

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

**Факультет среднего профессионального образования**

**Учебно-методическая документация по освоению дисциплины**

**ПМ.03 Картографо-геодезическое сопровождение земельно-  
имущественных отношений**

**Специальность 21.02.05 Земельно-имущественные отношения**

**Форма обучения    очная**

Оренбург 2022 г.

## Раздел 1. Общая геодезия

### Лекция № 1.1 (2 часа)

#### Тема: «Общие сведения о геодезии»

#### 1. Вопросы лекции:

- 1.1. Предмет геодезии и её связь с другими науками
- 1.2. Краткий исторический очерк развития российской геодезии
- 1.3. Понятие о форме и размерах Земли
- 1.4. Математическая поверхность Земли
- 1.5. Физическая поверхность Земли
- 1.6. Задачи инженерной геодезии. Решение задач по масштабу

#### 2. Литература

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-blogo.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

#### 3. Краткое содержание вопросов

##### 3.1 Предмет геодезии и её связь с другими науками

«Геодезия» – слово греческого происхождения, её название образовано из двух греческих слов "gê" – "гео" – "земля" и "daizo" – "дайдзо" – "разделяю", что в переводе означает «Землеразделение». . В процессе исторического развития содержание каждой науки непрерывно меняется, в связи с чем неизбежен разрыв между названием науки и её содержанием. Так, например, «геометрия», буквально определяется как «землеизмерение». Однако в наше время измерения на Земле не являются предметом геометрии. Данной проблемой занимается геодезия – наука об измерениях на земной поверхности и в околоземном пространстве, а также о вычислениях и графических построениях, проводимых для:

- определения фигуры и размеров Земли как планеты в целом;
- исследования движения земной коры;
- изображения земной поверхности и отдельных её частей в виде планов, карт и профилей (вертикальных разрезов);
- решения разнообразных научных и практических задач по созданию и эксплуатации искусственных сооружений на земной поверхности и в околоземном пространстве;
- создания геодезических опорных сетей как основы для выполнения вышеперечисленных задач.

Тесную связь геодезия имеет также с географией, геологией, в особенности с геоморфологией.

В процессе своего развития геодезия разделилась на ряд научных дисциплин:

- высшая геодезия;
- топография;
- инженерная геодезия;
- картография;
- фотограмметрия;
- радиогеодезия;
- космическая геодезия;

- геодезическое инструментоведение.

### **3.2. Краткий исторический очерк развития российской геодезии**

Геодезия как наука формировалась и развивалась тысячелетиями. Древние памятники, возведенные в Египте и Китае, свидетельствуют о том, что человечество имело представление об измерениях на поверхности земли за много веков до нашей эры. Приемы измерения на земной поверхности были известны и в древней Греции, где они получили теоретическое обоснование и положили начало геометрии. Геодезия и геометрия долго взаимно дополняли и развивали одна другую. Основные даты становления геодезии

### **3.3 Понятие о форме и размерах Земли**

В геодезии для обозначения формы земной поверхности используют термин «фигура Земли».

Знание фигуры и размеров Земли необходимо во многих областях и прежде всего для определения положения объектов на земной поверхности и правильного её изображения в виде карт, планов и цифровых моделей местности.

Физическая поверхность Земли состоит из подводной (70,8 %) и надводной (29,2 %) частей. Подводная поверхность включает в себя систему срединно-океанических хребтов, подводные вулканы, океанические желоба, подводные каньоны, океанические плато и абиссальные равнины. Надводная часть земной поверхности также характеризуется многообразием форм. С течением времени поверхность Земли из-за тектонических процессов и эрозии постоянно изменяется.

### **3.4 Математическая поверхность Земли**

В любой точке земной поверхности направление силы тяжести, называемое ещё вертикальной или отвесной линией, можно легко и просто определить с помощью уровня или отвеса. Оно играет очень большую роль в геодезии. По направлению силы тяжести ориентируется одна из осей пространственной системы координат.

Геоид – выпуклая замкнутая поверхность, совпадающая с поверхностью воды в морях и океанах в спокойном состоянии и перпендикулярная к направлению силы тяжести в любой её точке. Земной сфероид – эллипсоид вращения получается вращением эллипса вокруг его малой оси  $b$ , совпадающей с осью вращения Земли, причем центр эллипсоида совмещается с центром Земли. В инженерной геодезии для практических расчетов за математическую поверхность Земли принимают шар со средним радиусом  $R=6371.11$  км. Объем шара равен объему земного эллипсоида.

### **3.5 Физическая поверхность Земли**

При топографическом изучении физической поверхности Земли надводная и подводная части рассматриваются отдельно. Надводная часть (суша) – местность (территория) является предметом изучения топографии. Подводную часть – акваторию (поверхность, покрытую водами морей и океанов) изучает океанография.

В свою очередь местность разделяют на ситуацию и рельеф.

Ситуацией называют совокупность постоянных предметов местности: рек, озер, растительного покрова, дорожной сети, населенных мест, сооружений и т.п. Границы между отдельными объектами ситуации называются контурами местности.

Рельефом (от лат. *relievo* – поднимаю) называют совокупность неровностей суши, дна океанов и морей, разнообразных по очертаниям, размерам, происхождению, возрасту и истории развития.

Рельеф как совокупность неровностей физической поверхности Земли рассматривается по отношению к её уровенной поверхности.

### **3.6 Задачи инженерной геодезии**

Основные понятия масштаба. Классификация картографических произведений по масштабу. Решение задач по масштабу.

Основными задачами инженерной геодезии при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации различных сооружений являются:

- получение геодезических данных (геодезические измерения) при разработке проектов строительства сооружений (инженерно-геодезические изыскания);
- определение на местности основных осей и границ сооружений в соответствии с проектом строительства (разбивочные работы);
- обеспечение в процессе строительства геометрических форм и размеров элементов сооружения в соответствии с его проектом, геометрических условий установки и наладки технологического оборудования;
- определение отклонений геометрической формы и размеров возведенного сооружения от проектных (исполнительные съемки);

- изучение деформаций (смещений) земной поверхности под сооружением, самого сооружения или его частей под воздействием природных факторов и в результате действий человека.

## Лекция № 1.2 (4 часа)

### Тема: «Ориентирование на местности»

#### 1. Вопросы лекции:

- 1.1 Географические координаты
- 1.2 Плоские прямоугольные геодезические координаты (зональные).
- 1.3 Полярные координаты
- 1.4 Системы высот
- 1.5 Понятие об ориентировании
- 1.6 Дирекционные углы и осевые румбы, истинные и магнитные азимуты, зависимость между ними

#### 2. Литература

4. 1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
5. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
6. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-blogo.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>
4. <http://cities-blogo.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
- 5 <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
6. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

#### 3. Краткое содержание вопросов

##### 3.1 Географические координаты

Географические координаты — величины, обобщающие две системы координат: геодезическую и астрономическую, используют в тех случаях, когда отклонение отвесных линий от нормали к поверхности не учитывается.

Географическая широта — угол, образованный отвесной линией в данной точке и экваториальной плоскостью.

Географическая долгота — двугранный угол между плоскостями меридиана данной точки с плоскостью начального меридиана.

##### 3.2 Плоские прямоугольные геодезические координаты (зональные)

При решении инженерно-геодезических задач в основном применяют плоскую прямоугольную геодезическую и полярную системы координат.

Для определения положения точек в плоской прямоугольной геодезической системе координат используют горизонтальную координатную плоскость XOY, образованную двумя взаимно перпендикулярными прямыми. Одну из них принимают за ось абсцисс X, другую — за ось ординат Y, точку пересечения осей O — за начало координат.

Изучаемые точки проектируют с математической поверхности Земли на координатную плоскость XOY. Так как сферическая поверхность не может быть спроектирована на плоскость без искажений (без разрывов и складок), то при построении плоской проекции математической поверхности Земли принимается неизбежность данных искажений, но при этом их величины должным образом ограничивают. Для этого применяется равноугольная картографическая проекция Гаусса — Крюгера (проекция названа по имени немецких ученых, предложивших данную проекцию и разработавших формулы для её применения в геодезии), в которой математическая поверхность Земли проектируется на плоскость по участкам — зонам, на которые вся земная поверхность делится меридианами через 6° или 3°, начиная с начального меридиана.

В пределах каждой зоны строится своя прямоугольная система координат

### **3.3 Полярные координаты**

При выполнении съёмочных и разбивочных геодезических работ часто применяют полярную систему координат. Она состоит из полюса  $O$  и полярной оси  $OP$ , в качестве которых принимается прямая с известным началом и направлением.

Для определения положения точек в данной системе используют линейно-угловые координаты: угол  $\beta$ , отсчитываемый по часовой стрелке от полярной оси  $OP$  до направления на горизонтальную проекцию точки  $A'$ , и полярное расстояние  $r$  от полюса системы  $O$  до проекции  $A'$ .

### **3.4 Системы высот**

Высота точки является третьей координатой, определяющей её положение в пространстве.

В геодезии для определения отметок точек применяются следующие системы высот (рис.15):

- ортометрическая (абсолютная);
- геодезическая;
- нормальная (обобщенная);
- относительная (условная).

Ортометрическая (абсолютная) высота  $H_o$  – расстояние, отсчитываемое по направлению отвесной линии от поверхности геоида до данной точки.

Геодезическая высота  $H_g$  – расстояние, отсчитываемое по направлению нормали от поверхности референц-эллипсоида до данной точки.

Квазигеоид («якобы геоид») – фигура, предложенная в 1950-х г.г. советским учёным М.С. Молоденским в качестве строгого решения задачи определения фигуры Земли путем тщательных измерений гравитационного поля Земли. Квазигеоид определяется по измеренным значениям потенциалов силы тяжести согласно положениям теории М.С. Молоденского.

Местная система высот – Тихоокеанская, её уровенная поверхность ниже нуля Кронштадтского футштока на 1873 мм.

### **3.5 Понятие об ориентировании**

При выполнении геодезических работ на местности, а также при решении инженерно-геодезических задач на топографических картах и планах возникает необходимость в определении положения линий местности относительно какого-либо направления, принимаемого за основное (исходное). Такое определение называется ориентированием.

Чаще всего за основное принимается направление меридиана, и положение линий местности определяется относительно сторон горизонта – севера, востока, юга и запада. Такое ориентирование называется ориентированием относительно стран света.

В геодезии при ориентировании за основное направление принимают направление осевого, истинного или магнитного меридианов. При этом положение линии определяют с помощью соответствующих углов ориентирования: дирекционного угла, истинного или магнитного азимута.

### **3.6 Дирекционные углы и осевые румбы, истинные и магнитные азимуты, зависимость между ними**

Осевой (средний) истинный меридиан зоны часто принимают за основное направление. В этом случае положение линии местности относительно осевого меридиана определяет угол ориентирования, называемый дирекционным.

Дирекционный угол измеряется от северного направления осевого меридиана в направлении движения часовой стрелки через восток, юг и запад. Следовательно, градусная величина дирекционного угла может иметь любое значение от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ .

Осевым румбом называется острый горизонтальный угол, отсчитываемый от ближайшего направления осевого меридиана (северного или южного) до данной линии. Румбы обозначают буквой  $r$  с индексом, указывающим четверть, в которой находится румб.

Кроме осевого меридиана зоны при ориентировании линий местности за основное направление может приниматься направление истинного (географического) меридиана.

Истинный меридиан – линия пересечения земной поверхности с плоскостью, проходящей через отвесную линию и ось вращения Земли.

Положение линии местности относительно истинного меридиана определяется истинным азимутом или истинным румбом.

Истинный азимут линии – угол в горизонтальной плоскости, отсчитываемый от северного направления истинного меридиана по ходу часовой стрелки до данной линии.

Истинный румб линии – острый горизонтальный угол, отсчитываемый от ближайшего направления истинного меридиана (северного или южного) до данной линии.

## Лекция № 1.3 (4 часа)

### Тема: «Геодезическая съемка. Рельеф»

#### 1. Вопросы лекции:

- 1.1 Прямая геодезическая задача
- 1.2 Обратная геодезическая задача
- 1.3 Связь между дирекционными углами предыдущей и последующей линий
- 1.4 Геодезическая съемка. План, карта, профиль
- 1.5 Рельеф. Основные формы рельефа

#### 2. Литература

Основная:

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-blogo.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-blogo.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

#### 3. Краткое содержание вопросов

##### 3.1 Прямая геодезическая задача

В геодезии часто приходится передавать координаты с одной точки на другую. Например, зная исходные координаты точки А, горизонтальное расстояние SAB от неё до точки В и направление линии, соединяющей обе точки (дирекционный угол  $\alpha_{AB}$  или румб  $r_{AB}$ ), можно определить координаты точки В. В такой постановке передача координат называется прямой геодезической задачей.

##### 3.2 Обратная геодезическая задача

Обратная геодезическая задача заключается в том, что при известных координатах точек А(  $X_A, Y_A$  ) и В(  $X_B, Y_B$  ) необходимо найти длину SAB и направление линии АВ: румб  $r_{AB}$  и дирекционный угол  $\alpha_{AB}$

##### 3.3 Связь между дирекционными углами предыдущей и последующей линий

Зависимость между дирекционными углами и румбами определяется для четвертей по следующим формулам:

I четверть (СВ)  $r = \alpha$

II четверть (ЮВ)  $r = 180^\circ - \alpha$

III четверть (ЮЗ)  $r = \alpha - 180^\circ$

IV четверть (СЗ)  $r = 360^\circ - \alpha$

Румб в точке М направления ВС называется прямым, а противоположного направления СВ – обратным.

Прямой и обратный румб в одной и той же точке данной линии равны по численному значению, но имеют индексы противоположных четвертей.

### **3.4 Геодезическая съемка. План, карта, профиль**

Совокупность линейных и угловых измерений на земной поверхности называется геодезической съемкой. По результатам геодезической съемки составляют план или карту.

План – чертеж, на котором в уменьшенном и подобном виде изображается горизонтальная проекция небольшого участка местности.

Карта – уменьшенное и искаженное, вследствие влияния кривизны Земли, изображение горизонтальной проекции значительной части или всей земной поверхности, построенное по определенным математическим законам.

Профилем местности называется чертеж, на котором изображается в уменьшенном виде сечение вертикальной плоскостью поверхности Земли по заданному направлению.

### **3.5 Рельеф. Основные формы рельефа**

Рельеф – форма физической поверхности Земли, рассматриваемая по отношению к её уровенной поверхности.

Хребет – это возвышенность, вытянутая и постоянно понижающаяся в каком – либо направлении. У хребта два склона; в верхней части хребта они сливаются, образуя водораздельную линию, или водораздел.

Лощина – форма рельефа, противоположная хребту и представляющая вытянутое в каком – либо направлении и открытое с одного конца постоянно понижающееся углубление. Два ската лощины; сливаясь между собой в самой низкой части её образуют водосливную линию или тальвег, по которой стекает вода, попадающая на скаты. Разновидностями лощины являются долина и овраг: первая является широкой лощиной с пологими задернованными скатами, вторая – узкая лощина с крутыми обнаженными скатами. Долина часто бывает ложем реки или ручья.

Седловина – это место, которое образуется при слиянии скатов двух соседних гор. Иногда седловина является местом слияния водоразделов двух хребтов. От седловины берут начало две лощины, распространяющиеся в противоположных направлениях. В горной местности через седловины обычно пролегают дороги или пешеходные тропы; поэтому седловины в горах называют перевалами.

## **Лекция № 1.4 (4 часа)**

### **Тема: «Измерение горизонтальных углов. Теодолиты»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Принцип измерения горизонтального угла
- 1.2. Теодолит, его составные части
- 1.3 Классификация теодолитов
- 1.4 Отсчетные приспособления

#### **2. Литература**

1. 1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### **3. Краткое содержание вопросов**

#### **3.1 Принцип измерения горизонтального угла**

Углы обычно измеряют в градусной мере (градусы, минуты, секунды), реже - в радианной. За рубежом широко применяется градусная мера измерения углов.

При геодезических работах измеряют не углы между сторонами на местности, а их ортогональные (горизонтальные) проекции, называемые горизонтальными углами.

### **3.2 Теодолит, его составные части**

Измерения горизонтальных проекций углов между линиями местности производят геодезическим угломерным прибором теодолитом. Для этого теодолит имеет горизонтальный угломерный круг с градусными делениями, называемый лимбом. Стороны угла проектируют на лимб с использованием подвижной визирной плоскости зрительной трубы. Она образуется визирной осью трубы при её вращении вокруг горизонтальной оси. Данную плоскость поочередно совмещают со сторонами угла ВА и ВС, последовательно направляя визирную ось зрительной трубы на точки А и С. При помощи специального отсчетного приспособления алидады, которая находится над лимбом соосно с ним и перемещается вместе с визирной плоскостью, на лимбе фиксируют начало и конец дуги  $alcl$ , беря отсчеты по градусным делениям. Разность взятых отсчетов является значением измеряемого угла  $\beta$ .

Лимб и алидада, используемые для измерения горизонтальных углов, составляют в теодолите горизонтальный круг. Ось вращения алидады горизонтального круга называют основной осью теодолита.

В теодолите также имеется вертикальный круг с лимбом и алидадой, служащий для измерения вертикальных проекций углов – углов наклона. Принято считать углы наклона выше горизонта положительными, а ниже горизонта – отрицательными. Лимб вертикального круга обычно наглухо скреплён со зрительной трубой и вращается вместе с ней вокруг горизонтальной оси теодолита.

### **3.3 Классификация теодолитов**

В настоящее время отечественными заводами в соответствии с действующим ГОСТ 10529 – 96 изготавливаются теодолиты четырех типов: Т05, Т1, Т2, Т5 и Т30.

Для обозначения модели теодолита используется буква "Т" и цифры, указывающие угловые секунды средней квадратической ошибки однократного измерения горизонтального угла.

По точности теодолиты подразделяются на три группы:

- технические Т30, предназначенные для измерения углов со средними квадратическими ошибками до  $\pm 30''$ ;
- точные Т2 и Т5 – до  $\pm 2''$  и  $\pm 5''$ ;
- высокоточные Т05 и Т1 – до  $\pm 1''$ .

### **3.4 Отсчетные приспособления**

Отсчетные приспособления служат для отсчитывания делений лимба и оценки их долей. Они делятся на штриховые (теодолит Т30) и шкаловые (Т2Т30, Т5, Т2Т5) микроскопы (рис.42) и микрометры (теодолит Т2). Угловая цена деления лимба называется ценой деления лимба.

Уровни служат для приведения отдельных осей и плоскостей геодезических приборов в горизонтальное или вертикальное положение. Они состоят из ампулы, оправы и регулировочного приспособления.

Зрительные трубы и их установка. Для наблюдения удаленных предметов в теодолите используют зрительную трубу. Геодезические приборы, как правило, снабжают трубой Кеплера, которая дает увеличенное перевернутое изображение. Такие трубы называют астрономическими.

Оптика простейших зрительных труб состоит из двух собирающих линз: объектива, направленного на предмет, и окуляра. Поле зрения – это пространство, которое можно видеть через трубу при неподвижном её положении. Предельное расстояние от теодолита до предмета.

Невооруженный глаз может различить две удаленные точки в том случае, если они видны под углом зрения около одной минуты; при уменьшении угла зрения точки перестают различаться и сливаются в одну. Поэтому ошибка визирования невооруженным глазом можно полагать равной  $60''$ . Данное значение угла зрения называют критическим.

## **Лекция № 1.5 (2 часа)**

### **Тема: «Измерение длин линий»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Виды измерений линий
- 1.2 Приборы непосредственного измерения линий
- 1.3 Компарирование мерных лент и рулеток
- 1.4 Порядок измерения линий штриховой лентой
- 1.5 Косвенные измерения длин линий

#### **2. Литература**



1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с.— ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### **3. Краткое содержание вопросов**

#### **3.1 Виды измерений линий**

Измерения линий на местности могут выполняться непосредственно, путем откладывания мерного прибора в створе измеряемой линии, с помощью специальных приборов дальномеров и косвенно. Косвенным методом измеряют вспомогательные параметры (углы, базисы), а длину вычисляют по формулам.

#### **3.2. Приборы непосредственного измерения линий**

Для измерения длин линий посредством откладывания мерного прибора используют стальные мерные ленты, которые обычно изготавливают из ленточной углеродистой стали. В геодезической практике чаще всего применяются штриховые и шкаловые ленты.

#### **3.3 Компарирование мерных лент и рулеток**

Мерные ленты и рулетки перед измерением ими линий должны быть проверены. Данная проверка называется компарированием и состоит в установлении действительной длины мерного прибора путем его сравнения с образцовым прибором, длина которого точно известна.

Для компарирования штриховых лент за образцовый мерный прибор принимают одну из лент, имеющих на производстве, длину которой выверяют в лаборатории Государственного надзора за стандартами и измерительной техникой Государственного комитета стандартов РФ и пользуются ею при сравнении с рабочими лентами. Компарирование шкаловых лент производят на специальных приборах, называемых стационарными компараторами.

#### **3.4 Порядок измерения линий штриховой лентой**

Измерение линий на местности штриховыми лентами производят двое рабочих. По направлению измерения один из них считается задним, второй – передним. Ленту аккуратно разматывают с кольца. Её оцифровка должна возрастать по ходу измерения. Для закрепления мерной ленты в створе линии используется 6 шпилек. Перед началом измерения 5 шпилек берет передний мерщик и одну – задний. Задний мерщик совмещает с началом линии нулевой штрих ленты. Используя прорезь в ленте, закрепляет шпилькой её конец рядом с колышком, обозначающим начальную точку линии

#### **3.5 Косвенные измерения длин линий**

При измерении расстояний лентой или рулеткой встречаются случаи, когда местное препятствие (река, овраг, здание, дорога и т.п.) делает непосредственное измерение невозможным. Тогда применяют косвенные методы определения расстояний.

Различают три случая определения недоступных расстояний.

## Тема: «Измерение длин линий дальномерами»

### 1. Вопросы лекции:

- 1.1 Физико – оптические мерные приборы
- 1.2. Нитяной оптический дальномер
- 1.3 Определение горизонтальных проложений линий измеренных дальномером
- 1.4 Принцип измерения расстояний электромагнитными дальномерами

### 2. Литература

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с.— ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### 3. Краткое содержание вопросов

#### **3.1 Физико – оптические мерные приборы**

Второй способ измерения длин линий заключается в использовании физико-оптических приборов. Длину линии определяют как функцию угла, под которым виден базис (оптические дальномеры), или как функцию времени и скорости распространения электромагнитных волн между конечными точками измеряемой линии (электромагнитные дальномеры).

Достоинством физико-оптических дальномеров является быстрота измерений, высокая точность и возможность измерения больших расстояний без подготовки трассы: нужна лишь оптическая видимость между конечными точками линии.

#### **3.2 Нитяной оптический дальномер**

Наиболее распространенным является нитяной дальномер с постоянным параллактическим углом. Он весьма прост по устройству и имеется в зрительных трубах всех геодезических приборов. Сетка нитей таких труб кроме основных вертикальной и горизонтальной нитей имеет дополнительные штрихи (нити), называемые дальномерными. С их помощью по дальномерной рейке определяют расстояние  $D$  между точками местности

#### **3.3 Определение горизонтальных проложений линий измеренных дальномером**

При выводе формулы  $D = K \cdot n$  предполагалось, что визирная ось горизонтальна, а дальномерная рейка установлена перпендикулярно ей. В этом случае мы получим горизонтальное проложение линии  $S = D = K \cdot n$ . Однако на практике в большинстве случаев визирная ось имеет некоторый угол наклона  $v$ , и вследствие этого вертикально расположенная рейка не будет перпендикулярна визирной оси.

#### **3.4 Принцип измерения расстояний электромагнитными дальномерами**

Развитие электроники и радиотехники позволило создать новые приборы для линейных измерений – электромагнитные дальномеры (свето- и радиодальномеры).

Принцип работы этих приборов основан на определении промежутка времени  $t$ , необходимого для прохождения электромагнитных волн (световых и радиоволн) в прямом и обратном направлении от точки А, в которой центрирован прибор, до точки В, где установлен отражатель.

## Лекция № 1.7 (2 часа)

### Тема: «Определение превышений и отметок точек»

#### 1. Вопросы лекции:

- 1.1 Задачи и виды нивелирования
- 1.2 Способы геометрического нивелирования
- 1.3 Классификация нивелиров
- 1.4 Влияние кривизны Земли и рефракции на результаты нивелирования

#### 2. Литература

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-blogo.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-blogo.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

#### 3. Краткое содержание вопросов

##### 3.1 Задачи и виды нивелирования

Нивелированием называется совокупность геодезических измерений для определения превышений между точками, а также их высот.

Нивелирование производят для изучения рельефа, определения высот точек при проектировании, строительстве и эксплуатации различных инженерных сооружений. Результаты нивелирования имеют большое значение для решения научных задач как самой геодезии, так и для других наук о Земле.

В зависимости от применяемых приборов и измеряемых величин нивелирование делится на несколько видов.

1. Геометрическое нивелирование – определение превышения одной точки над другой посредством горизонтального визирного луча. Осуществляют его обычно с помощью нивелиров, но можно использовать и другие приборы, позволяющие получать горизонтальный луч.
2. Тригонометрическое нивелирование – определение превышений с помощью наклонного визирного луча. Превышение при этом определяют как функцию измеренного расстояния и угла наклона, для измерения которых используют соответствующие геодезические приборы (тахеометр, кипрегель).
3. Барометрическое нивелирование – в его основу положена зависимость между атмосферным давлением и высотой точек на местности.
4. Гидростатическое нивелирование – определение превышений основывается на свойстве жидкости в сообщающихся сосудах всегда находиться на одном уровне, независимо от высоты точек, на которых установлены сосуды.
5. Аэрорадионивелирование - превышения определяются путем измерения высот полета летательного аппарата радиовысотометром.
6. Механическое нивелирование - выполняется с помощью приборов, устанавливаемых в путеизмерительных вагонах, тележках, автомобилях, которые при движении вычерчивают профиль пройденного пути. Такие

приборы называются профилографы.

7. Стереофотограмметрическое нивелирование основано на определении превышения по паре фотоснимков одной и той же местности, полученных из двух точек базиса фотографирования.

8. Определение превышений по результатам спутниковых измерений. Использование спутниковой системы ГЛОНАСС – Глобальная Навигационная Спутниковая Система позволяет определять пространственные координаты точек.

### **3.2 Способы геометрического нивелирования**

Геометрическое нивелирование – это наиболее распространенный способ определения превышений. Его выполняют с помощью нивелира, задающего горизонтальную линию визирования.

Устройство нивелира достаточно простое. Он имеет две основные части: зрительную трубу и устройство, позволяющее привести визирный луч в горизонтальное положение.

### **3.3 Классификация нивелиров**

Согласно действующим ГОСТам нивелиры изготавливают трех типов: высокоточные – Н-05; точные – Н-3; технические – Н-10.

В названии нивелира числом справа от буквы Н цифрой обозначают допустимую среднюю квадратическую ошибку измерения превышения на 1 км двойного нивелирного хода.

В зависимости от того, каким способом визирный луч устанавливается в горизонтальное положение, нивелиры изготавливают в двух исполнениях: - с цилиндрическим уровнем при зрительной трубе, с помощью у которого осуществляется горизонтирование визирного луча (рис. 63); - с компенсатором – свободно подвешенная оптико-механическая система, которая приводит визирный луч в горизонтальное положение. В названии нивелира буква К обозначает компенсатор (Н-3К, Н-3КЛ), где Л – лимб. 7.4.

Нивелирные рейки для нивелирования III – IV класса и технического изготавливают из деревянных брусков двутаврового сечения шириной 8 – 10 и толщиной 2 – 3 см.

Рейка РН-3 имеет длину 3 м. Деления нанесены через 1 см. Нижняя часть рейки заключена в металлическую оковку и называется пяткой.

Основная шкала имеет деления черного и белого цвета, ноль совмещен с пяткой рейки. Дополнительная шкала на другой стороне рейки имеет чередующиеся красные и белые деления. С пяткой рейки совмещен отсчет больше 4000 мм. Часто встречаются комплекты реек, у которых с пятками красных сторон совпадают отсчеты 4687 и 4787 мм. Поэтому превышения, измеренные по красным сторонам реек, будут больше или меньше на 100 мм измеренных по черным сторонам реек.

### **3.4 Влияние кривизны Земли и рефракции на результаты нивелирования**

При выводе формул для способов нивелирования из середины и вперед принято, что уровенная поверхность является плоскостью, визирный луч прямолинеен и горизонтален, рейки, установленные в точках, параллельны между собой.

## **Лекция № 1.8 (4 часа)**

### **Тема: «Геодезические сети»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Принцип организации съемочных работ
- 1.2. Назначение и виды государственных геодезических сетей
- 1.3 Плановые государственные геодезические сети. Методы их создания
- 1.4 Высотные государственные геодезические сети
- 1.5 Геодезические съемочные сети

#### **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### **3. Краткое содержание вопросов**

#### **3.1 Принцип организации съемочных работ**

Геодезические измерения сводятся к определению взаимного положения точек на земной поверхности. Чтобы ослабить влияние ошибок измерений и не допустить их накопления при геодезической съемке участков местности, принято за правило вести работу от общего к частному. Для этого из множества определяемых точек участка земной поверхности выделяют наиболее характерные и определяют в первую очередь их положение. Такие точки называют опорными. Эти точки образуют геодезическую опорную сеть (геодезическое основание), т.е. составляют как бы общую канву, на основе которой с необходимой, хотя и более низкой точностью производится дальнейшая съемка.

Для того, чтобы результаты съемок были надежны, все важнейшие геодезические действия должны выполняться с контролем. Поэтому в основе качества геодезических работ лежит принцип ни одного шага вперед без контроля предыдущих действий.

#### **3.2 Назначение и виды государственных геодезических сетей**

С 1919 года в нашей стране было положено начало научно-обоснованной организации всех топографо-геодезических работ. Исполнительные, контрольные, разрешительные и надзорные функции при их производстве были объединены в Высшем геодезическом управлении (ВГУ). В последствии оно было преобразовано в Главное управление геодезии и картографии. С 1 марта 2009 года эти функции переданы Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии.

Одной из важнейших задач данного государственного органа является создание государственной геодезической сети (ГГС) на территории нашей страны.

Государственной геодезической сетью является совокупность опорных геодезических пунктов, прочно закрепленных на местности, взаимное расположение которых точно определено в единой государственной системе координат и высот.

Геодезические сети подразделяются на государственную геодезическую сеть, геодезическую сеть сгущения и съемочную геодезическую сеть.

Государственная геодезическая сеть является исходной для других геодезических сетей. Она делится на плановую и высотную.

Плановая государственная геодезическая сеть создается астрономическим или геодезическим методами.

При астрономическом методе плановое положение каждого из отдельных пунктов сети определяется независимо друг от друга из астрономических наблюдений.

Геодезический метод состоит в том, что для определения координат точек находят из астрономических наблюдений координаты только нескольких точек, называемых исходными. Дальнейшее определение планового положения точек производят путем геодезических измерений на местности.

Высотная государственная геодезическая сеть создается методом геометрического нивелирования.

#### **3.3. Плановые государственные геодезические сети. Методы их создания**

Основными методами создания государственной геодезической сети являются триангуляция, трилатерация, полигонометрия и спутниковые координатные определения.

Триангуляция представляет собой цепь прилегающих друг к другу треугольников, в каждом из которых измеряют высокоточными теодолитами все углы. Кроме того, измеряют длины сторон в начале и конце цепи

Триангуляция делится на классы 1, 2, 3, 4. Треугольники разных классов различаются длинами сторон и точностью измерения углов и базисов.

#### **3.4 Высотные государственные геодезические сети**

Государственная высотная геодезическая сеть – это нивелирная сеть I, II, III и IV классов. При этом сети I и II классов являются высотной основой, с помощью которой устанавливается единая система высот на всей территории страны.

#### **3.5 Геодезические съемочные сети**

Съемочные сети являются геодезической основой при решении инженерно-геодезических задач. Их создают в качестве съемочного обоснования для производства топографических съемок, выноса на местность инженерных сооружений, а также для плановой и высотной привязки отдельных объектов.

Съемочное обоснование разбивается от пунктов плановых и высотных опорных сетей.

Самый распространенный вид съемочного обоснования – теодолитные ходы, опирающиеся на один или два исходных пункта.

## **Лекция № 1.9 (4 часа)**

### **Тема: «Тахеометрическая съемка»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Тригонометрическое нивелирование
- 1.2 Определение превышения тригонометрическим нивелированием с учетом поправки за кривизну Земли и рефракции
- 1.3 Производство тахеометрической съемки
- 1.4 Виды электронных тахеометров

#### **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

#### **3. Краткое содержание вопросов**

##### **3.1 Тригонометрическое нивелирование**

Тригонометрическое нивелирование – определение превышения между точками с помощью наклонного визирного луча. Теодолит, снабженный вертикальным кругом и нитяным дальномером называется тахеометром, а совокупность геодезических измерений для определения планового и высотного положения точек, называется тахеометрической съемкой.

##### **3.2 Определение превышения тригонометрическим нивелированием с учетом поправки за кривизну Земли и рефракции**

В предыдущем разделе при определении разности высот двух точек тригонометрическим нивелированием, предполагалось, что расстояние между этими точками невелико и отвесные линии, проходящие через точки А и В, можно считать параллельными, а визирный луч – прямой линией. На самом деле при расстояниях больше 300 м приходится учитывать поправки за кривизну Земли К и рефракцию г

##### **3.3 Производство тахеометрической съемки**

Тахеометрическая съемка выполняется с пунктов съемочного обоснования, их называют станциями. Чаще всего

в качестве съемочного обоснования используют теодолитно-высотные ходы.

Характерные точки ситуации и рельефа называют реечными точками или пикетами. Реечные точки на местности не закрепляют.

Для определения планового положения точек съемочной сети измеряют горизонтальные углы и длины сторон. Длины измеряют землемерными лентами или стальными рулетками в прямом и обратном направлениях с точностью 1:2000.

Высоты точек определяют тригонометрическим нивелированием. Углы наклона измеряют при двух положениях вертикального круга в прямом и обратном направлениях. Расхождение в превышениях допускается не больше 4 см на каждые 100 метров расстояния.

### **3.4 Виды электронных тахеометров**

Электронный тахеометр объединяет теодолит, светодальномер и микроЭВМ, позволяет выполнять угловые и линейные измерения и осуществлять совместную обработку результатов этих измерений.

Тахеометры, в которых все устройства (угломерные, дальномерные, зрительная труба, клавиатура, процессор) объединены в один механизм, называют интегрированными тахеометрами.

Тахеометры, которые состоят из отдельно сконструированного теодолита (электронного или оптического) и светодальномера, называют модульными тахеометрами.

## **Лекция № 1.10 (4 часа)**

### **Тема: «Теория ошибок измерений»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Общие понятия об измерениях
- 1.2 Ошибки измерений
- 1.3 Свойства случайных ошибок измерений
- 1.4 Оценка точности результатов измерений

#### **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### **3. Краткое содержание вопросов**

#### **3.1 Общие понятия об измерениях**

Сравнение какой-либо величины с другой однородной величиной, принятой за единицу, называют измерением, а полученное при этом числовое значение – результатом измерения.

Различают измерения прямые (непосредственные) и косвенные. Основное уравнение прямого измерения

$$\lambda = N \cdot K$$

где  $\lambda$  – результат измерения;  $K$  – значение величины, принятой за единицу измерения (сравнение);  $N$  – отвлеченное число, показывающее во сколько раз  $\lambda$  больше  $N$ .

Косвенные измерения – такие измерения, которые получают по формулам, связывающим значения измеренных физических величин со значениями других физических величин, полученных из прямых измерений и являющихся аргументами этих формул.

