

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.15 Картография**

**Направление подготовки:** 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

**Профиль обучения** Землеустройство

**Форма обучения:** очная

## СОДЕРЖАНИЕ

### 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ 3

1.1 Лекция №1 (2 часа).....	2
Тема: Введение в картографию.....	2
1.2 Лекция №2 (2 часа).....	2
Тема: Математическая картография.....	2
1.3 Лекция №3 (2 часа).....	2
Тема: Картографические проекции и их классификация. ....	2
1.4 Лекция №4 (2 часа).....	2
Тема: Картографические источники для создания земельно-ресурсных карт.....	2
1.5 Лекция №5 (2 часа).....	2
Тема: Генерализация картографического изображения.. ...	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.6 Лекция №6 (2 часа).....	2
Тема: Картографические знаки и способы изображения тематического содержания. ....	2
1.7 Лекция №8 (1 часа).....	2
Тема: Легенда карты. Картографические шкалы... ..	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.8 Лекция №9 (1 часа).....	2
Тема: Основные этапы создания карт.. ....	2
1.9 Лекция №4 (2 часа).....	2

### 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ .....31

<b>ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ</b> .....	31
2.1 Лабораторная работа №1 (2 часа).....	2
Тема: Разграфка и номенклатура листов карты .....	2
2.2 Лабораторная работа №2 (2 часа).....	2
Тема: Масштаб карты	
2.3 Лабораторная работа №3 (2 часа).....	2
Тема: Географическая система координат	
2.4 Лабораторная работа №4 (2 часа).....	2
Тема: Картографические проекции . ....	2
2.5 Лабораторная работа №5 (2 часа).....	2
Тема: Измерение по картам длин .....	2
2.6 Лабораторная работа №6 (2 часа).....	2
Тема: Измерение по картам площадей . ....	2
2.7 Лабораторная работа №7 (2 часа).....	2
Тема: Углы направлений . ....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.8 Лабораторная работа №8 (2 часа).....	2
Тема: Содержание топографических карт . ....	2
2.9 Лабораторная работа №9 (2 часа).....	2
Тема: Изображение рельефа на топографических картах . ....	2
2.10 Лабораторная работа №10 (2 часа).....	2
Тема: Построение профиля по карте . ....	2
2.11 Лабораторная работа №11 (2 часа).....	2
Тема: Описание местности по топографической карте. ....	2
2.12 Лабораторная работа №12 (2 часа).....	2
Тема: Угломерная съемка местности . ....	2
2.13 Лабораторная работа №13 (2 часа).....	2
Тема: Определение по картам качественных и количественных характеристик объектов местности и явлений .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.14 Лабораторная работа №14 (2 часа).....	2
Тема: Изучение по картам формы и размеров объектов и явлений, особенностей и закономерностей их размещения, взаимосвязей и зависимостей, динамики и прогноза	

развития .....	2
2.15 Лабораторная работа №15 (2 часа).....	2
Тема: Решение по картам инженерных задач	
<b>3. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....</b>	<b>79</b>
<b>ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ .....</b>	<b>79</b>
<b>4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....</b>	<b>79</b>
<b>ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ .....</b>	<b>79</b>

## 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

### ЛЕКЦИЯ №1

#### Тема: Введение в картографию

#### 1) Предмет, структура и связь с другими науками.

Картография – это наука о картах как особом способе изображения действительности, их создании и использовании (Международная картографическая ассоциация).

Картография – область науки, техники и производства, охватывающая изучение, создание и использование картографических произведений (Гос. стандарт карт.терминов).

#### **Структура картографии:**

*Картоведение* изучает общую теорию, предмет и проблемы картографии, а также вопросы методов создания и использования карт.

*Математическая картография* изучает матем.основу карт, разрабатывает теорию картогр.проекций, исследует распределение и влияние искажений в них.

*Проектирование и составление карт* - дисциплина, разрабатывающая методики и технологии лабораторного (камерального) создания и редактирования картографических произведений.

*Картографическая семиотика* разрабатывает язык карты, систему картогр. знаков (словарь) и правила из использования (грамматику языка).

*Оформление карт* изучает теорию и методы худ. проектирования картогр. произведений, их штрихового и красочного оформления, в том числе и с помощью компьютеров.

*Издание карт* – дисциплина, разрабатывающая технологии подготовки к изданию и печатания тиражей карт, атласов и др.

*Использование карт* – раздел картографии, разрабатывающий теорию и методы применения картогр. произведений в различных областях научной, практической, культурной, образовательной деятельности.

*Картографическая информатика* занимается разработкой методов сбора, хранения и распространения информации о картогр. произведениях.

*Картографическая топонимика* изучает геогр. названия и разрабатывает принципы передачи их на геогр. картах. Сбор, нормализация и стандартизация названий и терминов, наносимых на карты.

*История картографии* – изучает историю идей, представлений, методов картографии, развитие картографического производства.

Современная картография имеет прочные связи со многими философскими, естественными и техническими науками и научными дисциплинами:

- Науки о Земле и планетах
- Логико-философские науки
- Социально экономические науки
- Математика
- Дистанционное зондирование
- Изобразительное искусство
- Техника, автоматика, информатика, электроника
- Астрономия и геодезические науки
- Геоинформатика

## 2) Элементы карты.

Элементы карты — это ее составные части, включающие само **картографическое изображение, легенду и зарамочное оформление.**

*Картографическое изображение*, - содержание карты, совокупность сведений об объектах и явлениях, их размещении, свойствах, взаимосвязях, динамике.

Общегеографические карты имеют следующее содержание: населенные пункты, социально-экономические и культурные объекты, пути сообщения и линии связи, рельеф, гидрографию, растительность и грунты, политико-административные границы.

На тематических и специальных картах различают две составные части картографического изображения. Во-первых, это географическая основа, т.е. общегеографическая часть содержания, которая служит для нанесения и привязки элементов тематического или специального содержания, а также для ориентировки по карте. Во-вторых, тематическое или специальное содержание (например, геологическое строение территории или навигационная обстановка).

**Легенда** - система использованных на ней условных обозначений и текстовых пояснений к ним.

Для топографических карт составлены специальные таблицы условных знаков. Они стандартизированы и обязательны к применению на всех картах соответствующего масштаба. На большинстве тематических карт обозначения не унифицированы, поэтому легенду размещают на самом листе карты. Она содержит разъяснения, истолкование знаков, отражает логическую основу и иерархическую соподчиненность картографируемых явлений.

*Математическая основа* - координатные сетки, масштаб и геодезическая основа (градусная рамка, опорные пункты).

На мелкомасштабных картах элементы геодезической основы не показываются.

*Компоновка карты* тесно связана с математической основой, взаимное размещение в пределах рамки изображаемой территории, названия карты, легенды, дополнительных карт и других данных.

*Вспомогательное оснащение карты* облегчает чтение и пользование ею (например, на топографической карте помещают шкалу крутизны для определения углов наклона склонов), разнообразные справочные сведения.

К *дополнительным данным* относятся карты-врезки, фотографии, диаграммы, графики, профили, текстовые и цифровые данные.

### **3) Классификация карт.**

*Классификация карт* — это система, представляющая совокупность карт, подразделяемых (упорядоченных) по какому-либо избранному признаку.

#### *1) Классификация карт по масштабу:*

- планы — 1:5 000 и крупнее;
- крупномасштабные — 1:10 000 — 1:200 000;
- среднемасштабные — 1:200 000 до 1:1 000 000 включительно;
- мелкомасштабные — мельче 1:1 000 000.

#### *2) По пространственному охвату:*

- карты Солнечной системы и звездного неба
- карты планет, в том числе Земли
- карты материков и океанов, а после этого возможны разные разветвления классификации:
  - по административно-территориальному делению;
  - по природным районам;
  - по экономическим регионам;
  - по естественно-историческим областям.

Карты океанов подразделяют на карты морей, заливов, проливов, гаваней.

Классификация карт по пространственному охвату (по территории) чаще всего используется в картохранилищах и библиотеках.

#### *3) Классификация карт по содержанию*

- общегеографические карты;
- тематические карты;
- специальные карты.

*Общегеографические карты.* Эти карты отображают совокупность элементов

местности, имеют многоцелевое применение при изучении территории, ориентировании на ней, решении научно-практических задач. На общегеографических картах показу всех элементов уделяют равное внимание, изображая все объекты, видимые на местности. Дальнейшая классификация общегеографических карт почти полностью совпадает с их делением по масштабу:

- топографические — в масштабах 1:100 000 и крупнее;
- обзорно-топографические — в масштабах 1:200 000 — 1:1 000 000;
- обзорные — мельче 1:1 000 000.

*Тематические карты.* Категория карт природных и общественных (социальных и экономических) явлений, их сочетаний и комплексов. Содержание карт определяется той или иной конкретной темой.

Группа карт природы охватывает карты литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы. Они подразделяются на следующие крупные блоки:

- геологические
- геофизические
- рельефа земной поверхности и дна океанов
- метеорологические и климатические
- гидрологические (вод суши)
- океанологические
- почвенные
- ботанические
- зоогеографические
- медико-географические
- общие физико-географические

Карты общественных явлений охватывают социосферу и техносферу.

- Карты населения
- Карты хозяйства
- Карты обслуживания и здравоохранения
- Карты науки и культуры
- Карты политические и политико-административные
- Карты исторические

*Специальные карты.* Карты этой группы предназначены для решения определенного круга задач или рассчитаны на определенные круги пользователей. Чаще всего это карты технического назначения:

- Карты навигационные

- Карты технические
- Карты кадастровые
- Карты проектные

Но эта классификация не отличается строгостью. К числу специальных можно, отнести карты учебные, экскурсионные, спортивные и другие. Иногда в основание для подобной классификации кладут назначение карт.

## ЛЕКЦИЯ №2

### Тема: Математическая картография

#### 1) Основные понятия из математической картографии.

Математическая картография — дисциплина, изучающая математическую основу карт. В ней разрабатываются теория и методы создания картографических проекций, анализируются распределение искажений в них, построение картографических сеток с заданными условиями.

Математическая основа карты состоит из совокупности математических элементов, которые определяют математическую связь между картой и отображаемой поверхностью. К элементам математической основы карты относят её масштаб, картографическую проекцию, координатную сетку, а также элементы компоновки, систему разграфки и опорную геодезическую сеть.

Математическая определенность карт предполагает установление строгой функциональной зависимости между координатами точек земной поверхности (обычно географическими) и прямоугольными тех же точек на карте. Такое построение географической карты как бы включает 3 действия для перехода от физической поверхности Земли к ее изображению на плоскости.

Первое действие. Проектирование *физической (топографической) поверхности*, отличающейся сложным рельефом, множеством явлений и объектов, на *условную, более простую поверхность Земли*.

Второе действие. Уменьшение этой условной поверхности до масштаба проектируемой карты и получение таким образом модели Земли.

Третье действие. Разворачивание уменьшенной модели Земли на плоскость.

**Геоид** - сложная фигур нашей планеты, ограниченная уровенной поверхностью океана.

Наилучшее геометрическое приближение к реальной фигуре Земли дает **эллипсоид вращения** – геометрическое тело, которое образуется при вращении эллипса вокруг его малой оси.

Вычисление и уточнение размеров земного эллипсоида, началось еще в 18 веке и продолжают в настоящее время, так как это сложная задача: нужно рассчитать геом. правильную фигуру – **референц – эллипсоид**.

Многие исследователи, пользуясь разными исходными данными и методиками расчета, получают неодинаковые результаты, поэтому в разных странах и в разные времена параметры эллипсоидов отличаются.

В России принят **референц – эллипсоид Ф.Н. Красовского** (1940 г.). Его параметры: большая полуось (а) – 6 378 245 м;

малая полуось (б) – 6 356 864 м;

сжатие  $\alpha = (a-b) / a = 1:298,3$

В 1990 году для решения задач, связанных с использованием космических аппаратов, спутников официально принят новый эллипсоид **ПЗ – 90** (параметры Земли 1990): большая полуось (а) – 6 378 136 м;

малая полуось (б) – 6 356 751 м;

сжатие  $\alpha = (a-b) / a = 1:298,258$

Карты, составленные на основе разных эллипсоидов, получаются в разных координатных системах. Отличия особенно заметны на крупномасштабных картах при определении по ним точных координат объектов. Более того, иногда вместо эллипсоида берут шар и тогда  $R_{\text{ср}} = 6367,6$  км.

## 2) Масштабы карт.

Масштаб карты меняется не только от точки к точке, но и от точки по разным направлениям. Поэтому различают **главные** и **частные** масштабы длин и площадей. Главный масштаб длин есть отношение, показывающее, во сколько раз уменьшатся линейные размеры эллипсоида при их отображении на карте. Он сохраняется не на всей карте, а лишь в тех её точках и линиях, где нет искажений длин. Масштаб длин в других местах карты больше или меньше главного масштаба, и его называют частным масштабом длин. Обычно его выражают в долях главного масштаба, принимая последний равным единице. Поэтому частный масштаб длин –  $\mu$  определен как отношение длины бесконечно малого отрезка  $ds'$  на карте к длине соответствующего бесконечно малого отрезка  $ds$  на поверхности эллипсоида:

$$\mu = \frac{ds'}{ds}$$

На карте чаще всего подписывают главный масштаб длин.

Главный масштаб площадей есть отношение, показывающее, во сколько раз уменьшены площадные размеры поверхности эллипсоида при их отображении на карте. Он сохраняется на карте только в тех местах, где нет



искажений площадей. В других местах карты масштабы площадей больше или меньше главного и их называют частными масштабами площадей. Частный масштаб площадей  $p$  есть отношение бесконечно малой площади  $dp'$  на карте к соответствующей бесконечно малой площади  $dp$  на поверхности эллипсоида:

$$p = \frac{dp'}{dp}$$

### 3) Компоновка карты.

Мы уже говорили о том, что к элементам карты, кроме картографического изображения и элементов математической основы, относятся вспомогательное оснащение и дополнительные данные.

Оптимальное, сбалансированное размещение всех элементов карты на физической основе (бумаге, пластике) называется компоновкой карты.

Особенностью составления сельскохозяйственных карт является то, что они создаются в пределах административных единиц (район, область) и при компоновке необходимо учитывать ряд важных факторов, таких как:

- размер и конфигурация картографируемой территории;
- вид и свойства употребляемой проекции;
- масштаб карты, ее формат;
- стандартные размеры бумаги, определенные ГОСТом и употребляемые при издании карт;
- экономические соображения (как можно больше информации, как можно меньше пустых мест);
- вопросы зрительного восприятия и равномерного размещения.

Результаты компоновки оформляются в виде схематического чертежа, который носит название макета компоновки и представляет собой схематический чертеж проектируемой карты.

К макету компоновки предъявляются следующие требования:

1. Макет компоновки выполняется в масштабе создаваемой карты и в той же проекции, что и проектируемая карта.

2. Центральная часть листа отводится под картографическое изображение, оставшееся место между территорией и внутренней рамкой, так называемый «воздух карты», распределяется следующим образом:

– наибольшее место отводится под карту-врезку, средний меридиан которой должен быть параллелен среднему меридиану основной карты; масштаб кратен масштабу основной карты;

– далее определяется место под легенду карты, название карты и прочее вспомогательное оснащение и дополнительные данные.

Название карты может располагаться как в «воздухе карты», так и за рамкой карты, иногда оно усиливается специальной дополнительной рамкой. Переносы и сокращение в названии не допускаются.

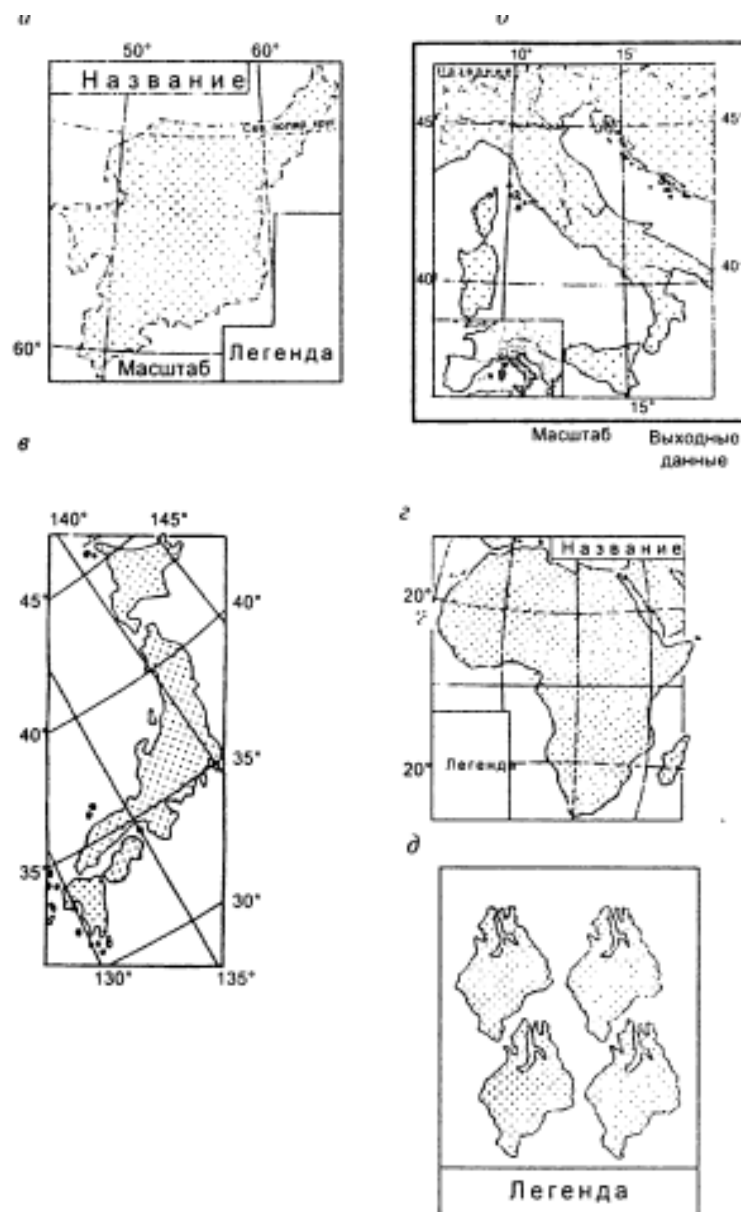


Рис. 3.22. Примеры компоновок однолистных карт.

*а* — размещение картографического изображения, легенды, масштаба и названия карты внутри рамки (Республика Коми); *б* — размещение названия карты-врезки внутри рамки, а масштаба и выходных данных за южной рамкой (Италия); *в* — косая компоновка изображения (Япония); *г* — вывод выступающих частей территории в разрывы рамки карты (Африка); *д* — «плавающая» компоновка карт.

3. Расстояние от картографируемой территории до рамки карты-врезки, других врезок или легенды не должно быть менее 5 мм и более 10 мм.

4. Рамки врезок должны иметь форму, близкую к прямоугольнику или трапеции с минимальным числом углов поворота.

5. На свободных местах сопредельной территории обязательно показываются элементы географической основы.

6. Масштаб карты помещается под названием карты или вблизи от южной рамки карты.

7. Поля карты: 2-3 см – с востока и запада; 3-4 см – с юга и севера.

При сложной конфигурации территории допускается разрывать внешнюю рамку, а также применять так называемую плавающую компоновку, т.е. размещать элементы карты без полей и разграничительных рамок.

8. Вспомогательное и дополнительное оснащение, ограниченное дополнительными рамками, должно иметь не менее 2-х примыканий к внутренней рамке, другим врезкам или соединяться между собой.

9. Картографируемая территория показывается внешним контуром (соответствующим условным знаком границ) с основными ориентирами, которыми могут являться:

- крупная река, крупный водоем
- железная дорога
- шоссейная дорога
- 2-3 крупных населенных пункта

## ЛЕКЦИЯ №3

### Тема: Картографические проекции и их классификация.

#### 1) Картографические проекции. Выбор проекций.

Картографическая проекция – это математический способ отображения поверхности эллипсоида планеты или шара (глобуса) на поверхность карты, устанавливающий аналитическую зависимость между географическими координатами ( $\varphi$  и  $\lambda$ ) точек эллипсоида и прямоугольными координатами тех же точек на плоскости ( $X$  и  $Y$ ). Эта зависимость может быть выражена общими уравнениями (уравнениями проекций):

$$X=f_1(\varphi,\lambda); Y=f_2(\varphi,\lambda)$$

При изыскании любых картографических проекций возникают деформации – сжатия и растяжения из-за того, что сферическую поверхность Земного шара нельзя развернуть на плоскости карты без искажений. Именно поэтому на карте возникает непостоянство масштабов длин и площадей.

В картографических проекциях могут присутствовать следующие виды искажений:

- **искажения длин** — вследствие этого масштаб карты непостоянен в разных точках и по разным направлениям, а длины линий и расстояния искажены;
- **искажения площадей** — масштаб площадей в разных точках карты различен, что является прямым следствием искажений длин и нарушает размеры объектов;
- **искажения углов** — углы между направлениями на карте искажены относительно тех же углов на местности;
- **искажения форм** — фигуры на карте деформированы и не подобны фигурам на местности, что прямо связано с искажениями углов.

В ряде проекций существуют **линии и точки нулевых искажений**, где искажения отсутствуют и сохраняется главный масштаб карты. Для наиболее употребительных проекций существуют специальные вспомогательные карты, на которых показаны эти линии и точки, а кроме того проведены изоколы — линии равных искажений длин, площадей, углов или форм.

#### 2) Классификация картографических проекций.

По характеру искажений:

- Равновеликие проекции **сохраняют площади без искажений**. Такие проекции удобны для измерения площадей объектов, однако, в них значительно нарушены углы и формы, что особенно заметно для больших территорий. Например, на карте мира (рис. 3.5а) приполярные области выглядят сильно сплюснутыми.

- Равноугольные проекции **оставляют без искажений углы и формы контуров, показанных на карте (ранее такие проекции называли конформными)**. Элементарная окружность в таких проекциях всегда остается окружностью, но размеры ее сильно меняются (рис. 3.5б). Такие проекции особенно удобны для определения направлений и прокладки маршрутов по заданному азимуту, поэтому их всегда используют на навигационных картах. Зато карты, составленные в равноугольных проекциях, имеют значительные искажения площадей.

- Равнопромежуточные проекции — **произвольные проекции, в которых масштаб длин по одному из главных направлений постоянен и обычно равен главному масштабу карты**. Соответственно различают проекции *равнопромежуточные по меридианам* — в них без искажений остается масштаб вдоль меридианов, и *равнопромежуточные по параллелям* — в них сохраняется постоянным масштаб вдоль параллелей. В таких проекциях присутствуют искажения площадей и углов, но они как бы уравниваются (рис. 3.5в).

- Произвольные проекции — это все остальные виды проекций, в которых в тех или иных произвольных соотношениях искажаются и площади, и углы (формы). При их построении стремятся найти наиболее выгодное для каждого конкретного случая

распределение искажений, достигая как бы некоторого компромисса. Скажем, выбирают проекции с минимальными искажениями в центральной части карты, «сбрасывая» все сжатия и растяжения к краям.

**По виду нормальной картографической сетки:**

**Цилиндрические проекции** — проектирование с шара (эллипсоида) ведется на поверхность касательного или секущего цилиндра, а затем его боковая поверхность разворачивается в плоскость. Если ось цилиндра совпадает с осью вращения Земли, а его поверхность касается шара по экватору (или сечет его по параллелям), то проекция называется **нормальной (прямой) цилиндрической**. Тогда меридианы нормальной сетки предстают в виде равноотстоящих параллельных прямых, а параллели — в виде прямых, перпендикулярных к ним. В таких проекциях меньше всего искажений в тропических и приэкваториальных областях.

Если ось цилиндра расположена в плоскости экватора, то это — **поперечная цилиндрическая проекция**. Цилиндр касается шара по меридиану, искажения вдоль него отсутствуют, и следовательно, в такой проекции наиболее выгодно изображать территории, вытянутые с севера на юг. В тех случаях, когда ось вспомогательного цилиндра расположена под углом к плоскости экватора, проекция называется **косой цилиндрической**. Она удобна для вытянутых территорий, ориентированных под углом к меридианам (например Курильские острова) (рис. 1).

