения. Породы, слагающие горы, выветриваются, обломки их падают или медленно, сползают вниз. Большое количество обломочного материала выносят с собой ледники и реки. Вследствие этого происходит постоянное снижение гор. Очертания форм становятся менее резкими, вершины округлыми, склоны более пологими, долины более широкими.

С течением времени, разрушение может привести к тому, что горы из высоких превратятся в средневысотные и низкие и формы их станут еще более сглаженными.

Однако нельзя забывать о том, что такое развитие рельефа происходит на протяжении огромного периода времени, зачастую сложным путем и со значительными отклонениями от изложенной схемы. Это обуславливает различные переходы от одного типа горного рельефа к другому.

[Горы альпийского типа в рекомендации не показаны. В основном соревнования в данном типе рельефа не проводятся.](#)

## **Средневысотные горы.**

Средневысотными называют горы, имеющие абсолютные высоты 500 - 2 000 м и относительные в среднем не более 1 000 м. Низковысотные горы при абсолютных высотах 200 – 500 м. Для внешнего облика этих гор характерна округлость форм, особенно в вершинных частях. Склоны их, часто крутые внизу и в среднем поясе, в привершинных становятся пологими и, постепенно закругляясь, переходят в вершину. Таким образом, гребневые части хребтов средневысотных гор имеют вид округлых или плоских сводов, распадающихся по оси на ряд округлых же плоских или куполовидных вершин. Ледников, а часто и речных снегов эти горы не имеют. Ледниковые формы рельефа, как свидетели прежнего оледенения, если и наблюдаются (например, в виде единичных каров), то редко и на больших расстояниях друг от друга, не внося существенных изменений в общий облик гор.

Средневысотные горы обычно одеты оплошною, неразорванной корою выветривания (т. е. продуктами разрушения горных пород), с хорошо развитым растительным покровом. Коренные породы в виде скал редко выходят здесь на поверхность, особенно в вершинных частях. Скалы чаще встречаются в нижних частях гор, где проявляется деятельность речной эрозии, часто обуславливающей подмыв склонов долин.

Долины в средневысотных горах шире, чем в высокогорных районах. Склоны их положе, нередко переходят в дно долин, имея вогнутый профиль. Рельеф средневысотных гор местами имеет скалистый характер, склоны отличаются крутизной. Это связано обычно с выходами на поверхность твердых (скальных) пород или с недавними поднятиями земной коры, вызвавшими повторное более резкое расчленение поверхности уже сложившихся средневысотных гор. Типичными средневысотными горами являются Средний и Южный Урал, Кузнецкий Алатау.

### ***Изображение средневысотных гор на картах.***

В процессе изучения рельефа средневысотных гор необходимо установить:

- Форму гребней хребтов и отдельных вершин;
- Характер седловин, перевалов и проходов;
- Строение продольных и поперечных долин;
- Наличие скалистых участков, крутых склонов, островершинных гор и др.

В соответствии с характером средневысотных гор их изображение должно передаваться плавными, округлыми горизонталями. Эта особенность изображения средневысотных гор наиболее ярко выступает при рисовке плоских и округлых гребней.

Для изображения первых характерна разреженность горизонталей, резкость их изгибов в местах перехода со склона на гребень и сравнительная прямолинейность при пересечении линий гребня.

Для вторых - увеличение заложений между горизонталями, вырисовывающими вершины, отсутствие резких изгибов, округлость рисунка.

Изображая вершины средневысотных гор, следует избегать проведения полугоризонталей, так как они могут создать ложное впечатление остроконечности вершин, что не будет соответствовать данному типу рельефа.

При изображении склонов средневысотных гор следует учитывать особенность их строения:

- Выпуклую форму (чаще всего);
- Значительную расчлененность долинами, оврагами и асимметричность.

Выпуклая форма склонов наглядно отображается системой горизонталей, проходящих близко друг от друга в нижней части склона и разреженных - в верхней.

Расчлененность склонов долинами и оврагами передается сложными и округлыми изгибами горизонталей, которые только по тальвегам молодых долин замыкаются под сравнительно острым углом. При этом нужно учитывать продольный и поперечный профили долин с тем, чтобы правильно выдержать заложения между горизонталями.

Различно должны быть изображены широкие продольные долины и узкие, крутосклонные поперечные, с большим продольным падением.

Для изображения первых по сравнению с поперечными долинами будет характерно более плавное замыкание горизонталей по тальвегу и большие заложения между горизонталями. В процессе обобщения характерные черты узких долин не должны исчезать даже на картах мелких масштабов.

В среднегорном рельефе долинная сеть обычно имеет решетчатое строение. Поэтому в процессе генерализации, исключая часть долин, надо следить за тем, чтобы это строение долинной сети не нарушалось и на картах мелкого масштаба, так как оно подчеркивает расчлененность хребтов поперечными долинами на отдельные звенья.