Уравнение косвенного измерения

$$\lambda = f(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n).$$

### **3.2. Ошибки измерений**

Процесс измерений протекает во времени и определенных условиях, в нём участвуют объект измерения, измерительный прибор, наблюдатель и среда, в которой выполняют измерения. В связи с этим на результаты измерений влияют качество измерительных приборов, квалификация наблюдателя, состояние измеряемого объекта и изменения среды во времени. При многократном измерении одной и той же величины из-за влияния перечисленных факторов результаты измерений могут отличаться друг от друга и не совпадать со значением измеряемой величины. Разность между результатом измерения и действительным значением измеряемой величины называется ошибкой результата измерения.

По характеру и свойствам ошибки подразделяют на:

- грубые;
- систематические;
- случайные.

Грубые ошибки или просчеты легко обнаружить при повторных измерениях или при внимательном отношении к измерениям.

Систематические ошибки – те, которые действуют по определенным законам и сохраняют один и тот же знак. Систематические ошибки можно учесть в результатах измерений, если найти функциональную зависимость и с её помощью исключить ошибку или уменьшить её до малой величины.

Случайные ошибки – результат действия нескольких причин. Величина случайной ошибки зависит от того, кто измеряет, каким методом и в каких условиях.

Случайными эти ошибки называются потому, что каждый из факторов действует случайно. Их нельзя устранить, но уменьшить влияние можно увеличением числа измерений.

### **3.3 Свойства случайных ошибок измерений**

Теория ошибок изучает только случайные ошибки. Под случайной ошибкой здесь и далее будем понимать разность

$$\Delta i = X - \ell i$$

где  $\Delta i$  – истинная случайная ошибка;  $X$  – истинная величина;  $\ell i$  – измеренная величина.

Случайные ошибки имеют следующие свойства:

1. Чем меньше по абсолютной величине случайная ошибка, тем она чаще встречается при измерениях.
2. Одинаковые по абсолютной величине случайные ошибки одинаково часто встречаются при измерениях.
3. При данных условиях измерений величина случайной погрешности по абсолютной величине не превосходит некоторого предела. Под данными условиями подразумевается один и тот же прибор, один и тот же наблюдатель, одни и те же параметры внешней среды. Такие измерения называют равноточными.
4. Среднее арифметическое из случайных ошибок стремится к нулю при неограниченном возрастании числа измерений.

Три первых свойства случайных ошибок достаточно очевидны. Четвертое свойство вытекает из второго.

Если  $\Delta 1, \Delta 2, \Delta 3, \dots, \Delta n$  – случайные ошибки отдельных измерений, где  $n$  – число измерений, то четвертое свойство случайных ошибок математически выражается

### **3.4 Оценка точности результатов измерений**

Под точностью измерений понимается степень близости результата измерения к истинному значению измеряемой величины. Точность результата измерений зависит от условий измерений.

Для равноточных результатов измерений мерой точности является средняя квадратическая ошибка  $m$ , определяемая по формуле Гаусса. Средняя квадратическая ошибка обладает устойчивостью при небольшом числе измерений.

Предельная ошибка.

Вследствие третьего свойства случайные ошибки, превышающие по абсолютной величине значение  $2m$ , встречаются редко (5 на 100 измерений). Еще реже погрешности больше  $3m$  (3 из 1000 измерений). Поэтому утроенную погрешность называют предельной ошибкой

Для особо точных измерений в качестве предельной ошибки принимают

Все вышеперечисленные ошибки называют абсолютными. В геодезии в качестве специальных характеристик точности измерений используется относительная ошибка – отношение абсолютной ошибки к среднему значению измеряемой величины, которое выражается в виде простой дроби с единицей в числителе.

Средняя квадратическая ошибка функции общего вида

В большинстве случаев геодезические измерения выполняют с целью определения значения других величин, связанных с измеряемой функциональной зависимостью.

Например:

$$D = K \cdot n ;$$



$$h = 3 - \Pi ;$$

$$h = S \cdot \operatorname{tg} v.$$

Неравноточные измерения. Понятие о весе измерения. Формула общей арифметической середины или весового среднего

Если измерения выполнялись не в одинаковых условиях, то результаты нельзя считать одинаково надежными. Такие измерения называют неравноточными. Например, один и тот же угол можно измерить точным и техническим теодолитом. Результаты данных измерений будут неравноточными.

Мерой сравнения результатов при неравноточных измерениях, т.е. мерой относительной ценности полученных неравноточных результатов является вес результата измерения.

Вес выражает как бы степень доверия, оказываемого данному результату по сравнению с другими результатами.

## **Раздел 2 Картография с основами картографического черчения и автоматизированные методы съёмки**

### **Лекция № 2.1 (4 часа)**

#### **Тема: «Понятие о науке картография»**

##### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Понятие картография
- 1.2 Структура картографии и виды картографирования
- 1.3 Исторический процесс в картографии
- 1.4 Связь картографии с другими дисциплинами.

##### **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

##### **3. Краткое содержание вопросов**

##### **3.1 Понятия картография**

Картография - наука о картах как особом способе изображения действительности, их создании и использовании. Это определение закреплено Международной картографической ассоциацией.

Государственные нормативные издания гласят, что картография — область науки, техники и производства, охватывающая изучение, создание и использование картографических произведений.

Таким образом, картография существует в трех формах:

- наука об отображении и познании явлений природы и общества посредством карт;
- область техники и технологии создания и использования картографических произведений;
- отрасль производства, выпускающая картографическую продукцию (карты, атласы, глобусы и др.).

В связи с развитием компьютеризации расширилось представление о картографии. Стали входить создание электронных карт, формирование баз и банков цифровой картографической информации.

##### **3.2. Структура картографии**

Разделы картографии:

- Общая теория картографии
- История картографии
- Математическая картография
- Проектирование и составление карт
- Картографическая семиотика — разрабатывает язык карты, методы построения систем картографических знаков, правила их использования. Три раздела семиотики: синтактику, семантику и прагматику, которые изучают соотношения знаков между собой, их связь с отображаемыми объектами, особенности восприятия читателями, информационную ценность знаков и т. п.
- Оформление карт (картографический дизайн)
- Экономика и организация картографического производства
- Издание карт
- Использование карт
- Картографическое
- Картографическая информатика
- Картографическая топонимика — изучает географические названия, их смысловое значение с точки зрения правильной передачи на картах.

По назначению выделяют такие отрасли, как учебное, научное, туристское, навигационное (морское, авиационное) инженерное картографирование и др.

Виды картографирования:

- по объекту — астрономическое, планетное и земное, а внутри земного — картографирование суши и океанов;
- по методу — наземное, аэрокосмическое и подводное;
- по масштабу — крупно-, средне- и мелкомасштабное;
- по уровню обобщения — аналитическое, комплексное и синтетическое;
- по степени автоматизации — ручное, автоматизированное (интерактивное) и автоматическое;
- по оперативности — базовое и оперативное.

### **3.3 Исторический процесс в картографии**

Истор. периоды	Основные вехи развития инструментария для измерений и съемок на местности	Основные вехи развития методов и технологий издания карт	Основные направления использования карт
С древнейш. времен	визуальные наблюдения и глазомерные оценки применение геодезических инструментов для измерения длин и углов (X в. до н.э.)	Рисование на камне, дереве, папирусе, ткани	Применение карт для ориентирования и передвижения на местности
С III в. до н.э.	появление астрономических приборов для определения широт и долгот	Составление рукописных карт на бумаге	
С начала XII в.- XIII в.	внедрение оптических астрономо-геодезических приборов		Использование карт для путешествий и навигации
С середины XV в.		Гравирование карт на камне, металле, внедрение картопечатания	карты как средство укрепления государственности и военно-политич. безопасности
С XVIII в.			карты как средство накопления и обобщения знаний

Со второй половины XIX в.- первая половина XX в.	изобретение АФА и др. средств дистанционного зондирования, применение аэрокосмических съемок	Фотограмметрические технологии составления карт Применение фотохимических и фотокопировальных процессов	Карты как инструмент моделирования и познания окружающего мира
С середины XX в.	создание электронной геодезической аппаратуры	Цифровые и электронные методы и технологии составления карт, формирование баз и банков данных, геоинформационное картографирование	Карты как средство коммуникации
С конца XX в.	применение глобальных позиционирующих систем	Составление карт в компьютерных сетях, виртуальное картографирование	картографирование как основа системной организации пространственной информации и принятия управленческих решений

### **3.4 Связь картографии с другими дисциплинами**

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

Благодаря картографическому методу произошло формирование многих отраслей науки. Картографирование стало, например, базой для исследования дна океана и поверхности других планет, развития морфометрии рельефа, медицинской географии и др.

### **Лекция № 2.2 (4 часа)**

#### **Тема «Основные классификации карт»**

##### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Карта и ее значение.
- 1.2 Элементы карты
- 1.3 Свойства карты
- 1.4 Классификация карт
- 1.5 Номенклатура карт
- 1.6 Масштабы карт

##### **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с.— ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная

#### Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

#### Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### 3. Краткое содержание вопросов

#### 3.1 Карта и ее значение.

Термин «карта» появился в средние века. Этот термин происходит от латинского «charta» (лист бумаги), производного от греческого хартеc — бумага и папирус.

В России изначально карта называлась «чертежом», что означало изображение местности чертами, черчением, и лишь в эпоху Петра I появился сперва термин «ландкарты», а потом — «карты».

*Карта* - это математически определенное, уменьшенное, генерализованное изображение поверхности Земли, другого небесного тела или космического пространства, показывающее расположенные или на них объекты в принятой системе условных знаков.

#### 3.2 Элементы карты

1. картографическое изображение
2. легенда
3. замысловатое оформление

Картографическое изображение, т.е. 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.

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

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

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.

#### 3.3 Свойства карты

- математический закон построения — применение специальных картографических проекций, позволяющих перейти от сферической поверхности Земли к плоскости карты;
- знаковая природа изображения — использование особого условного языка картографических символов;
- генерализованность карты — отбор и обобщение изображаемых объектов;
- системность отображения действительности — передача элементов и связей между ними, отображение иерархии геосистем.

#### 3.4 Классификация карт

##### 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.

Карты общественных явлений охватывают социосферу и техносферу.

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

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.

### 3.5 Номенклатура карт

Номенклатура – система разграфки и обозначений топографических планов и карт.

В основу номенклатуры карт на территории Российской Федерации положена международная разграфка листов карты масштаба 1:1 000 000 (рис.5.6). Для получения одного листа карты этого масштаба земной шар делят меридианами и параллелями на колонны и ряды (пояса).

Меридианы проводят через каждые 6°. Счет колонн от 1 до 60 идет от 180° меридиана от 1 до 60 с запада на восток, против часовой стрелки. Колонны совпадают с зонами прямоугольной разграфки, но их номера отличаются ровно на 30. Так для зоны 12 номер колонны 42 (табл. 5.1).

Параллели проводят через каждые 4°. Счет поясов от А до W идет от экватора к северу и югу (табл. 5.2).

В пересечении таких колонн и рядов (поясов) образуются листы карт масштаба **1:1 000 000**. Номенклатура одного из таких листов складывается из буквы ряда и номера колонны: Т-44, S-48. Размеры такого листа 6° по долготе и 4° по широте.

### 3.6 Масштабы карт

На любой карте, составленной в определенной проекции, следует различать три масштаба: частный линейный, масштаб площади, главный (общий).

В общем случае частным линейным масштабом (масштабом длин) называют предел отношения бесконечно малого отрезка  $ds$ , взятого на плоскости в заданной проекции в данной точке по данному направлению, к соответствующему бесконечно малому отрезку  $dS$  на поверхности при стремлении последнего к нулю.

Масштабом площадей называется отношение бесконечно малой области, ограниченной замкнутым контуром, взятой на плоскости к соответствующей бесконечно малой области на поверхности

Главный (общий) масштаб характеризует степень уменьшения земной поверхности при изображении ее на плоскости. Этот масштаб представляет некоторое значение из частных масштабов длин или характеризует степень уменьшения характерных линий (средний меридиан, экватор). Он подписывается на карте и никакого влияния на величины искажений не имеет.

## Лекция № 2.3 (4 часа)

### Тема: «Классификация картографических проекций»

#### 1. Вопросы лекции:

- 1.1 Понятие о земном эллипсоиде и сфере
- 1.2 Система координат на поверхности эллипсоида и сферы
- 1.3 Понятия о картографической проекции и сетке
- 1.4 Классификация картографических проекций

#### 2. Литература

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
  2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
  3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>
- Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### 3. Краткое содержание вопросов

#### **3.1 Понятие о земном эллипсоиде и сфере**

Известно, что Земля шарообразна, т.е. не обладает формой идеального шара. Фигура ее неправильна, и, как всякое вращающееся тело, она немного сплюснута у полюсов. Кроме того, из-за неравномерного распределения масс земного вещества и тектонических деформаций Земля имеет обширные выпуклости и вогнутости. В силу этого земную поверхность заменяют некоторой правильной поверхностью, которая носит название поверхности относимости.

Земной эллипсоид — это эллипсоид вращения с малым сжатием, размеры которого выбраны таким образом, чтобы для заданной территории он наименее уклонялся от геоида. При этом полагают, что плоскость экватора и центр эллипсоида вращения совпадают с плоскостью экватора и центром масс Земли. Такой земной эллипсоид иначе называют референц-эллипсоидом.

Эллипсоид вращения образуется вращением эллипса  $P_N E_1 P_S E_2$  вокруг полярной оси  $P_N P_S$  (рис. 1). Точки  $P_N$ ,  $P_S$  являются, соответственно, северным и южным полюсами эллипсоида. Они получаются сечением оси  $P_N P_S$  поверхности эллипсоида.

#### **3.2 Система координат на поверхности эллипсоида и сферы**

Положение точки на поверхности эллипсоида может быть определено в той или иной системе координат. Основная система координат — географическая с  $\varphi$ ,  $\lambda$

Географическая широта ( $\varphi$ ) есть угол между плоскостью экватора и нормалью ОМ (отвесная линия) текущей точки М. Широта меняется от 0 до 90°.

Географическая долгота ( $\lambda$ ) есть двугранный угол между плоскостями начального меридиана и меридиана текущей точки М. Долгота изменяется от 0 до 180° на запад и восток от начального меридиана. При картографических расчетах западные долготы берутся со знаком «минус», восточные — со знаком «плюс».

Кроме рассмотренной системы координат, существует целый ряд других, используемых в математической картографии:

- прямоугольная сфероидическая;
- сферическая полярная и др.

Под координатными линиями следует понимать геометрические места точек, для которых одна из координат постоянна. Например, параллель есть геометрическое место точек равных широт ( $\varphi = \text{const}$ ), а меридиан есть геометрическое место точек равных долгот ( $\lambda = \text{const}$ ).

#### **3.3 Понятия о картографической проекции и сетке**

Под картографической проекцией понимается математически определенное отображение поверхности эллипсоида или шара (глобуса) на плоскость карты.

При этом выполняются следующие требования:

- точке, взятой на поверхности, соответствует одна и только одна точка на плоскости и наоборот;
- бесконечно малому перемещению точки на поверхности соответствует также бесконечно малое перемещение точки на плоскости и наоборот;
- сохраняется направление обхода контуров на поверхности и на плоскости.

Поверхность земного шара нельзя развернуть на плоскость карты без искажений.

- искажения длин

- искажения площадей- уклонение масштаба площади от единицы, т.е.  $p-1$
- искажения углов- удвоенное наибольшее искажение направлений, т.е.  $2\omega$
- искажения форм

Любая бесконечно малая окружность на шаре (эллипсоиде) предстает на карте бесконечно малым эллипсом — его называют эллипсом искажений (индикатриса).

В ряде проекций существуют линии и точки, где искажения отсутствуют и сохраняется главный масштаб карты — это линии и точки нулевых искажений. 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.

Картографическая сетка — это изображение на карте линий меридианов и параллелей (географической сетки), отражающих значения долгот, счет которых ведется от начального Гринвичского меридиана, и широт, которые отсчитываются от экватора.

- Сетка прямоугольных координат (прямоугольная сетка) — стандартная система взаимно перпендикулярных линий, проведенных через равные расстояния, например через определенное число километров (отсюда название километровая сетка).

- Сетка-указательница — любая сетка на карте, предназначена для указания местоположения и поиска объектов. Ячейки такой сетки обозначаются буквами и цифрами (допустим, В-3), это удобно для отыскания объектов по их названиям.

### **3.4 Классификация картографических проекций**

Все картографические проекции классифицируются по ряду признаков, в том числе, по характеру искажений, виду меридианов и параллелей нормальной картографической сетки, положению полюса нормальной системы координат.

1. Классификация картографических проекций по характеру искажений:

а) равноугольные, или конформные оставляют без искажений углы и форму контуров, но имеют значительные искажения площадей. Элементарная окружность в таких проекциях всегда остается окружностью, но размеры ее сильно меняются. Такие проекции особенно удобны для определения направлений и прокладки маршрутов по заданному азимуту, поэтому их всегда используют на навигационных картах.,

б) равновеликие, или эквивалентные - сохраняют площади без искажений, однако на них значительно нарушены углы и формы, что особенно заметно на больших территориях. Например, на карте мира приполярные области выглядят сильно сплюснутыми. Эти проекции могут быть описаны уравнениями в характеристиках вида..

в) равнопромежуточные(эквидистантные).

В этих проекциях линейный масштаб по одному из главных направлений постоянен и обычно равен гл. м. карты, т. е. имеет место либо  $a = 1$ , либо  $b = 1$ ;

г) произвольные.

Не сохраняют ни углов, ни площадей.

2. Классификация картографических проекций по способу построения

Вспомогательными поверхностями при переходе от эллипсоида или шара к карте могут быть плоскость, цилиндр, конус, серия конусов и некоторые другие геометрические фигуры.

1)Цилиндрические проекции — проектирование шара (эллипсоида) ведется на поверхность касательного или секущего цилиндра, а затем его боковая поверхность разворачивается в плоскость.

Условные проекции — проекции, для которых нельзя подобрать простых геометрических аналогов. Их строят, исходя из каких-либо заданных условий, например желательного вида географической сетки, того или иного распределения искажений на карте, заданного вида сетки и др., полученные путем преобразования одной или нескольких сходных проекций.

Псевдоцилиндрические проекции: параллели изображаются прямыми параллельными линиями, меридианы — кривыми линиями, симметричными относительно среднего прямолинейного меридиана, который всегда ортогонален параллелям (применяют для карт мира и Тихого океана).

а) Нормальная (прямая) цилиндрическая - если ось цилиндра совпадает с осью вращения Земли, а его поверхность касается шара по экватору (или сечет его по параллелям). 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.

б)поперечная цилиндрическая проекция - ось цилиндра расположена в плоскости экватора. Цилиндр касается шара по меридиану, искажения вдоль него отсутствуют, и следовательно, в такой проекции наиболее выгодно изображать территории, вытянутые с севера на юг.

в) косая цилиндрическая - ось вспомогательного цилиндра расположена под углом к плоскости экватора. Она удобна для вытянутых территорий, ориентированных на северо-запад или северо-восток.

2)Конические проекции — поверхность шара (эллипсоида) проектируется на поверхность касательного или секущего конуса, после чего она как бы разрезается по образующей и разворачивается в плоскость.

Различают:

- нормальную (прямую) коническую проекцию, когда ось конуса совпадает с осью вращения Земли. Меридианы представляют собой прямые, расходящиеся из точки полюса, а параллели — дуги концентрических окружностей. Воображаемый конус касается земного шара или сечет его в районе средних широт, поэтому в такой проекции удобнее всего картографировать территории России, Канады, США, вытянутые с запада на восток в средних широтах.

- поперечную коническую — ось конуса нежит в плоскости экватора
  - косую коническую — ось конуса наклонена к плоскости экватора.
- Псевдоконические проекции — такие, 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. 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. Чаще всего эти проекции применяются для карт мира.
- 3) 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. В этих проекциях параллели изображаются одноцентровыми окружностями, меридианы — пучком прямых линий с точкой схода, совпадающей с центром параллелей. В этой проекции всегда картографируют полярные области нашей и других планет.
- 4) Многогранные проекции — проекции, получаемые путем проектирования шара (эллипсоида) на поверхность касательного или секущего многогранника. Чаще всего каждая грань представляет собой равнобокую трапецию.
- 5) Классификация картографических проекций по положению полюса нормальной системы координат
- В зависимости от положения полюса нормальной системы  $P_0$ , все проекции подразделяются на следующие:
- а) прямые или нормальные — полюс нормальной системы  $P_0$  совпадает с географическим полюсом ( $\varphi_0 = 90^\circ$ );
  - б) поперечные или экваториальные — полюс нормальной системы  $P_0$  лежит на поверхности в плоскости экватора ( $\varphi_0 = 0^\circ$ );
  - в) косые или горизонтальные — полюс нормальной системы  $P_0$  располагается между географическим полюсом и экватором ( $0^\circ < \varphi_0 < 90^\circ$ ).

## Лекция № 2.4 (4 часа)

### Тема: « Виды карт и их оформление»

#### 1. Вопросы лекции:

- 1.1 Картографическая семиотика
- 1.2 Язык карты
- 1.3 Условные знаки и виды.

#### 2. Литература

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

### 3. Краткое содержание вопросов

#### 3.1 Картографическая семиотика.

Использование условных знаков — основное свойство, отличающее карту от многих других графических моделей, таких как аэро-и космо-снимки, панорамы и тд. Семиотика включает три основных раздела:

- а) синтактика — изучает правила построения и употребления знаковых систем, их структурные свойства, грамматику языка карты;
- б) семантика — исследует соотношения условных знаков с самими отображаемыми объектами и явлениями;
- в) прагматика — изучает информационную ценность знаков как средства коммуникации и особенности их восприятия читателями карты.

Использование условных знаков позволяет:

- а) показывать реальные и абстрактные объекты (например высоту снежного покрова);



- б) изображать объекты, не видимые человеком и даже не воспринимаемые органами чувств (гравитационные и магнитные поля);
- в) передавать внутренние характеристики объектов, их структуру (объем и структуру промышленного производства, состав населения);
- г) отражать взаимные отношения объектов: порядок и иерархию, различие, соподчиненность (географическая стратиграфия);
- д) показывать динамику явлений и процессов (изменение стока в речн бассейнах по месяцам);
- е) сильно уменьшать изображение (на мелкомасштабной карте вместо показа отдельных домов и кварталов можно кружком обозначить весь нп).

Условные обозначения делятся на три основные группы:

- а) немасштабные или точечные, кот-е прим для показа объектов, локализованных в пунктах – города, немасштабность выражается в том, что их размеры на карте значительно превосходят истинные размеры;
- б) линейные, исп для линейных объектов – рек, дорог, границ. Они масштабны по длине, но не по ширине;
- в) площадные – для объектов, сохраняющий на карте размеры и очертания – лесные массивы, озера, почвенные ареалы, эти знаки обычно состоят из контура и заполнения и позволяют определить площадь объекта.

### **3.2 Язык карты**

Способы картографического изображения - системы условных обозначений, применяемые для передачи объектов и явлений, различающихся характером пространственной локализации и размещения.

Использование условных знаков — основное свойство, отличающее карту от многих других графических моделей таких, (аэро- и космические снимки, панорамы, пейзажи).

Знаки на карте — это зрительно воспринимаемые элементы изображения, условно представляющие процессы и явления окружающего мира, их местоположение, качественные и количественные характеристики, структуру, динамику и т.п.

Разрабатывает язык карты раздел картографии семиотика.

Язык карты — это используемая в картографии знаковая система, включающая условные обозначения, способы изображения, правила их построения, употребления и чтения при создании и использовании карт.

Можно выделить в языке карты два слоя (подязыка):

- отражает размещение картографируемых объектов, их пространственную форму, ориентацию, взаимное положение
- содержательную сущность этих явлений, их внутреннюю структуру, качественные и количественные характеристики.

Главные функции языка карты — коммуникативная, т.е. передача некоторого объема информации от создателя карты к читателю, и познавательная — получение новых знаний о картографируемом объекте.

### **3.3 Условные знаки и виды.**

Условные знаки — это графические символы, с помощью которых на карте показывают (обозначают) вид объектов, их местоположение, форму, размеры, качественные и количественные характеристики.

Использование условных знаков позволяет:

- показывать реальные и абстрактные объекты (например, высоту снежного покрова, индекс континентальности климата);
- изображать объекты, не видимые человеком (гравитационные и магнитные поля и др.);
- передавать внутренние характеристики и структуру объектов (объем и структуру промышленного производства, состав населения и др.);
- отражать взаимные отношения объектов: порядок и иерархию, пропорциональность, различие, соподчиненность (например, геологическая стратиграфия);
- показывать динамику явлений и процессов (изменение стока в речных бассейнах по месяцам);
- сильно уменьшать изображение (на мелкомасштабной карте вместо показа отдельных домов и кварталов можно кружком обозначить весь населенный пункт).

Условные обозначения, применяемые на картах, подразделяют на три основные группы:

- немасштабные, или точечные, которые используют для показа объектов, локализованных в пунктах, например нефтяные месторождения или города на мелкомасштабных картах. Немасштабность знаков проявляется в том, что их размеры (если их выразить в масштабе карты) всегда значительно превосходят истинные размеры объектов на местности;
- линейные, используемые для отображения линейных объектов: рек, дорог, границ, тектонических разломов и т.п. Они масштабны по длине, но немасштабны по ширине;
- площадные, применяемые для объектов, сохраняющих на карте свои размеры и очертания, например для лесных массивов, озер, почвенных ареалов и др. Такие знаки обычно состоят из контура и его заполнения, ни всегда масштабны и позволяют точно определить площадь объектов.

Значки

Способ значков применяют для показа объектов, локализованных в пунктах и обычно не выражающихся в масштабе карты. Это могут быть населенные пункты, месторождения полезных ископаемых, промышленные предприятия, отдельные сооружения, ориентиры на местности и т.п. Значки позволяют характеризовать качественные и количественные особенности объектов, их внутреннюю структуру.

### Линейные знаки

Этот способ используется для изображения реальных или абстрактных объектов, локализованных на линиях. К ним относятся, например, береговые линии, разломы, дороги, атмосферные фронты, административные границы. Разный рисунок и цвет линейных знаков передают качественные и количественные характеристики объектов: тип береговой линии, глубину заложения разломов, число колеи железной дороги, теплые и холодные фронты и т.п.

### Изолинии

Изолинии - линии одинаковых значений картографируемого показателя. Способ изолиний применяется для изображения непрерывных, плавно изменяющихся явлений, образующих физические поля (рельеф, давление, температура). Они изображаются горизонталями (изогипсами, изобарами, изотермами).

### Псевдоизолинии

Изолинии нередко применяют для явлений, не обладающих непрерывностью, сплошностью и плавностью, т.е. не являющихся на самом деле полями. В этом случае речь идет о псевдоизолиниях, т.е. изолиниях, отображающих распределение дискретных объектов. Таковы, например, псевдоизолинии плотности населения, размещение которого, конечно же, не образует сплошного поля, псевдоизолинии распаханности или залесенности и т.п. Их всегда проводят на основе интерполяции каких-либо расчетных статистических показателей плотности, интенсивности распределения объектов, полученных в ячейках регулярной или нерегулярной сетки.

### Качественный фон

Способ качественного фона применяют для показа качественных различий явлений сплошного распространения по выделенным районам, областям или другим единицам территориального деления. Этот способ самым тесным образом связан с классификационным подразделением территории, ее дифференциацией по какому-либо признаку, с типологическим районированием, например с выделением районов сельскохозяйственной специализации, ландшафтов, типов почвенного покрова, растительных ассоциаций.

### Количественный фон

Способ количественного фона применяют для передачи количественных различий явлений сплошного распространения в пределах выделенных районов. Подобно качественному фону он всегда сопряжен с районированием, но по количественному признаку. Окраска или штриховка выполняются по шкале, т.е. интенсивность возрастает или убывает в соответствии с изменением признака. Примерами использования количественного фона могут служить карты запасов гидроресурсов в речных бассейнах, карты районирования территории по степени расчленения рельефа и т.п.

### Локализованные диаграммы

Локализованные диаграммы характеризуют явления, имеющие сплошное или полосное распространение, с помощью графиков и диаграмм, помещаемых в пунктах наблюдения (измерения) этих явлений. Таковы графики изменения среднемесячных температур и осадков, локализованные по метеостанциям, диаграммы загрязнения речных вод, приуроченные к гидропостам, и т.п. На карте всегда отмечают пункты, к которым отнесены графики, хотя ясно, что локализованные диаграммы характеризуют не только эти пункты, но и прилегающую территорию.

### Точечный способ

Этот способ применяют для показа явлений массового, но несплошного распространения с помощью множества точек, каждая из которых имеет определенный «вес», т.е. обозначает некоторое число единиц данного явления. Чаще всего точечным способом показывают размещение сельского населения (вес одной точки составляет, например, 1000 жителей), либо посевные площади (одна точка — 500 га посевов), либо размещение животноводства (одна точка — 200 голов крупного рогатого скота) и т.п.

### Ареалы

Способ ареалов состоит в выделении на карте области распространения какого-либо сплошного или рассредоточенного явления. Чаще всего этим способом показывают распространение животных и растений, месторождения полезных ископаемых и т.п. Различают абсолютные и относительные ареалы. Абсолютными называют ареалы, за пределами которых данное явление совсем не встречается (например, нефтегазоносный бассейн, контур которого точно установлен), тогда как относительные ареалы показывают лишь районы наибольшего сосредоточения явления (допустим, промысловый ареал каких-либо лекарственных растений).

### Знаки движения

Знаки движения используют для показа пространственных перемещений каких-либо природных, социальных, экономических явлений (например, путей движения циклонов, перелета птиц, миграции населения, распространения болезней). С помощью знаков движения можно отразить пути, направление и скорость перемещения, структуру перемещающегося объекта. Можно применить знаки движения для показа связей между объектами (например, электронных коммуникаций, финансовых потоков), их качества, мощности, пропускной способности и т.д.

### Картодиаграммы

Способ картодиаграммы — это изображение абсолютных статистических показателей по единицам административно-территориального деления с помощью диаграммных знаков. Картодиаграммы применяют для показа таких явлений, как валовой сбор сельскохозяйственной продукции, общее число учащихся, объем промышленного производства, потребление электроэнергии в целом по районам, областям, провинциям и т.п. Поскольку речь идет о статистических показателях, то на карте всегда присутствует сетка административного деления, по которой и производится сбор данных.

### Картограммы

Способ картограммы используют для показа относительных статистических показателей по единицам

административно-территориального деления. Это всегда расчетные показатели: скажем, число детских учреждений на тысячу жителей, энерговооруженность сельского хозяйства в расчете на 100 га обрабатываемых земель, процент лесопокрытой площади по областям и т.п.

Шкалы условных знаков

Шкалы на картах — это графическое изображение последовательности изменения (нарастания или убывания) количественных характеристик объектов, их значимости, интенсивности или плотности.

На картах со значками, локализованными диаграммами и на картодиаграммах используют абсолютные

Динамические знаки

Создание картографических компьютерных анимаций привело к внедрению в практику динамических графических переменных. Иначе говоря, все статические графические переменные приобрели еще одно временное измерение. Анимации позволяют изменять форму и размер объекта, цвет и насыщенность цвета, внутреннюю структуру и само положение знака на карте

## **Лекция № 2.5 (4 часа)**

### **Тема: « Картографические шрифты»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Картографические шрифты
- 1.2 Элементы букв
- 1.3 Характеристика элементов букв шрифтов
- 1.4 Классификация картографических шрифтов

#### **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

#### **3. Краткое содержание вопросов**

##### **3.1 Картографические шрифты**

Применение специальных картографических шрифтов для надписей на картах вызвано особыми условиями их чтения. На большинстве карт надписи выполняются в несколько цветов и располагаются на многоцветном фоне вместе с разнообразными штриховыми условными знаками, которые также различаются по цвету. Надписи на картах размещают в различных направлениях по кривым и прямым линиям некоторые слова пишут вразрядку. Значительны различия надписей по размерам шрифта.

##### **3.2 Элементы букв**

Элементы знаков шрифта русского алфавита. Рисунок букв каждого шрифта содержит характерные, только ему присущие элементы, изменение которых по начертанию, толщине, ширине, высоте приводит к изменению шрифта. В наливных (с утолщением) шрифтах имеются утолщенные — основные элементы и тонкие — дополнительные.

Концы основных и дополнительных элементов ограничивают горизонтальные штрихи — подсечки, характер соединения которых с другими элементами показан в табл. «Элементы букв». Такие элементы букв, как закругления, каплеобразные и угловые элементы, стрелки. Характеристика элементов букв шрифтов». Жирность шрифта — отношение толщины основного элемента к внутрибуквенному просвету.

Начертание шрифта:

а) курсивное — все заглавные и строчные буквы (за исключением немногих) различаются по рисунку;

б) печатное — большинство заглавных и строчных букв имеет одинаковый рисунок, исключение составляют буквы: Аа, Бб, Ее, Рр, Уу, Фф.

### **3.3 Характеристика элементов букв шрифтов**

Наклон шрифта: а) прямой шрифт — оси букв перпендикулярны к строке; б) наклонный шрифт — оси букв имеют наклон вправо или влево.

Любой шрифт может быть прямым, наклонным вправо или наклонным влево. Большинство шрифтов курсивного начертания имеет наклон вправо. Шрифты печатного рисунка обычно прямые.

В основу классификации картографических шрифтов положены два признака: контраст шрифта, наличие подсечки и характер ее соединения с другими элементами знаков.

По этим признакам все картографические шрифты подразделяются на 6 групп. Группы делятся на гарнитур, которые объединяют шрифты с одинаковым рисунком знаков, но различающиеся по следующим показателям:

- по жирности шрифта: жирные, полужирные, светлые, прозрачные;
- по ширине: широкие, расширенные, нормальные, суженные, узкие;
- по начертанию: курсивные, печатные;
- по наклону: вправо, влево, прямо (для разных гарнитур угол наклона неодинаковый).

### **3.4 Классификация картографических шрифтов**

Наклон, жирность и ширина не являются главными признаками, которые влияют на рисунок шрифта и отличают его от шрифта другой гарнитуры.

## **Лекция № 2.6 (4 часа)**

### **Тема: « Надписи на географических картах»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Надписи на картах
- 1.2 Картографическая топонимика
- 1.3 Характеристика элементов букв шрифтов
- 1.4 Классификация картографических шрифтов

#### **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

## **3. Краткое содержание вопросов**

### **3.1 Надписи на картах**

Кроме условных знаков на картах присутствуют различные надписи. Они составляют важный элемент содержания, поясняют изображенные объекты, указывают их качественные и количественные характеристики, служат для получения справочных сведений. Надписи обогащают карту, но могут одновременно ухудшить ее читаемость. Поэтому установление оптимального количества надписей и правильное их размещение составляют важную задачу при создании любого картографического произведения.

Выделяют три группы надписей, которые включают:

- качественные характеристики («ель», «сосна», «горькое», «соленое», «каменный»);
- количественные характеристики (указание ширины шоссе, абсолютные и относительные высоты и глубины, скорость течения реки и др.);
- хронологические надписи (даты событий, географических открытий, наступления каких-либо явлений, например, начала ледостава на реках);

- пояснения к знакам движения («Путь Магеллана», «Дрейф ледокола "Седов"»);
- оцифровка меридианов и параллелей и пояснения к линиям картографической сетки («Северный полярный круг», «К востоку от Гринвича»).

### **3.2 Картографическая топонимика**

Топонимы – это собственные имена (названия) географических объектов.

Картографическая топонимика – раздел картографии на стыке с топонимикой, в котором изучаются географические наименования объектов, показываемых на картах. В задачи раздела входят также первичный сбор географических названий на местности, их анализ, систематизация и стандартизация, разработка нормативов и правил их написания на картах. Существует несколько форм передачи на картах иноязычных названий.

Местная официальная форма – написание географического наименования на государственном языке страны, где расположен данный объект. Примерами могут служить Sverige (Швеция «Сверье») или България (Болгария).