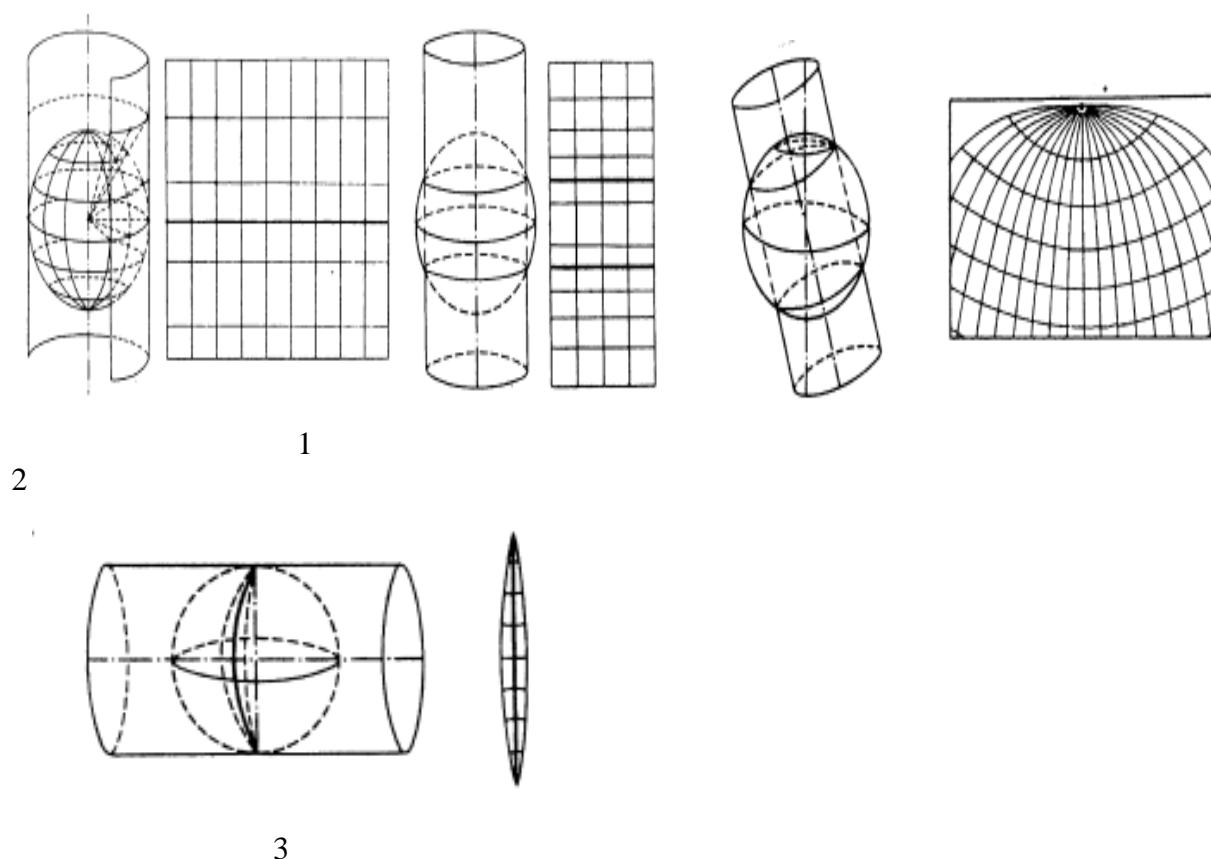


Рис. 1 Цилиндрические проекции:

- 1 - развертка нормальной цилиндрической проекции (проектирование на касательный цилиндр);
- 2 - нормальная цилиндрическая проекция на секущий цилиндр;
- 3 - косая цилиндрическая проекция на секущий цилиндр;
- 4 - поперечная цилиндрическая проекция на касательный цилиндр

**Конические проекции** — поверхность шара (эллипсоида) проектируется на боковую

поверхность касательного или секущего конуса, после чего она как бы разрезается по образующей и разворачивается в плоскость (рис. 2). Различают **нормальную (прямую) коническую проекцию**, когда ось конуса совпадает с осью вращения Земли, **поперечную коническую** — ось конуса лежит в плоскости экватора и **косую коническую** — ось конуса наклонена к плоскости экватора. Удобна для картографирования вытянутых с запада на восток ив средних широтах территории России, Канады, США.

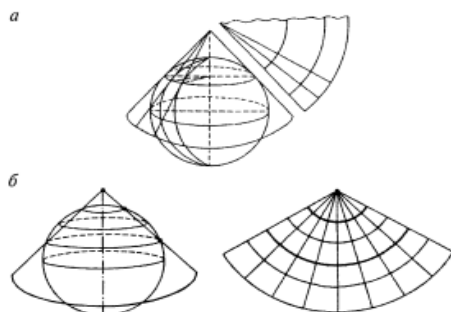


Рис. 2 Нормальная коническая проекция:  
а – проекция на касательный конус и развертка;  
б – проекция на секущий конус.

**Азимутальные проекции** — поверхность земного шара (эллипсоида) переносится на касательную или секущую плоскость. Если плоскость перпендикулярна к оси вращения Земли, то получается **нормальная (полярная) азимутальная проекция**. Параллели в ней являются концентрическими окружностями, а меридианы — радиусами этих окружностей. В этой проекции всегда картографируют полярные области нашей и других планет.

Если плоскость проекции перпендикулярна к плоскости экватора, то получается **поперечная (экваториальная) азимутальная проекция**. Она всегда используется для карт полушарий. А если проектирование выполнено на касательную или секущую вспомогательную плоскость, находящуюся под любым углом к плоскости экватора, то получается **косая азимутальная проекция** (рис. 3).

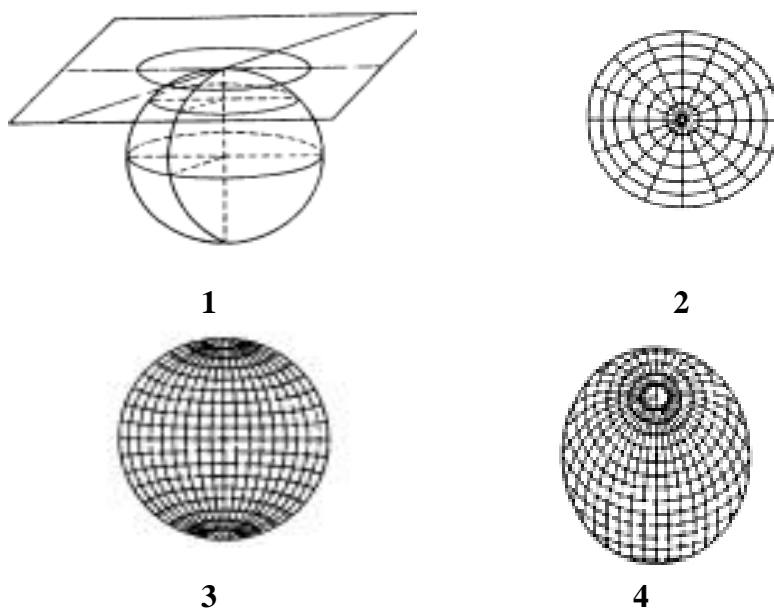


Рис.3 Азимутальные проекции:  
1 нормальная полярная проекция на плоскость;

- 2 – сетка в полярной проекции;  
 3 – сетка в поперечной или экваториальной проекции;  
 4 – сетка в косо́й азимутальной проекции.

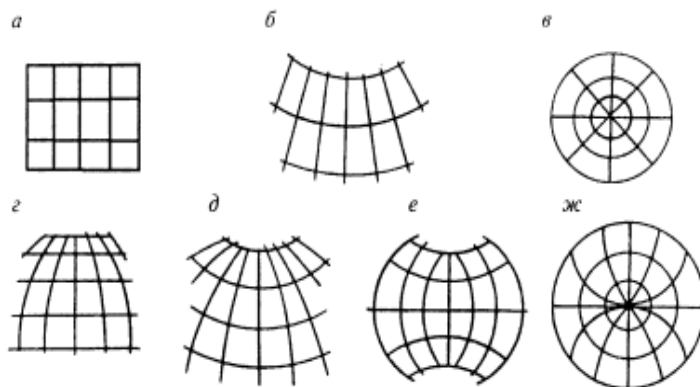


Рис. 4 Вид сетки меридианов и параллелей в разных картографических проекциях:

- а – цилиндрическая;  
 б – коническая;  
 в – азимутальная;  
 г – псевдоцилиндрическая;  
 д – поликоническая;  
 е – псевдоконическая;  
 ж – псевдоазимутальная.

**Условные проекции** – проекции, для которых нельзя подобрать простых геометрический аналогов. Их строят исходя из каких – либо заданных условий (определенного вида географической сетки, того или иного распределения искажений на карте).

**Псевдоцилиндрические проекции** — проекции, в которых параллели — прямые линии (как и в нормальных цилиндрических проекциях), средний меридиан — перпендикулярная им прямая, а остальные меридианы — кривые, увеличивающие свою кривизну по мере удаления от среднего меридиана (рис. 4 г). Чаще всего эти проекции применяют для карт мира и Тихого океана.

**Псевдоконические проекции** — проекции, в которых все параллели изображаются дугами концентрических окружностей (как в нормальных конических), средний меридиан — прямая линия, а остальные меридианы — кривые, причем кривизна их возрастает с удалением от среднего меридиана (рис. 4 е). Применяются для карт России, Евразии, других материков.

**Поликонические проекции** — проекции, получаемые в результате проектирования шара (эллипсоида) на множество конусов. В нормальных поликонических проекциях параллели представлены дугами эксцентрических окружностей, а меридианы — кривые, симметричные относительно прямого среднего меридиана (рис. 4 д). Чаще всего эти проекции применяются для карт мира.

**Псевдоазимутальные проекции** — видоизмененные азимутальные проекции. В полярных псевдоазимутальных проекциях параллели представляют собой концентрические окружности, а меридианы — кривые линии, симметричные относительно одного или двух прямых меридианов (рис. 4 ж). Поперечные и косые псевдоазимутальные проекции имеют общую овальную форму и обычно применяются для карт Атлантического океана или Атлантического океана вместе с Северным Ледовитым.



Рис.5 Сема многогранной проекции и положения листов карт.

**Многогранные проекции** — проекции, получаемые путем проектирования шара (эллипсоида на поверхность касательного или секущего многогранника. Чаще всего каждая грань представляет собой равнобокую трапецию, хотя возможны и иные варианты (шестиугольник, квадрат, ромб). (Рис. 5

## Выбор проекций

На выбор проекций влияет много факторов, которые можно сгруппировать следующим образом:

- географические особенности картографируемой территории, ее положение на земном шаре, размеры и конфигурация;
- назначение, масштаб и тематика карты, предполагаемый круг потребителей;
- условия и способы использования карты, задачи, которые будут решаться по ней, требования к точности результатов измерений;
- особенности самой проекции — искажения длин, площадей, углов и их распределение по территории, форма меридианов и параллелей, их симметричность, изображение полюсов, кривизна линий кратчайшего расстояния.

Первые три группы факторов задаются изначально, четвертая — зависит от них. Например, указывается, что создается настенная карта России для средней школы — значит, территория расположена в средних широтах, масштаб карты не крупнее 1:4 000 000 – 1:5 000 000 измерения по ней проводиться не будут, но желательно не иметь значительных искажений форм и площадей. При отсутствии каких-либо дополнительных условий скорее всего будет избрана одна из равнопромежуточных конических проекций. Если же составляется карта, предназначенная для навигации, то обязательно должна быть использована равноугольная цилиндрическая проекция Меркатора. Если картографируется Антарктида, то почти наверняка будет принята нормальная (полярная) азимутальная проекция и т. д.

Значимость названных факторов может быть различной: в одном случае на первое место ставят наглядность (например, для настенной школьной карты), в другом — особенности использования карты (навигация), в третьем — положение территории на земном шаре (полярная область). Возможны любые комбинации, а следовательно, и разные варианты проекций, тем более что выбор очень велик. Но все же можно указать некоторые предпочтительные и наиболее традиционные проекции.

*Карты мира* обычно составляют в цилиндрических, псевдоцилиндрических и поликонических проекциях (рис. 6). Для уменьшения искажений часто используют секущие цилиндры, а псевдоцилиндрические проекции иногда дают с разрывами на океанах



Рис.6 Примеры проекций для карт мира

1 – цилиндрическая проекция Меркатора;

2 – псевдоцилиндрическая проекция Мольвейде

**Карты полушарий** всегда строят в азимутальных проекциях. Для западного и восточного полушарий естественно брать поперечные (экваториальные), для северного и южного полушарий — нормальные (полярные) (рис. 7), а в других случаях (например, для материкового и океанического полушарий) — косые азимутальные проекции.

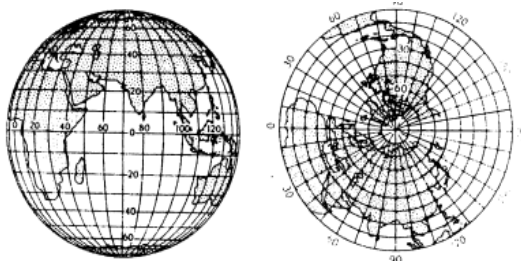


Рис. 7 Проекции для карт полушарий:

- 1 — поперечная азимутальная ортографическая проекция для Восточного полушария;
- 2 — нормальная равнопромежуточная проекция Постеля для Северного полушария

**Карты материков:** Европы, Азии, Северной и Южной Америки, Австралии с Океанией чаще всего строят в равновеликих косых азимутальных проекциях, для Африки берут поперечные, а для Антарктиды — нормальные азимутальные проекции.

**Карты России** в целом составляют чаще всего в нормальных конических равнопромежуточных проекциях с секущим конусом, но в некоторых особых случаях — в поликонических, произвольных и др. На рис. 8 показана наиболее часто употребляемая сетка конической проекции, которая, однако, в некоторых случаях оказывается не совсем удобной. Например, для карты начальной школы проекция должна быть построена так, чтобы самая северная точка России располагалась ближе всего к северной рамке, а Черное море находилось возле южной, а не западной рамки карты.

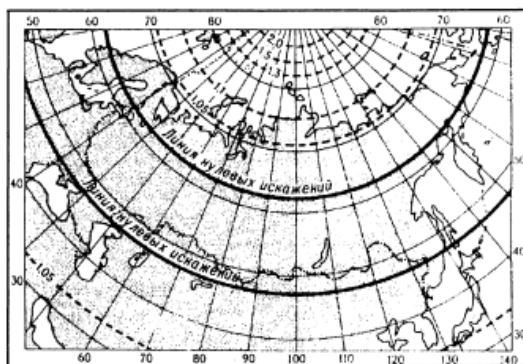


Рис. 8 Проекции для карт России и сопредельных государств:

- 1 – нормальная равнопромежуточная проекция Каврайского;
- 2 – поперечно-цилиндрическая проекция Соловьева.

**Карты отдельных стран**, административных областей, провинций, штатов выполняют в косых равноугольных и равновеликих конических или азимутальных проекциях, но многое зависит от конфигурации территории и ее положения на земном шаре. Для небольших районов задача выбора проекции теряет актуальность, можно использовать разные равноугольные проекции, имея в виду, что искажения площадей на малых территориях почти неощутимы.

**Топографические карты** в России создают в поперечно-цилиндрической проекции Гаусса—Крюгера, а в США и многих других западных странах — в универсальной поперечно-цилиндрической проекции Меркатора (сокращенно UTM). Обе проекции близки по своим свойствам, и та и другая по существу являются многополосными.

**Морские и аэронавигационные карты** всегда даются в цилиндрической проекции Меркатора, а тематические карты морей и океанов — в самых разнообразных, иногда довольно сложных проекциях. Например, для совместного показа Атлантического и Северного Ледовитого океанов применяют особые проекции с овальными изоколами, а для изображения всего Мирового океана — равновеликие **проекции с разрывами** на материках. На рис. 9 представлены две сетки в разорванных проекциях. Одна имеет разрывы на океанах и предназначена для картографирования явлений, расположенных только на суше, а в другой разрывы сделаны на материках. Она выглядит непривычно и состоит как бы из трех лепестков: Тихий океан, Атлантический вместе с Северным Ледовитым и Индийский. Разрывы на материках даны для того, чтобы оставить без искажений площади океанов и проводить по ним измерения.

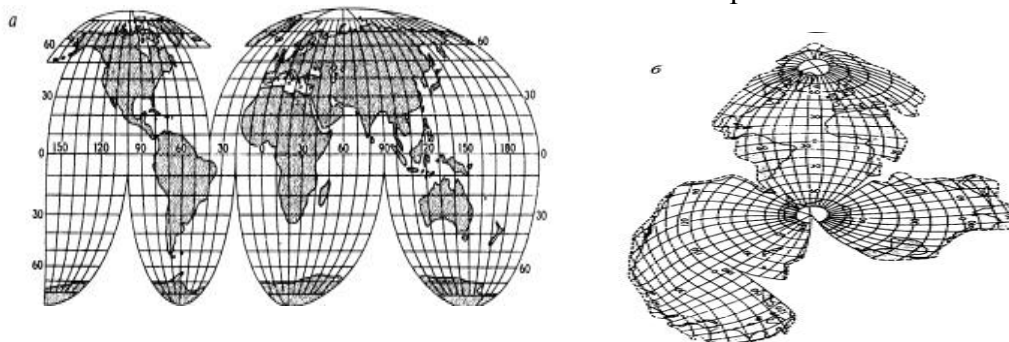


Рис. 9 Проекции с разрывами:

- 1 – разрывы изображения в пределах океана;
- 2 – разрывы изображения в пределах материков.

В любом случае при выборе проекции, в особенности для тематических карт, следует иметь в виду, что обычно искажения на карте минимальны в центре и быстро возрастают к краям. Кроме того, чем мельче масштаб карты и обширнее пространственный охват, тем больше внимания приходится уделять «математическим» факторам выбора проекции, и наоборот — для малых территорий и крупных масштабов более существенными становятся географические факторы.

### 3) Проекция Гаусса-Крюгера

**Проекция Гаусса — Крюгера** — поперечная цилиндрическая [равноугольная картографическая проекция](#), разработанная немецкими учёными [Карлом Гауссом](#) и [Луи Крюгером](#). Применение этой проекции даёт возможность практически без существенных искажений изобразить довольно значительные участки земной поверхности и, что очень важно, построить на этой территории систему плоских [прямоугольных координат](#). Эта система является наиболее простой и удобной при проведении инженерных и топографо-геодезических работ

В проекции Гаусса-Крюгера сохраняется равенство углов; осевой меридиан и экватор

изображаются на плоскости проекции двумя взаимно перпендикулярными линиями, принимаемыми за оси абсцисс и ординат; масштаб проекции вдоль осевого меридиана постоянный и равен единице. Проектирование осуществляется на вспомогательный цилиндр, располагаемый перпендикулярно к оси вращения земного шара и касающийся эллипсоида по меридиану. После проектирования цилиндр разрезается по образующим, проходящим через полюса, и разворачивается в плоскость. По мере удаления от касательного (осевого) меридиана происходит быстрое увеличение искажений. Поэтому проектирование ограничивается в интервале (зоне) долгот  $6^\circ$  (число всех шестиградусных зон равно 60); счёт зон ведётся от Гринвичского меридиана на западе. Долгота осевого меридиана зоны определяется по формуле:  $L^\circ = 6^\circ N - 3^\circ$ , где  $N$  — порядковый номер зоны.

В каждой зоне самостоятельная система прямоугольных координат, начало которой относится к точке пересечения осевого меридиана (ось  $X$ ) с проекцией экватора (ось  $Y$ ). Для всех зон значения координаты  $X$  в северном полушарии положительные, в южном — отрицательные; координаты  $Y$  на востоке положительные, на западе отрицательные. Для удобства на практике все координаты  $Y$  принимаются положительными; для этого условно ось  $X$  выносится на 500 км на запад.

Проекция Гаусса-Крюгера имеет свои преимущества и недостатки.

**Преимущества:** небольшое число зон, каждая из которых охватывает значительную территорию, ограниченную двумя меридианами с разностью долгот в  $3^\circ$  или  $6^\circ$ ; умеренное и легко учитываемое изменение масштабов в пределах зон; единообразие всех зон; универсальность и глобальность координатных систем.

**Недостатки:** отсутствие единой системы координат, вследствие чего при моделировании объектов, расположенных в нескольких зонах, возникают определенные проблемы, а также высокие искажения на краях зон.

## **ЛЕКЦИЯ №4**

### **Тема: Картографические источники для создания земельно–ресурсных карт.**

#### **1) Виды источников.**

К источникам принадлежат:

- астрономо-геодезические данные;
- общегеографические и тематические карты;
- кадастровые данные, планы и карты;
- данные дистанционного зондирования;
- данные непосредственных натурных наблюдений и измерений;
- данные гидрометеорологических наблюдений;
- материалы экологического и других видов мониторинга;
- экономико-статистические данные;
- цифровые модели;
- результаты лабораторных анализов;
- литературные (текстовые) источники;
- теоретические и эмпирические закономерности.

#### **2) Картографические источники.**

Общегеографические карты используют в качестве источников при составлении любых тематических карт. Они служат основой для нанесения тематического содержания.

Топографические, обзорно-топографические и обзорные карты — это надежные и достоверные источники, которые создают по государственным инструкциям, в стандартной системе условных знаков с определенными, строго фиксированными требованиями к точности.

Вся территория России покрыта топографическими картами масштабов 1:25 000 и мельче. На отдельные территории имеются карты более крупных масштабов. Другие, сравнительно небольшие по площади страны располагают картами значительно более крупных масштабов, например территория Великобритании целиком закартографирована в масштабе 1:2 500. Вся планета охвачена международными картами масштабов 1:1 000 000 (около 1000 листов) и 1:2 500 000 (262 листа).

Значение общегеографических карт не ограничивается использованием их для привязки тематического содержания. Они обеспечивают географическую достоверность картографирования, играя роль каркаса, относительно которого выполняют нанесение и последующую увязку тематического содержания составляемой карты, а также взаимное согласование карт разной тематики.

Тематические картографические материалы — основной источник для составления тематических карт. К ним относятся · результаты полевых тематических съемок (крупномасштабные планы, схемы, абрисы, маршрутные и стационарные съемки и т.д.) · собственно тематические карты разного масштаба и назначения · специальные материалы (схемы землепользований, лесоустроительные планы и др.) Тематические карты крупных масштабов всегда служат источниками для создания мелкомасштабных карт, но особенно важно, что карты одной тематики часто используют при составлении карт смежной тематики. Так, при почвенном картографировании привлекают карты растительности и геоморфологические, при создании геоморфологических карт — геологические и тектонические, при составлении карт транспорта необходимы карты расселения и т.д. А для

получения синтетических карт районирования и оценки территории в качестве источников часто используют серии карт разной тематики. Современное обилие тематических материалов ставит задачу оптимизации их выбора при создании любой карты, а это требует от картографа глубоких географических знаний.

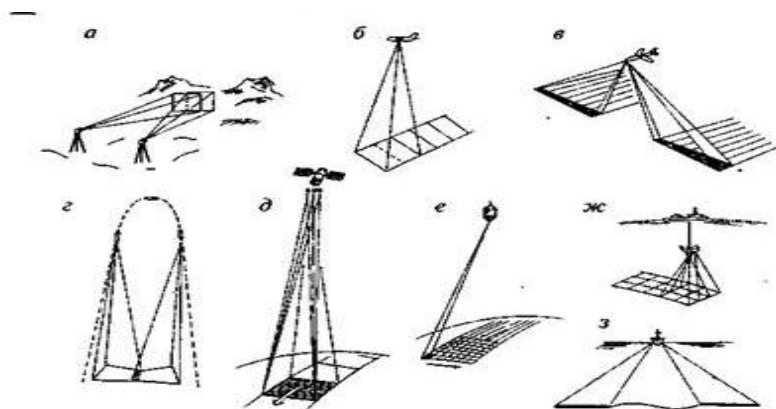
Особый вид источников — кадастровые карты и планы. Они с документальной точностью отражают размещение, качественные и количественные характеристики явлений и природных ресурсов, дают их экономическую или социально-экономическую оценку, содержат рекомендации по рациональному использованию и охране природных ресурсов. Таковы карты кадастра земельного, городского, полезных ископаемых, лесного, водного, промыслового и др.

### 3) Данные дистанционного зондирования.

Материалы дистанционного зондирования получают в результате неконтактной съемки с летательных воздушных и космических аппаратов, судов и подводных лодок, наземных станций. Получаемые документы очень разнообразны по масштабу, разрешению, геометрическим, спектральным и иным свойствам. Все зависит от вида и высоты съемки, применяемой аппаратуры, а также от природных особенностей местности, атмосферных условий и т.п.

Главные качества дистанционных изображений, особенно полезные для составления карт, — это их высокая детальность, одновременный охват обширных пространств, возможность получения повторных снимков и изучения труднодоступных территорий.

рис. 10 Виды дистанционного зондирования.



а — наземная фототеодолитная съемка; б — аэрофотосъемка; в — радиолокационная съемка бокового обзора; г — съемка с ракеты; д — видиконная космическая съемка; е — сканерная космическая съемка; ж — подводная фотосъемка; з — подводная гидролокация бокового обзора.

**Фотографические снимки** — это результат покадровой регистрации собственного или отраженного излучения земных объектов на светочувствительную пленку. Аэрофотоснимки получают с самолетов, вертолетов, воздушных шаров, космические снимки — со спутников и космических кораблей, подводные — с подводных судов и барокамер, опускающихся на глубину, а наземные — с помощью фототеодолитов. Кроме одиночных плановых снимков в качестве источников используют стереопары, монтажи, фотосхемы и фотопланы, панорамные снимки и фотопанорамы, фронтальные (вертикальные) фотоснимки.