Асимметрия хребтов и долин в средневысотных горах отобразится изменением в величине заложений между горизонталями, изображающими крутые и пологие склоны, а также более сложным (извилистым) рисунком горизонталей на крутом склоне, обычно более расчлененном.

Направление горных хребтов и их отрогов должно сохраняться на картах всех масштабов. Однако в связи с увеличением высоты сечения на картах мелкого масштаба многие горизонталю, характеризующие хребты, выпадают.

Поэтому на картах мелкого масштаба в первую очередь следует сохранять, а в некоторых случаях даже несколько утрировать, изгибы горизонталей, подчеркивающие направление хребтов; мелкие же изгибы, не влияющие на характер строения рельефа, - отбрасывать.

Расчленение горной системы на хребты и отдельные звенья хребтов будет хорошо отображено только в том случае, если правильно показаны:

Расчленяющие их поперечные и продольные долины, являющиеся одним из важных элементов горного ландшафта. Нередко эта особенность горного рельефа на картах мелкого масштаба в результате неправильного обобщения рисунка горизонталей исчезает, а если отражается, то с недостаточной выразительностью.

Особенностью рельефа средневысотных гор, изображенного на образцах, является наличие местами сохранившихся вулканических форм.

Следует отметить, что в среднегорном рельефе наряду с мягкими формами могут встречаться также и резкие (заостренные вершины, острые гребни, отвесные, обрывистые скалы и т. д.), при изображении которых нужно руководствоваться указаниями, данными для изображения рельефа альпийского типа.

### **Плато и плоскогорья.**

Плато называют возвышенности с ровной поверхностью, ограниченные с краев более или менее резко выраженными склонами. Последние нередко имеют вид высоких уступов, иногда скалистых обрывов. Таково плато Усть-Курт и другие. Плато образуются в тех местах, где пласты горных пород лежат горизонтально или с очень слабым наклоном, а самые верхние из них настолько твердые, что с трудом поддаются разрушению.

Плато обычно слабо расчленены. Центральные части заняты плоской волнистой или холмистой равниной, на фоне которой могут возвышаться одинокие вершины или группы вершин. Только к краям плато заметно возрастает густота и глубина расчленения. Здесь наблюдается частая весьма сложная сеть глубоких, но коротких долин, типа крупных оврагов или ущелий и каньонов с очень крутыми, часто скалистыми склонами и круто падающим дном. Между ущельями и оврагами возвышаются узкие участки плато, отчлененные изолированные высоты иногда с плоской (столовой) вершиной, но очень часто острые и конусовидные.

Известны плато, которые расчленены не только по краям, но и в центральных своих частях глубокими каньонами с крутыми ступенчатыми склонами и узким дном. Участки плато, которые возвышаются между каньонами, имеют вид столовых гор с более или менее значительной по площади плоской вершиной и резким краем (бровкой). Сильно расчлененные высокие плато с плоскими вершинами, сохранившимися лишь в центральных частях водоразделов, носят название плоскогорий. Наиболее типичным примером является Средне-Сибирское плоскогорье.

Водораздельные возвышенности имеют вид больших массивов с насаженными на них отдельными вершинами. Последние чаще всего плоские с крутыми склонами, иногда конусовидные (усеченные или заостренные). К долинам рек водоразделы опускаются несколькими, широкими ступенями (террасами) с чередованием более или менее широких ровных пространств и уступов. Долины глубокие (до 150—400 м), обычно крутосклонные. Характерными являются многочисленные сужения долин, имеющих вид каньонов, с обрывистыми и высокими склонами.

### ***Изображение плато и плоскогорий на картах.***

На топографических картах плато и плоскогорья изображаются достаточно наглядно. Для изображения плато характерным является сильное сгущение горизонталей, рисующих склоны плато, благодаря чему хорошо оттеняется поверхность плато, на которой заложения между горизонталями значительно большие.

Плоские вершины, возвышающиеся над поверхностью плато и прорезающие его широкие и глубокие долины, как правило, передаются основными горизонталями, благодаря чему изображение их на картах крупного масштаба не вызывает затруднений. Следует только выделять ступенчатость и крутизну склонов. Последнее лучше всего достигается применением условного знака обрывов или скал.

На картах масштаба 1 : 30 000 и мельче для лучшего выделения вершин и командных высот следует использовать полугоризонталю, особенно тогда, когда из-за увеличения высоты сечения выпадают почти все вершины.

При изображении плоскогорного рельефа областей с полярным климатом необходимо показать снежники, представляющие очень характерную особенность ландшафта, залегающие на крутых склонах, обращенных на север и защищенные от действия солнечных лучей крутыми скалистыми обрывами.

Уступы, распространенные на поверхности плоскогорья, наглядно передаются условным знаком скал.

Краевые участки плато, сильно расчлененные долинами, нередко принимают форму гребней, которая должна передаваться угловатыми изгибами горизонталей.