Фонетическая форма воспроизводит звучание (произношение) наименования, передаваемое буквами алфавита другого языка. Например, английское Atlantic Highlands в русской транскрипции выглядит как Атлантик-Хайлендс, а венгерское Miskolc как Мишкольц. Эту форму часто называют условно-фонетической, поскольку звуки иностранного языка не всегда можно точно передать буквами другого алфавита (китайские, вьетнамские, арабские слова). В некоторых случаях к фонетической форме добавляют русский термин, хотя он и входит в сам топоним, например хребет Копетдаг, фьорд Согне-фьорд, озеро Солт-Лейк и город Солт-Лейк-Сити.

Транслитерация – побуквенный переход от одного алфавита к другому без учета действительного произношения наименования. К этой форме прибегают нечасто, например в тех случаях, когда истинное звучание топонима неизвестно. Такие ситуации возникают, в частности, при передаче эскимосских названий в Гренландии по их написанию на датских картах или аборигенных названий в Австралии по английским картам. Традиционная форма – написание иностранного географического наименования в форме, отличающейся от оригинала, но давно укоренившейся в разговорном и литературном языке данной страны. Русская топонимика изобилует такого рода примерами, на картах традиционно пишется Финляндия, а не Суоми, Греция, а не Эллас, Грузия, а не Сакартвело, Шпицберген, а не Свальбар.

Переводная форма – передача названия с одного языка на другой по смыслу: мыс Доброй Надежды (по-английски – Cape of Good Hope), Скалистые горы (по-английски – Rocky Mountains), Огненная Земля (по-испански – Tierra del Fuego). Часто переводится лишь часть названия: Новый, Старый, Северный, Южный, Большой, Малый, Русский, Татарский – по смыслу они являются прилагательными. Примеры: Новый Южный Уэльс, Северная Каролина, Большой Хинган, Малые Антильские острова, и т.п.

### **3.3 Нормализация географических наименований**

Во всем мире особое внимание обращается на нормализацию наименований, т.е. выбор наиболее распространенных названий и определение их написания на том языке, на котором они употребляются.

В нашей стране нормализация проводится в соответствии с правилами и традициями русского языка и других языков народов России. В словарях, справочниках и каталогах, на картах и в атласах должны публиковаться только нормализованные наименования географических объектов.

В России существует закон, определяющий порядок регистрации, учета и сохранения наименований. Наименование, присваиваемое географическому объекту, должно отражать его характерные признаки, особенности жизни и деятельности населения на данной территории и к тому же вписываться в существующую систему топонимов.

Во многих странах создаются государственные каталоги географических названий – систематизированные, нормализованные и постоянно обновляемые фонды названий.

Их назначение состоит в том, чтобы упорядочить и закрепить эти названия, контролировать их изменения. В каталогах и справочных информационных топонимических системах обычно фиксируются следующие данные:

вид (род) географического объекта;

название (и варианты названий);

географические координаты;

административная принадлежность и географическая привязка;

источник, откуда взято название;

переименования объекта;

дополнительные сведения.

Массивы названий группируют по административным единицам, а внутри них – по алфавиту. В России ведение каталога географических названий поручено государственной картографо-геодезической службе. В ЦНИИГАиК постоянно поддерживаются два каталога: на территорию России (около 400 тыс. названий всего в России ок. 2,5-3 млн.) и на зарубежные страны (более 1,2 млн. названий)

**Лекция № 2.7 (4 часа)**

**Тема: «Картографическая генерализация»**

#### **1. Вопросы лекции:**

##### **1.1 Сущность генерализации**

- 1.2 Факторы генерализации
- 1.3 Виды генерализации
- 1.4 Геометрическая точность и содержательное подобие
- 1.5 Географические принципы генерализации
- 1.6 Генерализация объектов разной локализации

## **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

## **3. Краткое содержание вопросов**

### **3.1 Сущность генерализации**

Картографическая генерализация — это отбор и обобщение изображаемых на карте объектов, выделение их основных типичных черт и характерных особенностей. Генерализованность — важнейшее свойство всякой карты. Даже на самой крупномасштабной карте изображение генерализовано, поскольку невозможно показывать объекты со всеми подробностями.

Генерализация определяется несколькими факторами:

- а) масштабом карты
- б) назначением карты
- в) тематикой карт
- г) особенностями картографируемой территории.

### **3.2 Факторы генерализации**

Факторами генерализации являются масштаб карты, ее назначение, тематика и тип, особенности и изученность картографируемого объекта, способы графического оформления карты. Факторы определяют подходы к генерализации, ее условия и характер.

Назначение карты. На карте показывают лишь те объекты, которые соответствуют ее назначению. Изображения других объектов, не отвечающих назначению карты, только мешает ее восприятию, затрудняет работу с картой. Влияние масштаба проявляется в том, что при переходе от более крупного изображения к более мелкому сокращается площадь карты. Показать в мелком масштабе все детали и подробности невозможно, и поэтому неизбежны их отбор, обобщение, исключение. Одновременно с уменьшением масштаба увеличивается пространственный охват, что также сказывается на генерализации. Объекты, важные для крупномасштабных карт (например, местные ориентиры), теряют свое значение на картах мелкого масштаба и, следовательно, подлежат исключению.

Тематика и тип карты определяют, какие элементы следует показывать на карте с большей подробностью, а какие можно более или менее существенно обобщить или даже совсем снять.

Карты разного типа также имеют разную генерализацию. Наиболее подробны аналитические карты инвентаризационного типа, а наиболее обобщены и генерализованы синтетические (например, карты районирования), и в особенности карты-выводы, карты-умозаключения. Они по самой сути своей не предполагают особой детальности.

Особенности картографируемого объекта (или территории). Влияние этого фактора сказывается в необходимости передать на карте своеобразие, примечательные характерные элементы объектов или территорий.

### **3.3 Виды генерализации**

Сложные процессы абстрагирования, связанные с картографической генерализацией, реализуются в разных видах и формах. Они касаются обобщения пространственных (геометрических) и содержательных характеристик, качественных и количественных показателей отбора и даже исключения изображаемых объектов. Иногда генерализацию рассматривают как процесс абстрагирования пространства и содержания. Обычно все проявления генерализации на карте совместно, в тесной компании, однако методически целесообразно рассмотреть их в отдельности.

Обобщение качественных характеристик происходит за счет сокращения различий объектов, что всегда связано с обобщением и укрупнением классификационных признаков, с переходом от простых понятий к сложным.

Обобщение количественных характеристик проявляется в укрупнении шкал, переходе от непрерывных шкал к более обобщенным ступенчатым, от равномерных – к неравномерным. Примерами могут служить увеличение высоты сечения рельефа при генерализации топографических карт.

Отбор (исключение) объектов означает ограничение содержания карты только объектами, необходимыми с точки зрения ее назначения, масштаба и тематики, и снятия других, менее значимых объектов. Отбор всегда непосредственно связан с обобщением качественных и количественных характеристик. Он ведется в соответствии с укрупненными подразделениями легенды. При отборе пользуются двумя количественными показателями цензами и нормами.

Объединение контуров (выделов) – еще одно проявление геометрической стороны генерализации, связанное с группировкой, слиянием контуров. Выделы на карте объединяются, во-первых, в результате обобщения качественных и количественных подразделений в легенде, а во-вторых, вследствие слияния (соединения) нескольких мелких контуров в один крупный. Так, небольшие ареалы месторождений какого-либо полезного ископаемого могут быть объединены в один ареал, мелкие участки леса – присоединены к крупному контуру и т.п.

Смещение элементов изображения связано обычно с обобщением очертаний и объединением контуров, при которых неизбежны небольшие сдвиги некоторых объектов относительно их истинного положения. Например, спрямление береговой линии и исключение мелких заливчиков приводит к тому, что некоторые прибрежные поселки оказываются как бы отодвинутыми от берега, тогда необходимо их сместить и «придвинуть» к морю.

Утрирование, или показ объектов с преувеличением, означает, что на генерализованной карте оставляют некоторые особо важные со смысловой (содержательной) точки зрения объекты, которые из-за малых размеров или условиям цензового отбора следовало бы исключить, и при этом даже несколько преувеличивают (утрируют) их. Примерами могут служить небольшие, но характерные излучины рек, мелкие озера в засушливых степях.

### **3.4 Геометрическая точность и содержательное подобие**

Геометрическая точность карты – это степень соответствия положения объектов на карте их действительному положению на местности. Нарушение геометрической точности ведет к смещению объектов, и координаты их будут получены по карте с ошибкой.

Содержательное подобие (соответствие) означает, что на карте географически правильно переданы взаимные соотношения объектов, их характерные особенности и соподчиненность.

В целом можно сказать, что при генерализации геометрическая точность всегда нарушается ради сохранения содержательного подобия, иными словами, содержательное подобие имеет приоритетное значение. При этом следует помнить, что мелкомасштабные географические карты носят обзорный характер и не предназначены для точных измерений или снятия точных координат.

### **3.5 Географические принципы генерализации**

С географических позиций генерализация рассматривается как процесс выделения на картах геосистем все более крупного ранга, их главных компонентов и взаимосвязей. Среди многообразия условий генерализации наиболее существенны следующие:

- научно обоснованное обобщение легенды;
- отображение генетических и морфологических особенностей объектов и явлений;
- учет внутренних и внешних взаимосвязей изображаемых объектов, их иерархической соподчиненности;
- оптимальный подбор знаков и изобразительных средств.

Самый ответственный этап, с которого начинается процесс генерализации всякой тематической карты, - генерализация легенды. Это подразумевает упрощение легенды, обобщение таксономических категорий, исключение некоторых групп объектов, сокращение количественных подразделений и шкал.

### **3.6 Генерализация объектов разной локализации**

Объекты, локализованные в пунктах, изображают с помощью значков, поэтому их генерализация связана, прежде всего, с отбором объектов согласно установленным цензам и нормам, с обобщением качественных характеристик объектов и укреплением градаций шкал значков. При этом происходит переход от видовых объектов к родовым (например, значки отдельных нефтяных скважин заменяются общим значком месторождения, а далее - значком ареала нефтяного бассейна).

Объекты, локализованные на линиях, всегда передаются линейными знаками. Для них наиболее существенны геометрические аспекты генерализации, упрощение и спрямление очертаний, а также цензовый отбор

линейных элементов. В ряде случаев обобщают качественные различия линейных объектов (вместо дорог разного класса вводят единый знак дорог и т.п.). При генерализации векторов и полос движения неизбежны отбор только главных направлений и обобщение количественных характеристик.

## **Лекция № 2.8 (4 часа)**

### **Тема: « Виды картографирования»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Виды карт
- 1.2 Принципы классификации
- 1.3 Картографические материалы, используемые в землеустройстве и кадастре
- 1.4 Другие картографические произведения

#### **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

#### **3. Краткое содержание вопросов**

##### **3.1 Виды карт**

Виды картографирования можно подразделять:

- по объекту — астрономическое, планетное и земное, а внутри земного — картографирование суши и океанов;
- по методу — наземное, аэрокосмическое и подводное;
- по масштабу — крупно-, средне- и мелкомасштабное;
- по уровню обобщения — аналитическое, комплексное и синтетическое;
- по степени автоматизации — ручное, автоматизированное (интерактивное) и автоматическое;

Понятие карты. Картой называется уменьшенное, подобное изображение поверхности Земли и других планет, обоснованное на математических законах изображения на плоскости с учетом кривизны поверхности и принятых условных знаков.

##### **3.2 Принципы классификации**

Классификация карт может осуществляться:

- по территориальным признакам;
- по масштабам;
- по видам;
- по специализации;
- по назначению.

По территориальным признакам:

- карты Солнечной системы;
- карты Земли;
- карты государств;
- карты материков и океанов;
- карты областей;
- карты городов и населенных пунктов;
- карты районирования городов и населенных пунктов.



По видам карты бывают:

- общегеографические;
- тематические.

По специализации карты бывают:

- инвентаризационные, показывающие фактическое положение и размеры объектов;
- оценочные, характеризующие возможность использования природных ресурсов для соответствующих видов хозяйственной деятельности;
- рекомендационные, характеризующие возможность оптимального использования и улучшения природных ресурсов на данной территории;
- прогнозные, дающие информацию на определенный период.

По назначению карты бывают:

- научно-прикладные;
- учебные;
- ориентировочные (туристические, спортивные, навигационные);
- пропагандистские.

### **3.3 Картографические материалы, используемые в землеустройстве и кадастре**

Топографические и картографические материалы имеют важное значение в землеустройстве и земельном кадастре, так как без графического изображения местности невозможно решать землеустроительные и кадастровые задачи. В состав таких материалов входят чертежи, схемы, планы и карты, подающие в графическом виде границы земельных участков, привязанных к топографической основе.

Систематизация кадастровых карт может осуществляться:

- по типу и виду кадастра (земельный, лесной, городской и др.);
- по кадастровым аспектам (в рамках каждого кадастра карты можно группировать в разных аспектах: правовые, природные, экономические, социальные, экологические, оценочные и др.);
- по задачам, функциям и территориальным требованиям (решения конкретных задач с использованием карт могут быть межевые, зонирования территорий, регистрационные, учетные, качественной оценки, плановые, прогнозные, нормативные, контрольные и др.);
- по способу создания и использования кадастровой информации.

### **3.4 Другие картографические произведения**

Карта является одним из разновидностей геоизображений, представляющая пространственно-временную масштабную генерализованную модель земных или планетных объектов, а также различных процессов, представленных в графической форме.

План – это уменьшенное подобное изображение малых участков земной поверхности на плоскости, когда его масштаб во всех направлениях одинаков (топографический план, морской план гавани, акватории, кадастровый план, план города).

Атлас – систематизированное собрание карт в виде книги или набора листов, объединенных единой идеей, определенным выбором проекций, масштабов, единым подходом картографической генерализации, используемых условных знаков и дизайна.

Глобус – модель Земли или любой планеты, небесной сферы, с нанесенным на ее поверхность картографическим изображением. Он имеет масштаб, систему меридианов и параллелей, сохраняет форму всех фигур земной поверхности и размеры углов. По тематике глобусы бывают общегеографическими, геологическими, политическими, а по назначению – учебными и навигационными.

Развитие компьютерных технологий позволяет размещать в Интернете большие массивы пространственной информации, в том числе электронных карт и космических снимков.

## **Лекция № 2.9 (4 часа)**

### **Тема: « Компьютерная картография»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Компьютерная картография в системе наук и технологий
- 1.2 Теоретические основы компьютерной картографии

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>

3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с.— ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>.

### **3.Краткое содержание вопросов**

#### **3.1 Компьютерная картография в системе наук и технологий**

Современная картография широко использует результаты развития информатики, кибернетики, вычислительных устройств и совершенствуется вместе с ними.

Компьютерная картография — это раздел автоматизированной картографии, рассматривающий способы создания картографических произведений с использованием компьютерных технологий для целей их полиграфического воспроизведения. Представляет собой техническое направление развития современной картографии.

Помимо технической стороны компьютерная картография рассматривает также теорию и методы картографического отображения объектов и явлений природы и общества, то есть построения языка карты, систем картографических знаков; художественное проектирование карт (картографический дизайн), их красочное оформление применительно к новым информационным технологиям, основываясь на разработках оформления карт и картографической семиотики.

«Картография и геоинформатика взаимодействуют по многим направлениям. Единство двух отраслей науки и техники определяется следующими факторами:

- общегеографические и тематические карты – главный источник пространственной информации о природе, хозяйстве, социальной сфере, экологической обстановке;
- системы координат и разграфка, принятые в картографии, служат основой для географической локализации всех данных в ГИС;
- карты – основное средство интерпретации и организации данных дистанционного зондирования и любой другой информации, поступающей, обрабатываемой и хранимой в ГИС;
- геоинформационные технологии, используемые для изучения пространственно-временной структуры, связей и динамики геосистем, в основном опираются на методы картографического анализа и математико-картографического моделирования;
- картографические изображения – самая целесообразная форма представления геоинформации потребителям, а составление карт – одна из основных функций ГИС»

#### **3.2 Теоретические основы компьютерной картографии**

Растровое изображение представляет собой набор пикселей или пикселей (picture element – элемент рисунка). Это самый минимальный и основной элемент изображения, формируемого на экране монитора или при печати. Более высоким качеством и иным принципом формирования обладает векторная графика, иногда называемая объектно-ориентированной. Это метод построения изображений, в котором используются математические описания для определения положения, длины и направления выводимых линий. При этом объекты формируются из набора векторов (линий), которые можно изменять произвольным образом в процессе рисования, то есть редактировать.

Формализация картографического изображения. Автоматизированная обработка данных требует их формализации, т. е. описания объектов (или знаков) с помощью формального языка, все значения которого четко определены и не допускают каких-либо двусмысленностей. Цветовые модели. В компьютерной картографии, так же как и в компьютерной графике, при создании, редактировании и выводе изображений одной из самых важных задач является работа с цветом.

### **Лекция № 2.10 (4 часа)**

**Тема: «Техническое обеспечение создания карт»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Компьютерная картография в системе наук и технологий
- 1.2 Техническое обеспечение процессов создания карт
- 1.3 Специализированные картографические программы
- 1.4 Основные этапы и способы компьютерного создания карт

## **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
  2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
  3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>
- Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

## **3. Краткое содержание вопросов**

### **3.1 Краткая история развития вычислительной техники**

Потребность в автоматизации обработки данных, в том числе вычислений, возникла очень давно. Многие тысячи лет назад для счета использовались камешки, счетные палочки и др. Более 1500 лет назад для облегчения вычислений стали использоваться счеты. 1960 год – Выпущены первые микросхемы (чипы – интегральные схемы в отдельном корпусе) – интегральные схемы на кремниевых кристаллах. Появление чипа ознаменовало рождение третьего поколения компьютеров. Современное состояние

### **3.2 Техническое обеспечение процессов создания карт**

Устройства ввода информации в компьютер. Ввод информации в компьютер осуществляется устройствами ввода данных [20, 21, 26]. Устройство ввода – это физическое устройство для обеспечения ЭВМ (в общем случае и РС, в частности) как обрабатываемыми данными, так и командами, указывающими способ обработки. Устройства обработки информации. После ввода информации в компьютер начинается ее обработка, которая заключается в выполнении определенных действий по преобразованию данных, введенных в компьютер. При этом преобразование осуществляется в соответствии с требованиями потребителя. Обработка может заключаться в создании текста, графического изображения, в том числе и картографического, моделировании какого-либо процесса и т. д.

Программы векторной и растровой графики. Для построения изображения на экране компьютера в интерактивном режиме с целью его дальнейшего тиражирования используются векторные графические программы (программы графического дизайна). Основными из них являются: Adobe Illustrator, CorelDraw, Macromedia FreeHand

### **3.3 Специализированные картографические программы**

Графический пакет CorelDraw канадской фирмы Corel является одним из наиболее популярных векторных графических редакторов для платформы IBM PC в среде MS Windows. Данный пакет содержит набор программ, выполняющих различные функции [22, 25, 34]:

CorelDraw – собственно программа векторной графики;

CorelMosaic служит для управления большим объемом графики в виде так называемых библиотек Cliparts. Она позволяет сохранить в сжатом виде в архиве графические файлы (рисунки);

CorelTrace – программа автоматического преобразования растровой графики в векторную форму (автовекторизация);

CorelChart служит для графического изображения таблиц и числовых данных;

CorelPhoto-Paint – программа обработки растрового изображения, полученного со сканера;

Corel Painter – программа для обработки готовых растровых изображений и создания новых с использованием художественных инструментов;

CorelShow – программа, позволяющая составлять собственные рисунки с различными эффектами, пользуясь профессиональными фоновыми образцами, которые хранятся на CD-ROM;

CorelMove – программа анимации, позволяющая создавать фильмы;

### **3.4 Основные этапы и способы компьютерного создания карт**

Основу автоматизированного производства картографической продукции, а также геоинформационных систем составляют автоматизированные картографические системы (АКС), представляющие комплекс технических, программных и информационных средств, предназначенный для создания, обновления и использования карт [12, 16, 33]. Действующие и разрабатываемые АКС различаются по своей структуре, свойствам, целевому назначению, мощности, ведомственной принадлежности, но все они имеют в своем составе ряд подсистем, важнейшими из которых являются подсистемы ввода, обработки и вывода информации.

Информационным ядром АКС является банк цифровых картографических данных, состоящий из упорядоченных тематических массивов цифровой информации (баз данных) и средств их формирования, управления, доступа к ним, т. е. систем управления базами данных (СУБД). В соответствии со своим назначением АКС решают три основные задачи, являющиеся последовательными этапами компьютерного создания карты: ввод информации, обработка и вывод изображения

#### **Лекция № 2.11 (4 часа)**

##### **Тема: « Топографические карты и планы»**

##### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Понятие о карте. Общие сведения
- 1.2 Масштабы топографических планов и карт
- 1.3 Условные знаки планов и карт
- 1.4 Номенклатура топографических карт

##### **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>  
Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:
  1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
  2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
  3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:
  1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
  2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
  3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

#### **3. Краткое содержание вопросов**

##### **3.1 Понятие о карте. Общие сведения**

Топографическая карта – это уменьшенное и точное изображение земной поверхности на плоскости на математической основе.

Планом называется уменьшенное и подобное изображение на горизонтальной плоскости проекции небольшого участка земной поверхности, в пределах которого кривизной Земли можно пренебречь.

Топографические карты являются основным источником информации о местности. По ним изучают местность и ориентируются, выполняют необходимые измерения и расчеты. Проекция Гаусса-Крюгера-геодезическая проекция, условно разделенная на всю поверхность Земли 60 зонами меридианами, проведенными через 6°, где форма зоны – сферический двугранник.

##### **3.2 Масштабы топографических планов и карт**

- Классификация карт.
- топографические планы — до 1:5 000 включительно;
- крупномасштабные топографические карты — от 1:10 000 до 1:200 000 включительно;
- среднемасштабные топографические карты — от 1:200 000 (не включая) до 1:1 000 000 включительно;
- мелкомасштабные топографические карты — менее (меньше) 1:1 000 000.

Проекция топографической карты масштаба 1 : 1 000 000 — видоизмененная поликоническая проекция, принятая в качестве международной проекции для карт масштаба 1: 1000 000. Ее основные характеристики: проектирование земной поверхности, охватываемой листом карты, производится на отдельную плоскость; параллели изображаются дугами окружностей, а меридианы — прямыми линиями; наибольшее искажение длин в пределах листа достигает 0,14%, искажение углов—до 7, искажения площадей—до 0,08%.

При сложении четырех листов карты масштаба 1 : 1000 000, расположенных в пределах широт 40—60°, возникает угловой разрыв порядка 20—40' и линейный разрыв — 2—6 мм. (несходимость листов возрастает к полюсам). В один блок склеивается без заметных разрывов не более 9 листов.

### **1.3 Условные знаки планов и карт**

Условные знаки топографических карт — система графических, буквенных и цифровых обозначений, с помощью которых показывается на карте местоположение объектов местности, и передаются их качественные и количественные характеристики.

Условные знаки, изображающие одни и те же объекты, на картах масштаба 1: 25000—1: 200000 по своему начертанию почти одинаковые и отличаются только размерами.

Условные знаки подразделяются на масштабные, внемасштабные и пояснительные.

Масштабные (контурные) условные знаки состоят из контура (внешнего очертания объекта); изображаемого сплошной линией или пунктиром, внутри которого значками, цветом или штриховкой обозначается характер объекта.

Линейные условные знаки (разновидность масштабных условных знаков) применяются при изображении объектов линейного характера — дорог, линий электропередачи, границ и т. п. Местоположение и плановое очертание оси линейного объекта изображаются на карте точно, но их ширина значительно преувеличивается. Например, условный знак шоссе на картах масштаба 1 : 100000 преувеличивает ее ширину в 8—10 раз.

В немасштабные условные знаки используются при изображении объектов, плановое очертание которых не может быть передано в масштабе карты. Местоположение таких объектов определяется главной точкой условного знака. Главными точками могут быть: геометрический центр фигуры, середина основания знака, вершина прямого угла или геометрический центр нижней фигуры.

Пояснительные условные знаки применяются для дополнительной характеристики объектов местности, например, стрелка на реке обозначает направление течения и т. п.

### **3.4 Номенклатура топографических карт**

Разграфка карт — система деления карт на отдельные листы. Номенклатура карт — система нумерации и обозначения отдельных листов. Каждый лист ограничен рамкой. Сторонами рамок листов топографических карт служат параллели и меридианы.

Номенклатура карты масштаба 1 : 1000 000 . Вся поверхность Земли делится параллелями на ряды (через 4°), а меридианами—на колонны (через 6°); стороны образовавшихся трапеций служат границами листов карты масштаба 1 : 1000 000. Ряды обозначаются заглавными латинскими буквами от А до V, начиная от экватора к обоим полюсам, а колонны — арабскими цифрами, начиная от меридиана 180° с запада на восток.

Номенклатура листа карты состоит из буквы ряда и номера колонны.

## **Лекция № 2.12 (4 часа)**

### **Тема: « Основы топографических съемок»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Понятие о топографической съемке.
- 1.2 Виды топографических съёмок местности
- 1.3 Задачи, решаемые по топографическим картам и планам

#### **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с.— ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная

#### Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

#### Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### 3. Краткое содержание вопросов

#### **3.1 Понятие о топографической съемке.**

Топографической съемкой называется комплекс геодезических работ, результатом которых является топографическая карта или план местности. Топографические съемки выполняют аэрофототопографическим и наземным методами. Наземные методы делятся на тахеометрическую, теодолитную, фототеодолитную и мензурную съемки.

Выбор метода съемки определяется технической возможностью и экономической целесообразностью при этом учитываются следующие основные факторы: - размер территории, сложность рельефа, степень застроенности и т.д. При съемке больших территорий наиболее эффективно применять аэрофототопографическую съемку, на небольших участках местности, как правило используют тахеометрическую и теодолитную съемку. Мензурная съемка в настоящее время используется достаточно редко, как технологически устаревший вид съемки.

Наиболее распространенный вид наземной топографической съемки - тахеометрическая съемка. Преимущественно выполняется с помощью электронного тахеометра, также возможно выполнять съемку с помощью теодолита. При тахеометрической съемке в поле выполняются все необходимые измерения, которые заносятся в память прибора либо в журнал, а план составляется в камеральных условиях.

#### **3.2 Виды топографических съёмок местности**

Под съёмкой понимают совокупность работ, выполняемых с целью создания планов и карт. Съёмки подразделяют на наземные, включающие геометрические измерения непосредственно на поверхности Земли, и аэрокосмические (дистанционные), проводимые путём регистрации электромагнитного излучения земной поверхности, обработку полученных материалов и графические построения.

1. Наземными методами создаются планы и карты небольших участков местности и при решении инженерных задач: строительство крупных сооружений, каналов и т.п.

2. При дистанционных съёмках съёмочные системы удалены от земной поверхности на значительное расстояние. Приёмниками информации служат фотографические и телевизионные камеры, установленные на летательных аппаратах. Съёмка, производимая с самолёта, называется аэросъёмкой. Съёмка аппаратурой, находящейся за пределами земной атмосферы (на искусственном спутнике Земли, космическом корабле), называется космической съёмкой. Материалы космической съёмки используют в целях изучения природных ресурсов Земли, для создания карт малоизученных и труднодоступных районов

#### **3.3 Задачи, решаемые по топографическим картам и планам**

При разработке проектно-технической документации инженеру-строителю приходится решать ряд различных задач, используя топографические карты и планы.

Определение географических координат

Географические координаты: широта и долгота - угловые величины.

Широтой называется угол, образованный отвесной линией и плоскостью экватора. Широта отсчитывается к северу и югу от экватора и соответственно называется северной и южной широтой. Долгота - это двугранный угол, образованный плоскостью начального меридиана, проходящего через Гринвичский (начальный) меридиан, и плоскостью меридиана данной точки. Долгота отсчитывается на восток или запад от начального меридиана и соответственно называется восточной и западной долготой.

Определение прямоугольных координат

Топографические карты России составлены в равноугольной картографической проекции Гаусса-Крюгера. Эта проекция служит основой для создания зональной общегосударственной системы плоских прямоугольных координат. Для уменьшения искажений эллипсоид проецируют на плоскость по частям (зонам), ограниченными меридианами, отстоящим друг от друга на 3° или 6°. Средний меридиан каждой зоны называют осевым. Счет зон ведут от Гринвичского меридиана на восток.

Измерение истинного азимута и дирекционного угла линии, вычисление магнитного азимута и румба. Истинный азимут – это угол, измеряемый от северного конца истинного меридиана по ходу часовой стрелки до заданного направления линии.

Определение горизонтальных проложений линий. Построение профиля местности по заданному направлению.

Профиль – это изображение на плоскости в уменьшенном виде вертикального разреза местности по заданному направлению. При построении профиля линии горизонтальный масштаб профиля принимают равным масштабу карты или плана, вертикальный – в 10 раз крупнее или выбирают произвольно.

## Лекция № 2.13 (4 часа)

### Тема: « Фототопографические съемки»

#### 1. Вопросы лекции:

- 1.2 Виды фотограмметрических съемок
- 1.2 Аэрофотосъемка
- 1.3 Аэрофотоснимок и карта. Их отличие и сходство

#### 2. Литература

- 1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
- 2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
- 3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

- 1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
- 2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
- 3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

- 1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
- 2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
- 3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

#### 3. Краткое содержание вопросов

##### 3.1 Виды фотограмметрических съемок

Фотограмметрия (от греч. слов photos – свет, gramma – запись, metreo – измерение) – это наука определения количественных и качественных характеристик по снимкам.

Различают следующие виды фотограмметрических съемок:

- 1. Наземная фотосъемка;
- 2. Аэрофотосъемка;
- 3. Космическая фотосъемка.

Наземная фотосъемка применяется в основном при создании карт горных районов, карьеров. При этом применяются специальные приборы – фототеодолиты, которые устанавливаются на штативе и поэтому их называют фототеодолиты.

Аэрофотосъемку широко применяют для создания топографических карт и планов различных масштабов (1 : 500 – 1 : 100 000). Аэрофотосъемка позволяет намного повысить производительность труда и экономическую эффективность топографо-геодезического производства и инженерно – геодезических изысканий.

##### 3.2 Аэрофотосъемка

Аэрофотосъемка – комплекс летно-съемочных работ, фотографических и фотограмметрических работ, в результате которых получают аэронегативы и аэрофотоснимки местности.

При аэрофотосъемке используются различные летательные аппараты: самолеты, вертолеты, дельтапланы и т. п. В зависимости от положения оптической оси аэрофотоаппарата в пространстве различают плановое и перспективное фотографирование.

Плановым называется такое фотографирование, при котором оптическая ось аэрофотоаппарата отклоняется от отвесной линии не более, чем на 3°. Если это отклонение превышает 3°, то такая аэрофотосъемка называется перспективной или наклонной.

При топографической аэрофотосъемке основным видом фотографирования является плановое.

Аэрофотосъемка подразделяется на одиночную, маршрутную и площадную.

Одиночной называется аэрофотосъемка при которой получают один или несколько снимков.

Маршрутной называется аэрофотосъемка полосы местности с одного захода самолета. При этом

аэрофотоснимки взаимно перекрывают друг друга в направлении полета.

Площадной называется аэрофотосъемка значительной площади земной поверхности путем проложения нескольких прямолинейных и взаимно параллельных маршрутов. При этом аэрофотоснимки соседних маршрутов перекрываются.

Перекрытие аэрофотоснимков в направлении маршрута съемки называется продольным и обозначается буквой р.

Перекрытие аэрофотоснимков смежных маршрутов называется поперечным и обозначается буквой q.

Величины перекрытий выражаются в процентах относительно размера соответствующей стороны аэрофотоснимка.

Продольное и поперечное перекрытия необходимы для связи аэрофотоснимков в общую систему при их фотограмметрической обработке.

### **3.3 Аэрофотоснимок и карта. Их отличие и сходство**

Аэрофотоснимок теоретически и практически резко отличается от карты, например, по внешнему виду. Вместе с тем карта и аэрофотоснимок имеют много общего, так как оба эти документа являются изображением местности. Это изображение как на карте, так и на аэрофотоснимке получено в определенном масштабе, которому свойственны размеры изображений тех или иных топографических объектов.

Существенное отличие аэрофотоснимка от топографической карты вытекает из геометрической сущности их получения.

Топографическая карта – ортогональная проекция местности, т.е. такая проекция, в которой изображение объектов местности на плоскости получают с помощью проектирующих лучей, перпендикулярных к плоскости проецирования.

Ортогональная проекция характеризуется двумя основными свойствами: расстояния на карте пропорциональны горизонтальным проложением соответствующих расстояний на местности; углы с вершинами в любой точке карты равны соответствующим горизонтальным углам на местности.

В отличие от карты на аэрофотоснимках изображение объектов местности строится проектирующими лучами, пересекающимися в объективе аэрофотоаппарата.

Проекция, в которой изображение предметов на плоскости получается с помощью проектирующих лучей, пересекающихся в одной точке, называется центральной. Точка пересечения этих лучей – центром проекции. Следовательно, изображение аэрофотоснимка – центральная проекция местности.

## **Лекция № 2.14 (4 часа)**

### **Тема: « Введение в географические информационные системы. Классификация ГИС»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Определение информационных систем. Подсистемы ГИС
- 1.2 Классификация геоинформационных систем

#### **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
  2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
  3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>
- Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### **3. Краткое содержание вопросов**

#### **3.1 Определение информационных систем. Подсистемы ГИС**



Подсистема сбора данных, которая собирает и проводит предварительную обработку данных из различных источников. Эта подсистема также в основном отвечает за преобразования различных типов пространственных данных (например, от изолиний топографической карты к модели рельефа ГИС).

Подсистема хранения и выборки данных, организующая пространственные данные с целью их выборки, обновления редактирования.

Подсистема манипуляции данными и анализа, которая, выполнив различные задачи на основе этих данных, группирует и разделяет их; устанавливает параметры и ограничения и выполняет моделирующие функции.

Подсистема вывода, которая отображает всю базу данных или часть ее в табличной, диаграммной или картографической форме.

### **3.2 Классификация геоинформационных систем**

ГИС разрабатывают и применяют для решения научных и прикладных задач проектирования инфраструктуры территорий, городского и регионального планирования, рационального использования природных ресурсов, мониторинга экологических ситуаций, а также для принятия оперативных мер в условиях чрезвычайных ситуаций и др. Множество задач, возникающих в жизни, привело к созданию различных ГИС, которые могут классифицироваться по следующим признакам.

По функциональным возможностям ГИС подразделяются:

- на полнофункциональные общего назначения;
- специализированные ГИС, ориентированные на решение конкретной задачи в какой либо предметной области;
- информационно-справочные системы для домашнего и информационно-справочного пользования.

Функциональность ГИС определяется также архитектурным принципом их построения:

- закрытые системы не имеют возможностей расширения, они способны выполнять только тот набор функций, который однозначно определен на момент покупки;
- открытые системы отличаются легкостью приспособления, возможностями расширения, так как могут быть достроены самим пользователем при помощи специального аппарата (встроенных языков программирования).

По пространственному (территориальному) признаку ГИС подразделяются:

- на глобальные (планетарные);;
- общенациональные;
- региональные;
- локальные (в том числе муниципальные).

По проблемно-тематической ориентации:

- общегеографические;
- экологические и природопользовательские;
- отраслевые (водных ресурсов, лесопользования, туризма, транспорта и т. д.).

По способу организации географических данных:

- векторные;
- растровые;
- векторно-растровые.

## **Лекция № 2.15 (4 часа)**

### **Тема: « Структура и модели данных ГИС, источники данных в ГИС и их типы»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Структура и модели ГИС
- 1.2 Понятие о типах источников
- 1.3 Виды картографических материалов

#### **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
  2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
  3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>
- Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### **3. Краткое содержание вопросов**

#### **3.1 Структура и модели ГИС**

Любая ГИС работает с различными типами данных, описывающих изучаемые объекты: пространственными, атрибутивными, тематическими, метрическими и семантическими. Эти данные являются наиболее дорогостоящим элементом системы и занимают значительный объем памяти. Пространственный объект – это любой конкретный объект, который характеризуется местоположением в пространстве и набором атрибутивных

данных. Пространственные данные – это цифровые данные о пространственных объектах, которые обеспечивают определение их пространственного положения, форму и свойства. Атрибутивные данные формируют набор качественных и количественных характеристик конкретного пространственного объекта, не определяющих его местоположение. Тематические данные – это пространственные данные, отнесенные к конкретной предметной области. Метрические данные (метрика) – это информация об объекте цифровой топографической карты (плана), описывающая местоположение и параметры объекта. Семантические данные (семантика) – это информация об объекте цифровой топографической карты (плана), описывающая его сущность и свойства с помощью условных изображений.