**Телевизионные снимки и телепанорамы** получают путем регистрации изображения на светочувствительных экранах передающих телевизионных камер (видиконов). Съемка с борта самолета или со спутника захватывает довольно большую полосу местности —

шириной от 1 до 2 тыс. км в зависимости от высоты полета и технических характеристик съемочной системы. Выскоорбитальные спутники позволяют получать изображение всей планеты в целом и в режиме реального времени передавать его на наземные пункты приема дистанционной информации. Поэтому телевизионная съемка удобна для оперативного картографирования и слежения (мониторинга) за земными объектами и процессами. Однако по своему разрешению и величине геометрических искажений телевизионные изображения уступают фотоснимкам.

**Сканерные снимки, полосы, «сцены»,** получаемые путем поэлементной и построчной регистрации излучения объектов земной поверхности. Само слово «сканирование» означает управляемое перемещение луча или пучка (светового, лазерного и др.) с целью последовательного обзора (осмотра) какого-либо участка.

В ходе съемки с самолета или спутника сканирующее устройство (качающееся зеркало или призма) последовательно, полоса за полосой, просматривает местность поперек направления движения носителя. Отраженный сигнал поступает на точечный фотоприемник, и в результате получаются снимки с полосчатой или строчной структурой, причем строки состоят из небольших элементов — пикселей. Каждый из них отражает суммарную усредненную яркость небольшого участка местности, так что детали внутри пикселя неразличимы. Пиксел — это элементарная ячейка сканерного изображения.

При полете съемка ведется постоянно, и поэтому сканирование охватывает широкую непрерывную полосу (или ленту) местности. Отдельные участки полосы называют сценами. В целом сканерные изображения уступают по качеству кадровым фотографическим снимкам, однако оперативное получение изображений в цифровой форме имеет громадное преимущество перед другими видами съемки.

**Радиолокационные снимки** получают со спутников и самолетов, а **гидролокационные снимки** — при подводной съемке дна озер, морей и океанов. Бортовые радиолокаторы бокового обзора, установленные на аэро-, космических и подводных носителях, ведут съемку по правому и левому бортам перпендикулярно к направлению движения носителя.

**Многозональная съемка** - одна и та же территория (или акватория) одновременно фотографируется или сканируется в нескольких сравнительно узких зонах спектра.

#### **4) Анализ и оценка карт как источников.**

Анализ и оценка картографических произведений — это исследование их свойств и качества, пригодности для решения каких-либо задач, возможности служить источниками для картографирования. Основными критериями при этом выступают: ♦ целесообразность избранных масштаба и проекции; ♦ достоверность карты, ее научная обоснованность и логичность построения легенды; ♦ полнота и современность содержания; ♦ геометрическая точность положения объектов в плане и по высоте; ♦ качество оформления карты; ♦ качество печати и др. Анализ и оценка карт и атласов всегда целенаправленны, поэтому критерии оценки приобретают разную значимость в зависимости, например, от назначения карты — как наглядного пособия, средства исследования, источника для картографирования или формирования баз данных. Оценка математической основы прежде всего состоит в том, чтобы выяснить целесообразность принятого масштаба, пригодность используемой проекции с точки зрения величины и характера распределения искажений и, главное — возможность использования данной карты для количественных определений с заданной точностью. В свою очередь, выбор масштаба и проекции должен отвечать географическому положению территории на земном шаре, назначению и тематике карты, условиям ее использования и т.п. (см. разд. 3.7). Важно иметь в виду, что перечисленные требования неразрывно сопряжены друг с другом, а также с тематикой карты, ее компоновкой, изученностью территории. Одно влечет за собой другое, и оценка

никогда не ограничивается исключительно математическими аспектами, приходится принимать во внимание многие содержательно-географические факторы и даже — эстетические критерии. Оценка научной достоверности карты предполагает установление ее соответствия принятым научным концепциям, правильную передачу реально существующих пространственных закономерностей и связей, типичных черт явления. В самой сильной степени это зависит от научной обоснованности принятых классификаций и правильного построения легенды. Но, пожалуй, самый главный фактор, определяющий научную достоверность карты, — соблюдение географических правил генерализации, в частности учет генетических и морфологических особенностей изображаемых явлений, их геосистемной иерархии и взаимозависимости. И вновь видно, что эта оценка накрепко связана со множеством факторов, влияние которых трудно разграничить. Кроме того, научная достоверность карты во многом определяется принятой концепцией картографирования. Скажем, тектонические карты могут составляться на основе геосинклинальной концепции или теории литосферных плит — в результате получатся совсем разные изображения, и при их оценке нужно обязательно учесть принадлежность авторов к той или иной научной школе, новизну или устарелость используемых ими идей, теоретических концепций, классификаций. С этим связана и оценка идеологической направленности карт, особенно социально-экономических, на содержание которых могут заметно влиять политические интересы составителей. Оценка полноты и современности карты прежде всего касается объема информации, заключенной в карте, ее нагрузки. Главную роль здесь играют два фактора: изученность явления и само назначение карты. От этого зависят отбор картографируемых объектов, подробность генерализации, способы графического оформления. Нагрузка карты может быть оценена количественно, например путем подсчета числа объектов на единицу площади. Что же касается информативности, то в большинстве случаев она не поддается численной оценке и зависит от соотношений в системе «карта — пользователь карты». Одному читателю карта может дать много информации, другому — мало. Все зависит от их целей, знаний, навыков работы с картой и т.п. Современность карты характеризуется ее соответствием определенной дате, периоду, эпохе (например, соответствие синоптической карты конкретному дню и часу или верное отображение климатических условий на палеоклиматической карте). С оценкой современности связана проблема определения степени старения карты, что чрезвычайно актуально для топографических и общегеографических карт. Разные элементы карты стареют по-разному: природные элементы — медленно, социально-экономические — быстро. Многое зависит от уровня экономического развития и освоенности территории. Например, разработка нефтеносных месторождений или строительство гидроэлектростанций способ для определения степени старения топографических карт ведут специальное дежурство и составляют дежурные карты, фиксируя на них все изменения на местности (появление новых поселков, дорог, изменение административных границ, присвоение новых названий и т.п.). Для тематических карт старение часто происходит вследствие накопления новых знаний об объекте, изменения концепций (например, принципов районирования), проведения новых съемок (скажем, детальных дистанционных съемок мало изученных прежде территорий). Периодическое сличение с дежурными картами позволяет оценить современность данной карты и провести ее обновление. Оценка геометрической точности карты характеризует величины погрешностей, возникающих при измерении по картам длин, площадей, углов и иных картометрических характеристик. Эти погрешности появляются в результате совокупного влияния: ♦ погрешностей положения пунктов геодезической основы; ♦ искажений, вносимых картографической проекцией; ♦ погрешностей определения планового и высотного положения объектов и контуров на источниках; ♦ неточностей самого процесса картосоставления; ♦ погрешностей генерализации. Если известны точные или приближенные значения каждой из погрешностей, то по правилам теории погрешностей можно рассчитать суммарную среднюю квадратическую погрешность и принять ее в качестве показателя геометрической точности карты. На практике такую оценку часто получают путем сопоставления данной карты с более крупномасштабной, аэро- или космическим снимком или с заведомо более точным источником.

## ЛЕКЦИЯ №6

### Тема: Картографические знаки и способы изображения тематического содержания.



## **1) Картографические знаки, их виды, классификация.**

Применяемые на картах обозначения различных объектов, их качественных и количественных характеристик называют картографическими условными знаками. Они должны быть по возможности простыми, экономичными по занимаемой ими площади и при этом должны четко отличаться друг от друга и легко опознаваться.

Каждый условный знак обозначают на карте ряд объектов, соответствующих установившемуся понятию. Например, каждая конкретная река не имеет своего обозначения, и все они изображаются одним общим знаком рек.

С точки зрения передачи на карте плановых геометрических особенностей объектов различают: внемасштабные, площадные и линейные условные знаки.

Внемасштабные применяются для «точечных» в натуре (пункты геодезической сети, указатели дорог и др.) или площади которых не выражаются в масштабе карты.

Линейные – это границы, дороги, реки. Площадные, используемые для заполнения площадей объектов, сохраняющих свои контуры в масштабе карты.

Специальная категория знаков для характеристики суммарных величин (численности населения, площадь лесов, продукция сельского хозяйства и т. п.) или в относительных показателях.

Иногда различают также следующие картографические знаки:

- именованные (номинативные), указывающие только вид объектов (например, шахты, нефтепроводы, торфоразработки);
- порядковые (например, крупные, средние и малые города);
- количественные, определяющие величину объектов (например, 1 мм<sup>2</sup> знака города соответствует 100 000 жителей) или градации их величин (например, город более 1 млн. жителей, от 100 000 до 1 000 000, менее 100 000)

Картографические знаки имеют две функции:

- определяют положение;
- определяют содержательную характеристику объектов (качественную и количественную).

Графические средства позволяют дифференцировать знаки:

- по форме;
- по цвету;
- ориентировке;
- светлоте;
- внутренней структуре (рисунку);
- цветные знаки могут различаться по насыщенности цвета.

Знаки должны быть правильно пространственно размещены на карте, например, во внемасштабных знаках действительное положение объектов должно совпадать с определенными точками знаков – центрами знаков правильной формы (кругов, квадратов и т. п.), серединой основания наглядных перспективных знаков (указатели дорог, маяки и т. п.) и т. д. В линейных знаках оно указывается их осевыми линиями; площадные знаки размещаются внутри соответствующих контуров.

## **2) Способы изображения.**

Картографические знаки отдельных объектов выполняют две функции:

– указывают вид объекта, а некоторые из них качественные или количественные характеристики объекта

- определяют пространственное положение, плановые размеры и форму.

Картографические условные знаки (коды) подразделяются по:

– условию кодирования на: аналоговые(площадные, линейные), границы которых на карте воссоздаются аналогично распространению этих объектов на местности, и собственно кодовые(внемасштабные) для изображения объектов, не выражающихся в масштабе карты;

- способу кодирования на штриховые, шрифтовые, цифровые, фоновые, комбинированные.

Кроме того, картографические знаки можно подразделить на знаки, применяемые для отображения элементов географической основы и тематического содержания.

Способ изображения тематического содержания выбирается в зависимости от особенностей размещения объекта картографирования, содержания картографируемой характеристики, назначения и масштаба карты.

В настоящее время в картографии существуют 11 способов изображения тематического содержания:

1. Значковый способ.
2. Способ линейных знаков.
3. Способ качественного фона.
4. Способ количественного фона.
5. Способ изолиний.
6. Способ локализованных диаграмм.
7. Способ знаков движения.
8. Способ ареалов.
9. Точечный способ.
10. Способ картограммы.
11. Способ картодиаграммы.

Такое разнообразие способов вызвано тем, что различные объекты и явления могут изменяться во времени и пространстве, иметь разный характер распространения, а именно — сплошной повсеместный (воздушные массы, почвы), ограниченный по площади (месторождения полезных ископаемых), рассредоточенный (посевы сельскохозяйственных культур), локализованный по пунктам (промышленные предприятия), линейный или полосной (транспортные пути). Для их отображения на тематических картах используют следующие способы изображения объектов и явлений.

**Способ значков** (рис.3.6.1,а) применяется для изображения объектов, локализованных в пунктах и не выражающихся в масштабе карты (населенные пункты, промышленные предприятия и т. п.). Различают три вида значков — геометрические (простые и структурные), буквенные и наглядные, которые показывают местоположение объекта, его качественные и количественные характеристики посредством формы, внутреннего рисунка, цвета и размера. Размеры значков не соответствуют площади, занимаемой на карте объектами, они позволяют только определить местоположение, свойства, динамику объекта.



Рис. 3.6.1, а

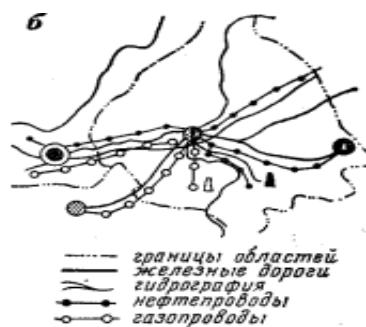


Рис. 3.6.2, б

**Способ линейных знаков** (рис. 3.6.2,б) применяется для изображения на картах различных линейных объектов, практически не имеющих ширины или ширина которых не выражается в масштабе карты. К таким объектам относятся границы, реки, трубопроводы и др. Для передачи качественных и количественных характеристик объектов используют рисунок, цвет, структуру линейных знаков.

**Способ качественного фона** (рис.3.6.3 ) применяется на картах для подразделения территории на однородные в качественном отношении участки, выделяемые по тем или иным природным, экономическим или политико- административным признакам.

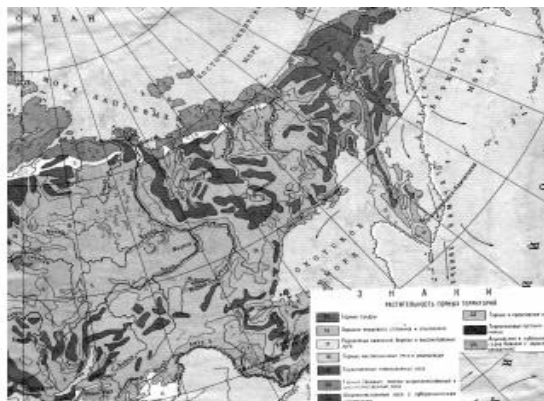


Рис.3.6.3

Он используется для характеристики явлений, имеющих сплошное распространение по земной поверхности (климат, растительность), занимающих на ней значительные площади (почвенный покров) или имеющих массовое распределение (население). На карте это достигается раскраской площадей различными цветами или различными видами штриховки. Иногда фоновая окраска может совмещаться со штриховкой. Например, на почвенных картах фоновая окраска указывает на генетическую родственность почв, а штриховка - их механический состав.

**Способ количественного фона** (рис.3.6.4) применяется на картах для подразделения территории по одному или нескольким количественным показателям.

Этими показателями могут быть: густота (поселений, речной сети), плотность (населения), доля в процентах (земель, посевных площадей) в общей площади района или сельскохозяйственного предприятия; различные экономические показатели, отнесенные либо к площади района, либо к числу жителей, либо к поголовью скота и т. п. (например сбор зерна с одного гектара площади, количество коек в больницах на 100 жителей).

При этом изображенную на карте территорию разделяют на отдельные участки в соответствии со значениями показателя. Для каждого участка указывают количественную характеристику показателя согласно установленной ступенчатой шкале. Так же, как и для способа качественного фона, на карте используют окраску (или штриховку) площадей участков территории различным цветовым фоном. В отличие от способа качественного фона окраску выполняют разной по насыщенности. С увеличением количественного значения показателя увеличивается насыщенность цвета или плотность штриховки.



Рис. 3.6.4

**Способ изолиний** (рис. 3.6.5) применяется для изображения на картах явлений, имеющих сплошное, непрерывное и при этом более или менее плавное распределение на значительной территории. Изолинии — это линии равных значений какого-либо количественного показателя. Это очень удобный, гибкий и высокоинформативный способ изображения. Он позволяет передать не только количественные характеристики явлений, но и их динамику, перемещение, связь одних явлений с другими. Изолинии применяют для реальных непрерывных (рельеф суши и морского дна, температура, количество осадков) и условно-непрерывных (плотность населения, густота овражно-балочной сети) явлений. Например, достаточно широко известны:

- линии, соединяющие точки с одинаковой высотой над уровнем моря- изогипсы (или горизонтали);
- линии, соединяющие точки с одинаковыми значениями температуры- изотермы;
- линии, соединяющие точки на карте с одинаковыми значениями скорости ветра- изоанемоны;
- линии, соединяющие точки на карте с одинаковыми значениями искажений— изоколы и т.д. Способ может применяться с послойной окраской.

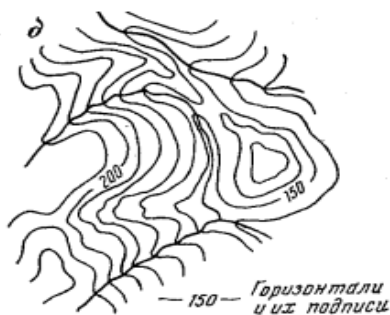


Рис. 3. 6.5

**Способ локализованных диаграмм** (рис.3.6.6)—способ изображения, при котором диаграммы привязаны к определенным пунктам. Но при этом характеризуют не только эти пункты, но и прилегающую к ним территорию. Например, локализованные диаграммы, показывающие динамику метеорологических явлений. Они относятся к пунктам расположения метеостанций и дают представление о климате данного района.

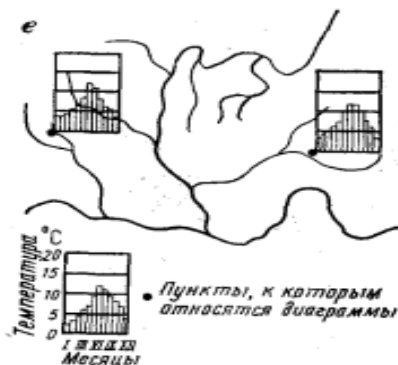


Рис. 3.6.6

**Способ знаков движения** (рис.3.6.7) применяется для отображения на картах пространственных перемещений(морских течений, перевозок и т.п.).



Рис. 3.6.7

Этим способом можно изображать различные по характеру объекты, например, точечные (движение отдельного корабля), линейные (перемещение атмосферных фронтов), площадные (перемещение ледников), а также направления, количество, скорость перемещения, структуру перевозимого груза и другие данные. Для отображения применяются стрелки(векторы) и полосы(эпюры) разного цвета, рисунка, ширины. Векторы применяются для изображения перемещений сплошных и рассеянных объектов, а эпюры для изображения экономических связей и перевозок грузов.

С помощью векторов могут изображаться пути движения, вид объектов перемещения, скорость, структура груза. Это возможно благодаря тому, что стрелки могут быть различными по длине, ширине, цвету и структуре. Эпюры также могут быть простыми, показывающими перемещение однородного груза и структурными, где ширина всей полосы указывает суммарный объем перевозимых грузов, а ширина полос указывает на объемы составных частей.

**Способ ареалов** (рис.3.6.8) применяется в тех случаях, когда необходимо обозначить район, в пределах которого распространены те или иные однородные объекты(полезные ископаемые, сельскохозяйственные культуры, животные и т.д.). Для передачи ареала на карте используют различные приемы: ограничение ареалов сплошной или пунктирной линией, окраску ареала, штриховку, надписи в пределах ареала, отдельный рисунок или иные графические приемы для указания пределов распространения явления.



Рис.3.6.9

**Точечный способ** (рис.3.6.9)—способ изображения на картах явлений рассеянного

распространения, неравномерно размещенных на обширных площадях. Для реализации этого способа на карте используют большое число точек.

Каждая из них имеет определенный "вес". Например, одна точка соответствует 500 га посевов пшеницы или 1000 голов крупного рогатого скота. Применяя точечные обозначения разного размера, цвета, имеющие разный вес, отображают на карте достаточно подробно качественно и количественно разные явления, их структуру и размещение на территории. Количество точек N на площади P подсчитывается исходя из соотношения

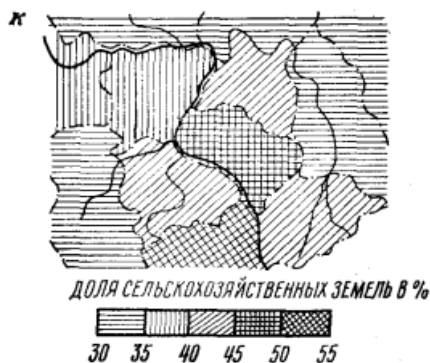
$$N = P / d^2$$

где d – диаметр точки в мм. Обычно 0,4-0,5 мм.

Рис.3.6.9

**Способ картограммы** (рис.3.6.10) применяется для отображения относительных показателей по ячейкам территориального, чаще всего административного деления.

Относительными показателями могут быть: доля (земель, посевных площадей) в общей площади области, района или сельскохозяйственного предприятия, другие расчетные показатели, изображающие среднее значение показателя по административным, территориальным или хозяйственным единицам.



Показатели **Рис.3.6.10** изображаются на карте окраской или штриховкой в пределах этих административно-территориальных единиц. С увеличением значения показателя увеличивается насыщенность цвета или плотность штриховки.

Различают картограммы: простые, структурные, уточненные, которые напоминает простую, но окрашивается не вся площадь района, а только тот участок, где имеет место картографируемое явление.

**Способ картодиаграмм** (рис.3.6.11) применяется для изображения абсолютных показателей в пределах административно-территориальных единиц. Такими показателями могут быть число жителей по районам, сельскохозяйственным предприятиям или площади под сельскохозяйственными угодьями, культурами и т.д. Для графического оформления на карте используются диаграммные знаки в виде окружностей, квадратов или других геометрических фигур, размеры которых зависят от величины показателя.

Картодиаграммы могут быть линейными (столбчатыми), когда длина столбца пропорциональна значению показателя; площадными, когда площади пропорциональны сравниваемым величинам; объемными. Среди выше перечисленных различают структурные картодиаграммы, изображающие составные части показателя, а также совмещенные.



Рис.3.6.11



## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

### Тема: Разграфка и номенклатура листов карт

**Цель работы:** изучить разграфку и номенклатуру карт, научиться определять номенклатуру карт.

Топографические карты для обширных территорий составляются на отдельных листах, которые ограничены отрезками параллелей и меридианов. Размеры каждого листа по широте и долготе зависят от масштаба карт.

Деление карт на листы называется ***разграфкой*** (или нарезкой карты). Чаще всего применяют два вида разграфки:

- трапециевидная, при которой границами листов служат меридианы и параллели;
- прямоугольная, когда карта делится на прямоугольные или квадратные листы одинакового размера.

Каждый лист такой карты ориентирован относительно сторон света: верхняя сторона рамки - север, нижняя - юг, левая - запад, правая - восток.

Серии государственных топографических и тематических карт, включающие тысячи листов, имеют в каждой стране стандартную разграфку. В России в основу разграфки топографических карт положена карта масштаба 1:1000 000, любой лист которой представляет собой трапецию, которая ограничена меридианами и параллелями, проведенными соответственно через  $6^0$  и  $4^0$  (см. разд. материал).

Параллели, проведенные через  $4^0$ , образуют широтные *пояса* (ряды), обозначаемые заглавными буквами латинского алфавита, начиная от экватора к северу и югу (А, В, С, D, E, F, G и т.д.).

Меридианы, проведенные через  $6^0$  по долготе, образуют *колонны* (зоны). Их обозначают арабскими цифрами, начиная от  $180^0$  с запада на восток (1, 2, 3, 4, 5, 6 и т.д.). Таким образом, первая к востоку от Гринвичского меридиана колонна имеет номер 31, вторая 32 и т.д.

Разграфку карт более крупных масштабов (1:500000), (1:200000, 1:100000 и т.д.) получают, деля лист миллионной карты на части. В одном листе миллионной карты содержится:

- 1) 4 листа карты М 1:500 000, которые обозначаются А, Б, В, Г;
- 2) 36 листов карты М 1:200 000, которые обозначаются римскими цифрами от I до XXXVI;
- 3) 144 листа карты М 1:100 000, которые обозначаются арабскими цифрами от 1 до 144.

Разграфку карт более крупных масштабов получают, деля лист карты масштаба 1:100000, 1:50000, 1:25000.

С разграфкой непосредственно связана **номенклатура карты** - система обозначения отдельных листов в многолистных сериях карт (т. е. каждый лист карты имеет свое обозначение - номенклатуру). Для топографических карт установлена единая государственная система номенклатуры, которая начинается с миллионной карты и далее последовательно наращивается.

При обозначении номенклатуры листа миллионной карты первой пишется буква пояса, а затем через черточку - номер колонны (N-36, R-5).

Номенклатура дается над правым углом северной стороны рамки. Посередине этой стороны подписывается название главного населенного пункта или другого крупного объекта, расположенного на данном листе карты.

Таблица 1

Масштаб	Деление на части	Обозначение листа	Пример номенклатуры листа
1:1000 000			О - 24
1:500 000	4	А, Б, В, Г	О - 24 - А
1:200 000	36	I, II...XXXVI	О - 24 - XXI
1:100 000	144	1, 2, 3...144	О - 23 - 37
1:100 000			О - 24 - 37
1:50 000	4	А, Б, В, Г	О - 24 - 37 - А
1:25 000	4	а, б, в, г	О - 24 - 37 - А - б
1:10 000		1, 2, 3, 4	О - 24 - 37 - А - б - 3

**Задание 1.** Определить номенклатуру листов карты масштаба 1:1000000, на которых нанесены города. *Пример: г. Москва (N - 37).*

- а) г. Оренбург;
- б) г. Якутск;
- в) г. Астана;
- г) г. Токио;
- д) г. Хабаровск;
- е) г. Пекин.



**Задание 2.** Определить масштаб карты по номенклатуре листов. *Пример: М - 40 (1:1000 000).*

- а) М - 40;
- б) L - 45 - 27;
- в) G - 39 - 67 - А,
- г) I - 35 - XXXI,
- д) О - 38 - 121 - А - б;
- е) К - 52 - Б;
- ж) Р - 41 - 12 - В - в - 2.

**Задание 3.** Определите номенклатуру листов карты масштабов 1:1000000, 1:500000, 1:200000, на которых нанесены г. Москва, г. Дели, г. Иркутск, г. Париж, г. Новосибирск.