Для рельефа плоскогорий характерны глубокие и широкие межгорные понижения, имеющие форму долин, протягивающихся нередко на десятки километров и расчленяющих плоскогорья на обособленные группы и массивы. Часть такого понижения, занятого озером, показана на. Характерной особенностью его является корытообразный поперечный профиль, наблюдающийся на всем его протяжении. Горизонталы, рисующие дно подобных понижений, должны иметь округлое замыкание. При изображении склонов таких понижений необходимо показывать расчлененность их долинами рек, которые, как правило, в устьевой части образуют дельты, часто имеющие форму удлинненного полуова-ла.

Самым важным при изображении рельефа плоскогорий является показ склонов плато, обычно расчлененных речными долинами и промоинами. Эти склоны благодаря своей весьма значительной относительной высоте и крутизне играют видную роль во внешнем облике плоскогорного рельефа.

Расчлененность склонов эрозионными бороздами, рывинами и промоинами может быть отображена на картах масштаба 1:25000 - 1: 50 000 угловатыми изгибами горизонталей.

Для того чтобы правдоподобно изобразить склоны, необходимо показать не только промоины и борозды, но и правильно отразить рисунком горизонталей характер разделяющих их гребней. Это достигается тем, что изгибам горизонталей, рисующим гребни, придают форму, соответствующую характеру их поверхности. Например, если гребень острый, то изгибы горизонталей должны быть угловатыми.

Осыпи, часто встречающиеся на склонах гор, отображаются горизонталями только на картах крупного масштаба 1:25 000 -1:50 000.

Шлейфы, тянущиеся вдоль подошвы склона, отображаются на картах всех масштабов плавными без резких изгибов горизонталями.

Речные долины, прорезающие склоны плоскогорий, чрезвычайно разнообразны. Наряду с широкими долинами часто встречаются узкие с V-образным поперечным профилем. Это различие в формах долин должно быть отображено на карте соответствующим рисунком горизонталей.

К особенностям рельефа, изображенного на образцах, относятся ледниковые образования - кары.

Крупноглыбовые каменистые россыпи, характерные для плато и часто покрывающие поверхность как самого плато, так и его крутых склонов, должны показываться специальным условным знаком, размещаемым равномерно по всей площади россыпей.

Ледниковые формы в рельефе плоскогорий (кары и трюги) изображаются в соответствии с требованиями, изложенными в разделе «Изображение гор альпийского типа».

### **Карстовый рельеф.**

Карстовые формы встречаются в районах, сложенных легкорастворимыми и водопроницаемыми породами, например известняками, гипсом и др. Поверхностные и грунтовые воды просачиваются по трещинам, постепенно растворяют породы, расширяют трещины и превращают их в извилистые ходы, естественные колодцы, шахты и пещеры.

Таким образом, при образовании карста на первое место выступает действие воды, как растворителя породы (химическое), а не эрозионная ее деятельность (механическое разрушение породы).

В результате растворения пород на оголенных поверхностях известняков возникает сеть узких борозд так называемых «карров», Обычно совпадающих с направлением трещиноватости.

Карры имеют ширину в среднем 5 - 20 см, при глубине до 1 м и более. Они разделены узкими и часто острыми гребнями. Те места, где сеть карров очень густа, носят название карровых полей. Последние отличаются трудной проходимостью.

Наиболее типичным образованием являются карстовые воронки, которые образуются вследствие растворения пород с поверхности около трещин или в результате обвалов пород над подземными пустотами и иногда как оспины покрывают поверхность карстовых районов. Воронки бывают самой разнообразной формы. Плановые очертания большинства их округлые или овальные, дно узкое, склоны прямые и крутые. Встречаются воронки и колодцеобразные с совершенно отвесными стенками или блюдцеобразные с пологими сглаженными склонами и широким плоским дном.

Размер карстовых воронок колеблется от 10 до 200 м в диаметре, а глубина может достигать размеров поперечника. На дне нередко имеется отверстие, в которое уходит вода. Такие воронки обычно совершенно сухие. Но есть воронки, заполненные водой и представляющие собой карстовые озера.

На Балканском полуострове и во многих других карстовых областях широко распространены обширные замкнутые котловины, которые называются полями. Их размеры достигают местами нескольких сотен квадратных километров. Дно полей ровное края нередко обрывистые небольшой высоты. Поля бывают сухие, периодически затопляемые и постоянно заполненные водой. На дне полей часто имеются отверстия (поноры), поглощающие воду.

Естественные колодцы и шахты распространены в карстовых областях реже, чем воронки. Они имеют цилиндрическую форму с отвесными скалистыми стенками. Шахты значительно глубже (до нескольких десятков метров) и уже колодцев, на дне они открываются в пещеру или канал подземной реки.

Пещерами называют мешкообразные или каналообразные полости внутри массивов горных пород, которые так же образуются в результате растворяющего действия воды, циркулирующей по трещинам и подземным руслам.

Наружные отверстия пещер располагаются обыкновенно на склонах или отвесных обрывах и иногда бывают настолько узки, что человек в них может проникнуть с трудом. Иногда вход бывает совершенно недоступен, так как распадается на сеть мелких трещин или закупорен обвалом. Формы и размеры пещер весьма разнообразны. Некоторые из них достигают нескольких десятков километров длины и до 500 м глубины.