Кроме вышеуказанных типов данных, существует также два типа структур данных: топология и слои. Среди источников данных, широко используемых в геоинформатике, наиболее часто привлекают данные следующих категорий:

- картографические,
- статистические
- аэрокосмические материалы дистанционного зондирования.

Помимо указанных материалов гораздо реже используют

- данные специально проводимых полевых исследований и съемок,
- литературные (текстовые) источники.

#### **3.2 Понятие о типах источника**

"Тип источника" - однородное множество исходных материалов, каждое из которых сильно различается по комплексу характеристик.

К ним принадлежит, например, такой важный признак - в какой цифровой или нецифровой (аналоговой) форме получается, хранится и используется тот или иной тип данных, от чего зависят легкость, стоимость и точность ввода этих данных в цифровую среду ГИС.

Использование географических карт как источников исходных данных для формирования тематических структур баз данных удобно и эффективно по ряду причин.

- 1) сведения, считанные с карт, имеют четкую территориальную привязку
- 2) в них нет пропусков, "белых пятен" в пределах изображаемой территории
- 3) они в любой своей форме возможны для записи на машинные носители информации. Картографические источники отличаются большим разнообразием - кроме общегеографических и топографических карт насчитывают десятки и даже сотни типов различных тематических карт.

В геоинформатике карты служат для двух целей:

- 1) получения информации об указанных объектах местности
- 2) их привязки.

#### **3.3 Виды картографических материалов**

Современное программное обеспечение ГИС поддерживает растровое, векторное и гибридное представление данных. Поэтому пользователь должен принять решение о выборе типа данных, который в наибольшей степени отвечает цели, поставленной перед ним. Поскольку информация в ГИС вводится в цифровой форме, то для этих целей используются специальные технологии, например, сканирование и векторизация. Растровое изображение в компьютерной форме – это набор точек, составляющих видимую часть экрана. Причём для каждой точки (пикселя) имеется набор характеристик – место, размер, яркость, цвет и т.п. Соответственно – картинка тем лучше, чем более мелкие точки её составляют. А чем меньше относительный размер пикселя, тем для той же картинки их нужно больше.... Вот объём файла и растёт. В отличие от растрового изображения векторная картинка формируется не в виде совокупности элементарных пикселей, а в виде совокупности некоторых объектов – точек, кривых, многоугольников (полигонов). Для их описания используется иной способ, который, по существу, сводится к набору математических формул. Например, для отрисовки на экране некоторой линии,

соединяющей углы экрана по диагонали достаточно задать координаты её начала и конца, толщину и цвет. В том случае, если она отличается от прямой – добавляется и некоторая математическая формула, описывающая её форму. (Впрочем, тех, кого слова "математическая формула" – мягко говоря – не вдохновляют, можно сразу успокоить – всю математическую обработку выполняет векторный редактор, пользователю достаточно объект просто нарисовать). Как уже отмечалось, разветвлённые навигационные комплексы, оснащенные большим количеством дополнительных характеристик в описании объектов, принято называть геоинформационными системами (ГИС). При разработке таких ГИС в качестве объектов могут использоваться и растровые элементы. Примером этого могут служить планы городов, на которых дорожные развязки при соответствующем увеличении могут превращаться в растровые картинки, наглядно демонстрирующие способы проезда сложных перекрёстков.

## **Лекция № 2.16 (4 часа)**

### **Тема: « Краткий обзор программных средств»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Зарубежные программные продукты, виды и свойства, способы применения
- 1.2 Отечественные программные продукты, виды и свойства, способы применения

#### **2. Литература**

- 1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
- 2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
- 3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

- 1. <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
- 2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
- 3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

#### **3. Краткое содержание вопросов**

##### **3.1 Зарубежные программные продукты, виды и свойства, способы применения**

Программное обеспечение компании ESRI&ERDAS

ARC/VIEW 3.2 - системы создания информационно справочных пакетов (ГИП) и компоновки выходных карт. Программа предоставляет конечному пользователю средства выбора и просмотра разнообразных геоданных, их редактирования, создания макетов карт, адресного геокодирования, распечатки картографических материалов. Имеет модульную структуру и встроенный язык создания приложений AVENUE.

Дополнительные прикладные модули расширения ARC/VIEW:

- AV SPATIAL ANALYST – предоставляет инструменты для создания, запроса, анализа и отображения на карте данных по регулярной сетке, а также выполнения системного анализа с использованием объектных тем,
- AV 3D ANALYST предоставляет пользователю следующие возможности: создавать реалистичные модели поверхности по разного рода исходным данным; определять высоту (значение) поверхности в любой ее точке; рассчитывать объемы между поверхностями работать с векторными 3D объектами для создания реалистичных моделей трехмерного вида; визуализировать данные в 3D форме.
- AV NETWORK ANALYST – средство, помогающее решать общие проблемы по сетям данных, через которые происходит транспортировка.

ARCGIS – полнофункциональная ГИС-система, имеет совершенные средства для создания карт, их редактирования, ввода и преобразования данных; распределенное управление данными; полная интеграция с системами управления реляционными базами данных (СУБД).

ERDAS Imagine – обеспечивает работу с данными дистанционного зондирования. Является полнофункциональной геоинформационной системой с функциями создания, анализа и интерпретации геоданных. Имеет самый полный набор функциональных возможностей среди аналогичных пакетов.

Программное обеспечение Intergraph Corp.

GeoMedia Professional – универсальная ГИС-система, позволяющая напрямую (без конвертации) подключаться и работать с геоинформационными базами данных большинства форматов, эффективно интегрирует геоданные в единую информационную систему масштаба от рабочей группы до предприятия. Обладает функциями создания БД, обработки и анализа информации. Имеет модульную структуру.

### **3.2 Отечественные программные продукты, виды и свойства, способы применения**

GEODRAW (разработка Центр Геоинформационных Исследований ИГ РАН, г.Москва) – векторный редактор. Предназначен для создания баз цифровых карт и планов, включает в себя функции, обеспечивающие построение топологической структуры цифровой карты, идентификацию объектов и связывание их с атрибутивной базой данных, трансформацию карт, функции импорта-экспорта в различные форматы, поддержку картографических проекций.

EASY TRACE (разработка EASY TRACE GROUP, г.Рязань) – пакет программ интерактивной векторизации растровых изображений, обладает функциями предварительной подготовки растрового изображения, возможностью работы с атрибутивными базами данных.

ГИС ПАРК (разработка ТОО ЛАНЭКО, г.Москва) – интегрированная система, сочетающая функции информационно-справочной системы и расчетно-аналитической и прогнозирующей системы. Средства системы обеспечивают:

- создание многоцелевых картографических баз данных
- построение производных карт
- анализ данных (пространственная статистика, таксономия, исследование связей и зависимостей)
- автоматизацию процессов преобразования формы представления данных,
- автоматизацию процессов получения новой информации на основе комплексной интерпретации качественных и количественных данных методами распознавания
- оптимизацию решений по количественным критериям качества
- использование автоматически формируемых и экспертных моделей.

Реальная действующая ГИС кроме специализированного программного обеспечения всегда использует дополнительное программное обеспечение для организации компьютерной сети, доступа в глобальную сеть Интернет, организации дополнительной защиты информации от несанкционированного доступа. В отдельных случаях вместе с ГИС, во взаимодействии с ней, используется и дополнительное программное обеспечение для решения специализированных задач, например углубленного статистического анализа данных. ГИС может тесно взаимодействовать с офисными программами. Важную роль могут играть системы обработки данных дистанционного зондирования и различные СУБД.

### **Лекция № 2.17 (4 часа)**

#### **Тема: «Глобальные спутниковые навигационные системы»**

##### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Глобальные спутниковые навигационные системы: элементы и принципы функционирования.
- 1.2 Основные сведения о глобальных навигационных системах и сферах их применения.
- 1.3 Элементы и принципы функционирования ГНСС.
- 1.4 Структура радиосигнала и факторы его искажающие.
- 1.5 Шкалы времени, системы координат, способы позиционирования ГНСС.

##### **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-blago.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

### **3. Краткое содержание вопросов**

### **3.1 Глобальные спутниковые навигационные системы: элементы и принципы функционирования.**

Спутниковые методы определения пространственных координат широко используются в современной геодезии. В США развернута система GPS (Global Positioning System), в России действует система ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система), в Европе - спутниковая система Galileo. Все названные системы могут быть объединены термином GNSS (Global Navigation Satellite System), т. е. глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС). GNSS-технологии успешно применяются в тех областях, где необходима точная информация о пространственном положении объектов на Земле, их размерах и изменении геометрических параметров во времени.

Подсистема космических аппаратов. Основная функция навигационных спутников – это формирование и излучение радиосигналов, необходимых для координатно- временного обеспечения потребителей и контроля бортовых систем спутника подсистемой контроля и управления СРНС.

Позиционирование – это реализация возможных способов использования данной системы для определения параметров пространственного состояния объектов наблюдения. Такими параметрами могут быть координаты приемника, вектор скорости его перемещения, пространственный вектор между двумя приемниками, точное время позиционирования. Данные параметры представляют собой так называемый вектор потребителя. Следовательно, определение местоположения объекта, его скорости, пространственного вектора между пунктами наблюдения, фиксация точного времени представляют собой частные случаи позиционирования. На пунктах наблюдения позиционирование выполняется при помощи приемников. Если из контекста неясно, о каких приемниках идет речь, то добавляется аббревиатура системы: GPS-приемник, ГЛОНАСС-приемник, ГЛОНАСС/GPS –приемник, GNSS-приемник или просто спутниковый приемник

### **3.2 Основные сведения о глобальных навигационных системах и сферах их применения.**

Основы системы ГНСС можно разбить на пять основных подпунктов:

1. Спутниковая трилатерация - основа системы определения положения.
2. Спутниковая дальнометрия – измерение расстояний до спутников.
3. Точная временная привязка – зачем нужно согласовывать часы в приёмнике и на спутнике и для чего требуется 4-й космический аппарат.
4. Расположение спутников – определение точного положения спутников в космосе.
5. Коррекция ошибок – учёт ошибок вносимых задержками в тропосфере и ионосфере. В настоящее время применение ГНСС-технологий находит свое широкое применение во многих сферах жизни общества и отраслях экономики:
  - Вооруженные силы
  - Синхронизация систем связи и энергетики
  - Геодезия: с помощью приемников ГЛОНАСС и ГЛОНАСС\GPS определяют точные координаты точек и границы земельных участков
  - Картография: ГЛОНАСС используется в гражданской и военной картографии
  - Тектоника: с помощью спутников ведутся наблюдения движений и колебаний тектонических плит
  - Навигация: с применением глобальных систем позиционирования осуществляется как морская, так и дорожная навигация
  - Спутниковый мониторинг: проект ЭРА-ГЛОНАСС — мониторинг положения, скорости автомобилей, контроль за их движением
  - Мониторинг сложных инженерных сооружений
  - Мониторинг животных, защита окружающей среды
  - Обеспечения поиска и спасания людей

### **3.3 Элементы и принципы функционирования ГНСС.**

Подсистема космических аппаратов. Основная функция навигационных спутников – это формирование и излучение радиосигналов, необходимых для координатно- временного обеспечения потребителей и контроля бортовых систем спутника подсистемой контроля и управления СРНС. Как и в системах первого поколения СНС, спутник выступает в качестве движущегося радиомаяка с известными координатами. При разработке системы ГЛОНАСС исследования показали, что компромисс между потребительскими качествами навигационной системы и её сложностью достигается при размещении спутников на круговых траекториях высотой 19000—20000 км с наклоном около 64°. Влияние атмосферы здесь уже незначительно, а гравитационные возмущения со стороны Луны и Солнца еще не приводят к быстрым изменениям орбиты.

Космический сегмент ГЛОНАСС включает 24 спутника, излучающих непрерывные радионавигационные сигналы, которые вращаются по круговой геостационарной орбите на высоте ~ 19100 км. Период обращения спутника вокруг Земли равен в среднем 11 часам 45 минутам. Время эксплуатации спутника — 5 лет; за этот период параметры орбиты спутника не должны отличаться от номинальных значений более, чем на 5%

### **3.4 Структура радиосигнала и факторы его искажающие.**

Аппаратура для приёма спутниковых радиосигналов (спутниковый приёмник) состоит из следующих функциональных элементов:

- 1) антенны;
- 2) блока приёма радиосигналов;

- 3) микропроцессора;
- 4) блока управления;
- 5) блока индикации с дисплеем;
- 6) запоминающего устройства;
- 7) устройства связи с внешней ЭВМ;
- 8) блока питания.

Цифровая информация навигационного сообщения подразделяется на оперативную и неоперативную информацию. Оперативная информация относится к тому НКА, с борта которого передается данный навигационный радиосигнал. Неоперативная информация (альманах системы) относится ко всем НКА, входящим в состав подсистему космического аппарата (ПКА). Точность спутниковых определений зависит от конфигурации спутникового созвездия в период выполнения приёма. Влияние конфигурации спутникового созвездия на точность спутниковых определений характеризуется фактором понижения точности DOP (dilution of precision). DOP - это отношение средней квадратической погрешности определения местоположения к средней квадратической погрешности измерения расстояний до наблюдаемых спутников

### **3.5 Шкалы времени, системы координат, способы позиционирования ГНСС.**

Все навигационные космические аппараты (НКА) системы ГЛОНАСС оснащены высокостабильными стандартами частоты, суточная нестабильность которых составляет  $5 \cdot 10^{-13}$  для НКА «Глонасс» и  $1 \cdot 10^{-13}$  для НКА «Глонасс-М». Точность взаимной синхронизации бортовых шкал времени НКА «Глонасс» составляет 20 нс (среднеквадратическое значение), а НКА «Глонасс-М» – 8 нс (среднеквадратическое значение). В качестве шкалы системного времени ГЛОНАСС принята условная непрерывная шкала времени, формируемая на основе шкалы времени Центрального синхронизатора системы. Центральный синхронизатор оснащен водородными стандартами частоты, суточная нестабильность которых составляет  $2 \cdot 10^{-15}$

Точность способов существенно различна от долей сантиметра до нескольких десятков метров. Наибольшую точность обеспечивают дифференциальные и относительные способы. В их основе лежит предположение, что измерения с двух станций до спутника искажены примерно одинаково: чем станции ближе друг к другу, тем правильнее это утверждение. Автономное определение координат. Дифференциальный способ. Статика. Кинематика.

## **Лекция № 2.18 (4 часа)**

### **Тема: «Организация, проведение и обработка спутниковых измерений»**

#### **1. Вопросы лекции:**

- 1.1 Геодезическое спутниковое оборудование и его характеристики.
- 1.2 Этапы проектирования и организации спутниковых измерений.
- 1.3 Спутниковые определения при создании государственных геодезических сетей

#### **2. Литература**

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. <http://cities-blogo.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
2. <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
3. Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

### **3. Краткое содержание вопросов**

#### **3.1 Геодезическое спутниковое оборудование и его характеристики.**

Аппаратура для приёма спутниковых радиосигналов (спутниковый приёмник) состоит из следующих функциональных элементов:

- 1) антенны;
- 2) блока приёма радиосигналов;

- 3) микропроцессора;
- 4) блока управления;
- 5) блока индикации с дисплеем;
- 6) запоминающего устройства;
- 7) устройства связи с внешней ЭВМ;
- 8) блока питания.

### **3.2 Этапы проектирования и организации спутниковых измерений.**

Для успешного выполнения спутниковых измерений необходимо проведение комплекса предварительных практических и вычислительных работ с целью определения наиболее оптимального времени проведения высокоточных ГНСС измерений для заданной местности и заданной даты. Для достижения этой цели необходимо последовательно решить ряд задач:

1. Оценить текущее состояние группировок ГНСС (ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Beidou).
2. Определить местоположения спутников ГНСС.
3. Определить приближенные координаты мест будущих ГНСС измерений.
4. Определить схемы препятствий ГНСС измерений.
5. Для заданной даты и времени и оценить параметр «снижения точности» PDOP и на основе этого определить оптимальный интервал времени проведения ГНСС измерений.
6. Предсказать «космическую» погоду на дату планируемых измерений.
7. Изучить и использовать программное обеспечение (ПО) Trimble Planning Software для планирования ГНСС измерений.

### **3.3 Спутниковые определения при создании государственных геодезических сетей**

Появление спутниковых геодезических приемников потребовало существенного пересмотра традиционных подходов к проблеме реконструкции городских геодезических сетей. Выполнение геодезических работ в городах традиционными геодезическими методами производилось согласно «Инструкции по топографической съемке в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500» (ГКИНП-02-033-79), изд. 1982 г. и "Руководства по математической обработке геодезических сетей и составлению каталогов координат и высот пунктов в городах и поселках городского типа», изд. 1990 г. Нормативным документом, детально регламентирующим выполнение городских геодезических работ с использованием спутниковых приемников, является «Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS» (ГКИНП (ОНТА)-01-271-03). В руководстве изложены сведения о спутниковых радионавигационных системах (СРНС) ГЛОНАСС и GPS, классификации спутниковых городских геодезических сетей, освещены принципы построения городской геодезической сети с использованием спутниковых технологий, этапы создания и реконструкции городских геодезических сетей. Классификация сетей. Особенности закрепления пунктов спутниковой городской геодезической сети. Методы построения городской геодезической сети спутниковыми технологиями .

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет среднего профессионального образования**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**ПМ.03 Картографо-геодезическое сопровождение земельно-  
имущественных отношений**

**МДК.03.01 Геодезия с основами картографии и картографического  
черчения**

**Специальность 21.02.05 Земельно-имущественные отношения**

**Форма обучения**      очная

Оренбург 2022 г.



## Раздел 1. Общая геодезия

### Семинарское занятие № 1.1 (6 часов)

#### Тема: «Общие сведения о геодезии»

#### 4. Вопросы к занятию:

- 1.1. Предмет геодезии и её связь с другими науками
- 1.2. Краткий исторический очерк развития российской геодезии
- 1.3. Понятие о форме и размерах Земли
- 1.4. Математическая поверхность Земли
- 1.5. Физическая поверхность Земли
- 1.6. Задачи инженерной геодезии. Решение задач по масштабу

#### 2.Задания

- 2.1. Определить основную задачу геодезии и её связь с другими науками.
- 2.2. Решение задач по масштабам:
  1. Рассчитать длину линии местности, соответствующую одному сантиметру на картах масштабов 1 : 10000, 1 : 200000, 1 : 5000, 1 : 100000, 1 : 25000, 1 : 2000, 1 : 50 000.
  2. Масштаб одной карты 1 : 25 000, а другой 1 : 50 000. Какой масштаб крупнее? Какая из двух карт охватывает большую территорию местности и во сколько раз?
  3. Масштаб карты 1 : 10 000. Какой масштаб вдвое крупнее данного, а какой в пять раз мельче?
  4. Одному сантиметру карты на местности соответствует расстояние более 1 км. Определить, крупнее или мельче масштаб данной карты, чем масштаб карты 1 : 100 000.
  5. На картах масштабов 1:10 0 000 и 1:5 0 000 изображены участки двух рек. Какая река на местности шире и во сколько раз, если на картах их ширины примерно одинаковы?
- 2.3. Пример. На плане (в 1 см 50 м) расстояние между точками составляет 1,5 см. Определить горизонтальное проложение между этими же точками на местности.  
Решение:  $1,5 \times 5000 = 7500 \text{ см} = 75 \text{ м}$  (или  $1,5 \times 50 = 75 \text{ м}$ ).
- 2.3. Дать ответы на следующие вопросы:
  1. Для каких целей используются данные о форме и размерах Земли?
  2. По каким признакам в древности определили, что Земля имеет шарообразную форму?
  3. Какую фигуру называют геоидом?
  4. Какую фигуру называют эллипсоидом?
  5. Какую фигуру называют референц-эллипсоидом?
  6. Каковы элементы и размеры эллипсоида Красовского?
  7. Назовите основные линии и плоскости земного эллипсоида.
  8. Какие методы используются для определения фигуры и размеров Земли? Дайте краткую характеристику каждому методу.

#### 3.Литература

##### Основная:

7. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
8. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
9. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

##### Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

- 2.4 <http://cities-blago.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
- 2.5 <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
- 2.6 Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### Семинарское занятие № 1.2 (8 часов)

#### Тема: «Ориентирование на местности»

#### 1.Вопросы к занятию:

- 1.1 Географические координаты
- 1.2 Плоские прямоугольные геодезические координаты (зональные).
- 1.3 Полярные координаты
- 1.4 Системы высот
- 1.5 Понятие об ориентировании
- 1.6 Дирекционные углы и осевые румбы, истинные и магнитные азимуты, зависимость между ними

## 2.Задания

- 2.1. Разбор конкретной ситуации: перевести значения дирекционных углов в соответствующие им румбы:  $219^{\circ}06'$ ;  $54^{\circ}46'$ ;  $354^{\circ}11'$ ;  $92^{\circ}00'$ ;  $274^{\circ}30'$ .
- 2.2. Перевести румбы в соответствующие значения дирекционных углов: ЮЗ :  $88^{\circ}09'$ ; ЮВ :  $4^{\circ}57'$ ; СВ :  $50^{\circ}27'$ ; СЗ :  $0^{\circ}02'$ .
- 2.3. Изобразить на чертеже линию с географическим азимутом  $213^{\circ}$ , магнитным азимутом  $220^{\circ}$  и дирекционным углом  $215^{\circ}$ .
- 2.4. Вычислить сближение меридианов в точке 1, если  $\alpha_1 = 216^{\circ}$ , а  $\alpha_2 = 214^{\circ}10'$ . Показать на чертеже условное местоположение осевого меридиана (справа или слева).
- 2.5. Магнитный румб линии 1—2 равен ЮЗ :  $35^{\circ}$ . Вычислить дирекционный угол, если в точке 1 восточное сближение меридианов равно  $2^{\circ}$  и западное склонение магнитной стрелки равно  $9^{\circ}$ .
- 2.6. Вычислить  $\alpha_2$  -з, если  $\alpha_1 = 36^{\circ}31'$  и  $\rho_2 = 201^{\circ}08'$ .
- 2.7. Вычислить величину  $\Delta\alpha$ , если  $\alpha_1 = 173^{\circ}$ , а  $\alpha_2$  -з =  $310^{\circ}$ .

## 3.Литература

Основная:

7. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
8. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
9. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

- 2.4 <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
- 2.5 <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
- 2.6 Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

## Семинарское занятие № 1.3 (8 часов)

Тема: «Геодезическая съемка. Рельеф»

### 1. Вопросы к занятию:

- 1.1 Геодезическая съемка. План, карта, профиль
- 1.2 Рельеф. Основные формы рельефа

### 2. Задания

2.1 Ответить на вопросы:

- Определить значение  $s$  и  $q$  планиметра. Измерить по карте площади двух-трех участков.
- Рассказать и показать как изображается на современных топографических картах и планах рельеф.
- Что понимают под рельефом местности?
- Назовите формы рельефа.
- Что такое горизонталь? Назовите её основные свойства.
- Что такое высота сечения рельефа?
- Что называется заложением горизонталей?
- Что такое уклон линии?
- Как определяется нормальная высота сечения рельефа?
- Как определить на карте высоту точки и крутизну ската линии?
- Что представляет собой цифровая модель местности и электронная карта?
- Какие исходные данные необходимы для создания цифровых моделей местности?

2.2 Выполнить плановую съемку теодолитом и кипрегелем, для этого составить полевой абрис теодолитной съемки и заполнить табл. 19 мензульной съемки.

2.3 Выполнить обработку данных по вариантам тахеометрической съемки и вычертить по ее результатам план местности в горизонталях;

2.4 Выполнить обработку данных тахеометрической съемки на персональном компьютере в программном приложении Excel, для этого создать таблицу по образцу табл. 1.

**Сдаваемые материалы:** 1) полевой журнал и абрис плановой съемки теодолитом и планшет мензульной съемки того же объекта; 2) обработанные данные тахеометрической съемки на специальном бланке, исходные данные – в табл. 17; 2) план местности в полярной системе координат с горизонталями по результатам тахеометрической съемки;

#### **Методические указания:**

**Геодезические работы при изысканиях и строительстве состоят в съемке ситуации и привязке проектных объектов на местности.**

**Плановые сети.** Для топографических съемок и геодезического обеспечения строительства, на поверхности Земли располагают ряд точек, связанных между собой единой системой координат. Эти точки маркируют на поверхности Земли или на зданиях и сооружениях знаками. Совокупность таких точек составляет *геодезические сети*.

Геодезические сети подразделяют на плановые и высотные: первые служат для определения координат  $X$  и  $Y$  геодезических точек, вторые – для определения их высот.

Принцип построения геодезических сетей заключается в следующем. На местности выбирают точки, взаимное положение которых представлено в виде треугольников или четырехугольников, причем некоторые элементы этих фигур можно было бы непосредственно измерить, а все другие – вычислить по результатам измерений.

*Триангуляция* – сеть треугольников с вершинами, зафиксированными на земной поверхности наземными и подземными геодезическими знаками, являющимися пунктами геодезического обоснования. При построении триангуляции предусматривается непосредственное измерение одной стороны некоторого треугольника, называемой базисной и всех углов во всех треугольниках этой сети. Длины сторон в треугольниках вычисляются по формулам тригонометрии, поэтому равнозначное наименование триангуляции – это тригонометрическая сеть. При построении *трилатерации* измеряются только длины сторон, а углы при вершинах треугольников – вычисляются. Для вычисления плановых координат вершин необходимо кроме сторон и углов знать еще дирекционный угол одной стороны и координаты одной из вершин.

Сети строят по принципу перехода от общего к частному, т.е. от сетей с большими расстояниями между пунктами и высокоточными измерениями к сетям с меньшими расстояниями и менее точными. Исходя из этого, их подразделяют на четыре вида: государственные, сгущения, съемочные и специальные. Государственные геодезические сети служат исходными для построения всех других видов сетей. Началом единого отсчета плановых координат в РФ служит центр круглого зала Пулковской обсерватории в Санкт-Петербурге.

Государственные плановые сети разделяют на четыре класса: сеть первого класса имеет наивысшую точность и охватывает всю территорию страны как единое целое; сеть каждого последующего класса строится на ее основе, так сеть второго класса строится на основе первого, а сеть третьего класса – на основе первых двух и т.п.

*Полигонометрия* – метод создания плановой геодезической основы, представляет собой систему прокладываемых между пунктами триангуляции ходов, в которых измеряются все углы поворотов и длины линий; применяется при съемке особо протяженных объектов.

*Сети сгущения* строят для дальнейшего увеличения плотности государственных сетей. Плановые сети сгущения подразделяют на 1-й и 2-й разряды.

*Съемочные сети* – это тоже сети сгущения, но еще с большей плотностью. На основе точек съемочных сетей производят непосредственную топографическую съемку с плановым и высотным обоснованием.

*Специальные сети* создают для геодезического обеспечения строительства сооружений. Строительными нормами и правилами предусмотрено создавать специальные сети с учетом следующего:

- ü проектного и существующего размещения зданий и инженерных сетей на строительной площадке;
- ü обеспечения сохранности знаков разбивочной основы;
- ü использования создаваемой геодезической разбивочной основы в процессе эксплуатации построенного объекта, его расширения и реконструкции;
- ü геологических, температурных, динамических и других воздействий в районе строительства, которые могут оказать неблагоприятное воздействие на качество построения разбивочной основы.

Разбивочная сеть строительной площадки создается для выноса в натуру основных или главных разбивочных осей здания, а также при необходимости построения внешней разбивочной сети здания, производства исполнительных съемок. Построение разбивочной основы для строительства ведут методами триангуляции, трилатерации, полигонометрии, геодезических ходов и засечек.

Внешнюю разбивочную сеть здания создают для перенесения в натуру и закрепления проектных параметров здания, производства детальных разбивочных работ и исполнительных съемок. Пункты этой сети закрепляют на местности главные разбивочные оси и углы здания, образованные главными осями.

Плановую разбивочную сеть строительной площадки создают в виде красных или других линий регулирования застройки или строительной сетки, как правило, с размерами сторон 50, 100, 200 м и других геодезических сетей.

**Высотные сети.** Государственные высотные сети созданы для распространения по всей территории страны единой системы высот. За начало высот принят средний уровень Балтийского моря, как было отмечено ранее.

Между пунктами государственных высотных сетей высокой точности размещены пункты высотных сетей низших классов. Между пунктами прокладываются нивелирные ходы, которые составляют высотные сети. Нивелирные точки называют реперами, они довольно равномерно распределены по всей территории страны.

Расстояния между ними примерно 5–7 км, а в городах – в 10 раз меньше. На основе высотных сетей 1–2-го классов создают сеть технического класса для прикладных целей строительства. Сети образуют полигоны с общими точками пересечения двух или более ходов. Каждый ход должен опираться на реперы более высокого класса обоими концами.

**Закрепление геодезических сетей** производят на местности специальными знаками: грунтовыми, настенными, металлическими, железобетонными, деревянными.

*Постоянные знаки* закрепляют подземными центрами, обеспечивающими сохранность продолжительное время. Это бетонные монолиты с наземной металлической маркой в виде креста или точки. Положению точки соответствуют известные координаты и отметка. Аналогично устроены и стенные постоянные знаки. Их устраивают на капитальных зданиях, опорах мостов и т.п. Для обеспечения взаимной видимости соседних знаков на открытой местности, над ними устанавливаются вежи или пирамиды.

Точки съемочных и разбивочных сетей закрепляют *временными знаками* – деревянными или бетонными столбиками, металлическими штырями.

**Привязка местных съемочных сетей к пунктам государственной геодезической сети** осуществляется посредством прокладки теодолитных ходов, между пунктами государственной сети. По типу съемочного обоснования такие ходы могут быть: разомкнутыми полигонами и сомкнутыми полигонами, для контроля измерений в теодолитных привязочных ходах прокладывают еще и диагональный ход. Координаты вершин полигона вычисляют исходя из известных координат точек государственной сети, входящих в полигон.

При высотной привязке прокладываются нивелирные привязочные ходы от репера до временного пункта, отметку которого надо определить. Нивелирные привязочные ходы должны опираться на два известных репера, либо могут быть висячими – проложенными к одному реперу в прямом и обратном направлениях.

*Топографическая съемка* – это комплекс геодезических работ, выполняемых на местности для составления топографических карт и планов. В инженерной геодезии выполняют в основном крупномасштабные съемки.

Съемке подлежат все объекты и элементы ситуации, существующие постройки, подземные и наземные коммуникации и рельеф местности.

Точки, определяющие на плане положение объектов местности, разделяют на твердые и нетвердые. Твердыми считаются контуры сооружений, шоссейные и железные дороги, мосты и т.п., нетвердыми – контуры полей, лесов, лугов и т.п. На планы наносят положение точек государственных геодезических сетей и тех точек, с которых производилась съемка. На специализированных планах наносятся специальные объекты, для которых проводится съемка. На схемы коммуникаций и кварталов городской застройки не обязательно наносить рельеф, возможно нестандартное сечение рельефа и применение условных отметок высот.

Топографическую съемку выполняют с точек местности, положение которых в принятой системе координат известно. Такими точками служат пункты опорных государственных сетей, если их количества недостаточно, геодезическая основа сгущается съемочным обоснованием и осуществляется привязка.

При построении съемочного обоснования одновременно определяют положение точек в плане и по высоте. Плановое положение точек съемочного обоснования определяют прокладкой теодолитных и тахеометрических ходов, а отметки точек определяют геометрическим или тригонометрическим нивелированием.

Длины теодолитных ходов зависят от требуемого масштаба, так в масштабе 1:500 длина не должна превышать 0,8 км на застроенной территории и 6,0 км на открытой местности. Сторона хода должны быть не более 350 м и не менее 20 м. Относительная линейная невязка не должна превышать 1:2000. Расхождение значений углов в полуприемах допускается не более 0,8 минут. Длины линий измеряют дважды в прямом и обратном направлениях.

**Аналитический метод съемки** – это метод горизонтальной плановой съемки, которая выполняется с линий и точек описанного ранее теодолитного хода. Такой метод съемки производится одновременно с теодолитным ходом. Съемке подлежат фасады зданий, ситуация проездов, застройка, благоустройство, водотоки и т.п. объекты. Результаты съемки отображают на схематическом чертеже – абрисе. На нем показывают точки теодолитных станций, легкими линиями – измеряемые углы и расстояния, полученную ситуацию – толстыми линиями. Съемку выполняют разными способами:

й *способ перпендикуляров* состоит в следующем: на токах в створе теодолитного хода, имеющих промеренное расстояние от станции прибора, откладывают прямой угол посредством «греческого» треугольника и под этим прямым углом определяют расстояние до интересующего объекта. При съемке пользуются стальной лентой, осуществляя двукратный промер.

й *способ линейных засечек* аналогичен первому, но положение объекта определяют линейными промерами из двух точек створа теодолитного хода так, чтобы объект находился в вершине равнобедренного треугольника.

й *способом угловой засечки* может быть выполнена съемка недоступного объекта, путем измерения угла направления на этот объект с двух точек створа теодолитного хода;

й *способ полярных координат* – применяют для снятия группы объектов, при этом измеряется горизонтальный угол для каждого объекта и дальномерное расстояние до него; полюсом является станция теодолита, а нуль горизонтального круга совмещается с направлением на следующую станцию теодолитного хода.

Результаты полевых измерений, составленные в виде абриса, используют для вычерчивания плана в камеральной обработке. На планшете предварительно наносят координатную сетку и вычисленные координаты вершин всего замкнутого теодолитного хода. При построении плана используют промеры, данные в абрисе, причем выполняют те же построения, что и при полевых измерениях.

Для высотного обоснования используют копию планового обоснования. Нивелирование ведут по точкам теодолитного хода, но реже, чем через 20 м для масштаба 1:500, определяют высоты съемочных точек, а затем прокладывают необходимые нивелирные ходы с поперечниками для детального вычерчивания рельефа территории изысканий.

**Тахеометрическая съемка** – основной вид съемки для создания планов небольших незастроенных и малозастроенных участков, а также узких полос местности вдоль линий будущих линейных объектов. С появлением тахеометров-автоматов этот способ съемки становится основным для значительных территорий, особенно для получения цифровых моделей местности. При тахеометрической съемке ситуацию и рельеф снимают одновременно, но в отличие от мензульной съемки, план местности вычерчивают в камеральных условиях по результатам полевых измерений.

Съемку производят с исходных точек: пунктов любых опорных и съемочных геодезических сетей, созданных на основе теодолитно-нивелирных ходов, когда отметки точек определены геометрическим нивелированием. Но в большинстве случаев для съемки прокладывают тахеометрические ходы, в которых все элементы хода определяют теодолитом или тахеометром-автоматом.

Тахеометрическая съемка теодолитом ведется по принципу тригонометрического нивелирования.

*Порядок работ* на станции с теодолитом следующий. Теодолит приводят в рабочее положение, центрируют, нивелируют и сначала производят измерения, касающиеся продолжения съемочного хода; визируют предыдущую и последующую от станции точки хода, установив на них обычные нивелирные рейки; одним полным приемом измеряют горизонтальный угол хода; затем измеряют вертикальные углы на смежные точки хода при двух положениях круга; определяют дальномерные расстояния до смежных точек и высоту прибора. Далее приступают собственно к съемке ситуации и рельефа в полярной системе координат. Ориентируют нуль алидады, совмещенный с нулем лимба на предыдущую точку хода, лимб закрепляют, затем, открепив алидаду, трубу наводят на снимаемые точки, определяют на них горизонтальный угол, дальномерное расстояние и вертикальный угол при наведении на высоту рейки, равную высоте прибора на станции. Трубу наводят на следующие пикеты только вращением алидады. Точки визирования выбирают аналогично мензульной съемке. В процессе съемки на каждой станции составляют абрис. На нем показывают положение станций хода, направление на предыдущую и последующую точки, расположение всех снимаемых пикетов с их номерами, примерный рельеф местности и ситуацию. Результаты съемки заносят в журнал.