*Пример:*

город	1:1000 000	1:500 000	1:200 000
Москва	N - 37	N - 37 - А	N - 37 - III

**Задание 4.** Найти номенклатуру листов карты для масштабов 1:1000000, 1:500000, 1:200000, соприкасающихся по сторонам и углам с листами.

*Пример для карты масштаба М 1:1000000 N – 49*

О - 48	О - 49	О - 50
N - 48	<b>N - 49</b>	N - 50
М - 48	М - 49	М - 50

*Пример для карты масштаба М 1:500000: N - 49 - В*

N - 48 - Б	N - 49 - А	N - 49 - Б
N - 48 - Г	<b>N - 49 - В</b>	N - 49 - Г
М - 48 - Б	М - 49 - А	М - 49 - Б

*Пример для карты масштаба М 1:200000: N - 49 - XXIX*

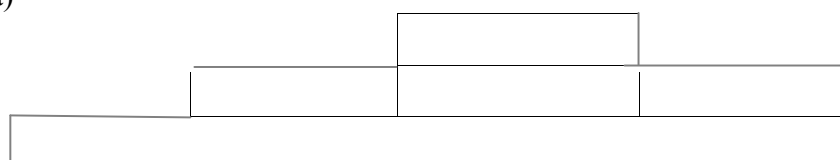
N - 48 - XXII	N - 49 - XXIII	N - 49 - XXIV
N - 48 - XXVIII	<b>N - 49 - XXIX</b>	N - 49 - XXX
М - 48 - XXXIV	М - 49 - XXXV	М - 49 - XXXVI

- а) К - 37;
- б) I - 50;
- в) М - 17;
- г) F - 33 - Г;
- д) R - 6 - А;
- е) О - 27 - VI;
- ж) Т - 6 - XXXI.

**Задание 8.** Определить номенклатуру листов, расположенных как указано на схеме, если дана номенклатура одного листа (выделено). Указать масштаб карты. *Пример: N - 39 - А (1: 500 000)*

N - 37 - Б	N - 38 - А	N - 38 - Б	<b>N - 39 - А</b>	N - 39 - Б
			N - 39 - В	N - 39 - Г
				М - 39 - Б

а)



б)

		К-50-113-В	

**Задание 9.** Определить номенклатуру листов топографической карты заданного масштаба для указанных ниже территорий и акваторий. *Пример: озеро Байкал (1: 1000 000) -- М - 48; N - 48; N - 49.*

- а) озеро Байкал (1: 1000 000);
- б) озеро Балхаш (1: 1000 000), (1: 500 000);
- в) Каспийское море (1: 1000 000);
- г) Аравийский полуостров (1: 1000 000);
- д) Черное море (1: 500 000).

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### Тема: Масштаб карты

**Цель работы:** изучить масштабы, научиться определять их точность, расстояния на местности с помощью масштабов.

Масштабом карты называется отношение длины линии на карте к горизонтальной проекции соответствующей линии на местности.

Масштаб - это величина, показывающая во сколько раз длина на местности, уменьшена при переносе ее на карту.

На карте масштаб указывают под южной рамкой и выражают отношениями чисел (численный масштаб), словесно (именованный масштаб) и графически (линейный масштаб).

а) Численный масштаб записывается в виде дроби, в числителе которой единица, а в знаменателе - число, выражающее степень уменьшения горизонтальных проекций линий местности при изображении их на карте. Численный масштаб дается в сантиметрах (см).

*Пример:*

1:1000000 - 1 см на карте соответствует 1000000 см на местности (степень уменьшения в один миллион раз).

1:50 000 - 1 см на карте соответствует 50000 см на местности (степень уменьшения в пятьдесят тысяч раз)

1:5 - 1 см на карте соответствует 5 см на местности (степень уменьшения в пять раз)

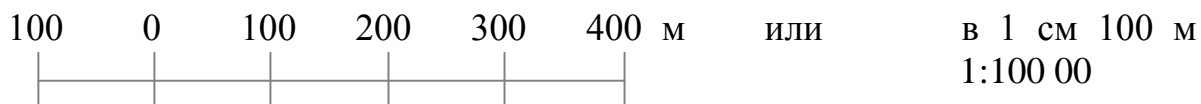
б) Именованный масштаб указывается в виде подписи, какое расстояние на местности соответствует 1 см на карте.

Пример:

Именованный масштаб	Численный масштаб
в 1 см 1 км	1:1 000 00
в 1 см 10 км	1:10 000 00
в 1 см 500 м	1:500 00
в 1 см 10 м	1:10 00
в 1 см 30 см	1:30

в) Линейный масштаб дается в виде линейки, разделенной на равные отрезки с подписями, соответствующие 1 см. Отрезки означают расстояние на местности. Применяется для измерений расстояний непосредственно на карте.

Пример:



Основанием масштаба ( $a$ ) называются равные отрезки на линейном масштабе, соответствующие 1 см на карте ( $a = 1 \text{ см} = 100 \text{ м}$ )

Точность масштаба ( $b$ ) - левое основание разбивается на более мелкие части, соответствующие 1 мм на карте, для измерения расстояний с большей точностью ( $b = 1 \text{ мм} = 1/10; a = 10 \text{ м}$ )

Предельной точностью масштаба ( $b_1$ ) называется линейное расстояние на местности, выражающееся 0,1 мм на карте данного масштаба ( $b_1 = 0,1 \text{ мм} = 1/10; b = 1 \text{ м}$ )

Пример: 1:1000000

$a = 1 \text{ см} = 1000000 \text{ см} = 10000 \text{ м} = 10 \text{ км}$

$b = 1 \text{ мм} = 100000 \text{ см} = 1000 \text{ м} = 1 \text{ км}$

$b_1 = 0,1 \text{ мм} = 10000 \text{ см} = 100 \text{ м} = 0,1 \text{ км}$

1:1000000, 1 см на карте соответствует 1000000 см на местности. Второе число необходимо перевести в более крупные единицы длины, используемые для измерений на местности, т. е. в метры или километры. Получится, что в 1 см на карте содержится 10 км на местности.

В настоящее время в России существует ряд стандартных масштабов для карт: 1:5000, 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:300000, 1:500000, 1:1000000. В старых русских картах использовались следующие меры длины: 1

верста = 1,067 км, 1 сажень = 2,134 м, 1 дюйм = 2,54 см. Английская система мер - 1 миля = 1,609 км.

**Задание 1.** Дать словесное выражение численным масштабам.

*Пример: 1:25 = в 1 см 25 см.*

- а) 1:50;
- б) 1:100;
- в) 1:200;
- г) 1:5000;
- д) 1:20000;
- е) 1:500000;

**Задание 2.** Именованный масштаб заменить численным. *Пример: в 1 см 5 см - 1:5*

- а) в 1 см 2 см;
- б) в 1 см 250 м;
- в) в 1 см 5 км;
- г) в 1 см 200 км;
- д) в 3 см 500 м;
- е) в 4 см 1 км.

**Задание 3.** Определить предельную точность масштабов. *Пример: 1:100 - а = 100 см; в = 10*

см; в<sub>1</sub> = 1 см

- а) 1:100;
- б) 1:600;
- в) 1:4000;
- г) 1:50000;
- д) 1:250000;
- е) 1:30000000

**Задание 4.** *Пример: 1:10 = в 1 см 10 см (а); в 1 мм 1 см (в); в 4 мм 4 см.*

Масштаб 1:10, сколько в 4 мм этого масштаба?

Масштаб 1:200, сколько в 3 мм этого масштаба?

Масштаб 1: 3000, сколько в 2 мм этого масштаба?

Масштаб 1:60000, сколько в 2 мм этого масштаба?

Масштаб 1:2000000, сколько в 5 мм этого масштаба?

**Задание 5.** Определите масштаб карты по измеренному на карте отрезку (l) и соответствующему расстоянию на местности (L). *Пример: расстояние от села Александровка до села Черкассы по прямой 50 м. Соответствующий отрезок на карте равен 5 см. Масштаб карты определяют: 5 см:50 м - 1 см 10 м - 1:1000.*

- а) l=5 см, L=50 м;
- б) l=2 см, L=200 м;
- в) l=4 см, L=4 км;
- г) l=3 см, L=300 км;
- д) l=30 мм, L=150 м;
- е) l=11 мм, L=550 м.

**Задание 6.** Вычислите расстояние на местности L, если известны масштаб карты и длина отрезка на карте (l). *Пример: 1:5000, l=4 см, L=? - в 1 см 50 м, в 4 см 200 м, L=200 м (4 см на карте соответствует 200 м на местности).*

- а) 1:300, l = 2 см;
- б) 1:5000, l = 4 см;
- в) 1:30000, l = 6 см;
- г) 1:250000, l = 3 см;
- д) 1: 500000, l = 4 см;

е) 1:5000000,  $l=2,5$  см.

**Задание 7.** Определите масштаб карты, если известна предельная точность ( $v_1$ ). *Пример:*  $v_1 = 10$  см,  $v = 100$  см,  $a = 1000$  см - масштаб карты 1:1000.

- а)  $v_1 = 5$  см;
- б)  $v_1 = 10$  см;
- в)  $v_1 = 2$  м;
- г)  $v_1 = 10$  м;
- д)  $v_1 = 5$  км;
- е)  $v_1 = 50$  км.

**Задание 8.** Определите масштабы, которые будут крупнее, чем масштаб 1:500. *Пример:* Масштаб 1:250 будет в 2 раза крупнее масштаба 1:500 (необходимо делить на это число).

- а) в 2 раза;
- б) в 3 раза;
- в) в 5 раз;
- г) в 10 раз.

**Задание 9.** Определите масштабы, которые будут мельче, чем масштаб 1:500. *Пример:* Масштаб 1:1500 будет в 3 раза мельче масштаба 1:500 (необходимо умножить на это число).

- а) в 2 раза;
- б) в 3 раза;
- в) в 5 раз;
- г) в 10 раз.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### Тема: Географическая система координат

**Цель работы:** раскрыть понятие терминов «*географическая широта*» и «*географическая долгота*», изучить приёмы определения географических координат объекта; научить определять широту и долготу точки по глобусу и карте.

Географическая система координат принята во всем комплексе географических наук, в морской и воздушной навигациях.

Местоположение любой точки на поверхности Земли определяют по *географическим координатам (широте и долготе)*. Эта точка пересечения параллели и меридиана. Линии меридианов и параллелей образуют градусную сеть Земли, а их изображение на картах называют картографической сеткой.

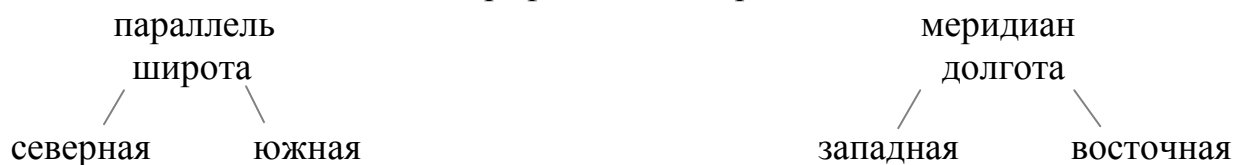
**Параллель** - линия пересечения земного эллипсоида плоскостью, перпендикулярной оси вращения (линия, условно проведенная параллельно линии экватора).

**Меридиан** - линия пересечения земного эллипсоида плоскостью, проходящей через данную точку и ось суточного вращения Земли (кратчайшая линия, условно проведенная от одного полюса к другому).

За начальный меридиан в СНГ принят Гринвичский, проходящий через астрономическую обсерваторию в Гринвиче (пригороде Лондона), его долгота равна  $0^0$ . Долгота точек, лежащих к востоку от него, считается восточной, к западу - западной. Значение долготы точек может быть от 0 до  $180^0$ .

Широта экватора  $0^0$ . Широта точек, лежащих в северном полушарии, считается северной, лежащих в южном полушарии - южной. Значение широты может быть от 0 до  $90^0$ .

### Географические координаты



(0-90° с.ш.) (0-90° ю.ш.)

(0-180° з.д.) (0-180° в.д.)

**Глобус** - уменьшенная модель земного шара. Глобус дает правильное и наглядное представление о форме Земли, о размерах, форме и взаимном положении частей земной поверхности (материков, океанов и пр.), а также показывает точное положение и вид элементов земного шара - оси вращения, полюсов, географической сетки. Радиус Земли принимают равным 6371,1 км, длину экватора - около 40 000 км. Масштабы глобусов, имеющих практическое применение, колеблются от 1:80000 00 до 1:30000000. Масштаб глобуса можно определить, взяв отношение длины экватора глобуса к длине экватора Земли. Кратчайшее расстояние на глобусе между заданными пунктами по дуге большого круга называют - *ортодромией*.

### **Методика нахождения географических координат по топографическим картам**

Любая топографическая карта имеет 3 рамки:

- 1) *внешняя рамка* - утолщенная рамка, которая разграничивает саму карту от элементов оснащения и дополнительных характеристик;
- 2) *внутренняя рамка* - ограничивает картографическое изображение. Она образована выпрямленными дугами параллелей и меридианов. В углах этой рамки подписаны их географические координаты (больше нигде!);
- 3) *минутная рамка* - находится между внешней и внутренней, рамка разделена на отрезки черного и белого цвета, соответствующие 1 минуте широты или долготы. Каждое минутное деление точками (находятся между минутной рамкой и внешней) разбито на 6 частей по 10 секунд каждая.

Приведем упрощенную ее схему. Используя линейку (угольник) и хорошо заточенный карандаш, провести перпендикулярно минутной рамке линии пересечения с исследуемой точкой. При пересечении этих линий с минутной рамкой определить географические координаты. Широта точки будет складываться из широты южной рамки листа карты, количества минут, отсчитанных до ближайшей параллели под точкой, и приращения от ближайшей параллели до точки (в секундах). Аналогично долгота точки будет равна сумме долготы западной рамки листа, количества минут и секунд.

*Километровая сетка* - сетка квадратов, линии которой проведены параллельно экватору и осевому меридиану зоны. Через определенное число километров. Координаты линий подписаны между внутренней и минутной рамками (полностью - около углов рамки, сокращенно - все остальные). С помощью такой сетки можно быстро находить координаты объектов, наносить точки, указывать местоположение изображенных объектов.

На концах каждой горизонтальной линии километровой сетки указано расстояние этой линии от экватора в километрах.

*Пример:* <sup>53</sup>98 - эта линия расположена на расстоянии 5398 км от экватора.

На концах вертикальных линий сетки указаны номер зоны (одна или 2 левые цифры) и цифра данной линии в километрах (всегда три правые цифры).

*Пример:*  $^{25}280$  - эта линия находится в 25 зоне по принятой номенклатуре, 280 км от осевого меридиана своей зоны.

*Подписи за внешней рамкой карты* - это подписи соседних листов карты, для того чтобы проводить правильную стыковку. Кроме того, у выходов железнодорожных и шоссейных дорог за внутренней рамкой карты дано название ближайшего города, поселка или станции, куда ведет данная дорога, с указанием расстояния (км) от рамки до этого пункта (см. карты).

**Задание 1.** Показать на глобусе экватор, северный и южный полюс, гринвичский меридиан; западное, восточное, северное и южное полушария.

**Задание 2.** Определить географические координаты точек городов по глобусу или по карте масштаба 1:1000000: г. Москва, г. Улан-Удэ, г. Мадрид, г. Дакар, г. Новосибирск.

**Задание 3.** Найти на картах «Оренбург», «Тюльган», «Шарлык» (1: 100 000) три вида рамок.

**Задание 4.** Определить географические координаты, следующих пунктов по топографической карте. *Пример:* на карте "Труновское" географические координаты т.581,0 (кв. 9979) =  $(48^{\circ}41'35''$  с.ш.;  $66^{\circ}00'31''$  в.д.).

а) "Труновское" (1:50 000): т. 581,0 (кв. 9979), т. 121,2 (кв. 1480), т.560,0 (кв. 9794), т. 325,0 (кв. 1497);

б) "Чарков" (1:50 000): т. 371,0 (кв. 1606), т.93,1 (кв. 2317);

в) "Морозовск" (1:50000): т.38,6 (1513), т.78,1 (кв. 2301).

**Задание 5.** Найдите объект на карте, зная его географические координаты:

а) "Труновское" (1:50000):  $(48^{\circ}43'10''$  с.ш.;  $66^{\circ}04'05''$  в.д.);  $(48^{\circ}42'10''$  с.ш.;  $66^{\circ}12'00''$  в.д.);

б) "Чарков" (1:50000):  $(48^{\circ}53'52''$  с.ш.;  $65^{\circ}49'30''$  в.д.);  $(48^{\circ}53'52''$  с.ш.;  $65^{\circ}54'45''$  в.д.);

в) "Морозовск" (1:50000):  $(48^{\circ}51'00''$  с.ш.;  $66^{\circ}17'51''$  в.д.);  $(48^{\circ}56'42''$  с.ш.;  $66^{\circ}18'31''$  в.д.).

**Задание 6.** Нанесите точку на карту по заданным координатам.

а) "Чарков"  $(48^{\circ}52'40''$  с.ш.;  $65^{\circ}56'30''$ );

б) "Морозовск"  $(48^{\circ}52'12''$  с.ш.;  $66^{\circ}19'05''$  в.д.).



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### Тема: Картографические проекции

**Цель работы:** научиться определять проекции карт и вычислять элементы проекций.

*Картографическая проекция* - это способ перехода от реальной, геометрически сложной земной поверхности к плоскости карты.

Картографические проекции различают по характеру искажений и по виду вспомогательной геометрической поверхности.

По характеру искажений картографические проекции делятся:

- равноугольные (без искажений углов и форм контуров объектов);
- равновеликие (без искажений площади);
- равнопромежуточные (искажают углы и площади, но сохраняют главный масштаб по одному из главных направлений).

По виду вспомогательной геометрической поверхности различают:

а) цилиндрические проекции – сеть меридианов и параллелей с поверхности эллипсоида переносится на боковую поверхность касательного цилиндра, который разрезается по образующей, и разворачивается в плоскость;

б) азимутальные проекции – сеть меридианов и параллелей переносится с поверхности эллипсоида на касательную плоскость;

в) конические проекции – сеть меридианов и параллелей с поверхности эллипсоида переносится на боковую поверхность касательного конуса;

г) поликонические проекции – сеть меридианов и параллелей с поверхности эллипсоида переносится на боковые поверхности нескольких конусов, которые разрезаются по образующей и разворачиваются в плоскость;

д) условные (произвольные) проекции (псевдоцилиндрические, псевдоконические, псевдоазимутальные и др.).

Главный масштаб в азимутальных проекциях сохраняется в точках касания, в цилиндрических и конических - на линиях касания и сечения. С удалением от точек и линий нулевых искажений величина искажений возрастает. Искажений тем больше, чем большая часть земной поверхности изображена на карте.

Распознать проекцию карты – значит, установить ее название, определить принадлежность к тому или иному виду, классу, что необходимо для формирования представления о свойствах проекции, характере, распределении и величине искажений.

Существуют специальные таблицы-определители проекций для карт мира, полушарий, материков и океанов. Проведя необходимые измерения по сетке, можно отыскать в такой таблице название проекции. Это даст представление о ее свойствах, позволит оценить возможности количественных определений по данной карте, выбрать соответствующую карту с изоколами для внесения поправок.

Таблица для определения проекций картографических сеток мировых карт.

Форма рамки карты и вид всей сетки	Какими линиями изображаются меридианы и параллели	Как изменяются промежутки Между параллелями по прямому Меридиану с удалением от экватора	Название проекции
Сетка и рамки – прямоугольник, полюс в рамке карты не изображается	Прямыми	Сильно увеличиваются: между параллелями $60^0$ и $80^0$ приблизительно в три раза больше, чем между экватором и параллелью $20^0$	Прямая цилиндрическая равноугольная проекция Меркатора
		Увеличиваются: между параллелями $60^0$ и $80^0$ приблизительно в 2,6 раза больше, чем между экватором и параллелью $20^0$	Прямая цилиндрическая проекция Урмаева 1945 г.
		Увеличиваются: между параллелями $60^0$ и $80^0$ приблизительно в 1,8 раза больше, чем между экватором и параллелью $20^0$	Прямая цилиндрическая проекция Урмаева 1948 г.
		Увеличиваются: между параллелями $60^0$ и $80^0$ приблизительно в 1,5 раза больше, чем между экватором и параллелью $20^0$	Прямая цилиндрическая проекция Гола (БСАМ)
Рамка – прямоугольник, полюс в рамке карты не изображается	Параллели прямыми, меридианы кривыми	Увеличиваются: между параллелями $70^0$ и $80^0$ почти в 1,5 раза больше, чем между экватором и параллелью $10^0$	Псевдоцилиндрическая проекция ЦНИИГАиК
		Увеличиваются: между параллелями $60^0$ и $80^0$ почти в 1,5 раза больше, чем между экватором и параллелью $20^0$	Псевдоцилиндрическая проекция Урмаева
	Параллели – дугами эксцентрических окружностей, меридианы кривыми	Сохраняются равными	Поликоническая проекция ЦНИИГАиК
		Увеличиваются: между параллелями $60^0$ и $70^0$ почти в 1,2 раза больше, чем между экватором и параллелью $20^0$	Поликоническая проекция ЦНИИГАиК (для БСЭ)
	Параллели и меридианы – дугами окружностей	Увеличиваются: между параллелями $70^0$ и $80^0$ почти в 2,3 раза больше, чем между экватором и параллелью $10^0$	Круговая проекция Гринтена
Сетка разорванная, полюс изображается несколькими точками	Параллели – прямыми, меридианы - кривыми	Увеличиваются: между полюсом и параллелью $80^0$ почти в 2,5 раза меньше, чем между экватором и параллелью $10^0$	Псевдоцилиндрическая, с разрывами, равновеликая проекция Мольвейде - Гуда
Сетка разорванная, полюс изображается рядом прямых		Увеличиваются: между полюсом и параллелью $80^0$ почти в 6 раз меньше, чем между экватором и параллелью $10^0$	Псевдоцилиндрическая синусоидальная равновеликая проекция БСАМ с разрывами

Таблица для определения проекций картографических сеток восточного и западного полушарий

Как изменяются расстояния по среднему меридиану и экватору от центра полушария к его краям	Какими линиями изображаются параллели	Название проекции
Уменьшаются от 1 приблизительно до 0,7	Кривыми, увеличивающими кривизну с удалением от среднего меридиана к крайним	Поперечная азимутальная равновеликая Ламберта
Уменьшаются от 1 приблизительно до 0,8		Поперечная азимутальная Гинзбурга
Равны		Поперечная азимутальная равнопромежуточная Постеля
Увеличиваются от 1 приблизительно до 2	Дугами окружностей	Поперечная азимутальная равноугольная
Сильно уменьшаются	Прямыми	Поперечная ортографическая

Таблица для определения проекций картографических сеток карт Азии, Северной Америки и Африки

Как изменяются расстояния между параллелями по среднему (прямому) меридиану от центра материка к северу и к югу	Какими линиями изображаются параллели	Как изменяются расстояния между соседними параллелями с удалением от среднего меридиана к западу и к востоку	Какой линией изображается экватор	Название проекции
Уменьшаются	Кривыми, увеличивающими кривизну с удалением от среднего меридиана к западу и к востоку	Увеличивается	Кривой	Равновеликая горизонтальная азимутальная Ламберта
			Прямой	Равновеликая Экваториальная азимутальная Ламберта
Равны	Дугами концентрических окружностей	Остается постоянным	Кривой	Псевдоконическая равновеликая Бонна
			Прямой	Псевдоцилиндрическая равновеликая синусоидальная Сансона

Таблица для определения проекций картографических сеток на территории РФ

Какими линиями изображаются меридианы и параллели	Как изменяются расстояния между параллелями по прямому меридиану	Дополнительные указания о проекции	Название проекции
Параллели – дугами концентрических окружностей, меридианы - прямыми	Увеличиваются от средней широты РФ к северу и к югу	Точка северного полюса может быть получена в пересечении меридианов	Прямая коническая равноугольная Ламберта-Гауса
	Равны	Точка пересечения меридианов отстоит от дуги с широтой в $90^0$ примерно на величину 0,3 десятиградусного расстояния по меридиану	Прямая коническая равнопромежуточная Красовского
		Точка пересечения меридианов отстоит от дуги с широтой в $90^0$ примерно на величину 0,6 десятиградусного расстояния по меридиану	Прямая коническая равнопромежуточная Красовского
Параллели и меридианы - кривыми	Увеличиваются к северу между полюсом и параллелью $80^0$ в 1,3 раза больше, чем между параллелями $40^0$ и $50^0$	Прямой меридиан – $100^0$ восточной долготы. Карта имеет характерную компоновку, напоминающую о шарообразности земли	Косая цилиндрическая Соловьева
	Равны	Прямой меридиан – $120^0$ восточной долготы. Остальные – кривые. Многие меняют направление выпуклости	Косая цилиндрическая равнопромежуточная ЦНИИГАиК
Параллели – дугами эксцентрических окружностей. Меридианы - кривыми	Уменьшаются от юга к северу. Между полюсом и параллелью $80^0$ составляют 0,9 величины расстояния между параллелью $40^0$ и $50^0$	Прямой меридиан – $90^0$ восточной долготы	Видоизмененная поликоническая Салмановой

**Задание.** Определить картографические проекции географических карт.

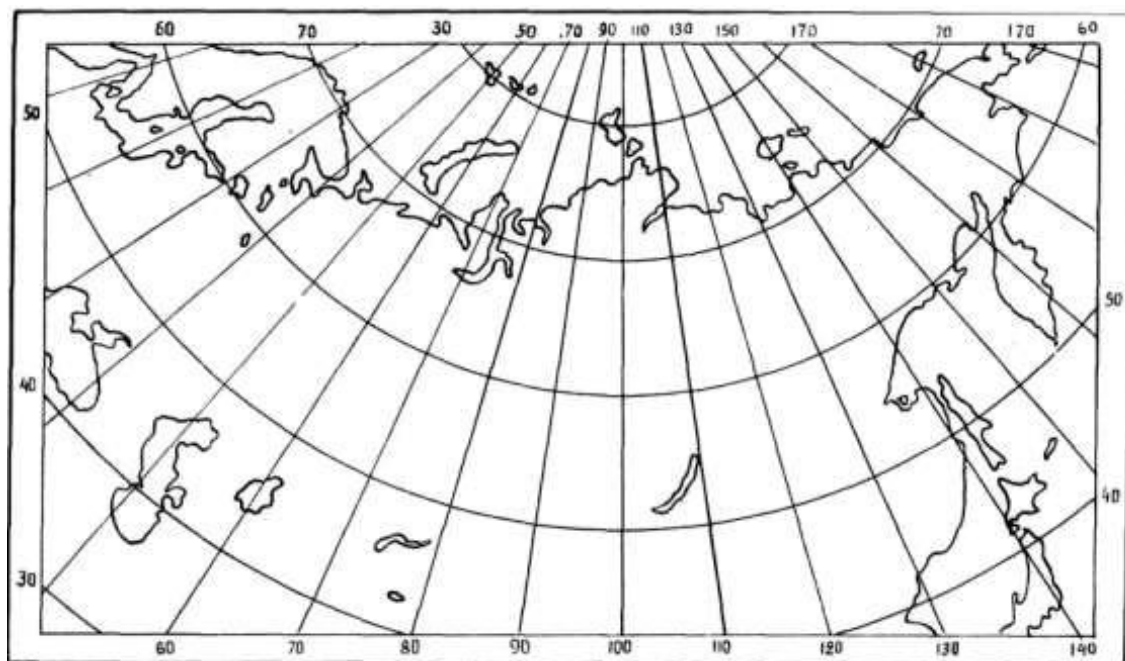


Рис. 1.