Вследствие обилия поглощающих воду трещин, воронок и шахт карстовые районы очень бедны реками. Здесь встречаются заявочные сухие долины в виде неглубоких ложбин, часто лишенных однообразного уклона. По тальвегу их располагается цепь замкнутых карстовых воронок.

Долины водотоков представляют большей частью глубокие ущелья с крутыми, даже вертикальными склонами. Встречаются мешкообразные долины, имеющие замкнутую циркуобразную вершину, упирающуюся в скалистый обрыв, из-под которого появляется водоток, в виде мощного источника. Противоположностью мешкообразных являются слепые долины, оканчивающиеся в том месте, где водоток уходит в понор под землю, нередко на большую глубину. Часто этот водоток превращается в подземную реку, которая может в другом месте снова выйти на поверхность.

Карстовый рельеф в РФ широко развит на Кавказе (Скалистый хребет), в Крыму (Яйла), в Башкирии и других местах.

Классификация карста:

- Погребенный или ископаемый карст. На рельефе почти не отражается. Пример исключений – Ленские и Алданские столбы;
- Бронированный карст. В бронированном карсте с покровом скальных или полускальных пород влияние на рельеф через подземные воды. Для этого рельефа характерны провалы и проседания, нередко значительных размеров. Пример – озера Шах – Хурей в бассейне реки Малки;
- Покрытый карст. Обычно развит ванновой рельеф. Типичны формы карста: округлые воронки, сдвоенные ванны, слепые овраги, поноры. Пример – Лощины южнее Кисловодска ;



- Задернованный карст. Для него характерны самые различные карстовые формы: котловины, воронки, блюдца, провалы. Пример – куэсты Скалистого хребта в западной части Большого Кавказа;
- Полузадернованный карст. Этот тип карста представляет собой переход от задернованного карста к голому. Пример – долина реки Аургазы в Башкирии.
- Голый карст. Характерны многочисленные воронки и котловины. Пример – часть вершинных плато Крымской Яйлы;
- Карст, сочетающийся с вечной мерзлотой. Пример – аласы Якутии;
- Останцовый тропический карст. В РФ его нет.

### **Изображение карстового рельефа на картах.**

При изображении карстового рельефа необходимо учитывать, что нередко к карстовым формам ошибочно относят формы совершенно другого происхождения (ветровые, вымывные и т. д.). Поэтому, показывая карст, следует обязательно привлекать для уточнения литературные источники и геологические карты.

Типичным признаком карста является наличие многочисленных воронок разных размеров.

Наиболее распространенные и типичные формы - карстовые воронки могут быть показаны точно на картах масштаба 1:20 000 - 1:50 000.

На карте масштаба 1: 50000 число воронок, изображенных горизонталями по сравнению с числом воронок, изображенных условными знаками, резко падает.

При отборе форм карстового рельефа следует учитывать относительную густоту размещения на поверхности и наблюдающуюся иногда закономерность распределения (расположение по определенным преобладающим направлениям и пр.), а также размеры этих форм.

В первую очередь наносятся воронки, которые в данном масштабе изображаются горизонталями. Если их окажется недостаточно, условным знаком надо показать воронки, которые изображались горизонталями на основном картографическом материале. На картах крупного масштаба к условному знаку надо прибегать в тех случаях, когда воронки или выпадают — вследствие увеличения высоты сечения, или превращаются в точку.

На картах масштаба крутые стенки крупных цилиндрических воронок следует доказывать условным знаком скал.

Блюдцеобразные воронки, имеющие совершенно пологие борта и ровное неглубокое дно, отображаются горизонталями на карте масштаба 1:20 000 и частично 1 : 50 000.

Конусообразные — изображаются системой замкнутых горизонталей — в основном на картах масштаба 1 : 20 000.

Стенки воронок обычно имеют одинаковый наклон, но местами наблюдаются и асимметричные формы. Последние чаще всего расположены на наклонных поверхностях. Эту особенность воронок при изображении их горизонталями следует, по возможности, отображать.

Из других карстовых форм, выражающихся горизонталями, притом даже на картах мелкого масштаба, следует выделить поля. Они изображаются основными или дополнительными горизонталями плавных очертаний. Отвесные, но невысокие стенки полей на картах крупного масштаба передаются условным знаком обрывов.

Характерное для карстовых районов отсутствие развитой сети долин, а также их своеобразные формы могут быть переданы на топографических картах всех масштабов.

Специфические формы карстового рельефа - сухие, мешкообразные и слепые долины наглядно на карте масштаба 1: 20000 изображаются. В связи с тем, что продольные профили таких долин очень неровные, заложения между горизонталями на дне их могут изменяться также неравномерно.

При изображении сухих долин необходимо отчетливо показывать перемычки, разделяющие ложбины, из которых слагается долина. Если эти перемычки не могут быть изображены горизонталями основного сечения, то следует применить дополнительные горизонталю.