**Обработка результатов тахеометрической съемки** выполняется в такой последовательности:

- 1). Заполняется полевой журнал; вверху записываются значения МО, Нст, А.
- 2). Вычисляются значения вертикальных углов для всех точек визирования с учетом МО по формуле и записываются в столбец 6:

$$u = \text{КЛ} - \text{МО},$$

где  $u$  – вертикальный угол, КЛ – снятый отсчет вертикального угла.

При отсчетах на понижение рельефа надо рассчитывать вертикальные углы по формуле:

$$u = \text{КЛ} - \text{МО} - 3600.$$

- 3) Превышение каждой точки визирования над станцией определяются по формуле и записывается в столбец 7.

$$h_i = d_i \operatorname{tg} u_i; \quad \underline{\underline{L_i}};$$

где  $d_i$  – дальномерное расстояние, м,  $u_i$  – вертикальный угол, град. мин.

- 4). Отметка каждой точки вычисляется по формуле:

$$H_i = \text{Нст} \pm h_i,$$

- 5). Отметки выписываются из журнала на схему, вычерченную в полярной системе координат, и между отметками, путем интерполирования по сторонам многоугольников, проводятся горизонтали. Принцип построения и интерполяции показан на рис. 24.

*Оформление плана топографической съемки* ведется в последовательности, приведенной далее.

- 1) В центре листа формата А – 4 ставится станция. Северное направление традиционно выбирается вдоль длинной стороны формата – вверх. От северного направления, проведенного через станцию откладывается горизонтальный угол, равный заданному азимуту – это базис I–II. От базиса I–II откладываются последовательно горизонтальные углы, полученные в результате съемки. а на концах лучей этих углов – расстояние до соответствующих точек визирования в масштабе плана.

- 3). Точки визирования подписываются их номером и отметкой точки, затем соединяются ломанной линией в виде концентрических многоугольников.

- 4). Между точками визирования ведется интерполяция известными способами и проводятся горизонтали. Например: аналитическим способом, при котором расчет можно вести по формуле. Расстояние, на котором пройдет искомая горизонталь от определенной точки с отметкой  $H_i$  равно  $X$  см.:

$$L$$

$$X = -,$$

$$H_i - H_{i+1}$$

где  $X$  – расстояние в, на котором пройдет горизонталь с целой отметкой  $H_0$  от точки визирования с отметкой  $H_i$   
 $L$  – расстояние между точками визирования с отметками  $H_i$  и  $H_{i+1}$  между которыми надо провести горизонталь.

- 5). Линии построения удаляются с чертежа. Тушью вырисовываются горизонтали. Через станцию обязательно должна пройти горизонталь с отметкой станции. В некоторых случаях допустима интерполяция по лучам полярной системы координат между точкой визирования и станцией.

Таблица 2. Журнал тахеометрической съемки

Дата Фамилия			Отметка станции 57 м; Азимут 57 0			
Станция МО= 0.18 мин			Высота прибора			
№	точек	Отсчеты	Верти-	Превы-	Отметки	Примечание

визирования	По дальномеру D, м	По горизон- тальному кругу, град, мин.	По вертикальному кругу КЛ, град, мин	кальный угол $u = \text{КЛ} - \text{МО}$	шение $H = d \cdot \text{tg } u$	точек визиро- вания	
1	2	3	4	5	6	7	8
		0.00					
1	130	11	0.29	0.11	0,25	57,25	
2	125	52	1.14	0.56	1,23	58,23	
3	51	63	1.01	0.43	0,38	57,38	
4	129	101	1.09	0.51	1,15	58,15	
5	128	147	359.49	0.07	1,57	58,57	
6	73	155	0.05	-0.13	-0,17	56,83	
7	130	191	359.42	0	0	57,00	
8	77	206	359.01	-0.31	-0,42	56,58	
9	127	232	359.06	-0.36	-0,79	56,21	
10	70	255	358.31	-1.11	-1,36	55,64	
11	129	281	357.52	-1.50	-3,38	53,62	
12	63	295	358.22	-1.20	-1,32	55,68	
13	128	328	359.01	-0.41	-0,92	56,08	
14	62	351	0.02	-0.16	-0,17	56,83	

6). На схему наносится абрис в условных знаках тушью и тахеометрическая съемка оформляется по образцу, приведенному на рис. 25.

**Таблица 16. Журнал тахеометрической съемки**

Дата Фамилия				Отметка станции Азимут			
Станция МО=				Высота прибора			
№ точек визирования	Отсчеты			Верти- кальный угол $u = \text{КЛ} - \text{МО}$	Превы- шение $H = d \cdot \text{tg } u$	Отметки точек визиро- вания	Примечание
	По дальномеру D, м	По горизон- тальному кругу, град, мин.	По вертикальному кругу КЛ, град, мин				
1	2	3	4	5	6	7	8

#### **Обработка тахеометрической съемки при помощи персонального компьютера с программным приложением Excel**

Аналогично указанным ранее приемам создания программы для расчетов теодолитного хода, можно подготовить электронную таблицу для расчетов превышений и отметок по результатам тахеометрической съемки. Для этого необходимо выполнить в последовательности все действия по созданию заголовка таблицы и заголовков столбцов, т.е. сделать «шапку» таблицы. Далее, аналогично сказанному, ввести данные отсчетов по вертикальному кругу

К сожалению, электронная таблица не позволяет рассчитывать градусные меры углов. Поэтому все вычисления следует выполнять в радианах. Для пересчета углов вертикального круга в радианы следует поставить курсор в верхнюю строку столбца с отсчетами по вертикальному кругу и задать: = Радиан, выделить мышью весь столбец и дать команду «заполнить вниз», тогда все отсчеты будут переведены в радианы. После этого в столбец «примечания» ввести значение места нуля, переведенное в радианы так же, перевести курсор в столбец «минус места нуля» и выполнить команду: = F10 -I\$11, выделить столбец мышью и «заполнить вниз», тогда от всех отсчетов будет отнято значение МО и столбец заполнится углами наклона на точки визирования, т.е. будет реализована расчетная формула:

$$u = \text{КЛ} - \text{МО},$$

где  $u$  – вертикальный угол, КЛ – снятый отсчет вертикального угла.

**Таблица 3. Варианты тахеометрической съемки**

№ точек визиро- вания	Отсчеты				Вариант	Место нуля МО, град., мин.	Отметка станции, м	Азимут, град., мин.
	По дально- меру, м	По горизонтальному кругу, град., мин.	По вертикальному кругу, град., мин.					
			Вар. 1	Вар. 2				
		0. 00						
1	130,0	11.0	0.29	358.54	10	+0.03	10.000	20.00

2	126,0	52.0	1.14	357.28	11	+0.01	44.000	24.00
3	51,0	63.0	1.34	358.32	12	+0.02	36.000	36.00
4	129,0	101.0	2.09	357.46	13	-0.04	56.000	42.00
5	128,0	147.0	1.56	357.56	14	-0.05	80.000	60.00
6	73,0	155.0	0.35	358.34	15	+0.08	67.000	70.00
7	130,0	191.0	359.42	0.45	16	+0.07	34.000	110.00
8	77,09	206.0	358.01	1.08	17	-0.06	24.000	80.00
9	127,0	232.0	358.06	1.14	18	-0.03	65.000	50.00
10	70,0	255.0	358.31	1.35	19	+0.10	52.000	30.00
11	129,0	281.0	357.32	2.36	20	-0.11	20.000	90.00
12	63,0	295.0	358.22	1.27	21	-0.10	12.000	45.00
13	128,0	328.0	357.45	2.30	22	+0.11	23.000	65.00
14	60.2	351.0	0.30	0.48	23	+0.05	25.000	100.00
					24	+0.04	50.000	75.00
					25	-0.07	32.000	55.00
					26	-0.01	45.000	75.00
					27	-0.02	81.000	85.00
					28	-0.08	46.000	120.00
					29	-0.09	43.000	145.00

Превышение каждой точки визирования над станцией определяются по формуле и записывается в столбец 7.

$h_i = d_i \operatorname{tg} u_i$ ,

где  $d_i$  – дальномерное расстояние, м,  $u_i$  – вертикальный угол, радианы.

Для вычислений по формуле необходимо поставить курсор в первую строку столбца G и задать: = B10\*TAN, выделить весь столбец и «заполнить вниз», тогда столбец заполнится значениями превышений.

Отметка каждой точки вычисляется по формуле:

$H_i = H_{ст} \pm h_i$ ,

где  $H_i$  – отметка каждой точки визирования, м;

$H_{ст}$  – известная после привязки отметка станции, м.

Для вычисления отметок надо в столбце «примечания» задать отметку станции в фиксированной ячейке, затем перевести курсор в столбец «отметки» и в первой строке написать команду: = I\$17 – H10, выделить весь столбец и «заполнить вниз», тогда все отметки точек визирования будут вычислены.

Отметки выписываются из журнала на схему, вычерченную в полярной системе координат, и между отметками, путем интерполирования по сторонам многоугольников, проводятся горизонтали.

**Мензульная съемка и приборы для ее выполнения.** При мензульной съемке вычерчивание плана местности ведется непосредственно в полевых условиях в процессе съемки.

Принцип съемки состоит в следующем. Если точка  $O$  планшета установлена над точкой  $O$  местности и планшет приведен в горизонтальное положение, то следы воображаемых отвесных плоскостей, проходящих через стороны  $OA$  и  $OB$  с верхней плоскостью планшета образуют проекцию  $Oab$  угла  $OAB$  местности. Для получения на планшете горизонтальных проекций  $Oa$  и  $Ob$  в пунктах  $A$  и  $B$  установлены рейки, направления на них определяется с помощью кипрегеля, он же покажет дальномерное расстояние до этих точек и превышение поверхности в местах реечных точек над горизонтом прибора.

Кипрегелем без сложных вычислений определяют горизонтальные расстояния и превышения.

Точность измерений кипрегелем КН характеризуется следующими средними квадратическими погрешностями измерений:

– расстояний: на 100 – 20 см;

– превышений: на 100 м – от 3 до 15 см в зависимости от величины угла наклона;

– вертикального угла одним приемом – 45 сек.

Снятие отсчетов по кипрегелю производится по инструкции, прилагаемой к прибору. Кипрегель КН-К отличается от кипрегеля КН лишь наличием оптического компенсатора для автоматической установки линии визирования в горизонтальное положение с погрешностью 10 мин., погрешностью самоустановки – 5 сек.

**Порядок мензульной съемки.** Перед съемкой готовят планшет, разбивают на нем координатную сетку квадратов со стороной 10 см, наносят пункты геодезического и съемочного обоснований. На каждой станции мензулу центрируют, нивелируют и ориентируют по направлению на более удаленные пункты опорной сети, кроме этого определяют высоту прибора.

Съемочные работы выполняют с пунктов опорной сети, съемочного обоснования, а также собственных съемочных точек полярным способом. Рельеф и ситуацию снимают одновременно. Визирование на реечную точку производят на высоту, равную высоте прибора на станции. Горизонтальные расстояния до реечных точек определяют по дальномерной диаграмме кипрегеля и сразу же, пользуясь поперечным масштабом, откладывают их на планшете. Отметки реечных точек получают, зная высоту прибора и отметку станции, определяя превышения по высотной диаграмме кипрегеля. Кипрегель работает как нивелир, но дает возможность отложить горизонтальный угол на планшете, заменяя теодолит.

Во время съемки ведут журнал реечных точек, либо подписывают номера точек и превышения сразу на планшете.

Таблица 4. Журнал мензульной съемки



Кипрегель _____ Дата _____ Исполнитель _____		Станция _____		Высота прибора _____ Отметка станции _____	
№ точек	расстояния	Кн	превышения	Отметка	описание точки

План снимаемого участка вычерчивают в поле в процессе съемки. Снимая четкие контуры, определяют их углы, которые затем соединяют линиями. При обходе контура рейку устанавливают во всех углах. При съемке дорог пикеты берут по одной стороне дороги, измеряют ее ширину и наносят параллельно вторую сторону. При съемке рельефа берут точки по линии водоразделов и тальвегов. Для этого берут отметки вершин и подножий холмов, устьев лощин и другие характерные точки, между которыми можно интерполировать горизонтالي. Обязательно определяют отметки плотин, дамб, каналов, колодцев и других объектов ситуации. Урезы воды рек, каналов и водоемов с датой их определения наносят на план с расстоянием в 15 см.

#### **Порядок выполнения работы:**

- выполнить плановую съемку теодолитом аналитическим методом и составить полевой абрис.
- выполнить топографическую съемку того же объекта кипрегелем с заполнением полевого журнала по образцу табл. 19, вычертить полевую схему и сравнить полученную схему с абрисом теодолитной аналитической съемки;
- по варианту, назначенному преподавателем сделать обработку тахеометрической съемки и вычертить план местности в горизонталях
- выполнить обработку данных тахеометрической съемки на персональном компьютере в программном приложении Excel, для этого создать таблицу по образцу табл. 4.

2.5 Рассказать о классификации ЦММ

2.6 Дать расшифровку понятий :

- Цифровая карта (ЦК);
- Электронная карта (ЭК);
- Трехмерная электронная модель местности

2.7 Ответить на следующие вопросы:

- Что называют цифровой моделью местности?
- Какие данные включает в себя ЦММ?
- С помощью каких программных средств создают ЦММ?
- Какая ЦММ называется регулярной?
- Какая ЦММ называется нерегулярной?
- Какая ЦММ называется структурной?

### **3. Литература**

Основная:

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

- 2.4 <http://cities-blogo.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
- 2.5 <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
- 2.6 Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### **Семинарское занятие № 1.4 (8 часов)**

**Тема: «Измерение горизонтальных углов. Теодолиты»**

#### **1. Вопросы занятия:**



- 1.1 Принцип измерения горизонтального угла
- 1.2. Теодолит, его составные части
- 1.3 Классификация теодолитов
- 1.4. Отсчетные приспособления

## 2.Задания

- 2.1 Назначение теодолита.
- 2.2 Основные части теодолита.
- 2.3. Какие бывают отсчетные приспособления в теодолитах?
- 2.4 Горизонтальный угол 1-2-3 измерен теодолитом с точностью верньеров  $t = 30''$ . Вычислить средние отсчеты по верньерам и среднее значение угла.

### 1 полу прием (круг право КП)

Точка № 1 (правая), отсчет по I верньеру  $267^{\circ} 26'$ ,  
 II "  $267^{\circ} 26'$ .

Точка № 3 (левая) , отсчет по I верньеру  $193^{\circ} 10'$ .  
 II "  $193^{\circ} 11'$

Средний отсчет на правую точку № 1  
 $26' + 26'$

$$267^{\circ} \frac{26' + 26'}{2} = 267^{\circ} 26'$$

Средний отсчет на левую точку № 3  
 $10' + 11'$

$$193^{\circ} \frac{10' + 11'}{2} = 193^{\circ} 10'30''.$$

Величину угла  $\beta_2$  определяют как разность средних отсчетов на правую точку (№ 1) и левую точку (№ 3) :  
 $\beta_2 = 267^{\circ} 26' - 193^{\circ} 10'30'' = 74^{\circ} 15'30''$ .

### 2 полу прием (круг лево КЛ)

Точка № 1 (правая), отсчет по I верньеру  $35^{\circ} 47'$ ,  
 II "  $35^{\circ} 48'$ .

Точка № 3 (левая) , отсчет по I верньеру  $321^{\circ} 31'$ ,  
 II "  $321^{\circ} 32'$ .

Средний отсчет на правую точку № 1  
 $47' + 48'$

$$35^{\circ} \frac{47' + 48'}{2} = 35^{\circ} 47'30''.$$

Средний отсчет на левую точку № 3  
 $31' + 32'$

$$321^{\circ} \frac{31' + 32'}{2} = 321^{\circ} 31'30''.$$

Величина угла  $\beta_2$  из второго полуприема

$$\beta_2 = 35^{\circ} 47'30'' + 360^{\circ} - 321^{\circ} 31'30'' = 395^{\circ} 47'30'' - 321^{\circ} 31'30'' = 74^{\circ} 16'.$$

Из двух полуприемов определяют разность измеренных углов

$$\Delta\beta = 74^{\circ} 16' - 74^{\circ} 15'30'' = 30''.$$

Предельная разность углов не должна превышать двойную точность верньера.

Для данного примера при  $t = 30''$

$$\Delta\beta = 2t = 2 \cdot 30'' = 1'$$

$30'' < 1'$ , что допустимо.

Среднее значение угла

$$\Delta\beta = (74^{\circ} 15'30'' + 74^{\circ} 16') : 2 = 74^{\circ} 15'45''.$$

Результат внести в таблицу.

- 2.5 Рассмотрение устройства и применения теодолита. Сделать схему основных узлов теодолита

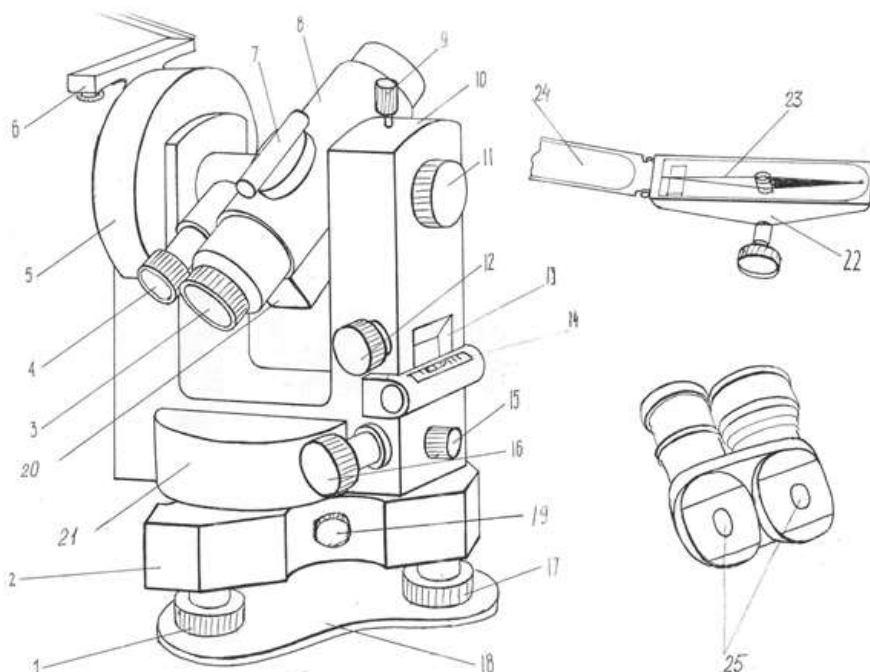


Рис.2 Теодолит 4Т30

### 3. Литература

Основная:

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с.— ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

- 2.4 <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
- 2.5 <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
- 2.6 Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### Семинарское занятие № 1.5 (4 часа)

Тема: «Измерение длин линий»

#### 1. Вопросы занятия:

- 1.1 Виды измерений линий
- 1.2 Приборы непосредственного измерения линий
- 1.3 Компарирование мерных лент и рулеток
- 1.4 Порядок измерения линий штриховой лентой
- 1.5 Косвенные измерения длин линий

#### 2. Задания

2.1 Разбор конкретной ситуации: решите следующие задачи:

1. Отложите на бумаге в трех указанных масштабах отрезок длиной 144 м.
2. Пользуясь линейным масштабом учебной карты  $M \frac{1}{10000}$ , измерьте длину горизонтального проложения трех

отрезков. Оцените точность измерения по зависимости  $\Delta S \leq 1,5T$ . Здесь  $T$  — число тысяч в знаменателе численного масштаба.

IV. Пользуясь масштабной линейкой, решите следующие задачи.

Отложите на бумаге длину линий местности, оформив результаты упражнения в табл. 1.

Таблица 1

Результаты практической работы

Длина линии на местности, м	Численный масштаб	Изображение линии в масштабе
25,65	1:500	
65,1	1:1000	
108,4	1:2000	
171,5	1:5000	
327,0	1:10000	

## 5. Литература

Основная:

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с.— ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

- 2.4 <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
- 2.5 <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
- 2.6 Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### Семинарское занятие № 1.6 (4 часа)

**Тема: «Измерение длин линий дальномерами»**

#### 1. Вопросы занятия:

- 1.1 Физико – оптические мерные приборы
- 1.2. Нитяный оптический дальномер
- 1.3 Определение горизонтальных проложений линий измеренных дальномером
- 1.4 Принцип измерения расстояний электромагнитными дальномерами

#### 2.Задания

2.1 Разбор конкретной ситуации: Выполнить расчет разбивочных элементов для перенесения в натуру проектной точки *A* (см. рис. 2) при следующих исходных данных:

координаты точки *M* разбивочной основы:  $x_M = 5031,25$  м;  $y_M = 4814,37$  м;

координаты точки *A*:  $x_A = 5072,50$  м;  $y_A = 4843,70$  м;

дирекционный угол линии *MN* разбивочной основы  $\alpha_{MN} = 114^\circ 45'$ .

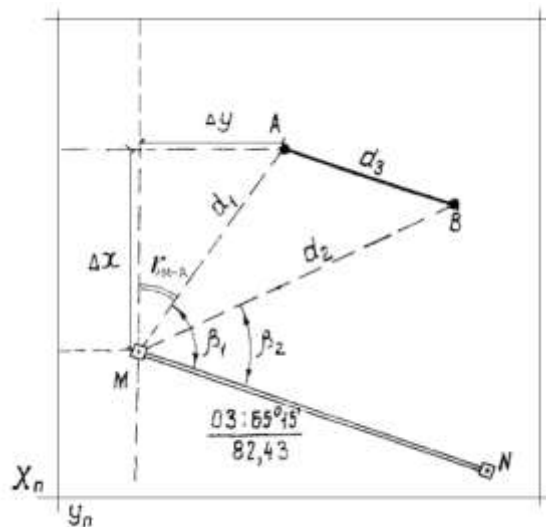


Рис.2

2.2 Чтобы подготовить разбивочные данные для перенесения точек главной оси сооружения в натуру, следует применить смешанный способ при условии, что координаты точки *A* задаются, а координаты точки *B* берутся графически с плана (рис. 3).

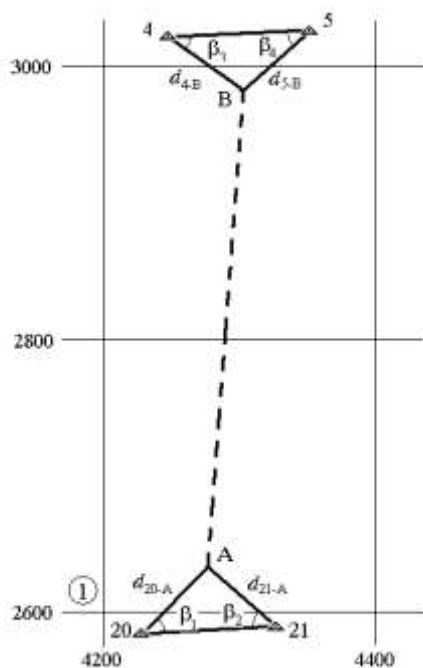


Рис.3

### 3. Литература

10. Основная:
11. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
12. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
13. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

2.4 <http://cities-blogo.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>

2.5 <http://geo-book.ru/metposobia.htm>

2.6 Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

## Семинарское занятие № 1.7 (4 часа)

### Тема: «Определение превышений и отметок точек»

#### 1. Вопросы занятия:

- 1.1 Задачи и виды нивелирования
- 1.2 Способы геометрического нивелирования
- 1.3 Классификация нивелиров
- 1.4 Влияние кривизны Земли и рефракции на результаты нивелирования

#### 2. Задания

- 2.1 Рассмотрение строения нивелиров
- 2.2 Разбор конкретной ситуации: Решите задачи:
  1. Пусть имеется два ряда измерений при условии, что точность первого ряда заведомо ниже, так как он содержит более значительные по величине погрешности (–6 и +7).  
I ряд: –1; +2; –6; +7; –1 .  
II ряд: –4; +2; –4; +3; –4 .
  - 1.2 Даны результаты измерения линии (табл. 12). Оценить точность измерений, т.е. вычислить  $m$ ,  $M$  и  $\frac{M}{\bar{l}}$ .

Т а б л и ц а 2

#### Исходные данные

Номер измерения	$l$ , м	$V$ , см	$v^2$ , см <sup>2</sup>
1	68,31	–1	1
2	68,30	–2	4
3	68,34	+2	4
4	68,32	0	0
5	68,33	+1	1
	$\bar{l} = 68,32$	$[v] = 0$	$[v^2] = 10$

#### 3. Литература

##### Основная:

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

##### Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

- 2.4 <http://cities-bлаго.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
- 2.5 <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
- 2.6 Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

## Семинарское занятие № 1.8 (8 часов)

### Тема: «Геодезические сети»

#### 1. Вопросы к занятию:

- 1.1 Принцип организации съёмочных работ
- 1.2. Назначение и виды государственных геодезических сетей
- 1.3 Плановые государственные геодезические сети. Методы их создания
- 1.4 Высотные государственные геодезические сети
- 1.5 Геодезические съёмочные сети

## **2.Задание**

Занятие проходит в форме дискуссии. Групповая дискуссия - это метод активного обучения, одна из организационных форм познавательной деятельности обучающихся, позволяющая закрепить полученные ранее знания, восполнить недостающую информацию, сформировать умения решать проблемы, укрепить позиции, научить культуре ведения дискуссии. Характерной чертой групповой дискуссии является сочетание тематической дискуссии с групповой консультацией. Основной целью проведения дискуссии является выработка у студентов профессиональных умений излагать мысли, аргументировать свои соображения, обосновывать предлагаемые решения и отстаивать свои убеждения. При этом происходит закрепление информации и самостоятельной работы с дополнительным материалом, а также выявление проблем и вопросов для обсуждения

- 2.1 Подготовить доклад о государственных геодезических сетях
- 2.2 Подготовиться и рассмотреть различные методики решения поставленной задачи: «Принципы организации съёмочных работ». Определите, опираясь на какое теоретическое знание, вы сможете решить поставленную задачу. Соберите информацию о том, как решают эту задачу геодезисты в современной практике. Продумайте свои возможные действия на каждом этапе.

## **3.Литература**

Основная:

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с.— ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

- 2.4 <http://cities-blago.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>
- 2.5 <http://geo-book.ru/metposobia.htm>
- 2.6 Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

## **Семинарское занятие № 1.9 (8 часов)**

**Тема: «Тахеометрическая съёмка»**

### **1.Вопросы к занятию:**

- 1.4 Тригонометрическое нивелирование
- 1.5 Определение превышения тригонометрическим нивелированием с учетом поправки за кривизну Земли и рефракции
- 1.6 Производство тахеометрической съёмки
- 1.7 Виды электронных тахеометров
- 1.8 Суть работы и применение

### **2.Задание**

- 2.1 По плану вертикальной планировки составить:
  - картограмму земляных работ и произвести подсчет объемов земляных работ;
  - план участка в горизонталях с вертикальной привязкой здания.

**Исходные данные для примера:**

Нивелирование поверхности по квадратам - это вид геодезической съемки, который используется для создания крупномасштабных топографических планов. Топографические планы на основе нивелирования поверхности по квадратам широко применяются в строительстве для вертикальной планировки строительных площадок.

На схему перенесены отсчеты по черным сторонам рейки, устанавливаемой поочередно на вершинах квадратов со сторонами **20х20м**, разбитых на строительной площадке. Для высотного определения планируемой поверхности использован рабочий (строительный) репер 1, расположенный в непосредственной близости от планируемой площадки. Отметка репера определяется по формуле:

**Расчет исходных данных:**

$H_{Rp}=30,3+ A, A,$

где А- число букв в фамилии студента.

Например Ильин:  $H_{Rp}=30,3+ 5,5=35,350м.$

Отсчет по рейке на репере:

$a=1430+A,$

где А- число букв в фамилии студента.

$a=1430+5=1435мм.$

Нивелирование произведено с одной станции.

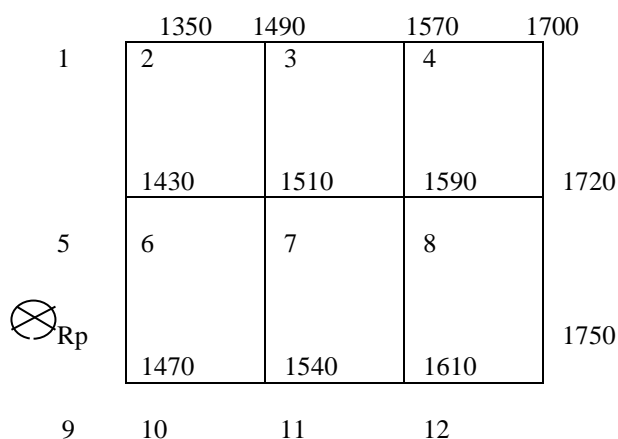


Рис. 3- Схема нивелирования площадки

## 2.2 Принцип работы и строение электрического тахеометра

### 3. Литература

Основная:

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с.— ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

2.4 <http://cities-blogo.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>

2.5 <http://geo-book.ru/metposobia.htm>

2.6 Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

## Семинарское занятие № 1.10 (6 часов)

### Тема: «Теория ошибок измерений»

#### 1. Вопросы к занятию:

- 1.5 Общие понятия об измерениях
- 1.6 Ошибки измерений
- 1.7 Свойства случайных ошибок измерений



## 2.1 Решить задачи:

1. Рассчитать среднюю квадратическую погрешность треугольника по измеренным на плане основанию  $a=6,48$  см и высоте  $A=8,17$  см, если средние квадратические погрешности  $\tau_a = \tau_k=0,02$  см.

2. Вычислить среднюю квадратическую погрешность определения превышения методом тригонометрического нивелирования по измеренным расстоянию  $S=168$  м и углу наклона  $v = -1^\circ 46'$ , если  $m_s=0,4$  м и  $m_v = 1,0'$

## Раздел 2. Картография с основами картографического черчения и автоматизированные методы съёмки

### Семинарское занятие № 2.1 (4 часа)

**Тема: «Понятие о науке картография. Основные классификации карт применяемые в России и за рубежом»**

#### 1. Вопросы к занятию:

- 1.1 Понятие картография
- 1.2 Структура картографии и виды картографирования
- 1.3 Исторический процесс в картографии
- 1.4 Связь картографии с другими дисциплинами.

#### 2.Задание:

2.1 Сравнить карты с космоснимками. Сравнить изображение местности на космоснимках, картах и космокартах (что изображено, каким образом получена и передана информация). Найти общее и различное. Дать аннотационное описание. Предложить область применения каждой группы изображений.

2.2 Заполнить табл. 1.

2.3 Ознакомиться с разнообразием карт (общегеографические, тематические, специальные), с картами различной тематики («Природа», «Население», «Промышленность и сельское хозяйство», «Экология», «Рекреация»). Провести анализ их содержания, записать аннотацию. Сравнить с картами административно-территориального деления территории (задание № 1).

2.4 Провести анализ исторического развития науки картографии и провести связь с другими науками.

2.5 Сделать выводы.

Таблица 1

*Характеристика карт по пространственному охвату*

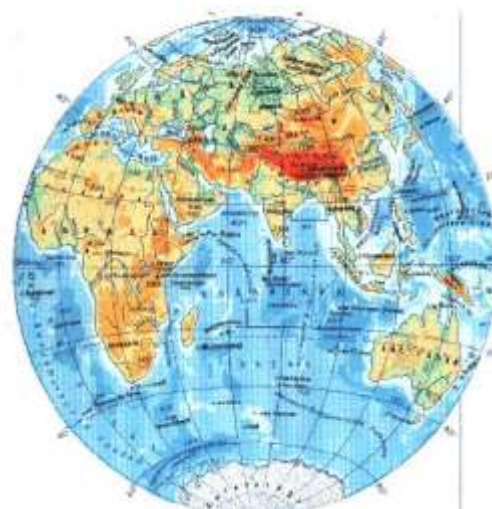
№	Название карты	Тематика	Площадь охвата	Основные объекты	Назначение	Примечание

**Варианты заданий** предоставляются преподавателем (рис. 1-14, электронные ресурсы).





*Рис. 1. Изображение кратера Аристарх на космоснимке(а) и на карте Луны (б)*



*Рис. 2. Изображение Земли на космоснимке (а) и на карте (б)*



Рис. 3. Изображение Испании на карте (а) и на космокарте (б)

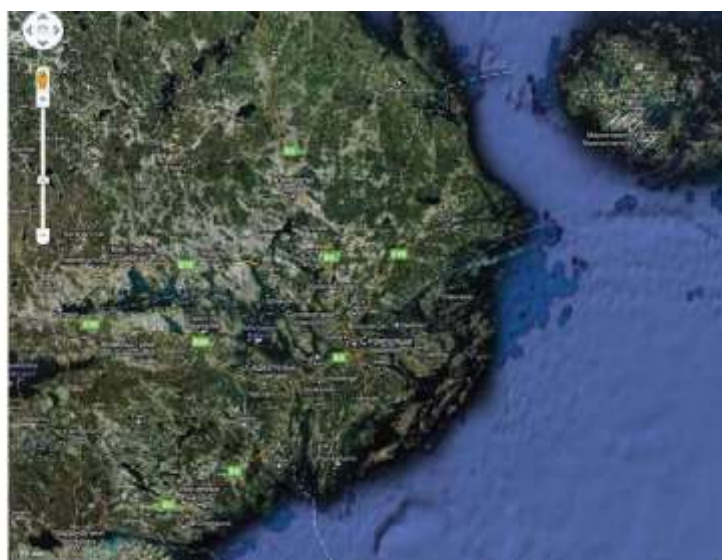


Рис. 4. Изображение Швеции на карте (а) и на космокарте (б)



Рис. 5. Космоснимок (а) и карта (б) республики Бурятия





Рис. 6. Космоснимок (а) и карта (б) Кронштадта, района Санкт-Петербурга

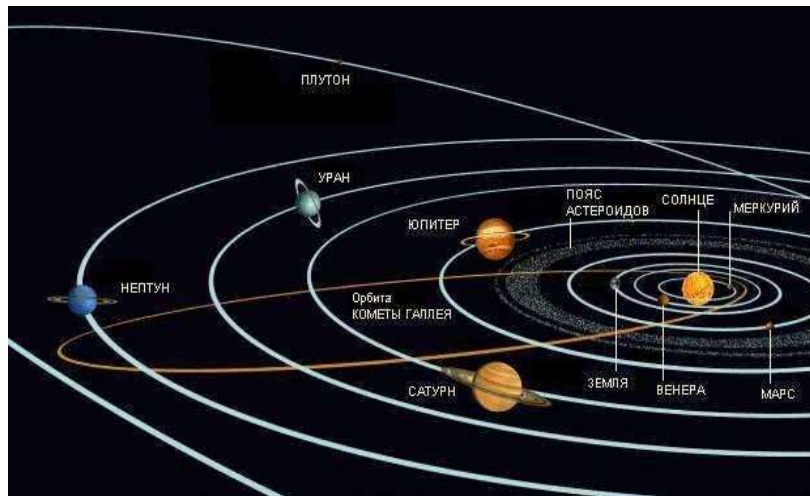


Рис. 7. Карта планет Солнечной системы



Рис. 8. Карта полушарий Земли



Рис. 9. Физическая карта Тихого океана



Рис. 10. Федеративное устройство Российской Федерации



Рис. 11. Административное деление Чехии





Рис. 12. Карта штата Канзас



Рис. 13. Административное деление США (варианты изображения)







Рис. 16. Карта района города Томска

## Семинарское занятие № 2.2 (4 часа)

### Тема: «Основные классификации карт»

#### 1. Вопросы к занятию:

- 1.1 Карта и ее значение.
- 1.2 Элементы карты
- 1.3 Свойства карты
- 1.4 Классификация карт
- 1.5 Номенклатура карт
- 1.6 Масштабы карт

#### 2. Задание

- 2.1 . Ознакомиться с картами (рис. 18–99). Ответить на вопросы: Как называется карта? Что изображено на ней? Как переданы качественные и/или количественные характеристики объектов явлений, в каких единицах? Какие способы картографического изображения использованы? Как они согласуются друг с другом? Насколько выразительны приемы передачи картографической информации? Насколько они соответствуют заданной идее?
- 2.2 Какие оформительские приемы используют в способе линейных знаков (сплошные линии, пунктирные, различные по ширине, цвету)?