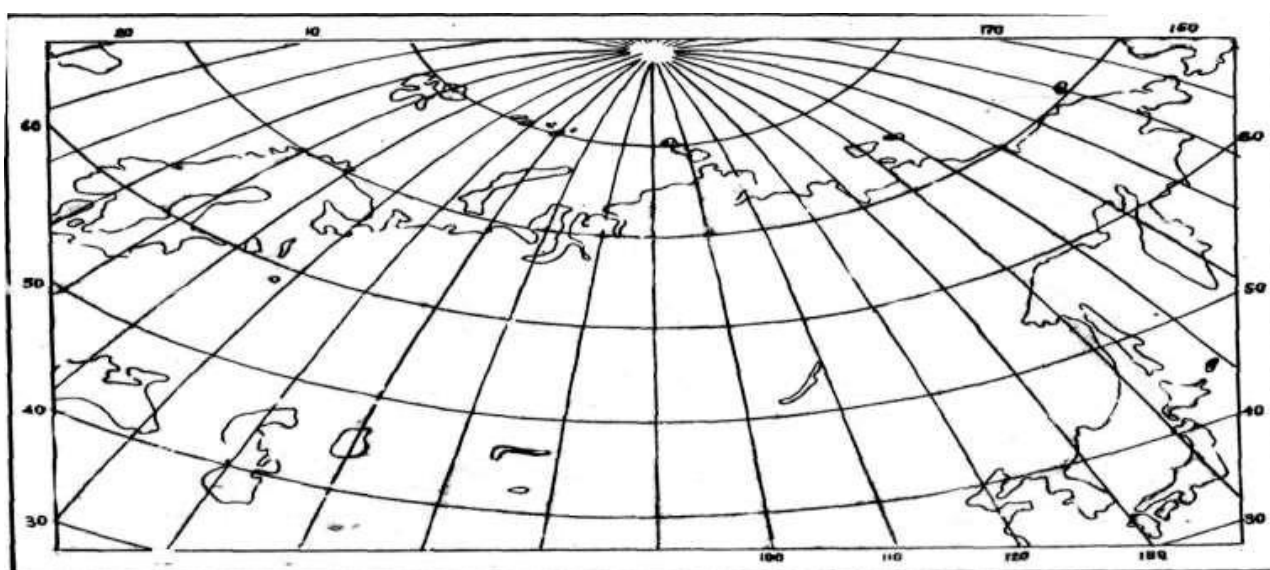


Рис. 2.

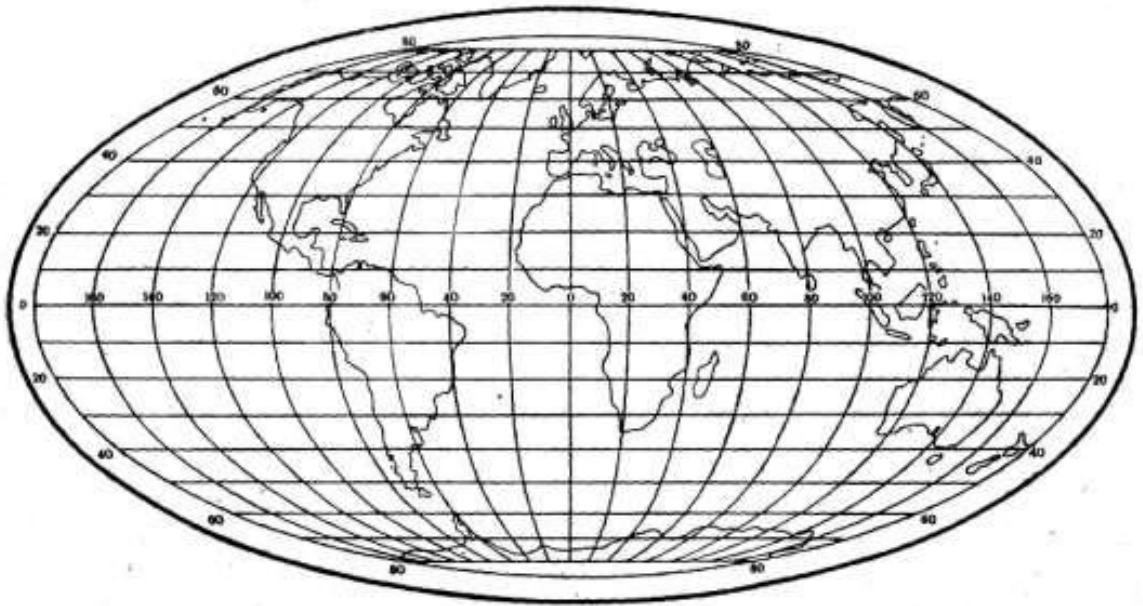


Рис.4.

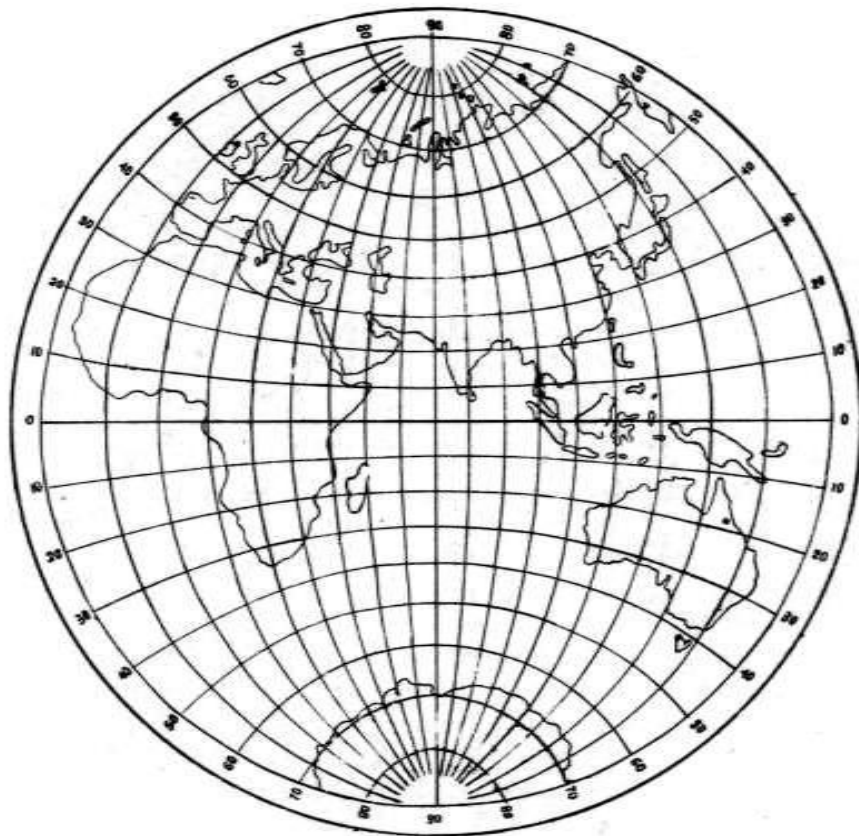


Рис.5.



Рис.6.

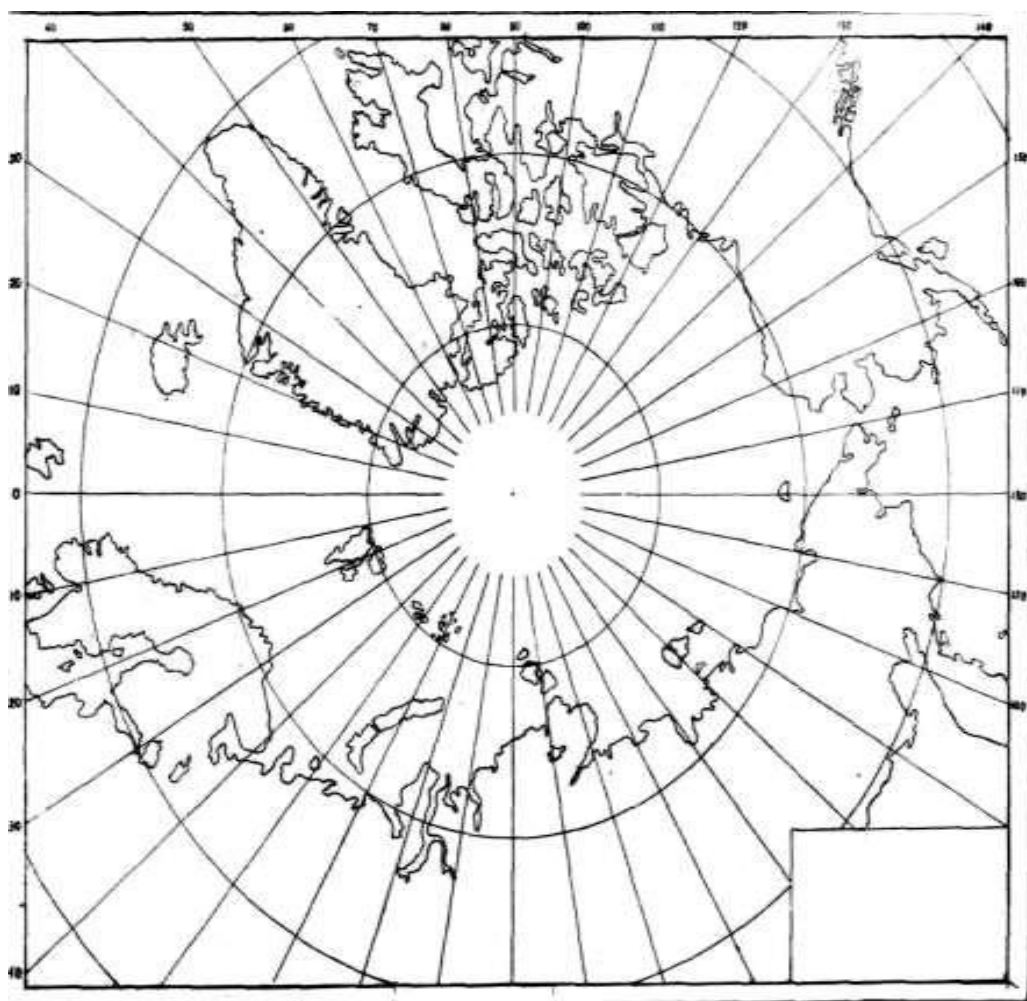


Рис.7.



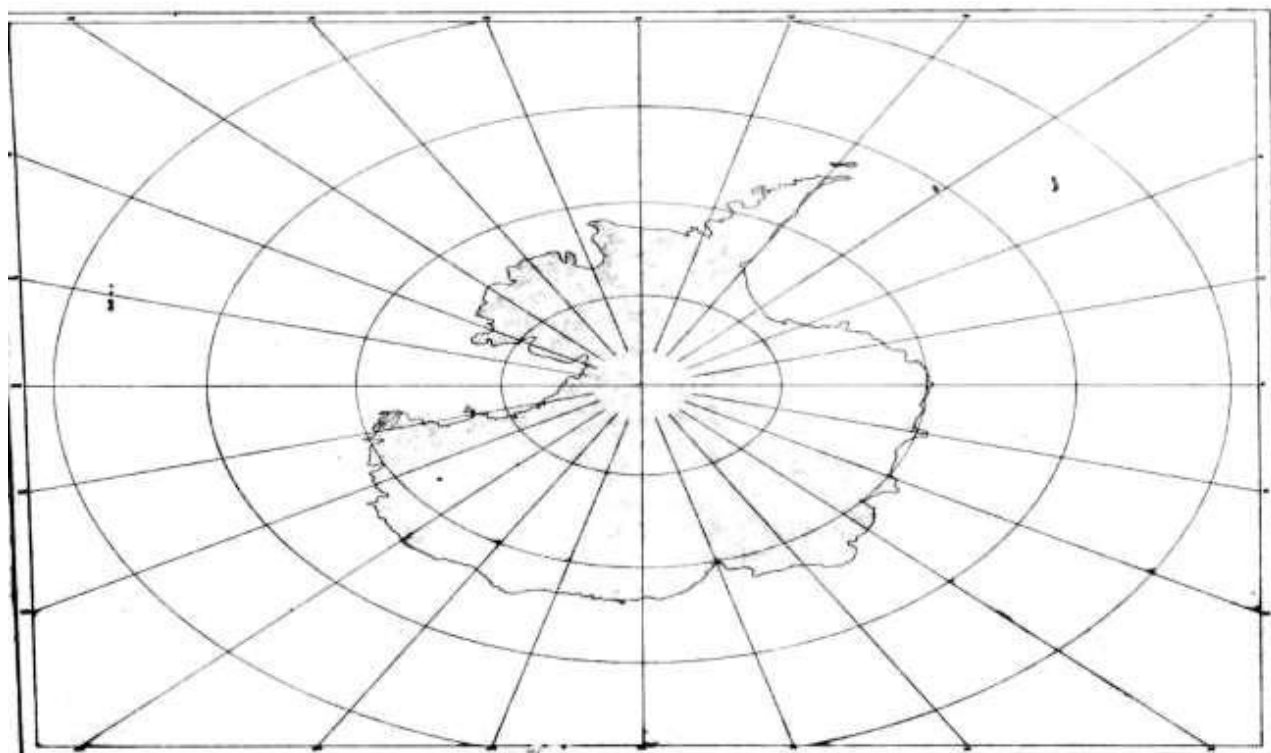


Рис.8.

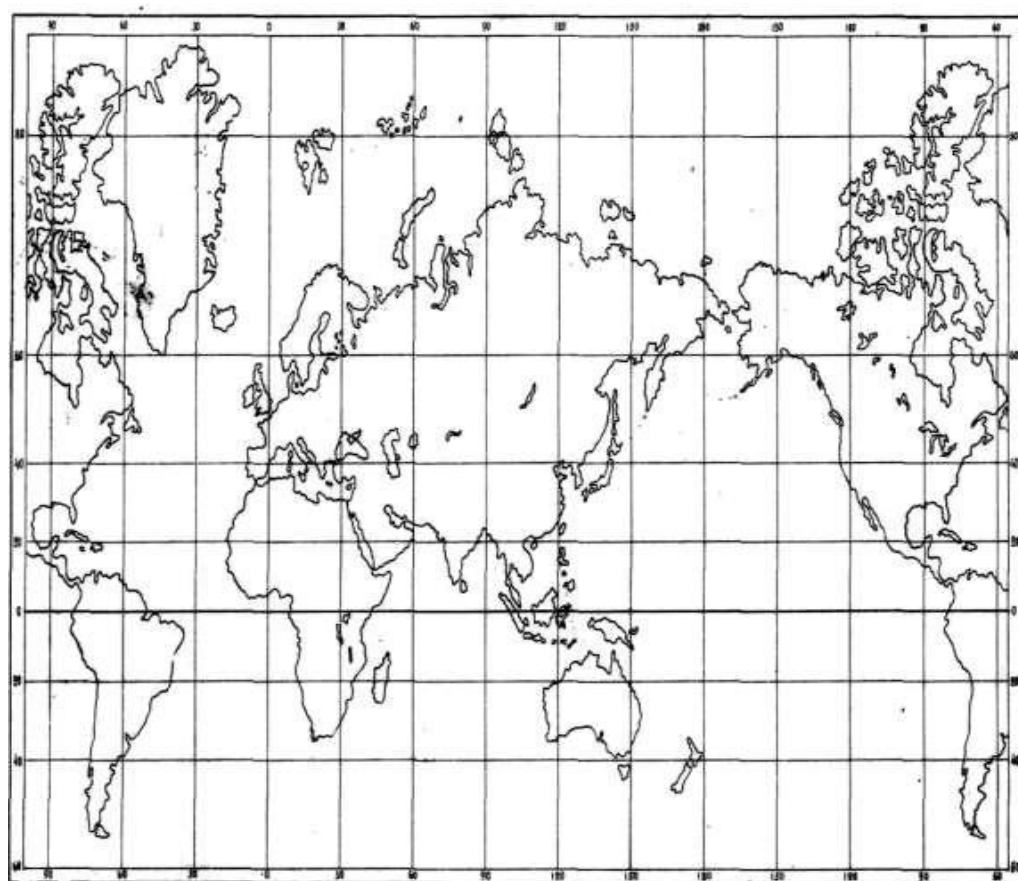


Рис.9.

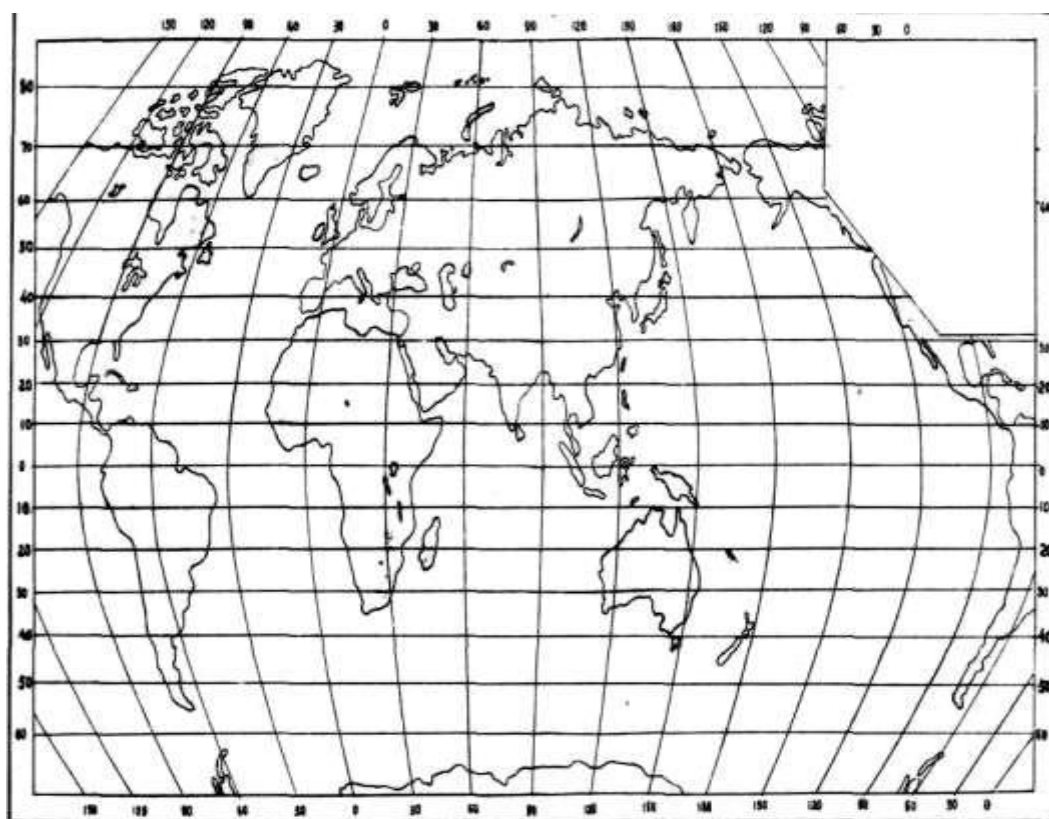


Рис.10.

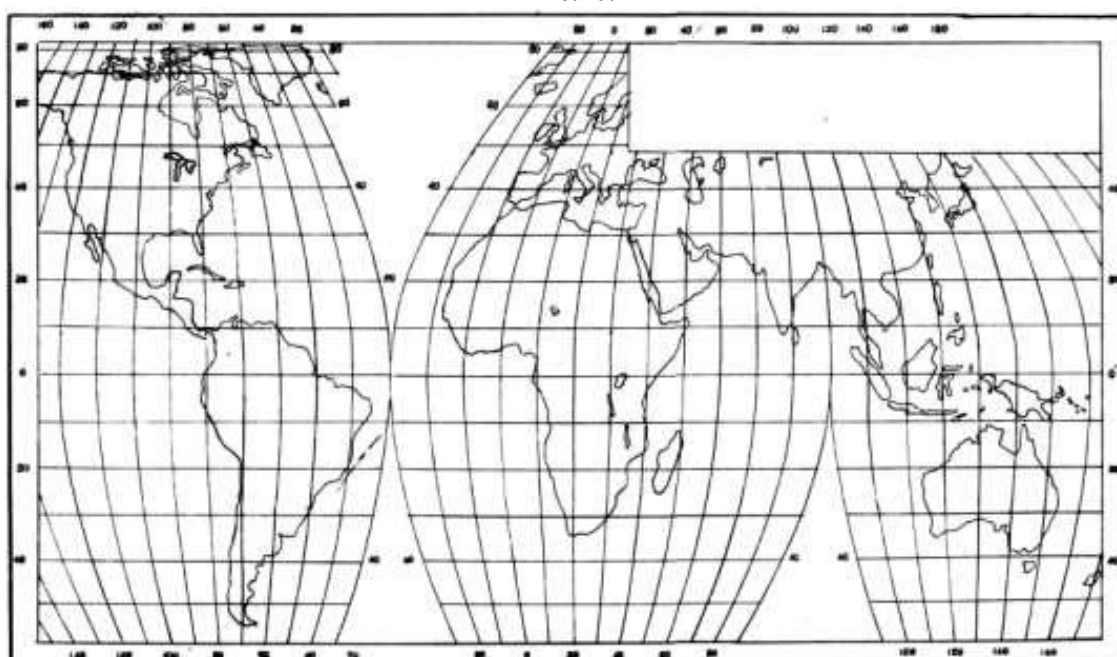


Рис.11.