При этом нужно точно показывать места, откуда внезапно появляются или где исчезают реки.

Карры вследствие их мелких размеров изображаются бугристым грунтом, для выделения проходимости местности. Пещеры могут быть изображены лишь с помощью специального условного знака, причем на картах крупного масштаба их следует отображать возможно полнее и точнее. Высотные отметки на картах крупного масштаба следует, прежде всего, давать на дне значительных западин, в перемычках сухих долин, командных точках, на бровках обрывов и в местах выхода и исчезновения рек.

## **Вулканический рельеф.**

Вулканами называются такие формы земной поверхности, которые образовались в результате вулканических извержений и представлены чаще всего конусообразными возвышениями, состоящими из лавы, вулканического пепла, крупных, и мелких обломков различных горных пород.

Вулканы бывают действующие и потухшие.

Действующие вулканы характеризуются периодическими извержениями, сопровождающимися взрывами газов и иногда излиянием лавы.

Потухшие уже длительное время находящиеся в состоянии покоя.

Высота вулканических конусов над окружающей местностью бывает до 3—4 км и более.

На вершине вулкана находится кратер - воронкообразное углубление, через которое обычно происходит извержение. Размеры кратера могут быть различные: от сотен метров до 20—25 км в диаметре и от 40 до 1 000 м глубины.

Некоторые вулканы имеют несколько кратеров, расположенных на вершине и на склонах. Иногда из обширного кратера древнего вулкана поднимается дополнительный конус меньших размеров.

Склоны вулканов, за редким исключением слабо вогнутые. Средний угол их падения  $14^{\circ}$ - $15^{\circ}$ , в верхней части уклон может достигать  $30^{\circ}$ - $35^{\circ}$ . Обыкновенно склоны вулканов в большей или меньшей степени изрезаны узкими оврагами (барранкосами) с крутыми боками и заваленным каменными обломками дном. Барранкосы сильно ветвятся, вследствие чего - разделяющие их пространства часто имеют вид острых гребней.

Действующие вулканы имеют правильную коническую форму со склонами, слабо расчлененными барранкосами. Это объясняется тем что материал извержений идет почти целиком на построение конуса и, отлагаясь вокруг кратера, засыпает все мелкие неровности рельефа. Потоки лавы застывают на склонах вулканов, образуя поверхности с очень неровным (волнистым или глыбистым) рельефом. Здесь в изобилии встречаются лавовые уступы и другие формы рельефа, обусловленные вулканической деятельностью. У потухших вулканов кратер обычно разрушен, а склоны густо изрезаны барранкосами. Некоторые потухшие вулканы разрушены настолько сильно, что от них сохранились только руины в виде изолированных центральных вершин и радиально расходящихся от них отрогов. Примером сильно разрушенных вулканических форм является гора Карадаг в Крыму.

Кроме конических вулканов, известны также щитовые, имеющие форму слабо выпуклого щита. Их склоны очень пологи ( $2^{\circ}$ - $10^{\circ}$ ). При той же высоте, что и конические, щитовые вулканы занимают значительно большую площадь. Они распространены в Исландии, на Гавайских островах и в других местах.

Наиболее примитивной разновидностью вулканов являются так называемые маары - воронкообразные и реже цилиндрические углубления среди ровной местности. Форма их округлая или слегка овальная, иногда они окружены невысоким валом. Маары нередко заполнены водой, представляя собой озера. Размер их поперечника колеблется в широких пределах и достигает 2—3 км. Маары встречаются в вулканической области Овернь (Франция) и в других местах.

Недоразвившимися вулканами являются лакколиты. Они состоят из застывшей на глубине магмы, обнажившейся вследствие того, что вышележащие рыхлые породы были смыты. Лакколиты поднимаются часто среди равнинной местности в виде возвышенностей, имеющих правильную куполообразную форму. Примером лакколита могут служить горы Аю-даг в Крыму, Машук на Кавказе.

Вулканы широко распространены на земном шаре, особенно в районе Тихого океана. В РФ на Камчатке насчитывается более 125 вулканов, из них около 20 действующих. Наиболее высокий вулкан Камчатки - Ключевская сопка высотой 4 850 м. Курильские острова представляют собой гирлянду вулканов, разобщенных морскими проливами.

### **Изображение вулканического рельефа на картах.**

Для правильной» изображения рельефа вулканических поднятий необходимо передавать на картах, особенно крупного масштаба, следующие характерные особенности вулканических образований: форму вулкана (коническая, куполообразная, щитовая и пр.), строение кратера, характер расчленения склонов, сеть барранкосов, строение эрозионной сети вулканического района.

При изображении вулканов плавными горизонталями без учета формы и расчленения склонов сильно искажается морфология вулканического рельефа.

Общая вогнутая форма склонов вулканов передается изменением заложения между горизонталями, которое к вершине постепенно уменьшается.