Чем отличаются способ качественного фона от способа количественного фона? Приведите примеры.

Какие способы картографического отображения применяют для показа таких явлений, как валовой сбор сельскохозяйственной продукции, общее число учащихся, объем промышленного производства, потребление электроэнергии в целом по районам, областям, провинциям?

2.3 Что изображают столбчатые, площадные, объемные диаграммные знаки, отнесенные к районам или областям?

2.4 Можно ли по картодиаграмме определить, где именно размещено то или иное производство или в каком конкретно городе потребляют больше всего электроэнергии? А по способу значков?

Правильно ли утверждение: «Шкалы на картах – это графическое изображение последовательности изменения (нарастания или убывания) количественных характеристик объектов, их значимости, интенсивности или плотности»?

2.5 Дополните предложение: «Для изображения рельефа целесообразнее всего применять ... и ..., а на геоморфологических картах – способы ... и ...».

Чем изогипсы отличаются от изобатов?

2.6 Для каких шкал используют следующую последовательность цветов:

- серо-зеленый, зеленый, желтый, желто-оранжевый, оранжевый, красный;
- светло-голубой, серо-голубой, сине-фиолетовый, темно-синий?

2.7 Сделать выводы.

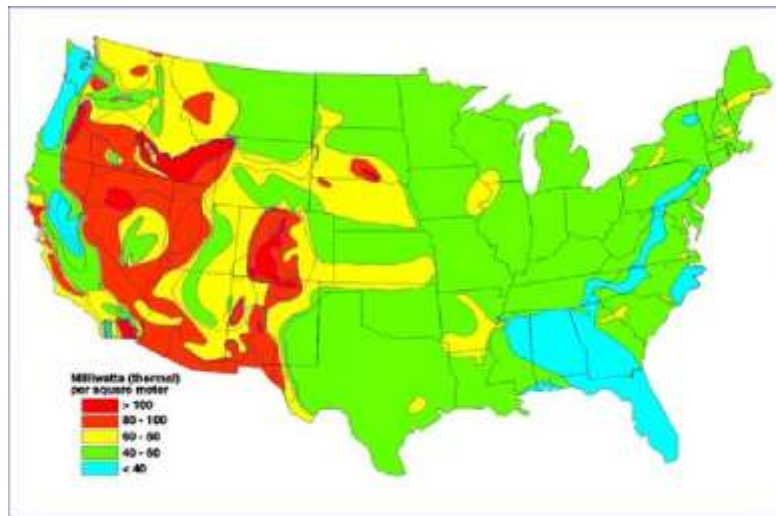


Рис. 18. Карта геотермальных вод США.  
Использованы количественный фон и способ ареалов

Рис. 19. Геологическая карта. Использованы качественный фон, способ ареалов, буквенные значки и линейный масштаб





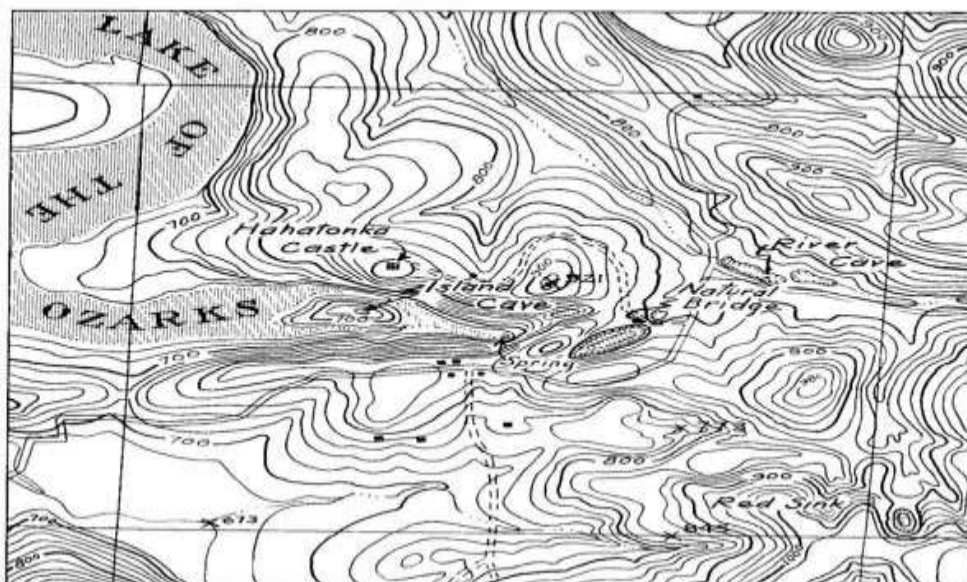


Рис.20. Карта окрестностей графства Камдена. Масштаб 1 : 17 600.  
Интервал между контурами 20 шагов.Использован способ изолиний

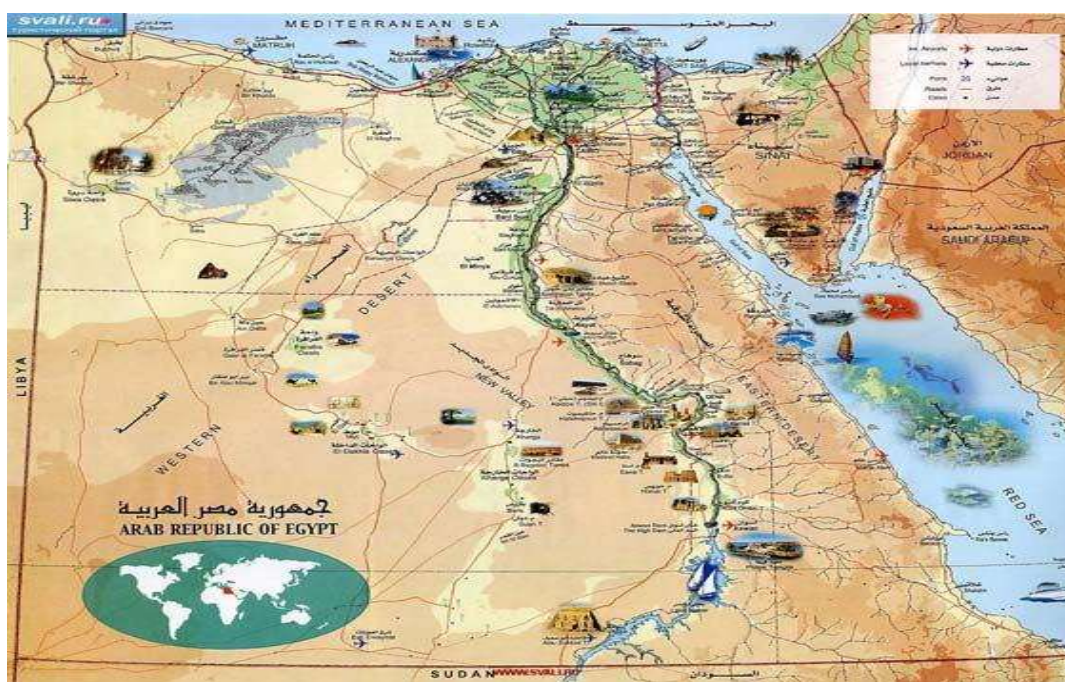


Рис. 21. Карта исторических памятников Египта. Использованы пиктограммы





Рис. 22. Историческая карта со знаками движения (векторы)



Рис. 23. Карта бывшей Югославии и сопредельных государств с указанием народов и народностей, ее населявших. Приведены ареалы и круговая диаграмма



*Рис. 24. Использование непрерывной шкалы значков*



*а*



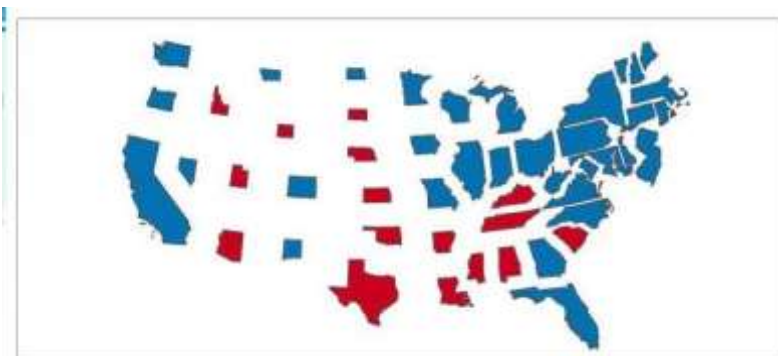
*б*

*Рис. 25. Точечный способ картографического изображения ( а и б )*



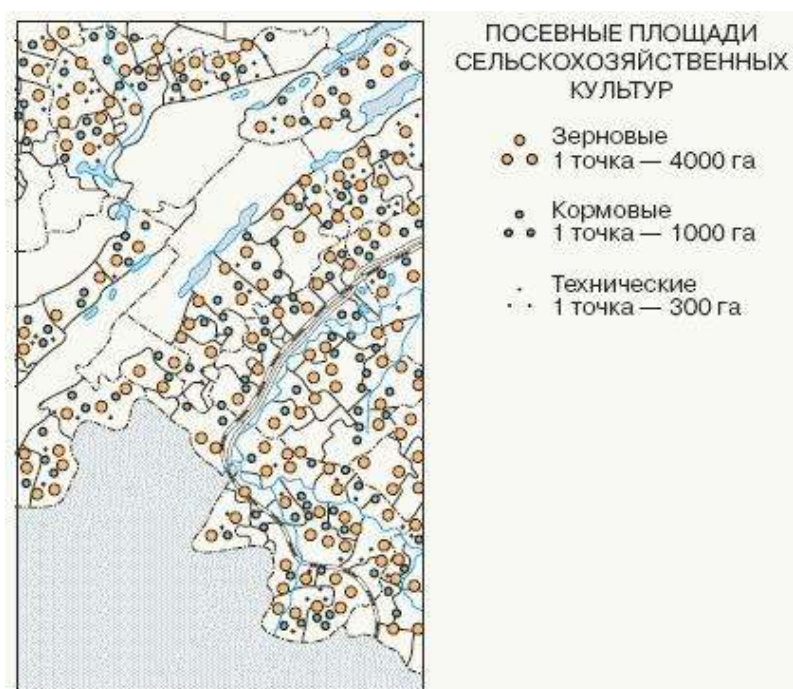


*а*



*б*

*Рис. 26. Картограммы: одноцветная (а),  
двухцветная (б)*

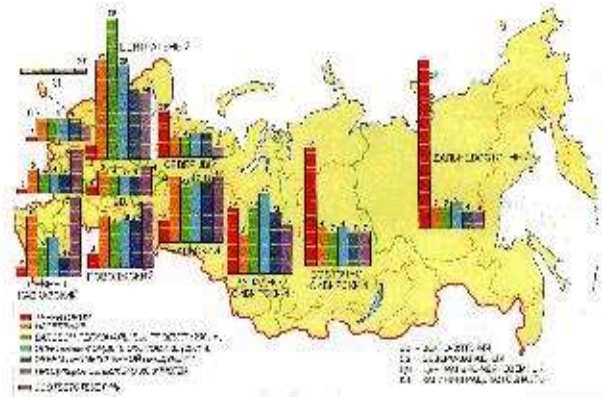


*Рис. 27. Структура посевных площадей  
сельскохозяйственных культур*

а



б



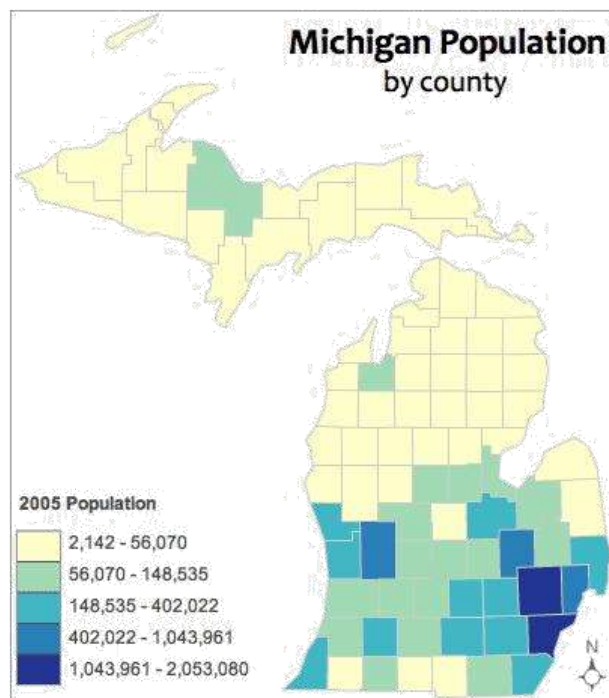
в



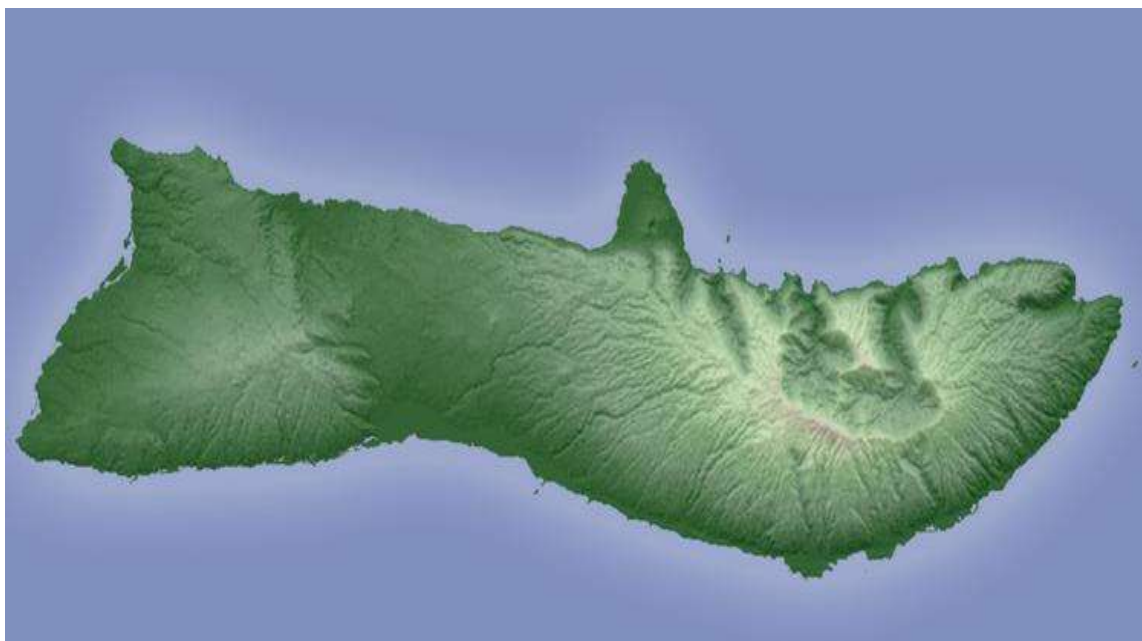
г



Рис. 28. Способы картографических изображений:  
а – способ ареалов; б – линии движения;  
в – качественный фон; г – количественный фон;  
д – картограмма; е – картодиаграмма



*Рис. 29. Карта-схема. Способ количественного фона.  
Размещение легенды за и в рамке карты.  
Компоновка карты с ненужными пустотами и без них*



*Рис. 30. Изображение рельефа способом теневой пластики*



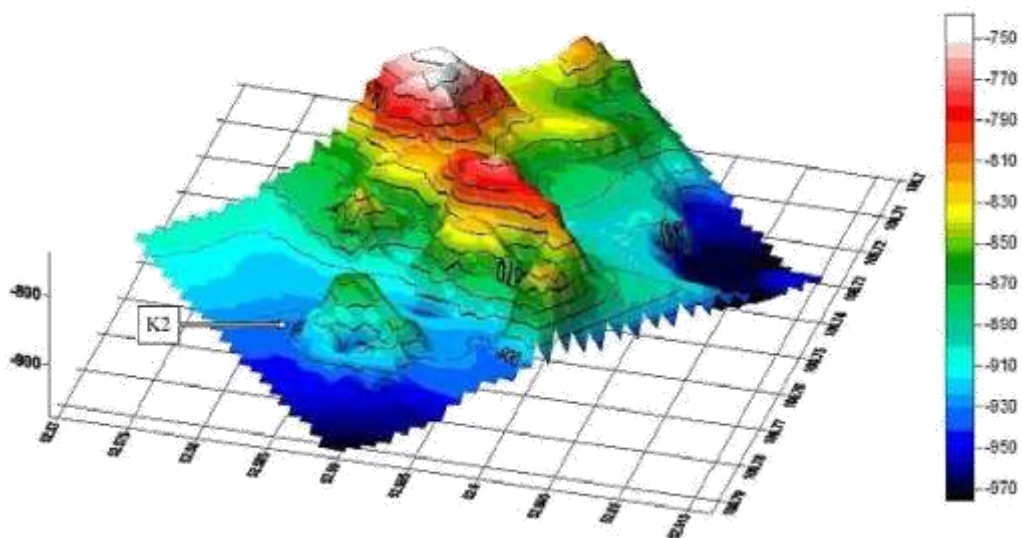


Рис. 31. Батиметрическая карта (район грязевого вулкана, оз. Байкал). Блок-диаграмма. Изображение рельефа способом координатного фона



Рис. 32. Схема внутрихозяйственного землеустройства и традиционные условные обозначения

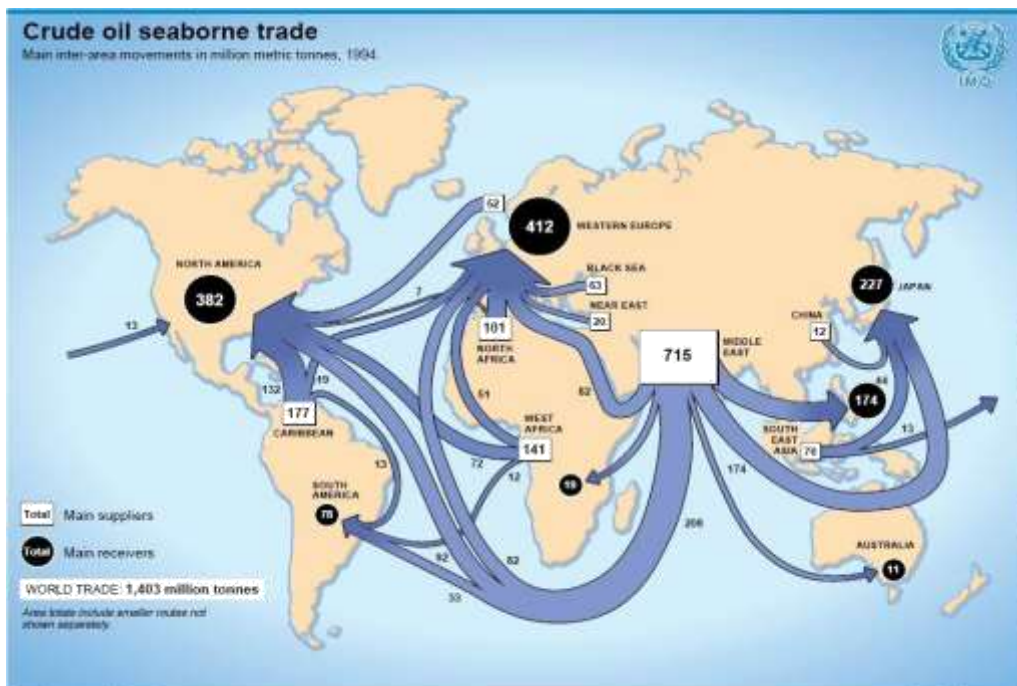


Рис. 33. Карта морских торговых путей нефтью. Векторы движения и условная шкала обозначения объемов перевозок



Рис. 34. Итоги предварительного голосования в Государственную Думу. Картодиаграмма.



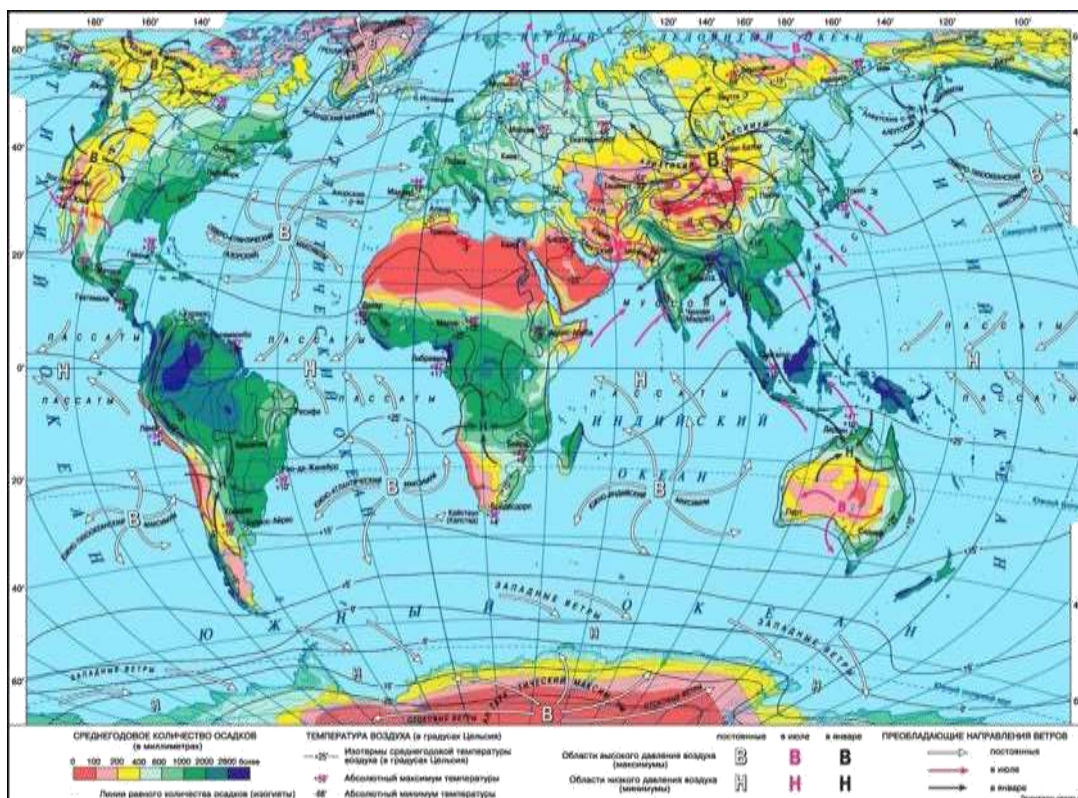


Рис. 35. Метеорологическая карта.

Использованы следующие способы картографического изображения:  
ареалы, количественный фон, векторы разных цветов, буквенные обозначения

## Семинарское занятие № 2.3 (4 часа)

### Тема: «Классификация картографических проекций»

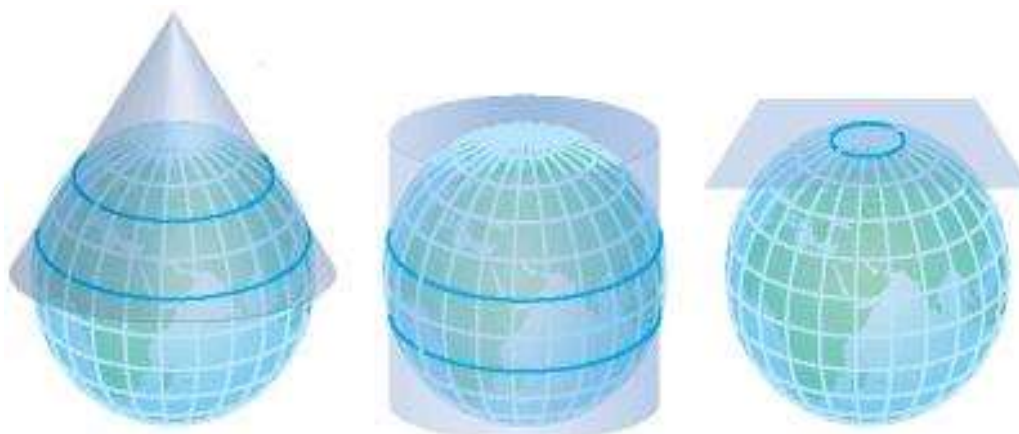
#### 1. Вопросы к занятию:

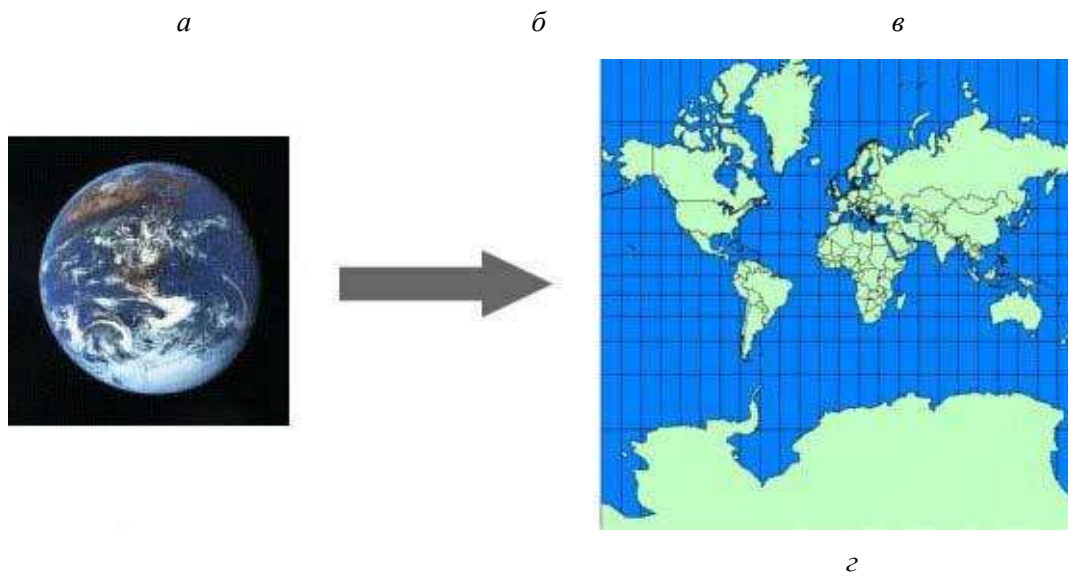
- 1.5 Понятие о земном эллипсоиде и сфере
- 1.6 Система координат на поверхности эллипсоида и сферы
- 1.7 Понятия о картографической проекции и сетке
- 1.8 Классификация картографических проекций

#### 2.Задание:

2.1 Ответить на вопросы: Какие проекции называют цилиндрическими, коническими, азимутальными? Как осуществляют их построение? Где максимальны и минимальны искажения форм, углов, расстояний и площадей?

2.2. Модели каких проекций изображены на рис. 36, а, б, в?



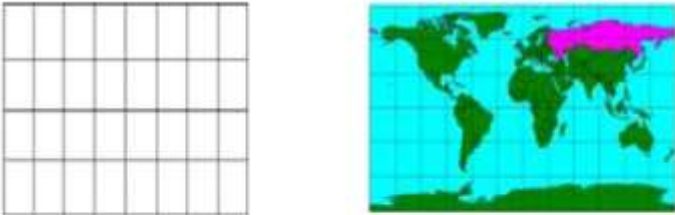







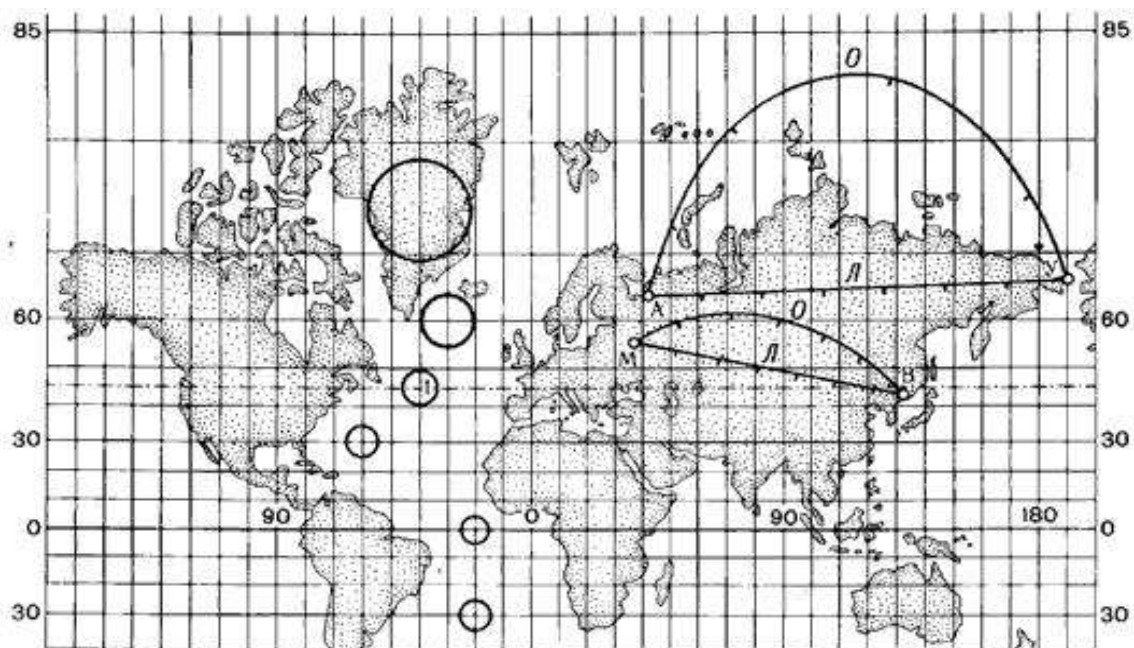
*Рис. 36. Модели проекций*

**3.3** Продолжить предложение: чем мельче масштаб карты и обширнее пространственный охват, тем ... внимание следует уделять «математическим» факторам выбора проекции.

**3.4** Определить по рисунку тип проекций

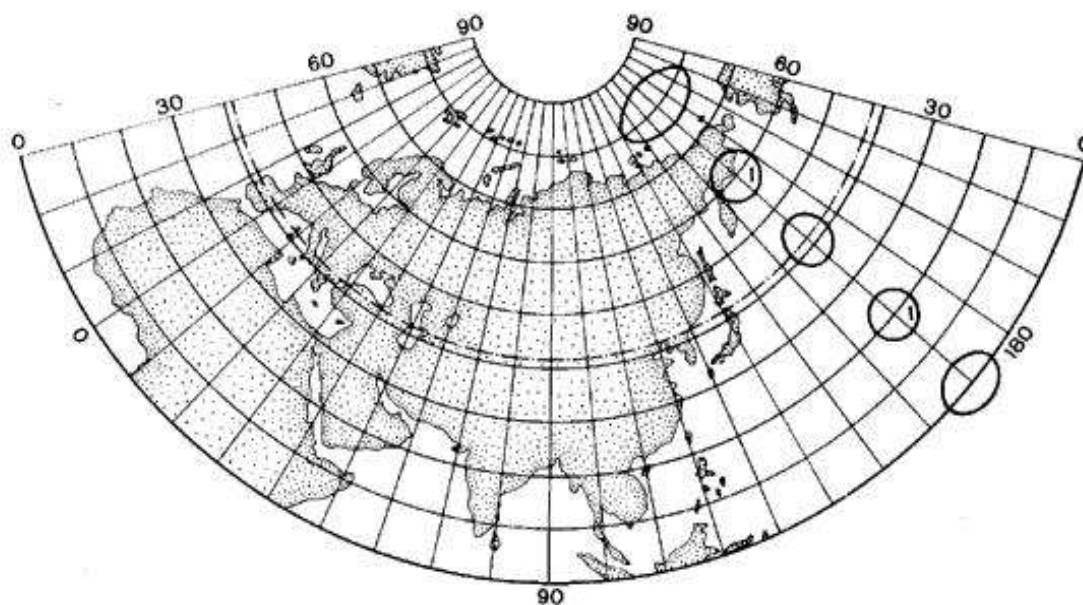
№	Внешний вид сетки для мелкомасштабных карт	Тип проекции
1		
2		
3		
4		
5		
6		

2.5 Разбор конкретной ситуации: Сравнить распределение искажений и их характер у разных типов проекций (рис. 37, а, б). Занести выводы в таблицу.



На карте сохраняются углы и формы бесконечно малых фигур;  
длины сохраняются на экваторе

а



Длины сохраняются вдоль всех меридианов и вдоль параллелей  
с широтами  $\varphi_1 = +20^\circ$ ,  $\varphi_2 = +60^\circ$

○ ○ Показатели искажений (эллипсы искажений)

б

Рис. 37. Типы проекций

3.6 Заполнить табл. 3.

Таблица 3

Характеристика проекций

Название проекции	Цели построения	Искажение объекта				Область практического применения
		форма	углы	расстояние	площадь	

3.7 Провести классификацию картографических проекций по виду меридианов и параллелей нормальной сетки.

Таблица 4

Проекции и их особенности

Параллели изображаются:	Проекция называется
1) линиями постоянной кривизны	
2) линиями переменной кривизны	
3) прямыми линиями	
4) дугами концентрических окружностей	
5) концентрическими окружностями	
6) эксцентрическими окружностями	
7) кривыми линиями	

3.8 Заполнить табл. 5.

Таблица 5

Проекция и их характеристики

Название проекции	Характер искажений	Величина искажений	Нахождение объекта

3.9 (по В.В. Мозжерину, 2005; И.В. Козловой, 2006). Ознакомиться с картографическими проекциями предлагаемых географических карт (рис. 38, 39).



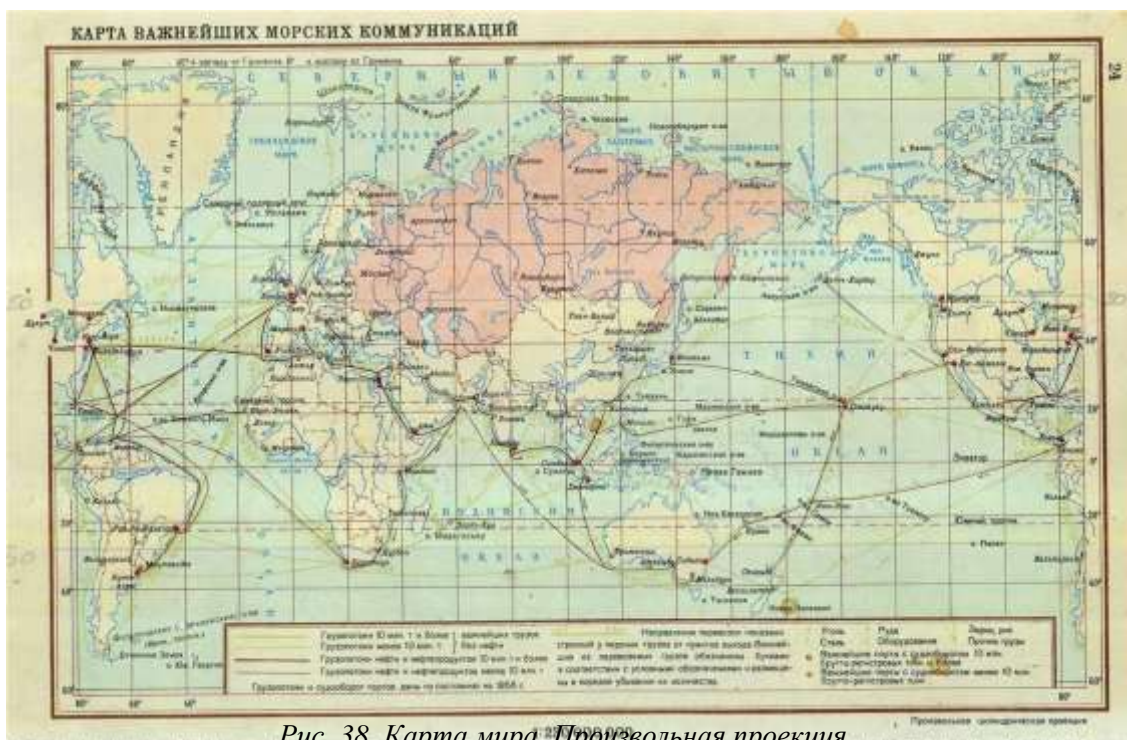


Рис. 38. Карта мира. Произвольная проекция



Рис. 39. Карта мира. Произвольная проекция Винкеля

**3.10** По таблицам-определителям дать полное название картографической проекции.

Выяснить ее класс по характеру искажений и виду вспомогательной геометрической поверхности, использованной для построения.