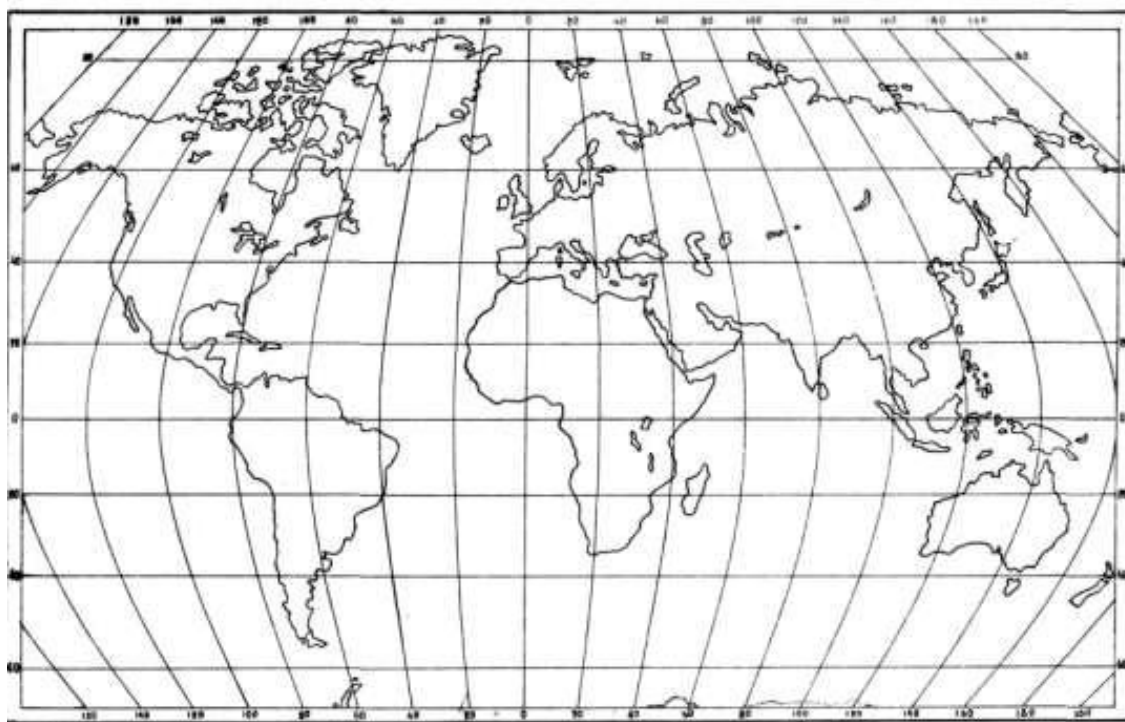


Рис.12.

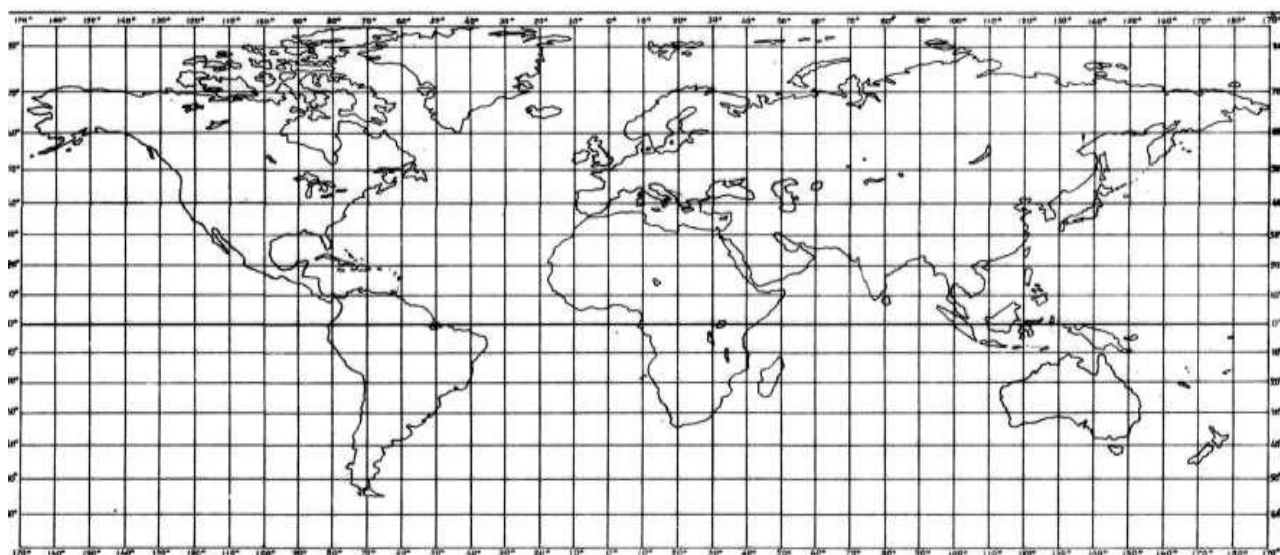


Рис.13.

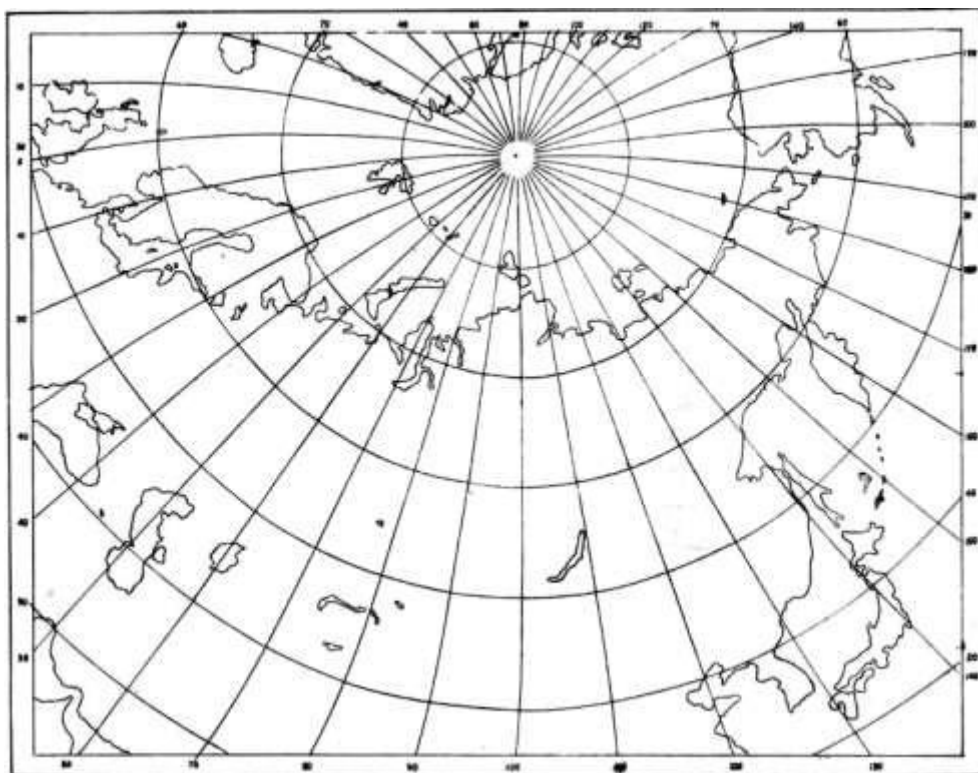


Рис.14.

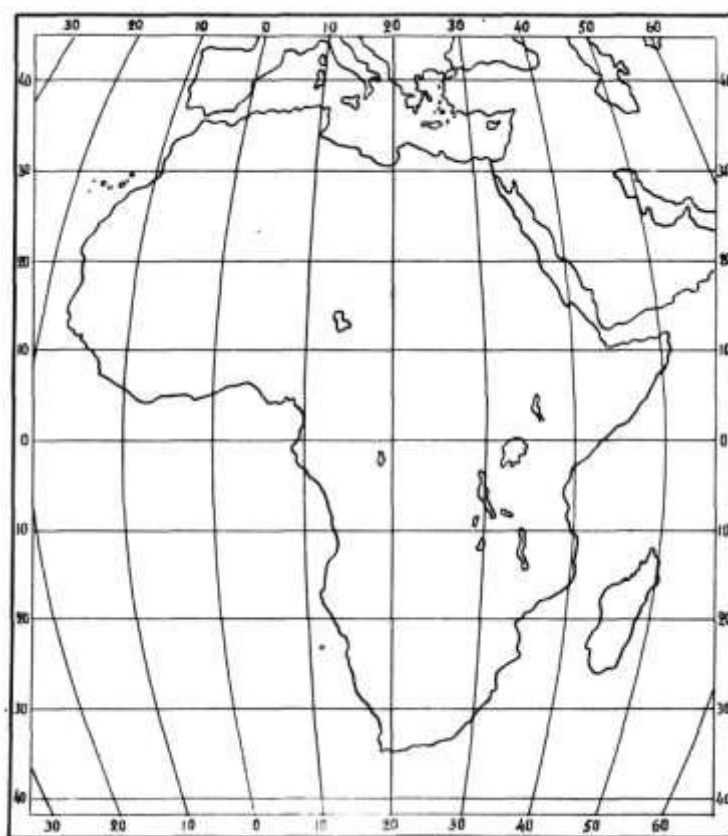


Рис.15.

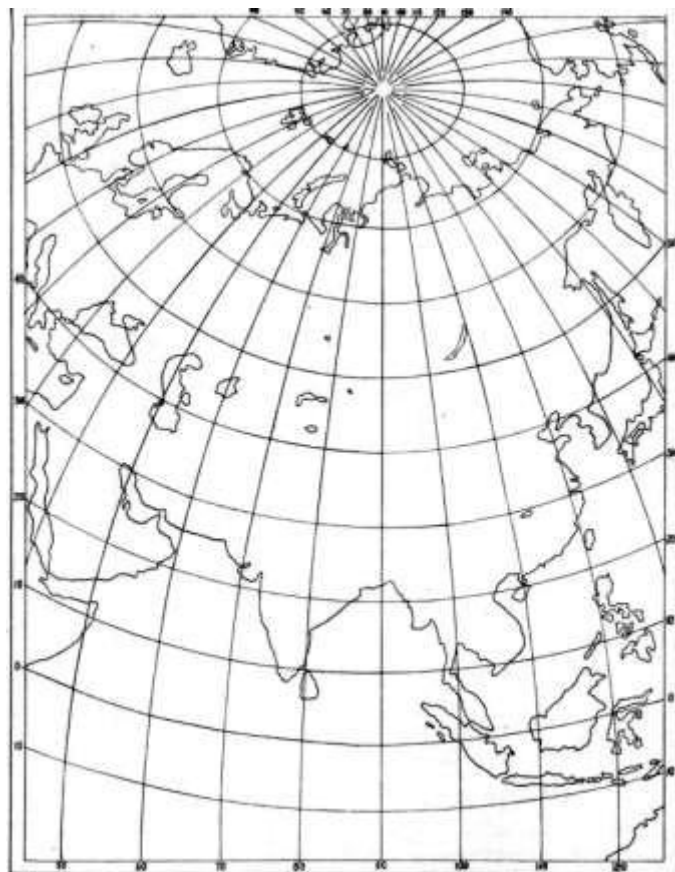


Рис.17.

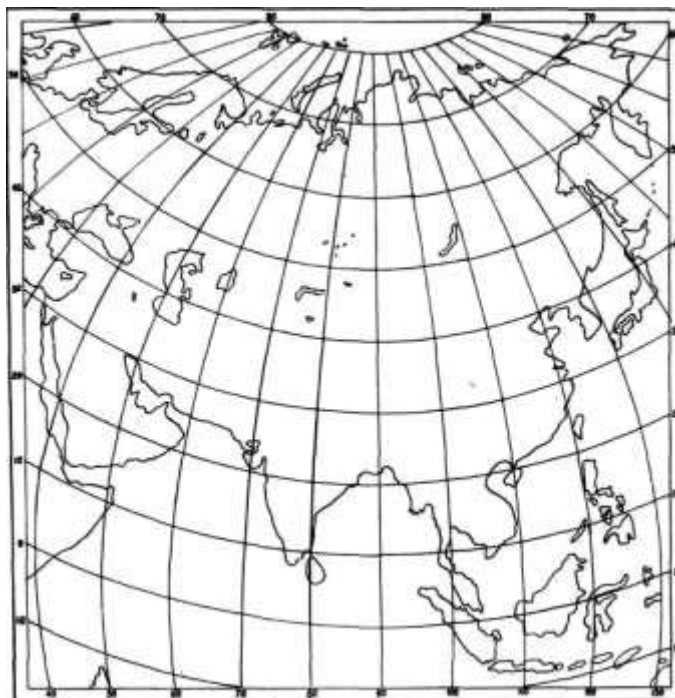


Рис.18.

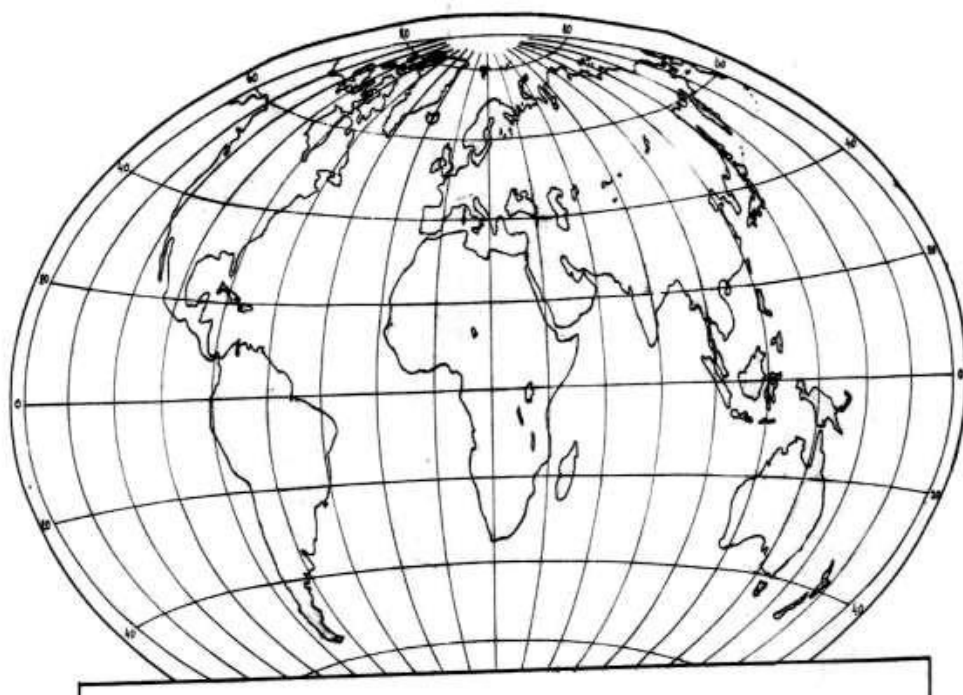


Рис.19.



Рис.20.

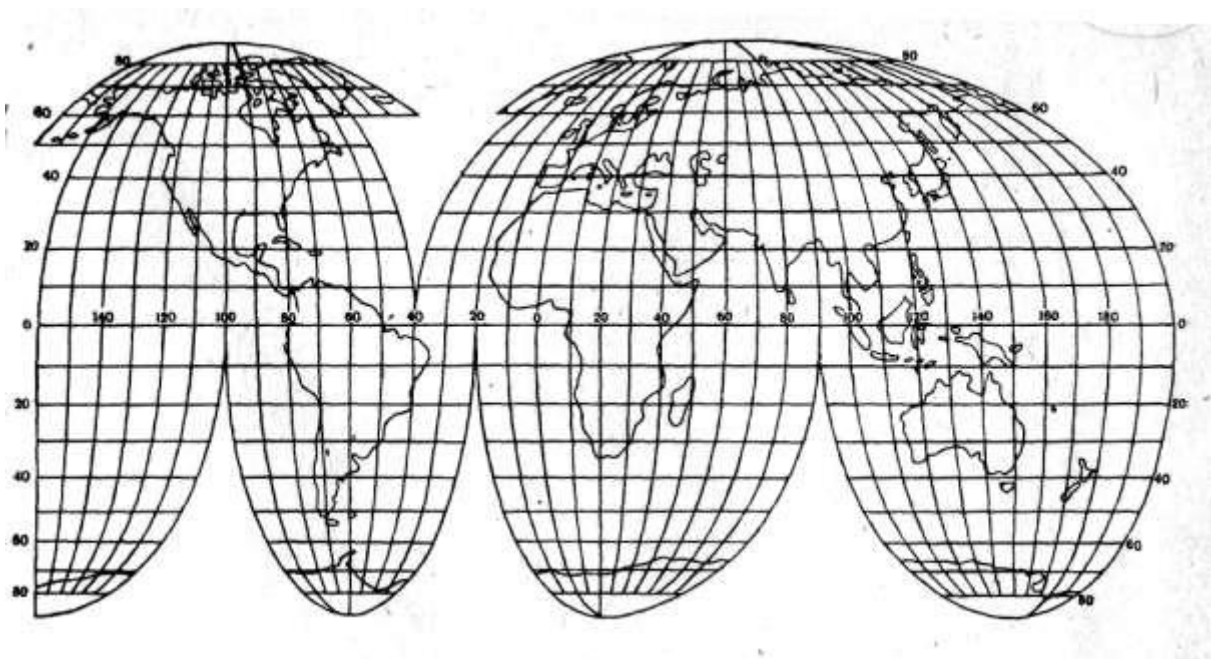


Рис.21.



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

### Тема: Измерение по картам длин

**Цель работы:** закрепить умение решать задачи по измерению и отложению длин линий на карте, используя различные виды масштаба.

В результате измерений расстояний по картам получают длины горизонтальных проекций линий, а не длины линий на земной поверхности. При малых углах наклона разница между длиной наклонной линии и ее горизонтальной проекцией очень мала и может не учитываться. В горных районах при измерении расстояний по картам действительное расстояние на наклонной поверхности вычисляется по формуле  $S = d \cdot \cos \alpha$ , где  $d$  — длина горизонтальной проекции линии  $S$ ,  $\alpha$  — угол наклона.

Определяя расстояния между объектами, не учитываются спуски и подъемы по гористой местности. Поэтому получаемый по карте результат следует с учетом характера местности и масштаба карты умножить на поправочный коэффициент (табл. 1).

Таблица 1.

Поправочный коэффициент

Рельеф местности	Поправочный коэффициент		
	1:50000	1:100000	1:200000
горная	1,15	1,2	1,25
холмистая	1,05	1,1	1,15
равнинная	1,0	1,0	1,05

Прямолинейные отрезки на карте измеряют с помощью циркуля и линейки с миллиметровыми делениями способом створов, кривые линии — курвиметром. В полевых условиях, при отсутствии данных приборов можно использовать способ влажной нитки.

Для определения длины отрезка прямой между двумя точками в раствор циркуля-измерителя берут с карты заданный отрезок, переносят на линейный масштаб карты и получают длину линии. Аналогичным образом измеряют длины ломаных линий, беря в раствор циркуля каждый отрезок отдельно и затем суммируя их длины. Плавные кривые измеряют как ломаные, разбив предварительно на прямолинейные отрезки.

**Задание 1.** Определить расстояние по прямой между двумя пунктами по топографической карте «Тюльган» масштаба 1:100000. *Пример:* расстояние между объектами равно 12,8 см (измеряют линейкой в см), масштаб карты 1:100 000, в 1 см 1000 м,  $12,8 \text{ см} \times 1000 \text{ м} = 12800 \text{ м} = 12,8 \text{ км}$ ; местность горная, поэтому необходимо умножить на поправочный коэффициент  $12,8 \text{ км} \times 1,15 = 14,7 \text{ км}$ .

- а) г. Ямантау — г. Люцернова Шишка;
- б) г. Ямантау — г. Ахметулла;
- в) г. Кабыргай — г. Митрофанова;



- г) с. Каскиново – г. Урпак;
- д) с. Холодный ключ – с. Рудное;
- е) ур. Октябрьский – г. Урпак.

**Задание 2.** Определить расстояние: 1) используя способ влажной нитки, 2) курвиметром по карте «Шарлык» масштаба 1:100000. Влажную нитку накладывают на исследуемый объект и при помощи линейки узнают ее длину в сантиметрах.

- а) по прямой от точки 247,0 до точки 223,8;
- б) по прямой от точки 325,1 до точки 311,4;
- в) длину реки Ключ;
- г) длину реки Шарлык;
- д) от точки 330,1 до ур. Алексеевский;
- е) от с. Константиновка до с. Ялчкаево.

**Задание 3.** По карте «Сорочинск» масштаба 1:100000 измерить раствором циркуля-измерителя длину реки Уранчик. Измерения длины извилистой линии сводится к последовательному откладыванию малого его раствора по измеряемой линии. Для того, чтобы найти длину заданного отрезка в метрах или километрах, необходимо определить цену одного раствора. Сравнить результаты.

*Пример: в результате измерений отрезка реки раствором, равным 2 мм по карте масштаба 1:100 000, получилось 63 раствора. Т.к. 1 см на карте равен 1 км на местности, то в 1 мм содержится 100 м, а в 2 мм - 200 м. Это и есть цена раствора циркуля.  $63 \times 200 \text{ м} = 12600 \text{ м} = 12,6 \text{ км}$ .  $2 \text{ мм} \times 63 \text{ раствора} = 126 \text{ мм} = 12,6 \text{ см} \times 1 \text{ км} = 12,6 \text{ км}$ .*

- а) «шаг» циркуля - 5 мм;
- б) «шаг» циркуля - 4 мм;
- в) «шаг» циркуля - 3 мм.

**Задание 4.** Определить расстояние между объектами, используя циркуль и линейный масштаб карты «Ивановка» (1:100000).

Небольшие расстояния на карте между двумя пунктами по прямой линии определяют, пользуясь линейным масштабом карты. Циркуль, раствор которого равен расстоянию между заданными точками на карте, прикладывают к линейному масштабу и снимают отсчет в метрах или километрах.

Раствор циркуля должен располагаться на линейном масштабе так, чтобы правая игла находилась точно на одном из штрихов вправо от 0, а левая - в пределах левого основания масштаба.

- а) от точки 151,9 до точки 160,2;
- б) от овр. Кривой (точка 149,9) до точки 240,5;
- в) от овр. Аргынбай (точка 151,2) до ур. Урюм (точка 166,6).

## Тема: Измерение по картам площадей

**Цель работы:** научиться определять площадь участка по карте с помощью измерительных и вычислительных работ; научиться выделять участки с заданной площадью.

В результате измерения площадей различных объектов по топографическим картам можно определить площади соответствующих контуров на местности. Масштаб площади объекта равен численному масштабу карты, возведенному во вторую степень. На практике пользуются именованным масштабом, определяют, какой площади местности соответствует  $1 \text{ см}^2$ , или  $1 \text{ м}^2$  на карте данного масштаба.

*Пример:* для карты масштаба 1:500 масштаб площадей будет равен  $(1:500)^2 = 1:50000$ .

*Пример:* на карте масштаба 1:25000

в  $1 \text{ см}$  250 м, в  $1 \text{ см}^2$   $(250 \text{ м})^2$  - в  $1 \text{ см}^2$  62 500  $\text{м}^2$ ;

в  $1 \text{ мм}$  25 м, в  $1 \text{ мм}^2$   $(25 \text{ м})^2$  - в  $1 \text{ мм}^2$  625  $\text{м}^2$

На картах площади измеряют графическим способом или с помощью палетки.

1) Графический способ - площадь участка на карте разбивается на простейшие геометрические фигуры - прямоугольники, трапеции, треугольники и т.д. Далее по формулам геометрии определяется площадь данных геометрических фигур. Площади отдельных фигур суммируются, переводятся в масштаб площадей карты. Таким образом, получается площадь объекта, выраженная в  $\text{м}^2$ ,  $\text{км}^2$ , га.

Также графическим способом определяют площадь объекта с криволинейными контурами. В таком случае, применяют палетку (прозрачная пластинка или лист кальки с сеткой квадратов со стороной 1-5 мм), которую накладывают на соответствующий контур и подсчитывают целые квадраты, поместившиеся внутри него. Неполные квадраты, рассекаемые границами контура, комбинируют на глаз так, чтобы в сумме были целые квадраты. Число квадратов, полученное при подсчете, умножают на площадь одного квадрата, находят площадь объекта по палетке. Затем умножают на масштаб площади карты.

*Пример:* территория леса на карте масштаба 1:5000 имеет прямоугольную форму, длина сторон 96 мм и 43 мм. Определим площадь леса в гектарах. Площадь прямоугольника  $96 \text{ мм} \times 43 \text{ мм} = 4128 \text{ мм}^2$ . В  $1 \text{ см}$  50 м, в  $1 \text{ мм}$  5 м, в  $1 \text{ мм}^2$   $(5 \text{ м})^2$ , в  $1 \text{ мм}^2$  25  $\text{м}^2$ . Площадь леса =  $4128 \text{ мм}^2 \times 25 \text{ м}^2 = 103200 \text{ м}^2 = 10,32 \text{ га}$ .

**Задание 1.** Определить масштаб площади для карт следующих масштабов:

- а) 1:50;
- б) 1:100;
- в) 1:2000;
- г) 1:50000;
- д) 1:200000;

е) 1:1000000.

**Задание 2.** Рассчитать площадь объектов, если на карте масштаба 1:5000 они равны:

- а)  $100 \text{ мм}^2$ ;
- б)  $48 \text{ мм}^2$ ;
- в)  $52 \text{ мм}^2$ ;
- г)  $6 \text{ см}^2$ ;
- д)  $15 \text{ см}^2$ ;
- е)  $86 \text{ см}^2$ .

**Задание 3.** Участок озимой пшеницы имеет прямоугольную форму с длиной сторон 23 мм и 108 мм. Масштаб карты 1:10000. Определите площадь поля озимой пшеницы в гектарах.

**Задание 4.** Пастбище на карте имеет форму трапеции с размерами: 12,5 мм, 2,4 мм - основания, 2,7 мм - высота. Масштаб карты 1:25000. Определить площадь пастбища в гектарах.