Количество барранкосов на склоне вулканов бывает настолько много, что изобразить все не представляется возможным, даже на карте масштаба 1 : 50 000. Поэтому речь может идти лишь о показе направления барранкосов и относительной густоты их. С помощью горизонталей и условного знака промоин эта задача решается удовлетворительно. Горизонталю на картах приобретают довольно сложный и извилистый рисунок, особенно в вершинной части вулкана, где сеть барранкосов и гребней наиболее густа.

В нижней пологой части склонов дно барранкосов становится более широким, а скаты более пологими, благодаря чему барранкосы могут быть изображены горизонталями. Применение условного знака промоин здесь привело бы к искажению характера рельефа. В нижней части вулкана горизонталю, вырисовывающие междолинные пространства и поверхности между барранкосами должны, быть слегка прогнуты в сторону вершины конуса.

Эрозионная сеть вулканических районов имеет радиальное строение; это необходимо выделить на картах. Водотоки почти всегда глубоко врезаются в склоны вулканов, поэтому горизонталю в местах пересечения их должны несколько затягиваться вверх и замыкаться под острым углом.

При изображении лакколлитов необходимо правильно передать горизонталями контраст между окружающей равнинной местностью и самим лакколлитом, представляющим резко выделяющуюся изолированную вершину.

Куполообразная форма лакколита и значительно меньшая по сравнению с вулканами расчлененность склонов оврагами отобразилась плавным рисунком горизонталей и увеличением заложения между ними по направлению от вершины лакколита.

В нижних частях склоны лакколита подвергаются более сильному воздействию эрозии, что в свою очередь, нашло отражение в большей извилистости горизонталей, рисующих эти части склонов.

### **Рельеф песков.**

В пустынях широко распространены формы песчаного рельефа, созданные деятельностью ветра. Наиболее характерными среди этих форм являются грядовые пески, ячеистые, лунковые, кучевые и барханы.

Кроме того, ветровые песчаные формы образуются на берегах морей, озер и в долинах крупных рек. Они называются дюнами.

Грядовые пески имеют наиболее широкое распространение. Гряды относятся к формам полужакрепленных малоподвижных песков.

Для песчаных гряд, распространенных в пустынных областях РФ характерна вытянутость преимущественно в меридиональном направлении с небольшими отклонениями к северо-востоку и северо-западу, т. е. в направлении господствующих ветров. Формирование гряд происходит за счет песка, выдуваемого из межгрядовых понижений. Если помимо

одного главенствующего ветра, под углом к нему дует другой менее сильный ветер, то образуются так называемые «усы», разгораживающие межгрядовые понижения. Поперечный профиль гряд имеет форму пологой и низкой дуги; склоны примерно симметричны, гребень округлый. Ширина межгрядовых понижений колеблется от 50 до 200 м и бывает немного меньше ширины самих гряд. Длина гряд в среднем 2—3 км, высота - 10 - 30 м..

Грядово-ячеистые пески возникают тогда, когда наряду с господствующими ветрами одного направления дуют ветры другого направления, под влиянием которых гряды приобретают несимметричную строение: один склон становится пологим, другой более крутым. Кроме того, между грядами образуются перемычки, разделяющие продольные межгрядовые понижения на отдельные вытянутые ячейки.

Ячеистые пески отличаются от предыдущего типа отсутствием ориентированных гряд и сложностью рисунка, образованного короткими, не имеющими определенной ориентировки песчаными грядами и перемычками. В плане ячейки имеют округлую или многогранную форму (напоминают пчелиные соты), иногда вытянуты в одном направлении.

Лунковые пески характеризуются преобладанием котловин, близким к полулунной форме. Каждая котловина, с одной стороны, ограничена дугообразными грядами, напоминающими по форме барханы, но отличающимися от них более симметричным строением вследствие меньшей длины и большей крутизны наветренного склона.

Кучевые пески представляют собой накопления песка около некоторых видов пустынных растений (саксаула, тамариска и других). Они имеют вид отдельно разбросанных куч в среднем высотой 2 - 6 м.

Барханы образуются на ровной поверхности при небольшом количестве сыпучего песчаного материала, подстилаемого плотным грунтом. Барханы лишены растительности и представляют собой формы подвижных песков. Важным условием для образования барханов является наличие ветра одного господствующего направления или ветров противоположных направлений, когда в течение одной части года или сезона ветер дует, например, с северо-запада, а другую часть года с юго-востока.

Высота одиночных барханов не превышает 3—5 м, редко достигает 8 м. При сильных устойчивых ветрах одного направления барханы начинают двигаться со скоростью до 12 м в месяц. При постоянном чередовании ветров противоположных направлений основная часть барханов остается неподвижной, перемещаются только рога. Барханы бывают единичные, рассеянные по площади в беспорядке. В тех местах, где песка накапливается больше, образуются барханные цепи. Они имеют острый гребень, описывающий в плане небольшие дуги.