Записать:

- название карты. Какая территория изображена на карте (мировая карта, карта полушарий, материи, их части, государства, Россия, ее части и др.);
- какова форма рамки географической карты (круглая, прямоугольная, эллиптическая);
- какими линиями изображены параллели (прямые, кривые) и меридианы (прямые, кривые, окружности, дуги концентрических или эксцентрических окружностей);
- на лист кальки, наложенный на карту, на расстоянии 3...5 мм друг от друга отметить три точки параллели, выяснить, является ли они дугой окружности (если все три точки при движении листа по кривой совпадают с нею, то кривая – дуга окружности);
- как изменяются промежутки между параллелями по прямому (среднему) меридиану (не изменяются, изменяются незначительно, увеличиваются или уменьшаются и во сколько раз). Измерения производят только для мировых карт;
- дополнительные сведения о проекции (экватор – прямая или кривая, не изображен; полюс – не изображен, показан точкой);
- вид проекции по виду вспомогательной фигуры (азимутальная, цилиндрическая, коническая, их разновидности);
- название проекции (по ориентировке картографической сетки, по характеру вспомогательной фигуры, по характеру искажений) и фамилия автора или название организации, разработавших данную проекцию.

### Пример 1

- Название карты «Карта СССР»;
- форма рамки географической карты – прямоугольная;
- меридианы – прямые;
- параллели: дуги концентрических окружностей равны;
- точка пересечения меридианов отстоит от дуги с широтой  $90^\circ$  примерно на величину  $6^\circ$ . Следовательно, по виду картографической сетки проекция является нормальной конической.

### Пример 2

- Название карты «Карта России»;
  - форма рамки географической карты прямоугольная;
  - меридианы – прямые;
  - меридианы – прямые линии, параллели – линии концентрических окружностей;
  - промежутки между параллелями по прямому (среднему) меридиану не изменяются;
  - экватор и полюс не входят в рамку карты.
- Следовательно, по виду картографической сетки проекция является конической равно-промежуточной.

### Пример 3

Цилиндрические и псевдоцилиндрические проекции широко используют для карт мира. Они имеют прямолинейные и параллельные друг другу параллели.

Для карт полушарий лучше подходят азимутальные проекции, в частности равновеликие азимутальные.

Для карт материков и частей света (Европа, Азия, Северная и Южная Америка, Австралия с Океанией) обычно применяют равновеликую косую азимутальную проекцию Ламберта с точкой нулевых искажений в центре изображаемого материка. Для Африки используют поперечную азимутальную проекцию, для карт Евразии – произвольную. Карты Арктики и Антарктики выполняют в нормальных азимутальных равнопромежуточных проекции Постеля, позволяющих измерять прямолинейные расстояния от различных пунктов до полюса непосредственно по карте.

Большинство карт зарубежных стран составлено в нормальных конических равноугольных проекциях, для России используют нормальные конические проекции, равнопромежуточные по меридианам.

## Семинарское занятие № 2.4 (4 часа)

### Тема: «Виды карт и их оформление»

#### 1. Вопросы к занятию:

- 1.1 Картографическая семиотика
- 1.2 Язык карты
- 1.3 Условные знаки и виды.

#### 2.Задание:

**2.1** По двум каталогам условных знаков (для крупного и мелкого масштабов) сопоставить изображения нижеследующих объектов в масштабах  $M \frac{1}{2000}$  и  $M \frac{1}{10000}$ :

1. Точки плановых съёмочных сетей.
2. Постройки огнестойкие жилые.
3. Линии электропередачи.
4. Воздушные проводные линии связи.
5. Шоссе.
6. Откосы спланированные неукрепленные.
7. Обрывы.
8. Леса.
9. Отдельно стоящие деревья.
10. Сплошные заросли кустарников.
11. Луговая травянистая растительность.
12. Пашни, огороды.

**Пример:**

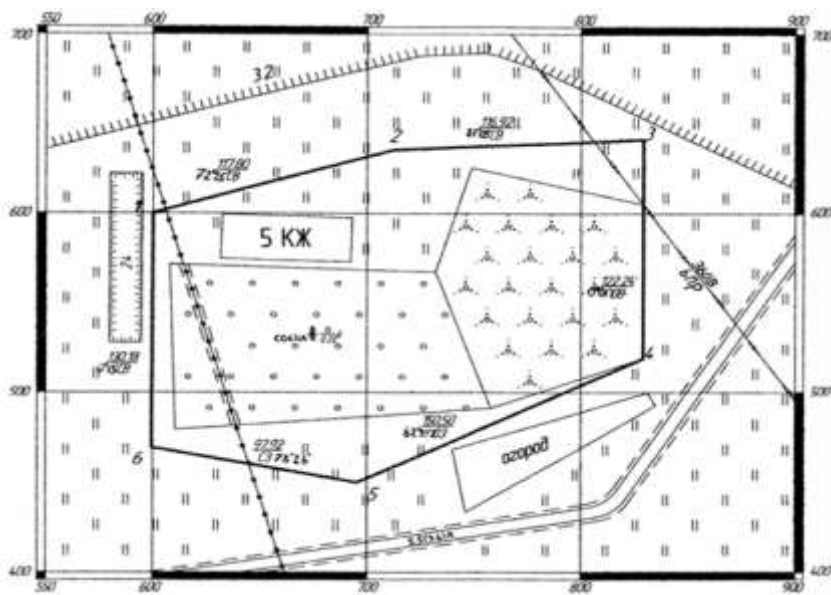


Рис.40 Пример оформления работы

## Семинарское занятие № 2.5 (4 часа)

### Тема: « Картографические шрифты»

#### 1. Вопросы к занятию:

- 1.5 Картографические шрифты
- 1.6 Элементы букв
- 1.7 Характеристика элементов букв шрифтов
- 1.8 Классификация картографических шрифтов

#### 2.Задание:

2.1 Используя следующие стандарты, выполнить задания:

- выполнить надпись города;
- выполнить надпись реки и озера
- выполнить надпись горы и т.д

Высота буквы измеряется перпендикулярно к основанию строки. Шрифт выполняется с наклоном в  $75^\circ$  (ГОСТом допускается выполнять надписи чертежным шрифтом без наклона).

Для удобства написания букв чертежного шрифта выстраивают вспомогательную сетку (рис. 41), которую выполняют следующим образом. Проводят нижнюю и верхнюю линии строки, расстояние между которыми равно высоте прописной буквы. Откладывают на нижней линии строки ширину букв и расстояние между ними (табл. 6).

Используя углы  $45^\circ$  и  $30^\circ$  угольников, строят наклон букв в строке, равный  $75^\circ$ .

Рассмотрите начертание букв чертежного шрифта (рис. 41— 44). Они различаются наличием горизонтальных, вертикальных, наклонных линий и закруглений, шириной и высотой. На рисунках показана (стрелками) последовательность начертания каждой буквы.



рис. 41. Начертание прописных букв, состоящих из горизонтальных и вертикальных элементов, и построение вспомогательной сетки





рис.42. Начертание прописных букв, состоящих из горизонтальных, вертикальных и наклонных элементов



Рис. 43. Начертание прописных букв, состоящих из прямолинейных и криволинейных элементов



Рис. 44. Начертание строчных букв, отличающихся от начертания прописных букв

Начертания многих строчных и прописных букв не отличаются между собой, например К — к, О — о и др. Начертание некоторых строчных букв отличается от начертания прописных (рис. 44).

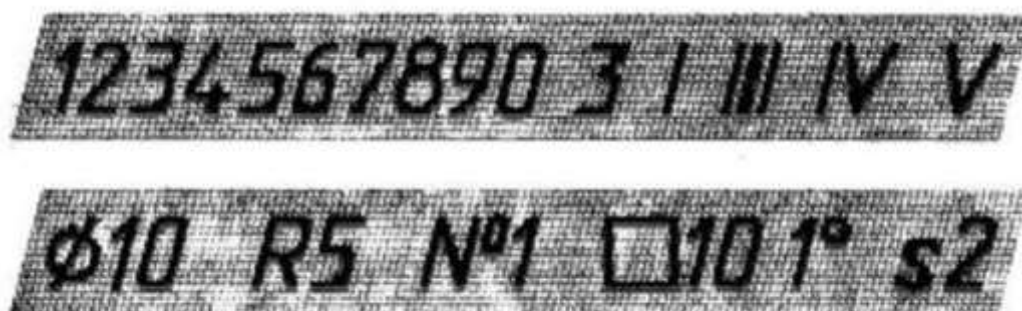
При выполнении надписей следует учитывать, что нижние элементы прописных букв Д, Ц, Щ и верхний элемент буквы Й выполняют за счет расстояния между строк.

Параметры	Обозначение параметров	Относительный размер	Размеры шрифта, мм				
			3,5	5	7	10	14
Высота букв: прописных строчных без отростков строчных с отростками	$h$		3,5	5	7	10	14
	$s$		2,5	3,5	5	7	10
	$k$	$0,7h$	3,5	5	7	10	14
Ширина прописных букв: узких (Г, Е, З, С) средних (Б, В, И, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ч, Э, Ъ, Я) широких (А, Д, М, Х, Ц, Ы, Ю) особо широких (Ж, Ф, Ш, Ь) сверхширокой (Щ)	$g$	$0,5h$	1,8	2,5	3,5	5	7
		$0,6h$	2,1	3	4	6	8
		$0,7h$	2,5	3,5	5	7	10
		$0,8h$	2,8	4	6	8	9
		$0,9h$	3,1	4,5	6,3	9	12,6
Ширина строчных букв: узких (с) средних (б, в, г, д, е, з, к, и, я, л, н, о, п, р, у, х, ч, ь, э, я) широких (а, м, ц, ы, ю, ь) особо широких (ж, ф, т, ш) сверхширокой (щ)	$g$	$0,4h$	1,2	2	3	4	6
		$0,5h$	1,5	2,5	3,5	5	7
		$0,6h$	1,8	3	4	6	8
		$0,7h$	2	3,5	3,5	7	10
		$0,8h$	2,8	4	5,6	8	11,2
Толщина линий шрифта	$d$	$0,1h$	0,35	0,5	0,7	1	1,4
Расстояние между буквами	$a$	$0,2h$	0,7	1	1,4	2	2,8

Несмотря на то, что расстояние между буквами определено стандартом, оно должно изменяться в зависимости от того, какое начертание имеют рядом стоящие буквы. Например, в слове РАБОТА (рис. 39, а) расстоянием между буквой Р и А, Т и А необходимо пренебречь (т. е. расстояние должно быть равно нулю), поскольку их начертание зрительно создает достаточный межбуквенный просвет. По этой же причине стандартное расстояние между буквами Б и О, О и Т следует сократить в половину. Если такими условиями пренебречь, то буквы в слове будут как бы рассыпаться (рис. 44, б).



Рис. 44. Учет межбуквенного просвета при написании слов: а — правильно; б — неправильно



### **Рис. 45. Цифры и знаки**

Начертание цифр и знаков показано на рисунке 45. (При выполнении чертежей выбирайте высоту шрифта не менее 3,5 мм.)

## **Семинарское занятие № 2.6 (4 часа)**

### **Тема: «Надписи на географических картах»**

#### **1. Вопросы к занятию:**

- 1.1 Картографические шрифты
- 1.2 Элементы букв
- 1.3 Характеристика элементов букв шрифтов
- 1.4 Классификация картографических шрифтов

#### **2.Задание:**

##### **2.1 Произвести разграфку для шрифта.**

Основные сведения. Важнейшей и неотъемлемой частью содержания карт являются подписи, выполненные картографическими шрифтами, которые могут играть роль условных знаков. Они сообщают название объекта, указывают его характерные особенности. По внешнему виду подписи можно отличить город от поселка; установить, судоходна ли река; определить командную высоту и получить другие дополнительные сведения. От удачного выбора шрифтов для подписей зависит в целом читабельность карты и ее информативная емкость.

Из большого числа различных шрифтов, широко применяемых на планах и картах, данная работа предусматривает выполнение топографического и курсивного шрифтов.

Рабочее поле чертежа разделить на четыре равных прямоугольника размером 90х50 мм по количеству заданий. Перед выполнением заданий следует внимательно изучить основные топографические признаки каждого шрифта: рисунок контура букв, плотность шрифта, наличие подсечек, характер закруглений и т.д. Пользуясь шкалой картографических шрифтов, определяют ширину букв для заданного шрифта по данной высоте. При отсутствии шкалы можно использовать таблица шрифтов, помещенные в учебниках. Затем определяют толщину основных и дополнительных элементов по заданной высоте. Величины интервалов между буквами в словах определяют по специальным таблицам.

Вычерчивание слов начинают с разграфки, которую выполняют карандашом, чтобы выдержать одинаковое положение букв в словах.

Разграфка состоит из трех горизонтальных линий (которые определяют основание, середину и высоту букв) и вертикальных или наклонных линий (в зависимости от шрифта). При этом соблюдают симметричность от боков рамки и середины форматки вправо-влево, оставляя одинаковые поля путем предварительного расчета и разметок. Следует помнить, что на каждой строке с новой высотой букв определяют новую ширину их и другие, перечисленные выше элементы.

В целях более точной разметки слов на строчках разной высоты целесообразно иметь небольшие полоски бумаги, на которых наколоты отрезки для нормальных и широких букв, а также промежутки между буквами и словами, соответствующие разной высоте букв.

Размещение слов на строке можно производить с помощью миллиметровой бумаги, на которой следует сделать разметку всего текста и перенести на форматку.

После вычерчивания слов карандашом их обводят тушью.

##### **2.2 Вычерчивание остовного топографического шрифта.**

Остовный топографический шрифт относится к разряду тонких, волосных шрифтов и является остовом для начертания топографического полужирного шрифта. Шрифт этот отчетлив, ясен, легко читается и прост по начертанию. Подавляющее большинство его букв состоит из прямых элементов правильной прямоугольной формы. Отношение ширины к высоте у большинства букв составляет 1:2. Высота строчных букв по отношению к прописным составляет 2:3. Толщина линий прописных и строчных букв – 0,1-0,2 мм. Радиус закруглений у овальных букв – от 1/8 до 1/4 высоты букв.

Практические указания. Выполнить остовным топографическим шрифтом названия трех населенных пунктов: два из них – заглавными буквами высотой, соответственно 4,0 и 3,0 мм, третий – строчными- высотой 2,0 мм. В четвертой строке вычертить цифры от 1 до 9.

##### **2.3 Вычерчивание топографического шрифта полужирного.**

Топографический полужирный шрифт строится на основе остовного топографического шрифта, относится к типу кирпичного (рубленого) шрифта, у которого все линии букв и цифр одинаковой толщины. Нормальная ширина буквы равна  $\frac{1}{2}$  ее высоты. Толщина элементов букв равна  $\frac{1}{8}$  ее высоты или  $\frac{1}{4}$  ширины. Широкие буквы *Ш, Щ, М, Ж, Д, Ы, Ф* вычерчивают в 1,5 раза шире нормальных. Этим шрифтом подписывают на топографических картах названия городов с населением до 50 тыс. жителей, командные высоты, урез воды и т.д.

Практические указания. Выполнить топографическим полужирным шрифтом названия четырех населенных

пунктов, три из которых – заглавными (прописными) буквами высотой, соответственно 5,0, 4,0 3,0 мм. Размер строчных букв четвертого населенного пункта – 2,0 мм.

При выполнении этих двух заданий следует помнить, что собственные наименования начинаются с заглавных букв. Кроме того, студентам предоставляется право самостоятельного выбора названий населенных пунктов, но при этом необходимо учитывать, что размер шрифта должен соответствовать количеству проживающих (в выбранных населенных пунктах) жителей.

#### 2.4 Вычерчивание шрифта БСАМ курсив острого 2.

Острого курсивный шрифт – самый простой по выполнению из курсивных шрифтов, который приближается к рукописному. Наклон букв составляет 1:3, толщина линий в буквах и цифрах равняется 1/16 высоты (для заглавных), а в строчных буквах – 1/12. Отношение ширины к высоте у большинства букв составляет 4:7, отношение высоты строчных букв к прописным – 2:3. Прописные и строчные буквы по своему построению в большинстве случаев различны. Многие элементы букв состоят из отрезков, которые заканчиваются подсечками. Вычерчивание овальных элементов выполняют в такой последовательности: сначала обрабатывают полуовал, выгнутый влево, а затем – полуовал, выгнутый вправо. Перед вычерчиванием овального элемента необходимо расставить четыре опорные точки: две – на средней линии разграфки на расстоянии ширины буквы и две – на верхней и нижней линиях разграфки, против середины буквы по ее ширине. Многие буквы шрифта имеют подсечки, выступающие в строчных буквах в одну (левую) сторону на две, а в заглавных буквах – в обе стороны на полторы толщины основного элемента.

Этим шрифтом даются на топографических картах пояснительные подписи у знаков заводов, фабрик, колодцев и т.п., подписи вторых названий, зарамочные подписи и пр.

Практические указания. Выполнить острого шрифтом (зеленым цветом) заглавными буквами следующие названия: в первых двух строках – «ЧЕРНОЕ МОРЕ» соответственно размерами 5,0 и 4,0 мм, в третьей строке – «ВОЛГА» размером 3 мм. В четвертой строке - написать «зал. Глубокий», размер строчных букв – 2,0 мм.

#### 2.5 Вычерчивание шрифта академического курсива.

Буквы и цифры этого шрифта имеют правый наклон, равный 1/3.

Толщина основного элемента в заглавных буквах составляет 1/8 высоты буквы, а тонких (второстепенных) – половину толщины основного. В строчных буквах толщина основных элементов равна 1/6 высоты буквы, а второстепенные элементы по толщине постепенно переходят от основного до 1/3 этой величины. Подсечки в заглавных буквах сверху и снизу выступают в обе стороны на половину толщины основного элемента. Внутренние углы подсечек у букв *Б, Г, Д, Е, Ж, К, Т, Ъ* оформляются округлением. Подсечки в строчных буквах выполняются только с левой стороны и опускаются вниз от верхней линии разграфки на половину толщины основного элемента (за исключением букв *д, л, х* у которых подсечки горизонтальные). Академический курсив применяют для подписей названий объектов гидрографии, урочищ, балок, оврагов, равнин, песков, пустынь, болот и пр.

Практические указания. Выполнить академическим курсивом те же слова, что и в предыдущем задании, сохранив соответствующие размеры.

При расположении слов на строках выдерживать симметрию по отношению к рамкам прямоугольников.

Буквы в словах должны иметь правильный рисунок и соответствовать шрифтам в таблицах. Должны соблюдаться: высота, наклон (или вертикальность) и толщина элементов букв; равномерность промежутков между буквами и

словами; принятая система симметричности в расположении нагрузки на строках.

Примечание. Каждый картографический шрифт, кроме своего названия имеет условное сокращенное обозначение – индекс, состоящий из одной или двух букв и трехзначного числа. В частности, рассмотренные в методических указаниях шрифты имеют следующие индексы:

топографический полужирный (Т-132), БСАМ курсив острого 2 (Бо-431), академический курсив (А-431).

### 3. Литература

Основная:

14. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
15. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
16. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

2.4 <http://cities-blogo.ru/uchebnoe-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>

2.5 <http://geo-book.ru/metposobia.htm>

2.6 Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

## Семинарское занятие № 2.7 (4 часа)

### Тема: «Картографическая генерализация»

#### 1. Вопросы к занятию:

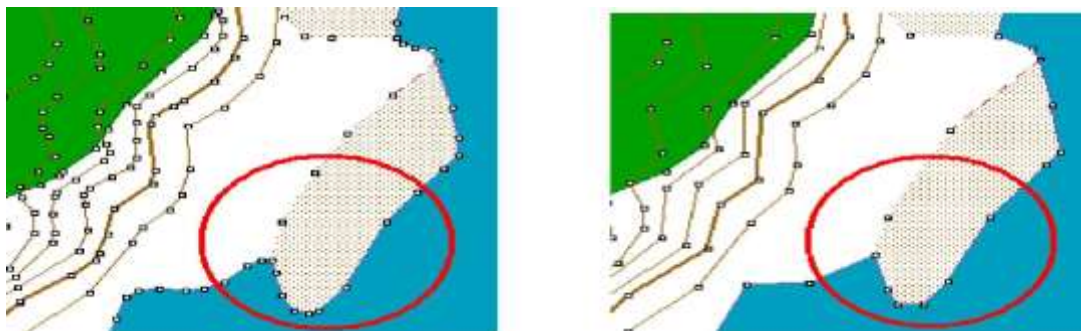
- 1.7 Сущность генерализации
- 1.8 Факторы генерализации
- 1.9 Виды генерализации
- 1.10 Геометрическая точность и содержательное подобие
- 1.11 Географические принципы генерализации
- 1.12 Генерализация объектов разной локализации

#### 2. Задание:

**2.1** Изучить фрагмент исходной топографической карты. Ознакомиться с технологией генерализации. Перенести фрагмент исходной топографической карты на математическую основу из масштаба 1 : 50 000 в масштаб 1 : 25 000 площадью 100 см<sup>2</sup>.

**Пояснение.** Картографическая генерализация – это отбор и обобщение изображаемых на карте объектов, выделение их основных типичных черт и характерных особенностей. Генерализованность – неотъемлемое свойство каждой карты. Даже на самой крупномасштабной из них изображение генерализовано, поскольку невозможно показывать все объекты с максимальной подробностью.

Различают следующие виды генерализации: отбор объектов, показываемых на карте (оставляют наиболее крупные: населенные пункты с числом жителей более 10 000 человек, реки с длиной более 1 см в масштабе и др.); обобщение количественной характеристики (введение более крупных количественных подразделений). Следовательно, картографическая генерализация создает определенные акценты и способствует показу на карте качественно новой информации (рис. 46).



*Рис. 46. Сглаживание метрического описания линейных и площадных объектов карты с учетом имеющихся пространственных топологических связей в соответствии с установленной точностью сглаживания (в миллиметрах на карте):*

*а – объекты (населенные пункты) до проведения генерализации; б – после*

**2.1** Ответить на вопросы:

Какими факторами и почему определяется генерализация? Варианты ответов:

- а) масштабом карты; б) назначением карты; в) тематикой карт;
- г) особенностями картографируемой территории.

Какие объекты и явления генерализуют на экономической карте, на сельскохозяйственной карте, на физической карте?

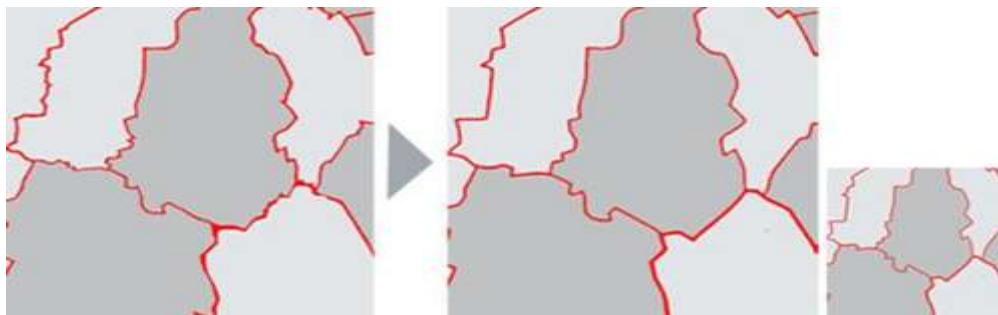
**2.2** Рассмотреть примеры картографической генерализации (рис. 47–52).

Проследить тенденции в изменении изображения. Сравнить изрезанность границ административных образований (рис. 47), наличие островов, притоков, извилистость рек (рис. 48–49), на число населенных пунктов, дорог, других элементов местности, а так-же на способы отображения информации.

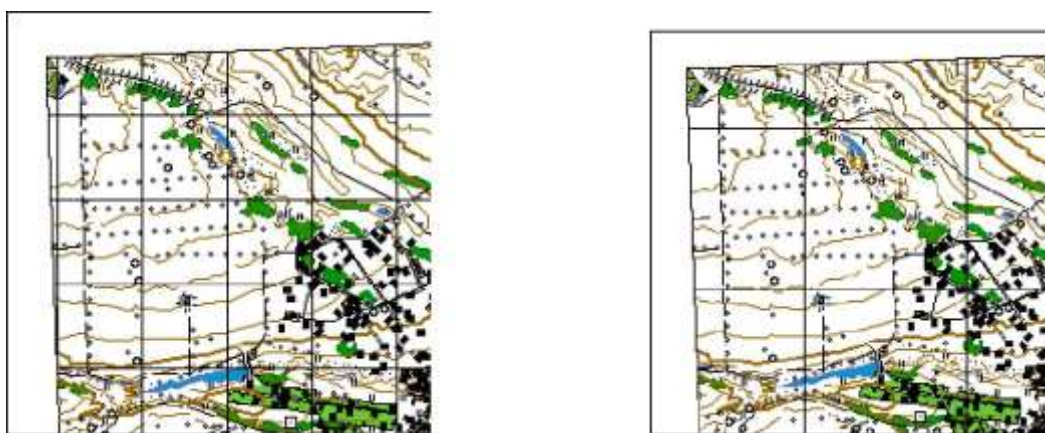
Выявить разницу между картами. Пояснить причину ее возникновения

Указать виды генерализации, использованные в примерах (обобщение качественных либо количественных характеристик; упрощение контуров; объединение ареалов; исключение малозначащих и мелких объектов; переход от ареалов к значкам

Сделать вывод о проявлениях картографической генерализации.



*Рис. 47. Схема генерализации картографического изображения*

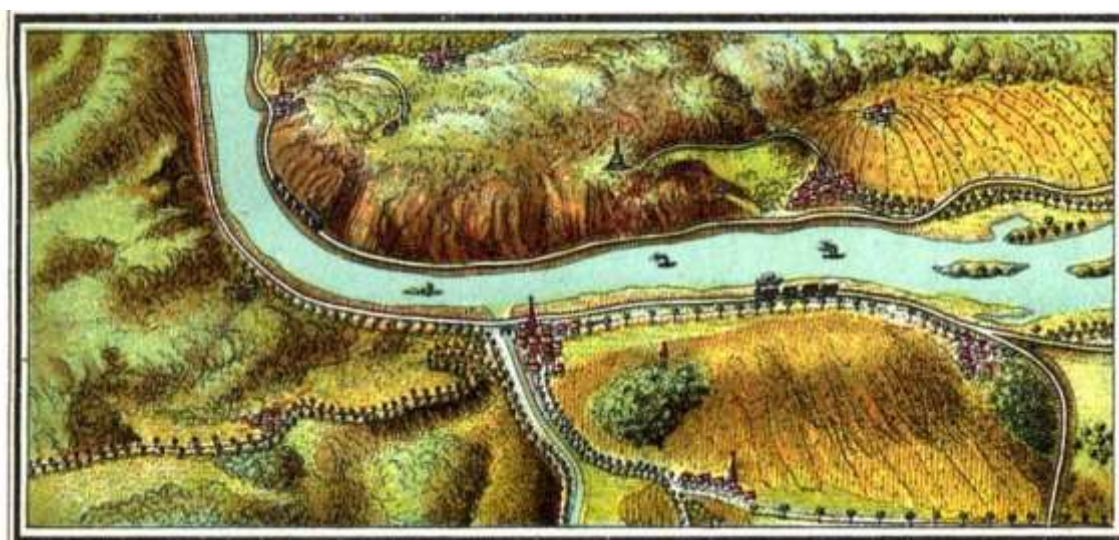


*Рис. 48. Показаны горизонтальные и вертикальные координатные линии прямоугольной сетки, соответствующие карте масштаба 1 : 50 000 (а), координатные линии прямоугольной сетки, полученные в результате формирования математической основы карты масштаба 1 : 100 000 (б)*





Рис. 49. План квартала крупного населенного пункта до (а) и после (б, в) генерализации:  
 а — показаны кварталы крупного населенного пункта до выполнения формирования проездов;  
 б — белым цветом отмечены расширенные проезды между кварталами;  
 в — показаны кварталы после автоматической обрезки кварталов по расширенным проездам. В целом, мелкие кварталы объединены, ширина проездов увеличена



а



Рис. 50. Изображение местности на панораме (а)

и картах масштаба 1 : 100 000 (б), 1 : 500 000 (в – сверху) и 1 : 3 000 000 (в – внизу)





Рис. 51. Изображение одного географического пункта (Джакарта)

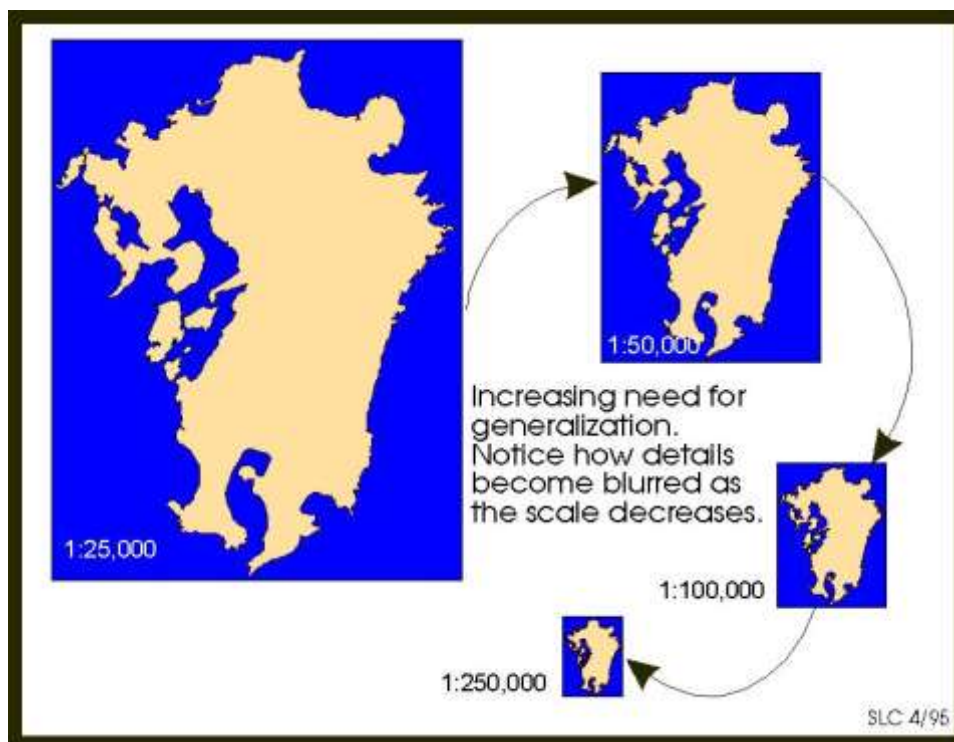


Рис. 52. Пример генерализации, связанный с уменьшением извилистости контуров острова

2.3 Рассчитать коэффициент густоты объекта при помощи палетки. Палетку можно изготовить на кальке, прочертив тушью или гелевой ручкой сетку из сетку взаимно перпендикулярных прямых линий, отстоящих одна от другой от 2 до 5 мм. Для подсчета коэффициента густоты объекта наложить палетку на изучаемую территорию. Записать число пересечений  $n$  извилистых линий с сеткой палетки. Определить суммарную длину извилистых линий по формуле



$$\Sigma l = (\pi \cdot q \cdot m)/4,$$

где  $q$  – длина стороны квадрата палетки.

Для большей точности измерений палетку развернуть, вновь подсчитать число пересечений и взять среднее.

Формула примет вид:

$$\Sigma l = (\pi \cdot q \cdot m)/4N,$$

где  $N$  – число наложений палетки.

2.4 С помощью палетки определить густоту любых линий на карте: густоту дорог, границ любых выделов, расчлененность рельефа (чем больше густота границ, тем мельче контуры; чем больше извилистость горизонталей, тем больше расчлененность и т. п.).

Сделать вывод о проявлениях картографической генерализации: конкретизировать разницу между картами и указать причину ее возникновения (указать, какие виды генерализации были применены при составлении данных карт).

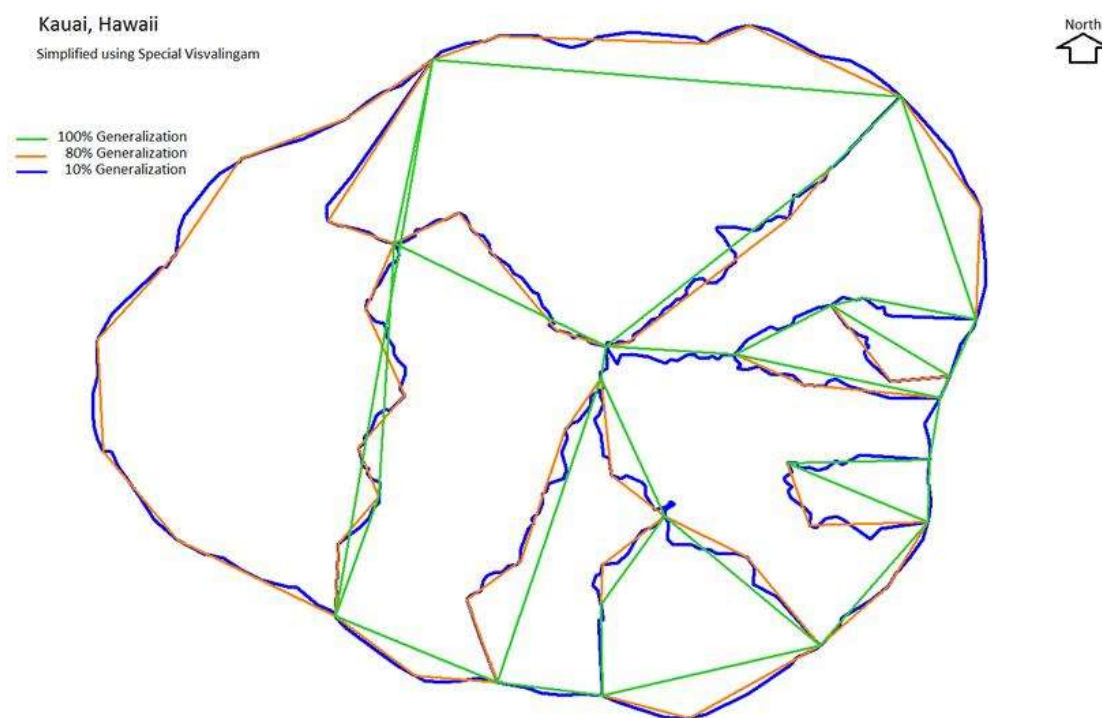


Рис. 53. Различная степень генерализации (10, 80, 100 %)

2.5 Выстроить в порядке очередности этапы процесса преобразования карты формирование номенклатурного листа карты производного масштаба:

перекодировка объектов; сводка со смежными листами; генерализация рельефа; генерализация объектов малой длины или площади; генерализация гидрографии и гидротехнических сооружений; генерализация опорных пунктов; генерализация кварталов населенных пунктов.