**Задание 5.** Участок детской игровой площадки имеет на карте форму треугольника с размерами: 2 см - высота, 9,6 см - основание. Масштаб карты 1:200. Определить площадь детской игровой площадки в гектарах.

**Задание 6.** Вычислите графическим способом площадь лесного массива на карте «Саракташ». Масштаб карты 1:100000.

*Пример: Масштаб карты 1:100000. Стороны квадратиков палетки равны 2 мм. Количество полных клеток 6. Количество неполных клеток 10, получаем 5 полных клеток. Сумма всех клеток равна 11. Площадь одного квадрата равна  $4 \text{ мм}^2$  ( $2 \text{ мм} \times 2 \text{ мм}$ ). Площадь объекта по палетке равна  $11 \text{ клеток} \times 4 \text{ мм}^2 = 44 \text{ мм}^2$ . Масштаб площади карты: в 1 см 1000 м; в 1 мм 100 м; в  $1 \text{ м}^2$  10000  $\text{м}^2$ . Площадь объекта равна  $44 \text{ мм}^2 \times 10000 \text{ м}^2 = 440000 \text{ м}^2 = 44 \text{ га}$ .*

**Задание 7.** Вычислите на карте «Саракташ» М 1:100000 площадь следующих объектов:

- а) село Черкасы;
- б) поселок Саракташ.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

### Тема: Углы направлений

**Цель работы:** изучить виды ориентировочных углов и научиться их определять.

*Ориентировать линию* - значит определить ее направление относительно сторон горизонта или какого-либо другого направления, принимаемое за начальное.

За начальное направление в геодезии обычно берут направление географического или магнитного меридиана, а также северное направление вертикальной линии километровой сетки (параллельной осевому меридиану зоны Гаусса-Крюгера).

В зависимости от начального направления различают так называемые ориентировочные углы - азимуты (географический и магнитный), дирекционные углы, румбы.

*Географическим (истинным) азимутом ( $A$ )* называют угол, отсчитываемый от северного направления географического (истинного) меридиана по ходу часовой стрелки до заданного направления (в пределах от  $0^0$  до  $360^0$ ).

*Магнитным азимутом ( $A_M$ )* называют угол, отсчитываемый от северного направления магнитного меридиана по ходу часовой стрелки до заданного направления (в пределах от  $0^0$  до  $360^0$ ).

Положение географических и магнитных полюсов на земном шаре различно, поэтому магнитный меридиан не совпадает обычно с географическим. Угол между географическим и магнитным меридианами называется *магнитное склонение ( $\delta$ )*.

Если магнитный меридиан отклоняется от истинного меридиана к востоку, то  $\delta$  называют восточным (+ положительным), к западу - западным (- отрицательным).

*Дирекционным углом ( $a$ )* называют угол, отсчитываемый от северного направления осевого меридиана зоны (или вертикальных линий километровой сетки) по ходу часовой стрелки до заданного направления (в пределах от  $0^0$  до  $360^0$ ).

Осевой и географический меридианы могут не совпадать. Угол между северным направлением географического меридиана и линией километровой сетки называется *углом сближения меридианов ( $\gamma$ )*. Если линия километровой сетки отклоняется от истинного меридиана к востоку, то  $\gamma$  называют восточным (+ положительным), к западу - западным (- отрицательным).

Сведения о величине углов сближения меридианов и магнитного склонения приводятся под южной рамкой карты (рис. 1).

Сущность движения по азимуту заключается в умении находить на местности нужное направление по заданному азимуту, выдерживать его с помощью карты, компаса и точно выходить к намеченному пункту.

При ориентировании на местности используют магнитный азимут, т. к. ориентируются при помощи компаса, снабженный магнитной стрелкой, которая показывает направление магнитного меридиана.

При работе с топографическими картами удобно пользоваться дирекционными углами, т. к. на карте четко видны линии километровой сетки.

Если на карте отсутствуют линии километровой сетки (среднемасштабные, мелкомасштабные карты), то ориентируются истинным азимутом, т.к. все карты ориентируются строго по направлению север-юг (истинный меридиан).

X    C    M

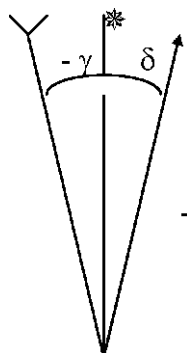


Рис.1

C - географический меридиан

M - магнитный меридиан

X - осевой меридиан зоны

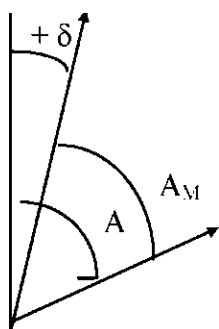
$\delta$  - магнитное склонение (восточное)

$-\gamma$  угол сближения меридианов (западное)

**Задание 1.** Определить  $A_M$ , если известны  $A$  и  $\delta$ . *Пример:  $A = 76^0 00'$ ,  $\delta = + 6^0 00'$ .  $A_M = A - \delta = 76^0 00' - 6^0 00' = 70^0 00'$ , т.к. магнитное склонение восточное (положительное) т. к. магнитное склонение восточное (положительное) находится к востоку от географического меридиана, магнитный азимут будет меньше, чем истинный (рис. 2).*

- а)  $A = 76^0 00'$ ,  $\delta = + 6^0 00'$
- б)  $A = 15^0 00'$ ,  $\delta = + 3^0 00'$
- в)  $A = 342^0 30'$ ,  $\delta = - 8^0 00'$
- г)  $A = 149^0 00'$ ,  $\delta = - 4^0 00'$

C    M



C - географический меридиан

M - магнитный меридиан

$+\delta$  - магнитное склонение (восточное)

Рис. 2.

**Задание 2.** Определить  $A$ , если известны  $A_M$  и  $\delta$ . *Пример:  $A_M = 36^0 45'$ ,  $\delta = + 3^0 45'$ .  $A = A_M + \delta = 36^0 45' + 3^0 45' = 40^0 30'$ , т.к. магнитное склонение восточное (положительное), истинный азимут будет больше магнитного. Вспомните, что в  $1^0 = 60'$ .*

- а)  $A_M = 36^0 45'$ ,  $\delta = + 3^0 45'$
- б)  $A_M = 175^0 15'$ ,  $\delta = + 3^0 40'$
- в)  $A_M = 91^0 05'$ ,  $\delta = - 2^0 35'$
- г)  $A_M = 213^0 29'$ ,  $\delta = - 1^0 51'$

**Задание 3.** Определить  $A$  и  $A_M$ , если известны  $a$ ,  $\delta$ ,  $\gamma$ . *Пример:  $a = 95^0 00'$ ,  $\delta = - 2^0 30'$ ,  $\gamma = + 3^0 10'$ .  $A = a + \gamma = 95^0 00' + 3^0 10' = 98^0 10'$ .  $A_M = A + \delta = 98^0 10' + 2^0 30' = 100^0 40'$*

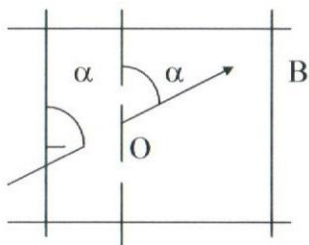
- а)  $a = 95^0 00'$ ,  $\delta = - 2^0 30'$ ,  $\gamma = + 3^0 10'$

- б)  $a = 130^{\circ}10'$ ,  $\delta = -2^{\circ}37'$ ,  $\gamma = -1^{\circ}59'$   
 в)  $a = 36^{\circ}40'$ ,  $\delta = +1^{\circ}40'$ ,  $\gamma = +1^{\circ}01'$   
 г)  $a = 233^{\circ}33'$ ,  $\delta = -3^{\circ}05'$ ,  $\gamma = +2^{\circ}45'$

**Задание 4.** По топографической карте определите дирекционные углы (а). *Пример:* на карте "Чарков" от г. Федосиха (кв. 1711) на т. 163,1 (кв. 1810) дирекционный угол (а) =  $314^{\circ}$ .

- а) "Чарков" (1:50000) от г. Федосиха (кв. 1711) на т. 163,1 (кв. 1810), на т. 135,2 (кв. 1812), на т. 211,3 (кв. 1512);  
 б) "Чарков" (1:50000) от г. Крутая (кв. 1806) на т. 262,3 (кв. 1707), на т. 175,3 (кв. 1907), на т. 275,2 (кв. 1804).  
 в) "Морозовск" (1:50000): от г. Буровая (кв. 1900) на т. 132,4 (кв. 1898), на т. 123,1 (кв. 2002), на т. 70,9 (кв. 1705);  
 г) "Морозовск" (1:50000): от т. 78,1 (кв. 2301) на т. 103,8 (кв. 2101), на т. 74,7 (кв. 2299), на т. 49,1 (кв. 2599).

Для измерения дирекционного угла линии ее продолжают до пересечения с ближайшей вертикальной линией километровой сетки или через начальную ее точку проводят прямую, параллельную вертикальной линии сетки. Затем с помощью транспортира измеряют угол от северного конца линии сетки до данного направления по ходу часовой стрелки (рис. 3).



ОВ – заданное направление  
 $\alpha$  — дирекционный угол

Рис. 3

**Задание 5.** Используя данные задания 4 (дирекционный угол), определить географический и магнитный азимуты. При выполнении задания внимательно изучить график сближения меридианов и магнитное склонение (дано под южной рамкой карты). *Пример:* на карте "Чарков" от г. Федосиха (кв. 1711) на т. 163,1 (кв. 1810) дирекционный угол (а) =  $314^{\circ}$ . По графику сближения меридианов и магнитного склонения  $\delta = 2^{\circ}50'$  (западное (-)),  $\gamma = 2^{\circ}10'$  (восточное (+)).  $A = a + \gamma = 314^{\circ} + 2^{\circ}10' = 316^{\circ}10'$ .  $A_m = A + \delta = 316^{\circ}10' + 2^{\circ}50' = 319^{\circ}00'$ .

**Задание 6.** Построить план маршрута по азимутам (истинный) и длинам направлений. Масштаб 1:10 000 (табл. 1).

вариант	маршрут А		маршрут Б		маршрут В	
стороны хода	азимуты сторон	длины сторон (м)	азимуты сторон	длины сторон (м)	азимуты сторон	длины сторон (м)
1 - 2	$90^{\circ}$	300	$0^{\circ}$	200	$90^{\circ}$	220
2 - 3	$130^{\circ}$	220	$75^{\circ}$	320	$120^{\circ}$	300
3 - 4	$200^{\circ}$	100	$0^{\circ}$	100	$90^{\circ}$	200
4 - 5	$90^{\circ}$	270	$90^{\circ}$	150	$0^{\circ}$	120

**Задание 7.** Построить план маршрута по азимутам (истинный) и длинам направлений. Масштаб 1:200 000 (табл.2)

вариант	маршрут А		маршрут Б		маршрут В	
стороны хода	азимуты сторон	длины сторон (м)	азимуты сторон	длины сторон (м)	азимуты сторон	длины сторон (м)
1 - 2	$80^{\circ}$	8000	$90^{\circ}$	6000	$45^{\circ}$	3000
2 - 3	$145^{\circ}$	5800	$20^{\circ}$	3000	$180^{\circ}$	6400

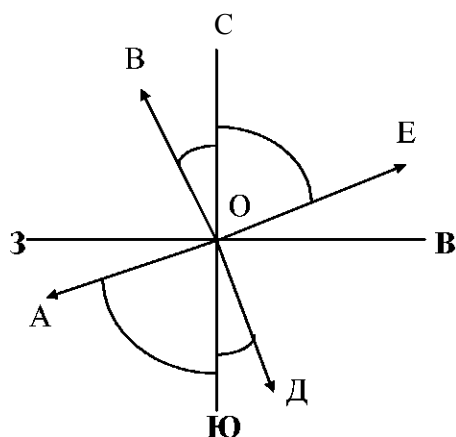
3 - 4	240 <sup>0</sup>	6700	130 <sup>0</sup>	3400	253 <sup>0</sup>	4000
4 - 5	0 <sup>0</sup>	4400	0 <sup>0</sup>	5600	115 <sup>0</sup>	8800

**Задание 8.** Какой объект находится в пункте № 2 на топографической карте, если известен пункт № 1, дирекционный угол и расстояние до пункта № 2.

- а) "Чарков": пункт № 1 - курган (кв. 2016),  $\alpha=133^0$ , расстояние от пункта № 1 до № 2 - 3300 м.  
б) "Чарков": пункт № 1 - памятник (кв. 2213),  $\alpha=10^0$ , расстояние от пункта № 1 до № 2 - 2200 м.  
в) "Морозовск": пункт № 1 - бензоколонка (кв. 2410),  $\alpha=311^0$ , расстояние от пункта № 1 до № 2 - 2200 м.  
г) "Морозовск": пункт № 1 - маяк (кв. 2313),  $\alpha=300^0$ , расстояние от пункта № 1 до № 2 - 2050 м.

В геодезии, для решения целого ряда астрономических задач, для определения курсов кораблей и т. д. вместо азимутов пользуются румбами.

**Румбом** ( $r$ ) линии называется угол между направлением данной линии и ближайшим к нему направлением меридиана. Румбы измеряются от обоих концов меридиана (северного или южного) в обе стороны в пределах от  $0^0$  до  $90^0$  (по ходу и против часовой стрелки). Градусная величина румба сопровождается названием направления линии относительно меридиана (СЗ; СВ; ЮЗ; ЮВ) (рис. 4).



$$\begin{aligned} r(OB) &= \text{СЗ} : 35^0 \\ r(OE) &= \text{СВ} : 60^0 \\ r(OD) &= \text{ЮВ} : 30^0 \\ r(OA) &= \text{ЮЗ} : 70^0 \end{aligned}$$

**Пример:**  $r(OB) = \text{СЗ} : 35^0$ , означает, что линия направлена в северо-западную сторону, угол с северным направлением меридиана составляет  $35^0$ .

**Задание 9.** Нарисовать румбы для направлений.

- а)  $r(OA) = \text{СВ} : 45^0$ ;  
б)  $r(OB) = \text{СЗ} : 80^0$ ;  
в)  $r(OB) = \text{ЮЗ} : 15^0$ ;  
г)  $r(OC) = \text{ЮВ} : 65^0$ ;  
д)  $r(OD) = \text{СЗ} : 19^0$ .

**Задание 10.** Вычислить румбы направлений по данным азимутам этих линий. **Пример:** заданное направление с углом  $131^040'$  находится в юго-восточной части (ЮВ), от южного направления меридиана угол составляет  $180^0 - 131^040' = 48^020'$ . Румб данной линии равняется  $r = \text{ЮВ} : 48^020'$ .

№	1	2	3	4	5
азимуты	131 <sup>0</sup> 40'	210 <sup>0</sup> 15'	47 <sup>0</sup> 25'	98 <sup>0</sup> 05'	348 <sup>0</sup> 07'
румбы	48 <sup>0</sup> 20'				

**Задание 11.** Вычислите азимуты направлений по данным румбам этих линий. *Пример:* румб ЮЗ:32°30'. Т.к. азимуты отсчитываются от северного направления меридиана, и заданный угол находится в юго-западной части, то  $A = 180^\circ + 32^\circ 30' = 212^\circ 30'$ .

№	1	2	3	4	5
румбы	ЮЗ:32°30'	СВ:15°16'	СЗ:28°20'	ЮВ:10°20'	ЮЗ:89°25'
азимуты	212°30'				

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

### Тема: Содержание топографических карт

**Цель работы:** изучить условные знаки, применяемые для топографических карт, научиться применять их при создании карт.

*Содержание карты* - совокупность сведений об изображенной на карте территории, передаваемое с помощью условных знаков.

*Условные знаки* - система символических графических обозначений или знаков, применяемая для изображения на картах различных объектов и явлений, их качественных и количественных характеристик.



Обозначения характеризуют качественные и часто количественные особенности изображаемых элементов местности и показывают их местоположение. Различают условные знаки:

1) *Площадные (контурные, масштабные) условные знаки* отображают объекты, горизонтальные размеры которых могут быть выражены в масштабе карты. Они показывают границы распространения объекта и характеризуют сам объект с помощью окраски оконтуренной площади. Фигура контура на карте подобна соответствующей фигуре на местности, хотя некоторые несущественные детали могут отсутствовать;

2) *Точечные (внемасштабные) условные знаки* показывают на карте объекты, занимающие на местности небольшую площадь, не выражающуюся в масштабе карты, положение которых фиксируются на карте точкой. Как правило, эти знаки имеют или правильную геометрическую фигуру (круг, треугольник, звездочка и др.), или схематически, упрощенно воспроизводят внешний вид объекта. Истинное положение объекта на местности определяется одной из точек знака - точкой локализации.

3) *Линейные условные знаки* применяются для изображения на картах таких предметов местности, которые имеют значительную протяженность при сравнительно малой ширине (пути сообщения, линии связи, реки, границы и др.). Они масштабны по длине, но внемасштабны по ширине.

До недавнего времени все знаки были статичными. Однако с развитием электронных технологий появились динамические - знаки, движущиеся и изменяющиеся, используемые в компьютерных картографических анимациях (тоже могут иметь три перечисленных выше вида условных знаков).

Совокупность условных знаков с их пояснением называется - *легендой карты*.

Все графические средства изображения: формы и величины знаков, их цвета и внутреннего рисунка в сочетании с картинкой их взаимного расположения, ориентировки относительно друг друга - помогают в создании пространственных образов действительности.

Существенную роль в характеристике объектов дают надписи и буквенно-цифровые данные. Они передают на картах:

- географические названия (населенных пунктов, водных и орографических объектов и др.)
- ряд качественных и количественных характеристик (высотные отметки, число домов, состав древесных пород в лесу, ширину дороги, характеристику грунта, даты событий, и др.).

Надписи на картах могут различаться характером шрифта, набора, размером букв (кеглем), цветом, выделением заглавных букв и др. Объекты, относящиеся к разным элементам содержания карты, подписывают разными шрифтами. Они не должны закрывать условные знаки.

Правила расположения надписей на картах:

- а) надписи небольших и «точечных» объектов и цифровые знаки располагают параллельно северной рамки карты, а названия вытянутых объектов - вдоль их большой оси;

б) названия населенных пунктов помещают вправо от условного знака на территории той страны (области), в которой находится (искл. - слева или сверху при густоте надписей, или если на границе);

в) надписи крупных объектов (водных, государств, островов и др.) помещают внутри контура, располагая в направлении их большей протяженности.

Ряд условных знаков сопровождается сокращенными подписями, которые поясняют некоторые особенности изображенных объектов.

*Пример:*

- маш. - машиностроительный завод
- пес. - песчаный карьер
- мин. - минеральный источник
- шк. - школа и др.

Цвет также служит для характеристики объектов:

- зеленым изображают растительность.
- голубым - водные объекты.
- коричневым - орографию.
- черным подписываются населенные пункты и др.

Для всех карт разработана *единая система условных знаков*.

Для свободного чтения топографических карт необходимы твердые знания условных знаков. Эти знания приобретаются в результате систематических упражнений в чтении карт разных масштабов, а также путем вычерчивания знаков и фрагментов карт.

На любой географической карте (как на ограниченном листе бумаги) изображают то, что размещено на большом участке земной поверхности. При этом на карте не могут быть отображенными все существующие в действительности географические объекты. Неизбежен отбор какой-то их части. Этот процесс научно-обоснованного отбора и обобщения географических объектов и явлений для отображения их на карте называют *картографической генерализацией* (общий, выборочный).

**Задание 1.** Провести детальный анализ условных знаков карт масштабов 1:5000, 1:10000, 1:25000, 1:100000. Определить какие условные знаки относятся к площадным, точечным, линейным.

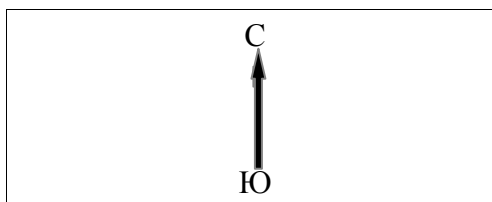
**Задание 2.** Используя легенды топографических карт, начертить в тетради, следующие условные знаки:

Условный знак	Расшифровка
	- грунтовая улучшенная дорога (шириной 6 м)
	- линия связи
	- грунтовая дорога
	-смешанный лес (из ели и березы, с высотой 15 м, диаметром стволов - 30 см, расстоянием между ними 3 м)
	- дом лесника

	- полевая дорога
--	------------------

**Задание 3.** Вычертить условными знаками в масштабе 1:10000 участок местности (800×800м) по следующему описанию:

Грунтовая улучшенная дорога шириной 6 м тянется с севера на юг. Вдоль нее с восточной стороны тянется линия связи. С этой дорогой (посередине) перекрещивается грунтовая дорога, идущая по азимуту 40°. В 200 м к западу от перекрестка дорог находится опушка смешанного леса (ель и березы достигают высоты 15 м, диаметр стволов деревьев 30 см, расстояние между деревьями 3 м) и дом лесника. От дома лесника к перекрестку грунтовых дорог ведет полевая дорога.



**Задание 4.** Вычертить условными знаками в масштабе 1:10000 участок местности (800×800м) по следующему описанию:

С севера на юг течет р. Талая (сплавная) шириной 12 м, глубиной 2 м, скоростью течения 0,2 м/сек, с песчаным грунтом. Через реку имеется брод глубиной 1 м (с твердым грунтом). От брода на восток и запад идет грунтовая дорога. На восточном берегу реки заросли кустарников, на западном - редколесье вырубленных лесов.

**Задание 5.** Вычертить условными знаками в масштабе 1:20 000 участок местности (2400×1600м) по следующему описанию:

Асфальтированное шоссе шириной 12 м тянется с запада на восток, имеет бетонный мост через судоходную р. Топь. Длина моста 150 м, грузоподъемность 20 т. На восточном берегу р. Топь, в 200 м южнее моста, лежит селение Кутково (120 дворов), протягивающееся с севера на юг на 400 м, а с запада на восток на 650 м, оно имеет одну продольную и две поперечные улицы. На южной окраине населенного пункта находится часовня, в центре - памятник. На восточном берегу севернее моста находится участок кустарника прямоугольной формы (350×150 м), вытянутый с запада на восток. К западу от р. Топь, вдоль берегов раскинулись фруктовые сады.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

### Тема: Изображение рельефа на топографических картах

**Цель работы:** изучить и научиться определять основные формы рельефа.

Под рельефом земной поверхности понимают совокупность всех ее пространственных, объемных форм. Для изображения рельефа на топографических картах применяют горизонтالي, отметки высот и условные знаки (для некоторых форм, например, камни, ямы, овраги, курганы и др.).

*Горизонтали* представляют собой горизонтальные проекции линий сечения рельефа уровнями поверхностями. Все точки одной горизонтали имеют одинаковую высоту над основной уровенной поверхностью (уровнем моря).

*Абсолютные высоты* некоторых горизонталей подписаны на карте; кроме того, так указаны высоты (отметки) ряда точек - вершин, седловин, урезов воды в реках и озерах и т.д.

Изображение рельефа горизонталями позволяет распознать по карте формы и элементы рельефа, выявить их взаимосвязи, а также получить ряд количественных характеристик рельефа. Рисунок горизонталей и их взаимное расположение передают формы рельефа.

На карте (плане) возвышенность или вогнутость представлена системой замкнутых, concentрически расположенных горизонталей. При этом линию падения у возвышенности или у впадины можно определить при помощи подписи высот горизонталей (основания цифр направлены в сторону понижения склона) или при помощи бергштрихов - это короткие черточки, отходящие от горизонтали по линии падения (рис. 6)

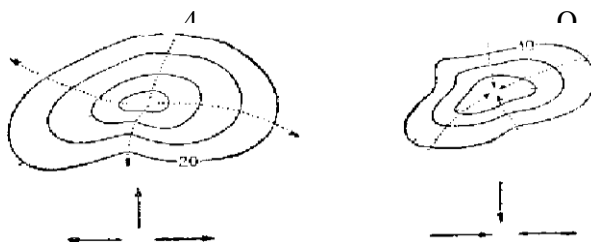


Рис. 1.- Изображение горизонталями холма (а) и котловины (б).

#### Изображение некоторых форм рельефа

1) Хребет (отрог, увал) изображается системой вытянутых, U-образных горизонталей. Через точки, где горизонталей имеют наибольшую кривизну (т.е. наименьший радиус), проводят линию. Она отделяет склоны противоположных направлений - это водораздельная линия (рис. 2).