Гряды барханов вытянуты перпендикулярно к направлению господствующих ветров и поднимаются над разделяющими их понижениями до 8—10 м, а в отдельных случаях и больше. Длина цепей различна, от 30—40 до 400 м. Барханные цепи тоже имеют пологий наветренный склон с углом падения 12°—15°. По сравнению с барханами барханные цепи представляют образования менее подвижные.

Пирамидальные пески имеют ограниченное распространение. Они представляют собой группы изолированных песчаных возвышенностей иногда значительной высоты (до 500—800 метров). Среди крупных возвышенностей рассеяны более мелкие. По формам они напоминают пирамиды, число граней которых может достигать до 5м. и более. От крупных возвышенностей во все стороны отходят отроги. Пирамидальные пески часто развиваются на фоне барханных.

Дюнами называются песчаные накопления в виде продолговатых холмов, вытянутых перпендикулярно к направлению преобладающих ветров, поэтому их иногда называют поперечными дюнами.

Склоны дюн с наветренной стороны пологие (5°-12°), с подветренной крутые (до 25°- 32°). Дюны могут быть как неподвижные (закрепленные растительностью), так и подвижные. Последние иногда соединяются в длинные неравные прерывистые цепи, которые пере-

мещаются в направлении господствующего ветра. Дюны часто встречаются на побережье морей, больших озер, в долинах крупных рек. Вдали от морей, озер и рек на песчаных грунтах встречаются материковые дюны. В плане они обычно имеют дугообразную форму.

### **Изображение рельефа песков на картах.**

На топографических картах, как правило, показывается не рельеф песков, а лишь наличие песков, для чего используются стандартные условные знаки в виде равномерно расставленных точек, среди которых даны редко разбросанные сгущения их, изображающие бугры или гряды. Естественно что такие условные знаки не могут дать представления о рельефе песков.

Рельеф песков настолько сложен, разнообразен и обладает такой дробностью расчленения, что более или менее точную картину могут дать космические фотоснимки.

В основном можно использовать районы песков, закрепленными посадками и заросшими. Также районы закрепленных песков по долинам рек.

### **Антропогенный рельеф.**

**Антропогенный рельеф** – совокупность форм рельефа, созданных или значительно измененных хозяйственной деятельностью человека. Можно говорить о собственно антропогенных формах рельефа, т. е. заново созданных человеком, и о формах рельефа, возникающих в результате резкого усиления или изменения природных процессов под влиянием хозяйственной, как преобразовательной (созидательной), так и нерациональной (разрушительной) деятельности. Во втором случае возникает антропогенно - обусловленный рельеф.

Все геологические и рельефообразующие процессы, возникающие под влиянием человеческой деятельности, называются антропогенными процессами. Качественные отличия антропогенных геологических процессов и явлений выборочно заключаются в том, что они:

- Являются результатом не стихийных сил природы, а сознательного воздействия человека на природу;
- Во многих случаях могут быть предотвращены и зарегулированы;
- по своей направленности и характеру проявления могут не соответствовать природным условиям местности, например, местные землетрясения, вызванные взрывами в сейсмической зоне, образование обвалов и осыпей в условиях плоскоравнинной местности при устройстве выемок и насыпей и др.;
- Формируются избирательно, в зависимости от направления и характера деятельности человека.

Антропогенные геологические процессы определяются особенностями закономерностями своего развития.

По характеру распространения подразделяются на точечные, очаговые, локальные (местные), линейные, крупноплощадные, региональные и глобальные;

по расположению различаются на наземные, приповерхностные и глубинные;

по характеру взаимодействия с грунтами делятся на две основные группы:

- Литогенные - связанные непосредственно с грунтами (просадки, провалы, оползни и др.);
- Внелитогенные - не связанные непосредственно с грунтами (заболачивание, затопление, накопление твердых отходов и др.).

В настоящее время человек перемещает ежегодно около 3 тыс. км<sup>3</sup> почвы в процессе производства сельскохозяйственных работ, извлекает из земной коры около 100 млрд. т руд и строительных материалов, перемещает сотни миллиардов тонн грунта при строительстве разных инженерных сооружений, рассеивает на полях около 300 млн. т минеральных удобрений, а также весьма значительно изменяет рельеф на многих участках земной поверхности.

К формам рельефа, непосредственно созданным руками человека, можно, например, отнести:

- Террасы на склонах в южных районах, сооружаемые под посевы риса и другие культуры, требующие для своего роста постоянного избыточного увлажнения;
- Карьеры при добыче полезных ископаемых открытым способом;
- Отвалы пустой породы в виде крупных искусственных холмов – терриконов около шахт, где добываются те или иные полезные ископаемые.

Деятельность человека оказывает огромное влияние на большинство процессов экзогенного рельефообразования (например, оврагообразования в связи с ведением сельского хозяйства).

По происхождению все собственно антропогенные формы рельефа делятся на две основные группы: техногенный рельеф, созданный в процессе промышленной деятельности человека, и агрогенный, созданный в результате сельскохозяйственной деятельности.

Техногенный рельеф включает разнообразные формы рельефа в районах разработки полезных ископаемых, в местах гидротехнических сооружений, при градостроительных работах, при прокладке железных и шоссейных дорог, при постройке портовых сооружений и т. д.

В местах горных работ ведется добыча полезных ископаемых открытым и закрытым способами. Открытый способ добычи экономичнее, но при этом образуются карьеры (до 200-300 м глубиной) и отвалы пустой породы. При шахтном способе добычи угля и других полезных ископаемых неотъемлемой частью ландшафта становятся терриконы – конусообразные насыпи пустой породы и подземные выработки – шахты, штольни, над которыми в результате просадки грунта могут возникнуть и образуются понижения и провалы различной глубины и формы. Опускание поверхности наблюдается и при усиленной откачке нефти или воды. Так, например, вследствие большого забора воды на территории Мехико и его окрестностей началась просадка поверхности в отдельных районах до 3-4 см/год, и город потерял устойчивость. В Татарстане из-за интенсивной откачки нефти наблюдаются

В связи с ростом открытых способов добычи полезных ископаемых (угля, руд, торфа, песков и др.) образуется много бросовых земель, которые необходимо рекультивировать. Выделяют техническую рекультивацию – выравнивание поверхности, иногда террасирование, потом биологическую рекультивацию – посадку деревьев, садов. В местах богатых почв, например, черноземов, необходимо предварительно (до начала горных работ) убрать и сохранить гумусовый горизонт, чтобы потом после технической рекультивации покрыть им поверхность. В настоящее время восстановленные земли используют для сельскохозяйственного производства – полеводства, овощеводства, садоводства, под леса и парки, выработанные карьеры превращают в пруды для рыбозаводства, для водных спортивных мероприятий, для организации рекреационных зон. В странах с ограниченными земельными ресурсами проблема рекультивации земель решается быстрее и лучше, чем в нашей стране.

Помимо горных работ, существенно изменяется рельеф при инженерно-строительных работах. Так, при строительстве городов предварительно создают поверхность антропогенной планировки – убирают речки в трубы, спрямляют русла и бетонируют берега рек, засыпают балки. При строительстве железных и шоссейных дорог предварительно выравнивают трассы: создают насыпи, делают выемки. В горах срезают склоны, прокладывают тоннели.

Активно преобразует ландшафты гидротехническое строительство. Водоохранилища на крупных реках нередко затопляют огромные площади пойменных и террасовых земель: примером тому служат Каховское водохранилище на Днестре, Рыбинское, Куйбышевское и другие на Волге и т. д. Дноуглубительные и русловыправительные работы на реках сопровождаются образованием новых пляжей и осередков на отвалах грунта.

Прокладке оросительных каналов и дренажных траншей сопутствуют отвалы, то же возникает возле искусственных прудов-копаней, при создании водохранилищ на малых реках возводятся земляные плотины.

Большие изменения под влиянием хозяйственной деятельности человека наблюдаются на побережьях. Создание пляжей, молв, защитных дамб и плотин изменяет процессы абразии и аккумуляции наносов у побережий, образуются новые косы, отмели, острова и

пр. Поговорка, что «голландцы создали свою страну» близка к истине, ибо около 40% ее территории лежит ниже уровня моря на осушенных маршах-польдерах. Необходимо отметить также следы военной эрозии: траншеи, рвы, землянки, доты, оборонительные насыпные сооружения и многочисленные воронки от бомб. В 1952 г. взрывом термоядерного устройства был уничтожен остров Элгелаб в Тихом океане. Вместо него образовалась воронка более 1 км диаметром.

К древним антропогенным формам рельефа относятся насыпные холмы, окруженные рвами, на месте поселений людей, курганы – сторожевые и на месте погребений.

Антропогенный рельеф наблюдается там, где под влиянием сельскохозяйственной деятельности происходит рыхление почвогрунтов и выравнивание поверхности на пашнях. На склонах широко применяется террасирование (создание искусственных горизонтальных площадок с насыпным грунтом) и обваловывание, строятся гидротехнические сооружения. На болотах и заболоченных землях проводятся осушительные мероприятия (дренажные траншеи) и впоследствии выравнивание закороченной поверхности под пашни и луга.

Создаваемые в процессе хозяйственной деятельности искусственные формы рельефа становятся составной частью окружающего естественного ландшафта и, если они специально не законсервированы, дальше развиваются по общим природным законам.

### ***Заключение.***

Масштабы карт для рогейна 1:20 000 – 1: 50 000. Площади карт 70 – 120 км квадратных. Создание полноценных карт требует новых технологий и обучению основам картографии (составлению карт по картам спортивного ориентирования, генерализации элементов содержания).

Новые технологии:

- Использование космических фотоснимков и глобальных цифровых моделей местности;
- Съёмка района беспилотными аппаратами;
- Фотограмметрическое создание модели рельефа;
- Обследование с помощью GPS и Глонасс.

Освоение основ картографии:

Создание условных знаков для карт рогейна;

Основы генерализации, применительно к картам рогейна.