2) Лощина (долина, балка) изображают системой V-образных горизонталей, внешне схожих с изображением хребта. Однако вогнутые формы рельефа на местности обычно уже выпуклых и поэтому на карте они передаются более сближенным пучком горизонталей. Линия, проходящая в лощинах через точки их наибольшей кривизны, является водосборной линией или тальвегом (рис. 2);

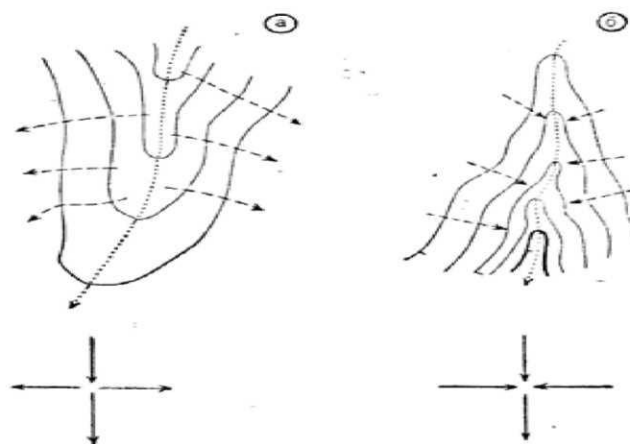


Рис. 2 - Изображение горизонталями хребта (а) и лощины (б)

3) Седловиной называется участок местности, от которого в противоположные стороны отходят две лощины и к которому с двух сторон подходят склоны вершин (рис. 3);

4) Ровный (плоский) участок склона изобразится на карте системой параллельных прямых горизонталей, отстоящих друг от друга на равных расстояниях (рис. 3);

5) Участки поверхности, близкой к горизонтальной, на карте будут иметь очень разреженные горизонталы.

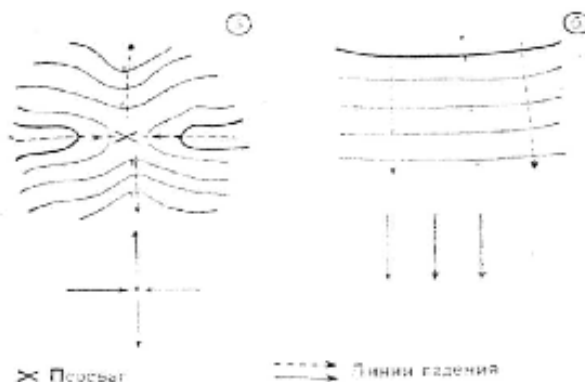


Рис.3. Изображение горизонталями седловины (а) и склона (б)

### Количественные характеристики рельефа на карте

Между элементами рельефа на карте существуют математические зависимости (рис. 4). К этим элементам относятся:

1) Высота сечения ( $h$ ) - это вертикальное расстояние между соседними секущими поверхностями;

2) Заложение ( $d$ ) - это горизонтальная проекция склона;

3) Крутизна склона определяется углом наклона ( $\alpha$ ) или уклоном ( $i$ ):

$$\tan(\alpha) = \frac{h}{d} = i$$

*Пример:* на отрезке в 1000 м (d) высота подъема составляет 15 м (h),  $i = 0,015$ .



Рис. 4 Элементы склона на профиле и на карте

Высота основного сечения подписывается на каждом листе карты под графическим масштабом. Горизонтالي проведены сплошными тонкими коричневыми линиями, каждая пятая горизонталь утолщена.

*Пример,* если высота сечения 10 м, то утолщенные горизонтالي будут проведены через каждые 50 м.

**Задание 1.** Самостоятельная работа с картами "Чарков", "Морозовск" (1:50000). Ознакомиться с условными обозначениями рельефа. Посмотреть на картах горизонтали, утолщенные горизонтали, бергштрихи, абсолютные высоты, подписи высот. Найти на картах основные формы рельефа.

**Задание 2.** По изображению рельефа на рисунке определить высоту сечения, масштабы карт, а также формы, характерные точки и линии рельефа (рис. 5).

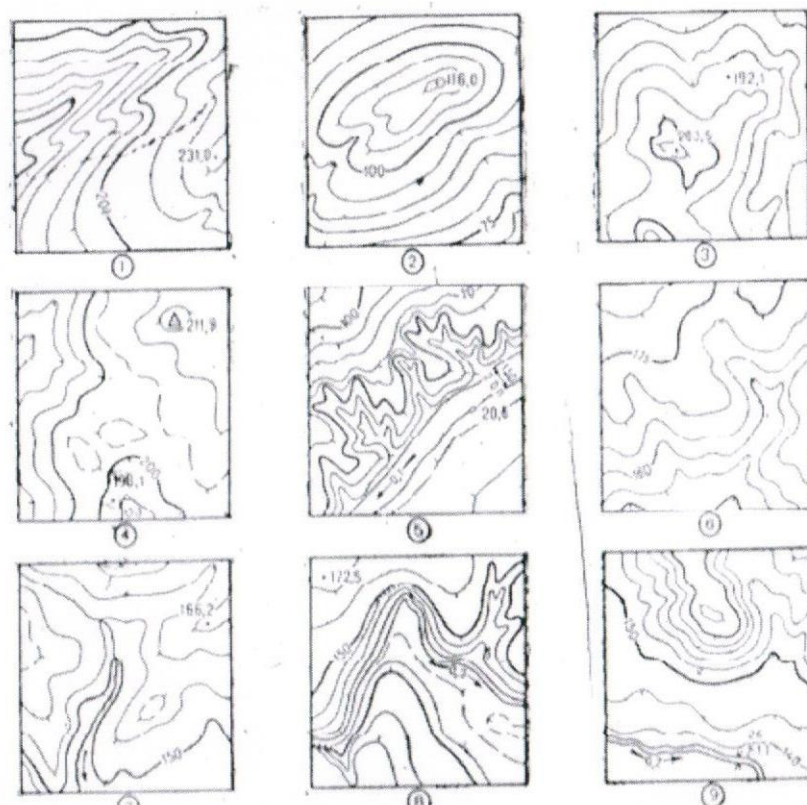


Рис.5. Точки и линии рельефа.

**Задание 3.** Изобразить схематически горизонталями:

- холм, отметка высшей точки которого 184 м, относительная высота холма 24 м, масштаб 1:25 000;
- котловину глубиной 50 м, отметка дна 80 м, масштаб 1:50 000;
- хребет с тремя вершинами, вытянутый с запада на восток;
- седловину с отметкой перевала 810 м, масштаб 1:100 000;
- хребет с двумя вершинами, вытянутый с северо-запада на юго-восток, в районе перевала начинаются две реки стекающие в разных направлениях.

**Задание 4.** Используя полученные знания, определить отметки следующих пунктов.

*Пример:* на карте "Морозовск" пещера (кв.1904) находится на высоте 68 м.

- на карте "Морозовск": пещера (кв.1904), скала останцов (кв. 1999), дом лесника (кв. 2004), действующая шахта (кв. 1500);
- на карте "Чарков": охотничий домик (кв. 1507), изба (кв. 2514), отдельный двор (кв. 1703), действующая шахта (кв. 1718);
- на карте "Труновское": минеральные источники (кв. 9981), (кв. 9689), дом лесника (кв. 1089), останцы (кв. 0993).

**Задание 5.** По карте "Морозовск" (1:50000) определить превышение следующих пар точек:

- вершина г. Зубриная (кв. 1809) - будка трансформаторная (кв. 1908);
- вершина г. Буровая (кв.1900) - останцы (кв. 1999);
- сарай (кв. 1899) - действующая шахта (кв. 1500).

На топографической карте (под южной рамкой) помещается шкала заложений, которая служит для измерения крутизны склонов. На горизонтальной оси шкалы подписаны углы наклона, а по вертикалям отложены соответствующие этим углам заложения при данном сечении и масштабе.

Для определения крутизны склона по заданному направлению надо циркулем-измерителем взять заложение в том месте, где отрезок совпадает с заложением шкалы; на горизонтальной оси прочитать крутизну ската в градусах.

**Задание 6.** Используя шкалу заложений, определить по карте "Морозовск" (1:50 000) крутизну склона в градусах по следующим направлениям. *Пример: между горизонталями 140м и 150м (кв. 1798) по водораздельной линии крутизна склона  $2^{\circ}$ .*

- а) между горизонталями 140м и 150м (кв. 1798) по водораздельной линии;
- б) между горизонталями 270м и 280м (кв. 1598) по водораздельной линии;
- в) между горизонталями 60м и 70м (кв. 2303) по водораздельной линии.
- г) между горизонталями 150 м и 200 м вдоль речного стока (кв. 1699).

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10**

### **Тема: Построение профиля по карте**

**Цель работы:** научиться строить продольный профиль рельефа местности.

Изображение разреза местности вертикальной плоскостью называется профилем. Построение профиля проводится в следующей последовательности:



1. На карте прочерчивают направление профиля и определяют максимальную и минимальную отметки точек на этой линии, т. е. находят амплитуду всего профиля. Знать заранее амплитуду и протяженность профиля нужно для расчета длины осей профиля и правильного выбора начала отсчета высот;

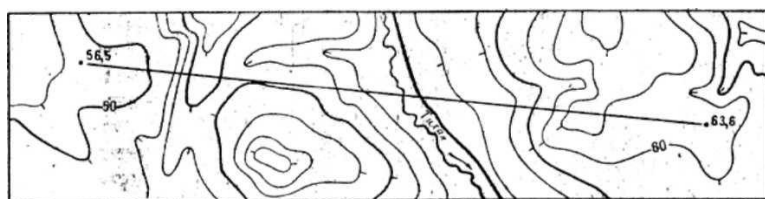
2. Подбирают вертикальный масштаб для отложения высот, с таким расчетом, чтобы характерные перегибы рельефа хорошо выразились на профиле, и в то же время было правдоподобно передано строение рельефа. Вертикальный масштаб крупнее горизонтального. За горизонтальный масштаб профиля, чаще, берут масштаб карты;

3. Строят две взаимно перпендикулярные прямые -горизонтальную и вертикальную оси профиля. В соответствии с выбранным масштабом на вертикальной оси отмечают высоты всех горизонталей, пересекаемых линией профиля, и через эти отметки проводят горизонтальные прямые;

4. При помощи циркуля или линейки, полоски бумаги берут заложения по линии профиля и откладывают их на горизонтальной оси. Из каждого конца отрезка восстанавливают перпендикуляры до пересечения с горизонтальной линией, имеющей отметку данной горизонтали;

5. Полученные точки соединяют плавной кривой;

6. На профиле показывают объекты, расположенные по линии разреза, и азимут направления профиля (рис. 1)



Профиль по линии 563-636

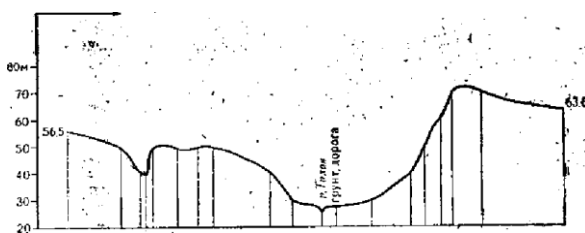


Рис.1 Построение профиля по карте с горизонталями (масштаб горизонталей 1:100000, вертикальный 1:2000)

**Задание 1. Используя топографические карты масштаба 1:100000 построить профиль.**

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11**

**Тема: Описание местности по топографической карте**

**Цель работы:** научиться делать описание местности по топографической карте.

Чтение топографической карты - это уяснение особенностей местности по ее изображению на карте.

Для того, чтобы составить по карте географическое описание местности необходимо стремиться не только прочесть по обозначениям отдельные свойства ее элементов, но, сопоставив их выявить связи этих элементов между собой и особенности местности в целом.

Основные рекомендации при составлении описаний территорий:  
Сначала дать характеристику рельефа, затем гидрографических объектов, растительности, населенных пунктов, путей сообщения и средств связи.

Описывая рельеф, следует назвать формы рельефа, его характерные линии и точки, указать наибольшую и наименьшую высоты данного участка, максимальный размах высот и колебания крутизны склонов.

При описании рек указать направление и скорость их течения, ширину и глубину русла, высоты урезов, строение русла (наличие островов, рукавов, станиц), судоходность, средства переправы.

Характеризуя озера, обратить внимание на их конфигурацию, глубину, урез воды, относительную "густоту" озер на описываемой территории, характер их расположения (одиночно, группами, цепочками и т. д.), связь с рельефом и речной сетью.

При описании болот показать зависимость их местоположения от характера рельефа, степень проходимости, площадь, глубину.

Определить виды растительности, дать их количественную и качественную характеристики, показать зависимость размещения растений от рельефа и гидрологической сети.

При характеристике населенных пунктов выявить их тип, особенности размещения и планировки, а также хозяйственное и культурное значение.

Описывая пути сообщения и средства связи, указать их тип и особенности, степень обеспеченности ими территории.

Необходимо выявить характер и размещение хозяйственных и культурных объектов, а также степень сельскохозяйственной освоенности территории и картину размещения главных видов угодий (лесов, пашен, сенокосов, садов и т. д.) в связи с природными условиями.

*Пример:* Описание местности по топографической карте.

Рельеф участка равнинный, с хорошо разработанной долиной р. Гнезной и значительным количеством лощин, балок и оврагов. Высшие точки на местности несколько превышают 200 м, колебания высот достигают 55 м.

Территорию пересекает с запада на восток р. Гнезная шириной 10 м, глубиной до 1,8 м. Скорость ее течения 1,2 м/с; это типичная равнинная река. Она образуется от слияния рек Наумки и Полонки. Место слияния этих рек находится на западе участка, к югу от г. Мстибово. Значительных притоков р. Гнезная не имеет. Река Гнезная несплавная и несудоходная. Поймы рек Гнезная и Полонки заняты заболоченным лугом.

На участке есть несколько небольших прудов хозяйственного значения, а также родники на склонах балок.

Естественной растительности в районе почти не сохранилось, только на самом юге произрастает смешанный лес, состоящий из сосны и березы,

высотой в среднем 20 м, с диаметром стволов около 30 см. Залеченная площадь в пределах района составляет приблизительно 4 км<sup>2</sup>. Лес прорезан сетью просек и дорог. На поляне в западной его части находится дом лесника. Луга с кустарником занимают запад района между р. Полонкой и железной дорогой. Большая часть территории распаханна.

Город Мстибово является районным центром. Он расположен на берегу р. Гнезной. По окраинам города раскинулись огороды и фруктовые сады. В городе есть электростанция, а также две церкви. На холме к северо-востоку от небольшой дер. Батраки находится метеостанция. Грунтовой дорогой г. Мстибово связан с железнодорожной ст. Мстибово. Расстояние между городом и станцией около 600 м. Остальные населенные пункты сельского типа невелики (до 30 дворов).

По правому берегу р. Гнезной проходит однопутная железная дорога из Городка, лежащего в 58 км от ст. Мстибово, в Волхов, находящийся в 15 км от ст. Мстибово. Дорога проложена частично по насыпям и выемкам, пересекает р. Полонку по металлическому мосту. Вдоль дороги проложены станции, будки, казармы.

Улучшенные грунтовые дороги шириной 6-7 м пересекают г. Мстибово с юго-востока на северо-запад и с северо-востока на юго-запад. В районе значительное количество проселочных, лесных и полевых дорог. От электростанции в г. Мстибово на запад и северо-восток тянутся провода высоковольтной электропередачи.

**Задание 1.** По топографической карте масштаба 1:50 000, руководствуясь вышеупомянутыми указаниями, сделать географическое описание следующих участков местности:

- а) карта "Морозовск": в квадратах 2601-2602 и 2701-2702; между координатными линиями 1413-1416 и 2113-2116;
- б) карта "Чарков": в квадратах 1913-1914 и 2013-2014; между координатными линиями 1517-1520 и 2417-2419;
- в) карта "Труновское": в квадратах 0084-0085 и 0184-0185; между координатными линиями 0979-0983 и 1579-1583;
- г) карта "Боград": в квадратах 0506-0507 и 0606-0607; между координатными линиями 9602-9608 и 0302-0308.

**Задание 2.** На основании словесного описания маршрута вычертить его план в масштабе 1:10.000. Взять участок 10×12 см.

Маршрут начинается от метеостанции (знак наносить, отступая от нижнего края бумаги не менее чем на 4 см и слева - 3 см) и идет 300 м по грунтовой дороге на восток. Слева по ходу на расстоянии 180 м - редколесье по лугу, справа - кустарник высотой 2 м. Затем дорога идет по азимуту 50°. У поворота дороги кустарник кончается, его граница имеет азимут 180°. Здесь начинается смешанный лес из сосны и березы. Средняя высота деревьев 12 м, диаметр стволов 20 см, расстояние между деревьями 3 м. Слева от грунтовой дороги (в 200 м от поворота) отходит лесная дорога под азимутом 300°; она ведет к дому лесника. Дом находится в 210 м от грунтовой дороги и стоит у опушки елового леса. Деревья в лесу достигают 15 м высоты, средний диаметр стволов 30 см, расстояние между деревьями 5 м. Лесная дорога вправо от основной грунтовой дороги продолжается просекой шириной 4 м.

Далее от лесной дороги и просеки маршрут идет по грунтовой дороге по прежнему азимуту (50°) на расстоянии 150 м. Слева вдоль дороги вырубленный лес, справа - сосновый лес высотой 12 м, диаметр стволов 23 м, расстояние между деревьями 4 м.

Пройдя эти 150 м, встречаем линию связи, пересекающую нашу дорогу под азимутом  $300^0$ . После линии связи дорога идет в прежнем направлении, слева от нее пашня, справа - заболоченный луг. Пройдя еще 150 м, видим у дороги справа ключ, из которого в юго-восточном направлении вытекает ручей; луг вдоль ручья заболочен.

По грунтовой дороге проходим еще 142 м до асфальтированного шоссе, имеющего направление с запада на восток. С обеих сторон шоссе - пашня, ширина шоссе - 14 м, покрытой части - 10 м. С северной стороны вдоль шоссе тянется линия связи. Маршрут проходит вдоль шоссе на восток и через 180 м достигает судоходной р. Тары, текущей с севера на юг. Ширина реки 80 м, скорость течения 0,3 м/сек. Через реку перекинут металлический мост длиной 110 м, шириной 8 м, грузоподъемностью 25 т.

Далее маршрут идет по правому берегу реки по тропе на юг. Сначала справа от нас пашня, затем - луг. Пройдя 220 м, замечаем поворот реки, теперь она имеет азимут  $210^0$ . В месте поворота находится устье ручья, через который построен пешеходный мост.

Идя по берегу реки, через 160 м вновь встречаем линию связи. В 45 м от линии связи начинается поселок Борки сельского типа. В поселке 30 дворов, расположены они в один ряд вдоль р. Тары, за домами - огороды (к ним подходит лес с просекой). На против деревни имеется переправа через реку в виде паромы грузоподъемностью 5 т. На противоположном берегу реки расположена ст. Борки двухпутной железной дороги, проходящей вдоль реки на расстоянии 30 м.

**Задание 3.** По серии общегеографических и тематических карт составить физико-географическое описание территории, предложенную преподавателем.

Работу по составлению комплексной характеристики территории рекомендуется начать с просмотра всех карт атласа, на которых эта территория отображена. В них содержится информация, характеризующая основные элементы природной среды описываемого района.

Описание делается по плану:

1. Географическое положение территории
2. Геологическое строение и рельеф
3. Климат
4. Гидрографическая сеть
5. Почвы и Растительность
6. Животный мир
7. Природные комплексы (ландшафты)
8. Сведения о населении и хозяйстве

В описании дается характеристика территории, которая позволяла бы уяснить наиболее важные особенности ее географического положения, свойства компонентов ландшафтов и их взаимосвязи, территориальное размещение природных явлений.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12

### Тема: Угломерная съемка местности

**Цель работы:** научиться применять угломерную съемку при построении полигонов.

Угломерными называют плановые съемки, при которых углы между направлениями на предметы измеряют с помощью горизонтальных угломерных устройств (магнитными азимутами, измеряемыми компасом или буссолью), а расстояния до объектов получают путем измерений лентой, шагами и т. д.

1) Для составления плана на листе бумаги проводят вертикальную прямую, которая принимается за направление магнитного меридиана. Все азимуты линий хода строятся относительно этого меридиана.

2) Затем на бумаге намечают положение первой точки с таким расчетом, чтобы весь ход расположился посередине бумаги (рекомендуется предварительно начерно набросать схему хода).

3) Для получения второй точки хода на плане транспортиром прикладывают центром к точке на линии меридиана и отмечают нужный азимут; затем с помощью угольника и линейки переносят значение азимута в первую точку хода и прочерчивают прямую от нее по соответствующему азимуту. На прочерченной прямой в масштабе плана откладывают заданное направление линии 1-2.

4) Аналогично поступают со всеми точками хода. В замкнутом полигоне обычно получают в конце линейную невязку (несовпадение на плане конечной точки хода с первой точкой).

5) Допустимая невязка определяется отношением длины невязки к периметру хода. Графически она распределяется пропорционально сторонам хода путем построения треугольника увязок. Для этого на бумаге проводят прямую линию, на которой откладывают последовательно длины всех сторон (можно в более мелком масштабе, чем основной план) и отмечают поворотные точки хода. В конечной точке восстанавливают перпендикуляр и на нем откладывают величину невязки (в масштабе основного плана). Конец перпендикуляра соединяют прямой с первой точкой хода и получают прямоугольный треугольник. Из поворотных точек хода восстанавливают перпендикуляры до пересечения с гипотенузой треугольника, длины которых и дадут величины увязок в соответствующих точках хода на плане. Конечную точку хода на плане смещают в начальную, а весь полигон увязывают путем перемещения его вершин параллельно направлению сдвига конечной точки хода. Величины поправок берут с треугольника увязок.

**Задание 1.** Изучить устройство компаса (буссоли) и уяснить правила работы с ними.

Главная деталь компаса - намагниченная стрелка, помещенная на острие стальной иглы. Игла закреплена в центре диска с делениями, который называется лимбом. На лимбе обозначены стороны горизонта и нанесены деления по ходу часовой стрелки ( $0 - 360^{\circ}$ ).

При измерении азимута по компасу, необходимо, прежде всего, ориентировать сам компас. Для этого открепляют стрелку и поворачивают коробку компаса так, чтобы северный конец магнитной стрелки был обращен на букву "С" или на отметку 0 шкалы. Затем на стекло компаса по заданному направлению кладут списку или травку и по шкале берут значение азимута, отсчитывая от буквы "С" (или от 0) по ходу часовой стрелки. *Запомнить:* Нельзя пользоваться компасом вблизи стальных и железных предметов, электрических проводов высокого напряжения, т. к. они влияют на точность магнитной стрелки. Предохранять от резких толчков и ударов, в нерабочем состоянии стрелка должна быть зафиксирована.

**Задание 2.** Построить план полигона (с увязкой) по азимутам и длинам сторон хода. Увязку провести методом параллельных линий. Первоначальный план полигона вычертить тонкими линиями, план увязанного полигона дать утолщенными сплошными линиями, на нем указать номера точек. В данном задании некоторые величины невязки для наглядности дается больше допустимой (табл. 1).

Таблица 1.

№	Масштаб плана 1:10 000		
1	№ сторон	Азимуты сторон	Длина сторон (м)
	1 - 2	273 <sup>0</sup>	370
	2 - 3	39 <sup>0</sup>	410
	3 - 4	115 <sup>0</sup>	270
	4 - 1	189 <sup>0</sup>	190
2	Масштаб плана 1: 10 000		
	№ сторон	Азимуты сторон	Длина сторон (м)
	1 - 2	70 <sup>0</sup>	550
	2 - 3	212 <sup>0</sup>	520
	3 - 4	274 <sup>0</sup>	170
	4 - 1	16 <sup>0</sup>	240
3	Масштаб плана 1: 5 000		
	№ сторон	Азимуты сторон	Длина сторон (м)
	1 - 2	142 <sup>0</sup>	180
	2 - 3	81 <sup>0</sup>	240
	3 - 4	0 <sup>0</sup>	300
	4 - 1	240 <sup>0</sup>	350
4	Масштаб плана 1:5 000		
	№ сторон	Азимуты сторон	Длина сторон (м)
	1 - 2	308 <sup>0</sup>	195
	2 - 3	238 <sup>0</sup>	248
	3 - 4	123 <sup>0</sup>	260
	4 - 1	52 <sup>0</sup>	214

**Задание 3.** Вычертить линейные масштабы в шагах по следующим данным (табл. 2).

Таблица 2.

Варианты заданий	1	2	3	4
Масштаб съемки	1:5000	1:10000	1:2000	1:25000
Длина шага (в м)	0,70	0,62	0,50	0,65
Основание масштаба (в шагах)	100	100	20	200

Для быстрого откладывания измеренных расстояний на плане заранее вычерчивают линейный масштаб, связанный с мерой полевого (на местности) измерения расстояний, например, длиной шага.

Для его построения надо знать среднее количество шагов или пар шагов человека, производящего съемку, в точно измеренном расстоянии на местности. Предположим, что в 100 м содержится 71 пара шагов, а масштаб плана 1:10 000. Для удобства пользования за основание масштаба (m) берут величину, соответствующую 100 парам шагов. Затем находят по пропорции, чему равно 100 пар шагов в масштабе плана:

1 см - 71 пара шагов (100 м)  
 m - 100 пар шагов  
 m - 1,4 см

По этим данным строится линейный масштаб:  
 200 шагов      0      200      400      600



---

1,4 см

**Задание 4.** Построить план полигона (с увязкой) на территорию, предложенную преподавателем. Использовать полученные знания и умения (задания 1-3).

**3. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**  
Не предусмотрены учебным планом

**4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**  
Не предусмотрены учебным планом