2.6 Проанализировать последовательность действий при картографической генерализации (сверху вниз). Определение назначения карты. Определение масштаба карты.

Выделение главных и второстепенных объектов Определение ценза и нормы генерализации Определение картографируемых объектов

Установление условий обобщения качественных и количественных параметров объектов и явлений

Отбор объектов и явлений для переноса на составляемую карту Обобщение изображения переносимых объектов.

В чем состоит внутренняя логика этой последовательности? Что произойдет при ее нарушении?

От чего зависят количественные параметры составляемой карты?

2.7 Рассмотреть генерализацию элементов содержания и последовательность ее проведения.

Объекты гидрографии и гидротехнических сооружений Населенные пункты, промышленные и сельскохозяйственные объекты Дорожная сеть и дорожные сооружения Рельеф, растительность, грунты Границы

2.8 Ответить на вопросы:

Что такое ценз? Что такое норма?

Какие объекты оставляют на справочной, учебной, политической, экономической, геологической, сельскохозяйственной картах?

2.9 Перенести фрагмент исходной топографической карты на математическую основу из масштаба 1 : 50 000 в масштаб 1 : 25 000 площадью 100 см<sup>2</sup>.

Гидрография на карте является основой, с которой увязываются все остальные элементы содержания карты.

На карте показать:

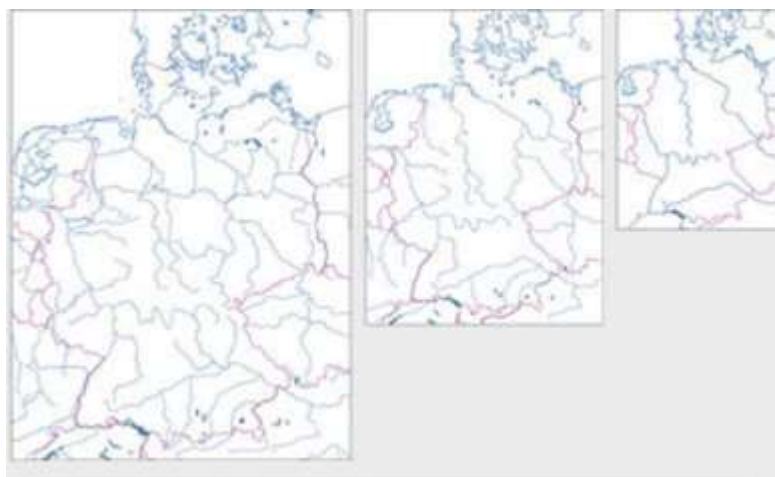
береговую линию моря, озёра, водохранилища, береговые отмели; реки; отметки урезов воды;

камни подводные; рельеф дна пролива;

Основные требованиями при изображении элементов гидрографии и гидротехнических сооружений являются правильное и наглядное отображение: особенностей очертаний береговой линии пролива, озёр, рек, водохранилищ, географических особенностей типов морских берегов; относительной густоты речной сети, степени и характера извилистости рек; всех значительных водных рубежей и их характеристик, в каждой речной системе главных рек, притоков различной значимости; характера берегов и устьев рек; гидротехнических сооружений, переправ и их характеристики (рис. 54).

С целью лучшего выделения главных особенностей гидрографии района картографирования перед началом составления ее элементов установить границы простираения основного типа берега моря, определить главные реки, их истоки и основные притоки, ширину рек.

Составление элементов гидрографии начать с окраски площадей, обозначающих водные пространства. Затем нанести сооружения, условные знаки которых перекрывают изображения объектов гидрографии, и вычертить береговую линию моря. После этого показать крупные реки и, наконец, менее значимые объекты, подлежащие изображению на карте. Последними отработать по писи собственных названий и характеристики объектов гидрографии.



*Рис. 54. Генерализация при изображении элементов гидрографии*

Прибрежная пол оса моря постоянная и определенная, она изображается сплошной линией. Линия, изображающая берег пролива, должна иметь на карте толщину 0,1 мм. Очертания береговой линии передать с максимальной подробностью, позволяющей изобразить особенности типа берега и степень его изрезанности. Обобщение береговой линии производить за счет исключения наиболее мелких ее изгибов, не выражающихся в масштабе карты. При этом сохранить и четко отобразить на карте все детали береговой линии.

В необходимых случаях допустить некоторое увеличение размеров отдельных характерных изгибов береговой линии, но с обязательным сохранением подобия их формы. Величина смещения при этом не должна превышать 0,2...0,3 мм. Реки показывать с подразделением по ширине. Рек длиной на карте 1 см и более показать все. Реки шириной менее 20 м изобразить в одну линию (Рис. 55), крупные реки – двумя линиями.

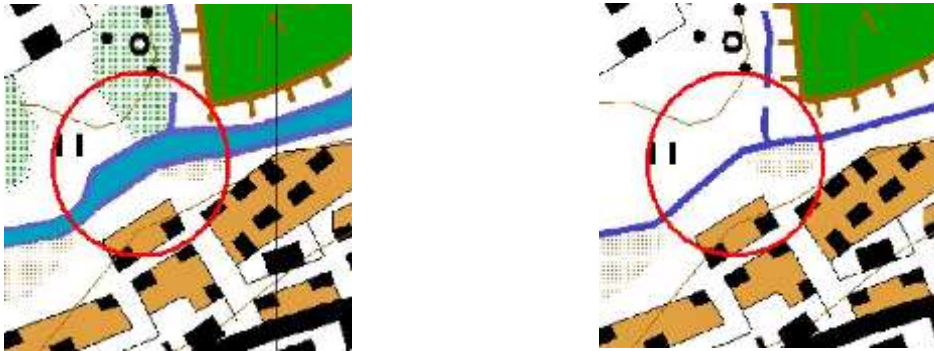


Рис. 55. Площадная река и линейные притоки до (а) и после (б) выполнения генерализации. В процессе генерализации произведена автоматическая замена участков площадных объектов, имеющих ширину менее допустимой (в миллиметрах на карте), на участки линейных объектов

При изображении пересыхающих рек соблюдать постепенность утолщения звеньев прерывистой линии русла, при этом по мере утолщения звеньев постепенно увеличивается и их длина от 0,5 мм в истоке до 2,0 мм в устье. Берега рек, изображаемых в две линии, вычертить линиями 0,1 мм. Истоки главных рек вычертить линиями толщиной 0,15 мм. При изображении рек должна быть четко передана относительная извилистость различных рек или одной и той же реки на различных ее участках, сохранены особенности форм изгибов (рис. 56). Мелкие характерные изгибы, не выражающиеся в масштабе карты, показать с небольшим увеличением их размеров (в пределах 0,2...0,3 мм).

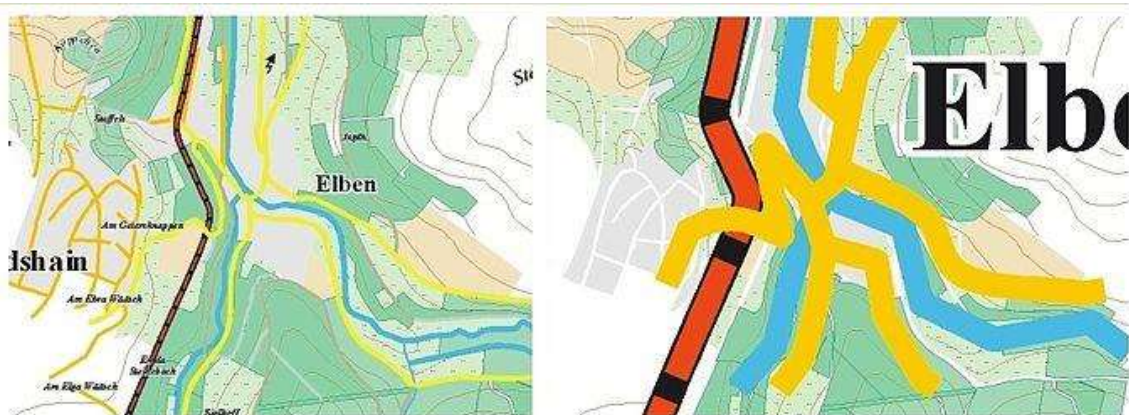


Рис. 56. Пример генерализации изображения

**Рельеф дна моря** отобразить отметками глубин и изобатами. Отобрать наиболее характерные отметки глубин. Более часто подписать отметки вблизи берега моря. Отметки глубин дать на 1 дм<sup>2</sup> в следующем количестве: при глубине до 20 м – 10–15, глубже 20 м – 5–10 от-меток. Все отметки глубин подписать в целых метрах, при этом, если на картографическом материале отметки даны с точностью до 0,1 м, то значения их округлить до целых метров. Изобаты на карте провести по шкале: 2, 5, 10, 20, 50. Изобаты, рисующие общий склон, должны быть согласованы между собой, а также с отметками глубин. Для улучшения читаемости изображения рельефа дна поместить значения изобат.

**Водные пути сообщения.** Броды через реки обозначить только пояснительной подписью, знак дороги в этом случае не прерывать.

#### **Подписи названий объектов гидрографии**

На карте поместить подписи собственных названий пролива, рек, озёр. Собственные названия гидрографии, за исключением рек, поместить на карту вместе с номенклатурными терминами, определяющими род объекта. Подписи рода объекта дать в сокращенной форме; без сокращения дать при подписях собственных названий больших по площади объектов. Название рек, имеющих на карте длину 4 см и более, подписать все. Название более коротких поместить с учетом их важности для данного района, степени нагрузки карты другими элементами и подписями. Подписи разместить примерно через 10...15 см.

#### **Промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты**

На карте показать:

заводы, фабрики; аэропорты; торфоразработки;



склады горючего и газгольдеры; капитальные сооружения башенного типа; радиостанции, телевизионные станции.

Промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты показать с отбором. Объекты нанести, если они расположены на окраинах населенных пунктах, а в населенных пунктах показать наиболее крупные.

**Населенные пункты**, являющиеся основным показателем степени обжитости и значимости того или иного района, изобразить с особой тщательностью. Правильно и наглядно отобразить:

относительную густоту расположения населенных пунктов на местности с выделением важных из них; тип населенного пункта; внешнее очертание, общую систему планировки, магистральные и главные улицы; общий характер и относительную плотность застройки, форму кварталов и их ориентировку.

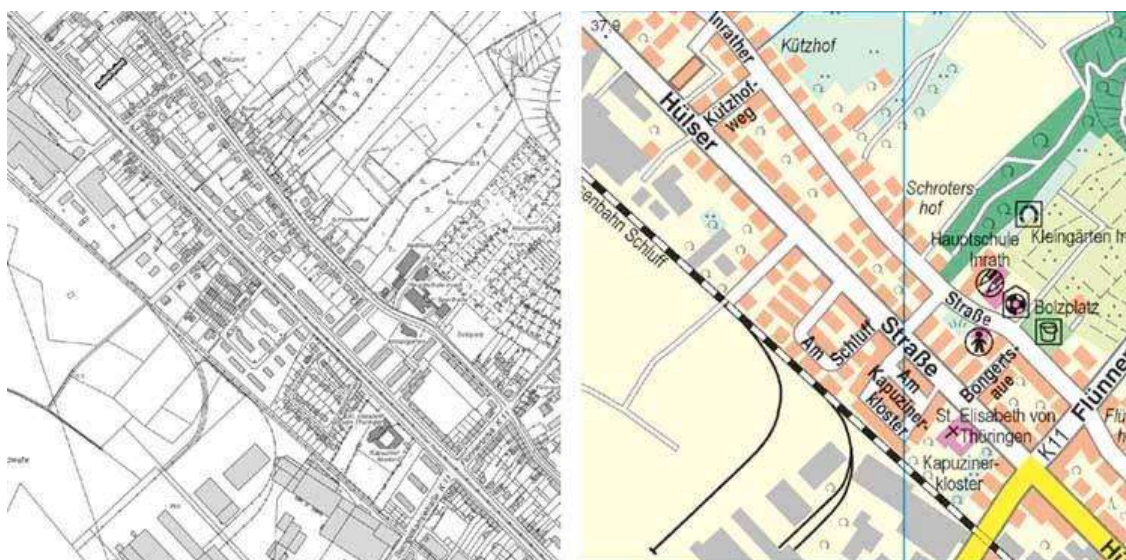
На карте отобразить следующие типы населенных пунктов: город, поселки сельского типа. Типы населенных пунктов и их градации по численности жителей отобразить на карте начертанием и размером шрифтов, применяемых для подписей их собственных названий согласно таблице условных знаков.

Политико-административное значение населенных пунктов отобразить начертанием и размером шрифтов подписей их названий согласно таблице условных знаков.

Населённые пункты подразделить по количеству жителей: от 50 000 до 100 000 жителей от 500 до 1000 жителей от 100 до 500 жителей менее 100 жителей

На карте показать все населенные пункты, изображённые на картографическом материале, по которому она составляется.

Изображение населенных пунктов. Особое внимание обращать на правильную передачу на карте их внешних очертаний, сохранение относительной величины площади, а также на отображение основных черт планировки и общего характера застройки (рис. 57).



*Рис.57. Фрагмент плана квартала города до генерализации и после*

Нанести объекты, являющиеся хорошими ориентирами или важными в экономическом отношении; изобразить магистральные и главные улицы, затем прочие; показать внутреннюю структуру кварталов; отработать внешний контур населенного пункта (рис. 58).

Кварталы города изобразить замкнутыми контурами с фоновой окраской малинового цвета. Кварталы поселков сельского типа изобразить фигурами и полосами черного цвета, которые должны передавать общий характер планировки и застройки изображаемых населенных пунктов. При изображении населенных пунктов, к которым подходят только грунтовые дороги, магистральные улицы не выделять.



Рис. 58. Изображение квартала населенного пункта до и после генерализации

Часть объектов изобразить условными значками (рис.59).

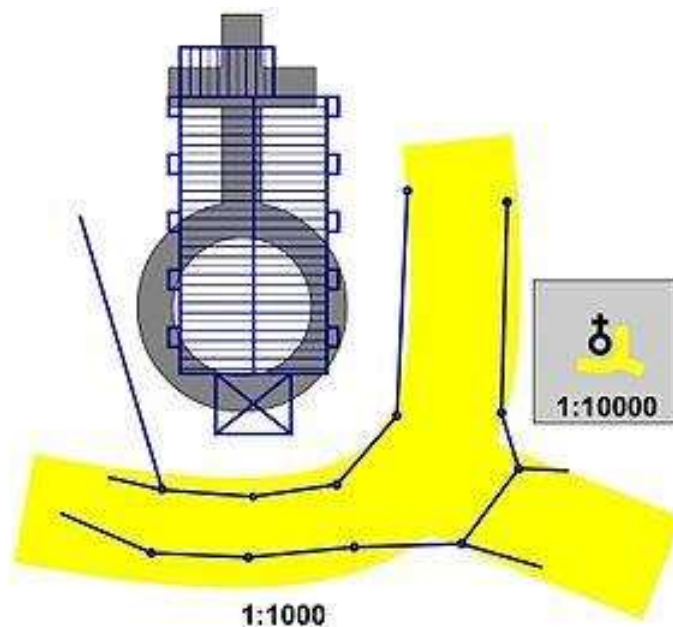


Рис. 59. Изображение кладбища на карте  
До генерализации приведена площадь, после – условный значок

#### Подписи названий населенных пунктов

Изображения населенных пунктов на карте сопроводить подписями официальных названий. Вид и размер шрифтов для подписей названий населенных пунктов установить в зависимости от количества жителей, их типа и политико-административного значения в соответствии с установленными образцами шрифтов подписей, данных в таблице условных знаков.

#### Дороги и дорожные сооружения

На карте показать:

железную дорогу; автомобильную дорогу с усовершенствованным покрытием, автомобильную дорогу с покрытием; автомобильные дороги без покрытия, грунтовые просёлочные дороги, полевою и лесную, пешеходную тропу; железнодорожные станции.

При изображении дорожной сети и дорожных сооружений необходимо правильно и наглядно отобразить: относительную густоту и качественную характеристику дорожной сети; местоположение, класс, состояние и конфигурацию каждой изображаемой дороги;

дороги, соединяющие кратчайшим путем значительные населенные пункты и дороги высших классов; пересечения дорог и подходы к населенным пунктам; дорожные сооружения, характеризующие техническую оснащенность дорог.

Дороги изобразить в последовательности от высшего класса к низшему.

Условные знаки дорожных сооружений, прерывающие изображение дороги, вычертить раньше условного знака самой дороги. Изображение дорог должно быть увязано с изображением других элементов местности. При изображении дорог необходимо четко отобразить их прямолинейные участки, форму поворотов, места пересечения и объекты у дорог, являющиеся ориентирами. Если на карте невозможно разместить две параллельно идущие дороги, то смещается условный знак дороги более низкого класса (между ними оставить просвет 0,2...0,3 мм).

**Автомобильную дорогу с усовершенствованным покрытием**, показать все. Дороги низшего класса нанести с отбором. При отборе в первую очередь показать дороги, соединяющие по кратчайшим расстояниям населенные пункты, а также соединяющие дороги высших классов (рис . 60). Дорогу с усовершенствованным покрытием и с покрытием в населенных пунктах с квартальной застройкой показать условным знаком улиц.

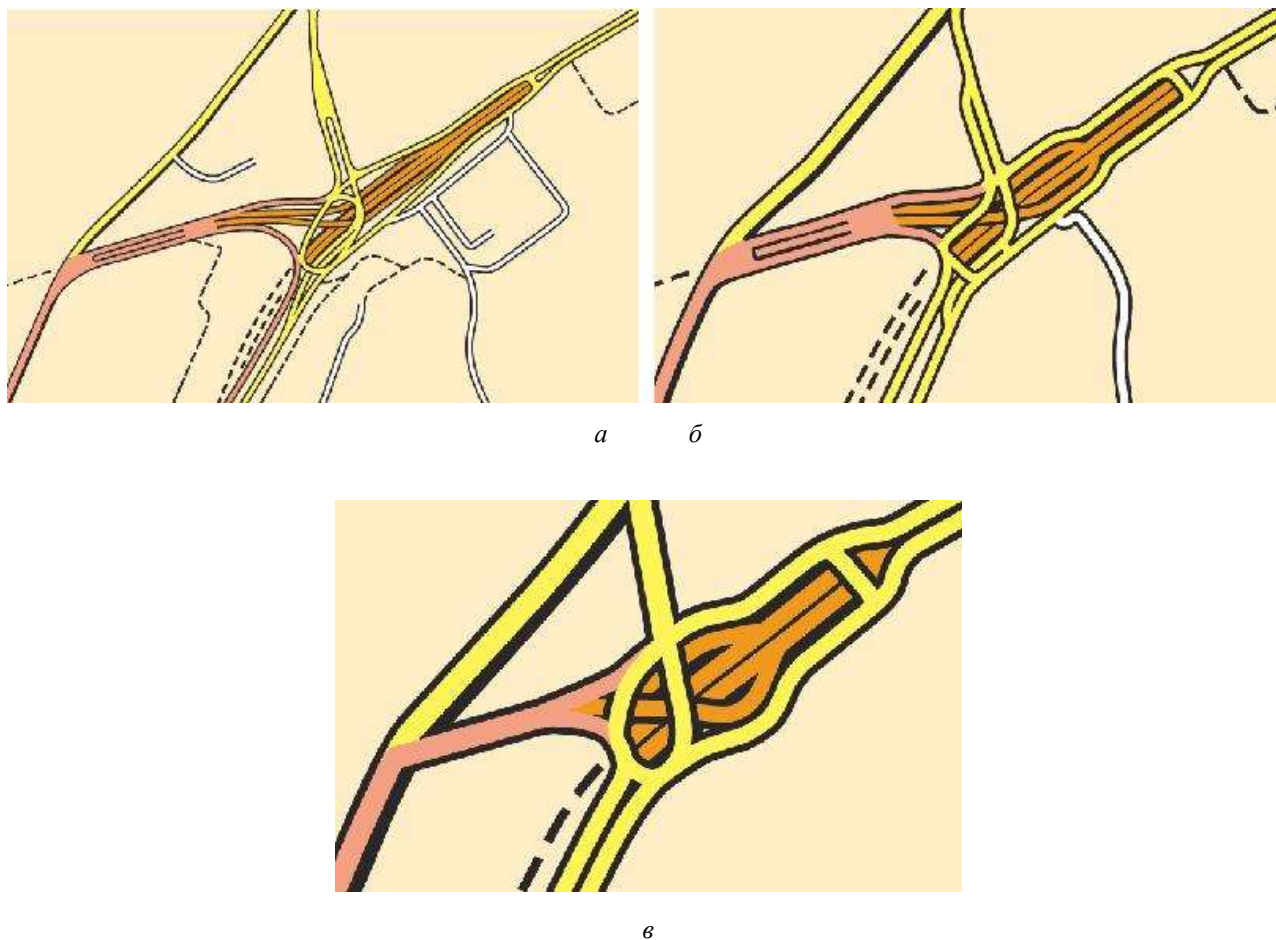


Рис. 60. Ряд генерализации. Дорожная развязка при изображении в масштабах 1 : 25 000 (а), 1 : 50 000 (б), 1 : 100 000 (в)

Изображения дорог с покрытием при длине не менее 5 см сопровождать подписями их технических характеристик. В характеристике указать: для дорог с покрытием – ширина по крытой части и материал покрытия и ширина всей дороги с обочинами; для дорог без покрытия – ширина проезжей части.

#### **Дорожные сооружения и их характеристики**

Из дорожных сооружений на карте показать мосты. Мосты, расположенные на дорогах с покрытием, показать с длины 20 м и более все, мосты длиной менее 20 м показать через существенные препятствия, а также важные для ориентирования. На карте у знаков мостов длиной 20 м и более поместить подписи их характеристики, в которых указать материал постройки, длину и ширину проезжей части моста и грузоподъемность.

#### **Подписи дорог**

У выхода за рамку листа карты условных знаков основных для данного района дорог подписывается их направление. Для указания направления у выхода знака железной дороги и автомобильной дороги с усовершенствованным покрытием подписать собственное название крупного города. Название дать в именительном падеже. При этом рядом с названием подписать расстояние от внутренней рамки листа до соответствующего пункта.



## Рельеф

При изображении рельефа на карте необходимо правильно и наглядно отобразить: морфологические особенности различных типов рельефа; основные формы рельефа и степень их расчлененности; основные орографические линии и характерные точки рельефа (рис. 61).

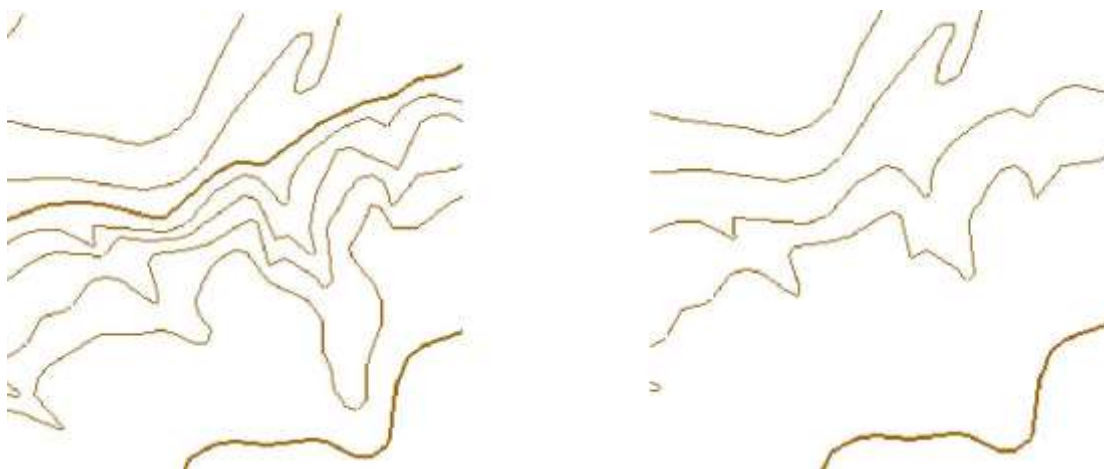


Рис. 61. Генерализация топографической карта.

Показаны горизонтали с высотой сечения 10 метров до выполнения генерализации (а) и после выполнения автоматической выборки изолиний с учетом высоты сечения 20 метров (б). Изолинии частично удалены. На крупномасштабных топографических картах рельеф показывают с сечением 2, 5 или 10 м, на мелкомасштабных – 20, 50, 100 и более метров

Рельеф на карте изобразить горизонталями. Изображение рельефа дополнить отметками высот характерных точек местности, подписями горизонталей. Для изображения рельефа горизонталями применить основные высоты сечения 40 м. Для лучшей читаемости изображения рельефа каждую пятую горизонталь основного сечения утолстить. Дополнительные горизонтали проводить при высоте сечения рельефа, равной половине основного. Они применяются:

для отображения характерных форм рельефа; для изображения рельефа равнинных участков, когда заложение между основными горизонталями будет 4 см и более

При изображении рельефа горизонталями особое внимание обратить на сохранение географического подобия его основных форм. Составление элементов рельефа на карте производить путем отбора и обобщения форм рельефа, показанных на основном картографическом материале. Для показа отобрать наиболее крупные и важные формы и характерные детали, а мелкие, несущественные исключить.

Составление элементов рельефа выполнять по участкам в пределах отдельных орографических форм. Пластичность форм рельефа передать сопряженностью горизонталей, т. е. каждому изгибу одной горизонтали должен соответствовать изгиб соседней горизонтали, иногда несколько видоизмененной формы. На замкнутых горизонталях, а также на изгибах горизонталей в тех местах, где затруднено определение направления склонов, ставить указатели направления скатов (бергштрихи).

### Отметки высот

На карте выделить наиболее характерные точки местности – отдельные горы и хребты, вершины хребтов, низшие точки впадин, долин. На 1 дм<sup>2</sup> поместить 10–15 отметок высот. Подписи отметок высот выдающихся точек местности в количестве четырех-пяти на лист выделить крупным шрифтом.

Подписи значений горизонталей дать в таком количестве и разместить в сочетании с отметками высот точек так, чтобы можно легко и быстро определить высоту той или иной точки местности на любом участке листа карты. В среднем на 1 дм<sup>2</sup> дать 2–5 подписей горизонталей. При размещении подписей горизонталей верх цифр должен быть направлен в сторону возвышения склона.

### Подписи названий объектов рельефа

На карте поместить собственное название горы. Подпись названия отдельной горы приурочить к отметкам высот и расположить справа от отметки. Собственное название должно сопровождаться номенклатурным термином, определяющим род объекта, которое дать в сокращенной форме.

### Растительный покров

На карте показать следующие виды растительности и грунтов:

древесная растительность (рис. 62); кустарниковая растительность; болото; наскальные грунты (пески); травянистая растительность.

При изображении растительности и грунтов необходимо наглядно отобразить: различные типы растительности и грунтов; границы распространения растительности и грунтов;

характер размещения и соотношения площадей различных видов растительного покрова и грунтов и их особенности.

Различные виды растительного покрова изобразить фоновой окраской. Площади, которые не выражаются в масштабе карты, показать немасштабным условным знаком без фоновой окраски. На карте различные виды растительности показать с окомуриванием пунктиров площадей их изображения, за исключением случаев, когда границей участков с различными видами растительного покрова служат объекты, изображаемые линейными условными знаками. Контурь участков растительного покрова обобщить с сохранением подобия их очертаний.

После проведения указанных работ составить вычерченный оригинал, после чего приступить к изготовлению издательского оригинала карты.

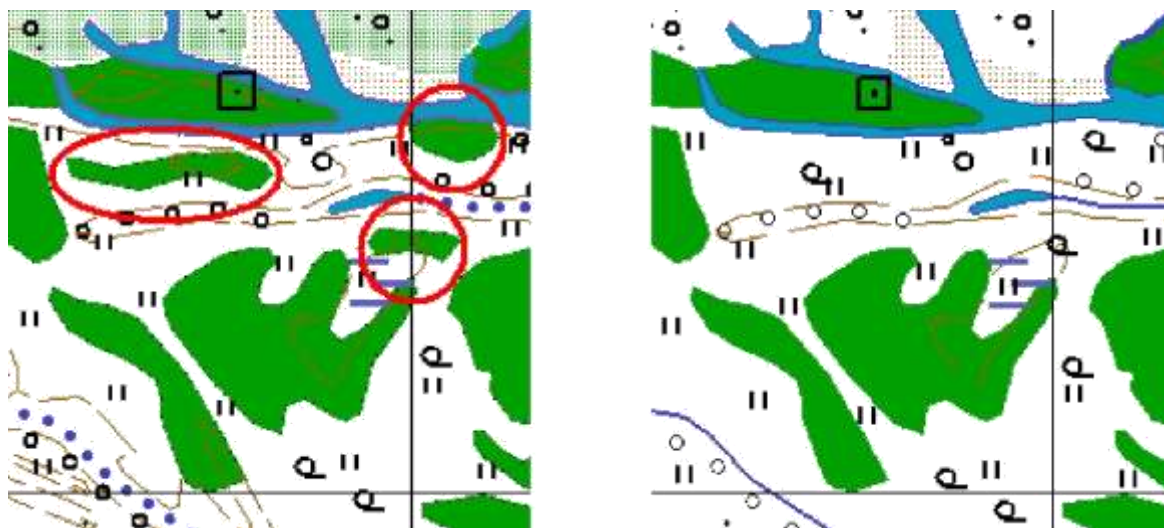


Рис. 62. Леса малой площади до (а) и после выполнения генерализации малых объектов (б). Степень малости длины определяется установленной в параметрах задачи характеристикой

### 3. Литература

Основная:

1. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

2.4 <http://cities-bлаго.ru/учебное-posobie-po-inzhenernoj-geodezii.html>

2.5 <http://geo-book.ru/metposobia.htm>

2.6 Журнал «Геодезия и картография» <http://geocartography.ru>

### Семинарское занятие № 2.8 (4 часа)

Тема: « Виды картографирования»

#### 1. Вопросы к занятию:

1.1 Виды карт

1.2 Принципы классификации

- 1.3 Картографические материалы, используемые в землеустройстве и кадастре  
1.4 Другие картографические произведения

## 2.Задание:

2.1 Ознакомиться с разнообразием карт (общегеографические, тематические, специальные), с картами различной тематики («Природа», «Население», «Промышленность и сельское хозяйство», «Экология», «Рекреация»). Провести анализ их содержания, записать аннотацию. Сравнить с картами административно-территориального деления территории.

**Материальное обеспечение.** Тематические карты разных регионов (рис. 63–84).

### **Указание к выполнению задания**

Записать название карты. Указать масштаб. Рассмотреть общегеографическую основу. Охарактеризовать особенности тематики карты. Какие природные или социально-экономические объекты изображены на ней? Какие качественные или количественные характеристики объектов или явлений приведены на ней?

Какие условные обозначения и способы картографического изображения использованы? Имеются ли текстовые, табличные данные, дополнительные карты, профили, диаграммы и т. п.?

Для решения каких задач можно использовать эту карту? Составить аннотационное описание карт.

В чем преимущество картографического представления материала по сравнению с описательным и табличным?

Провести сравнительный анализ карт разной тематики.

Сформулировать выводы.

Таблица 6

*Содержание карт различной тематики*

Группа карт	№ рисунка	Название карты	Объекты	Процессы или явления
Ботанические				
Геологические				
Геоэкологические				
Гидрологические				
Зоогеографические				
Исторические				
Климатические				

Группа карт	№ рисунка	Название карты	Объекты	Процессы или явления
Медико-географические				
Метеорологические				
Науки и культуры				
Обслуживания и здравоохранения				
Общественных явлений				
Общие физико- географические				
Политико- административные				
Политические				
Почвенные				
Социальные				
Экологические				

### Общегеографические карты



Рис. 63. Карта материков и океанов





Рис. 64. Карта Евразии

### Тематические карты

К тематическим относят следующие карты: климатические, геологические, метеорологические и климатические, гидрологические, почвенные, ботанические, зоогеографические, медико-географические, карты общие физико-географические, карты общественных явлений, карты науки и культуры, обслуживания и здравоохранения, карты политические и политико-административные, исторические, социальные, геоэкологические, экологические и др. Часть тематических карт представлена ниже.

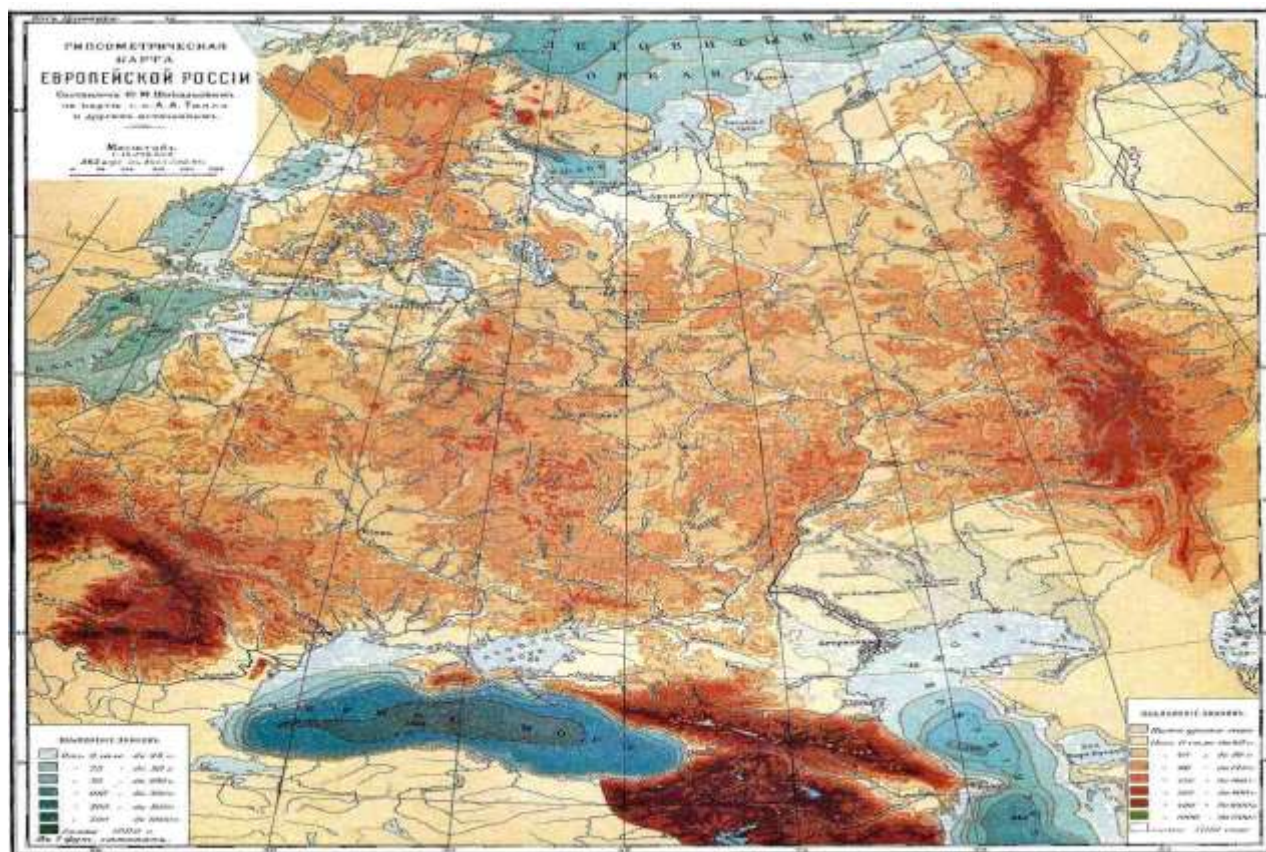


Рис. 65. Гипсометрическая карта рельефа Европейской России





Рис. 66. Гипсометрическая карта рельефа земной поверхности и дна океана



Рис. 67. Топографическая карта США



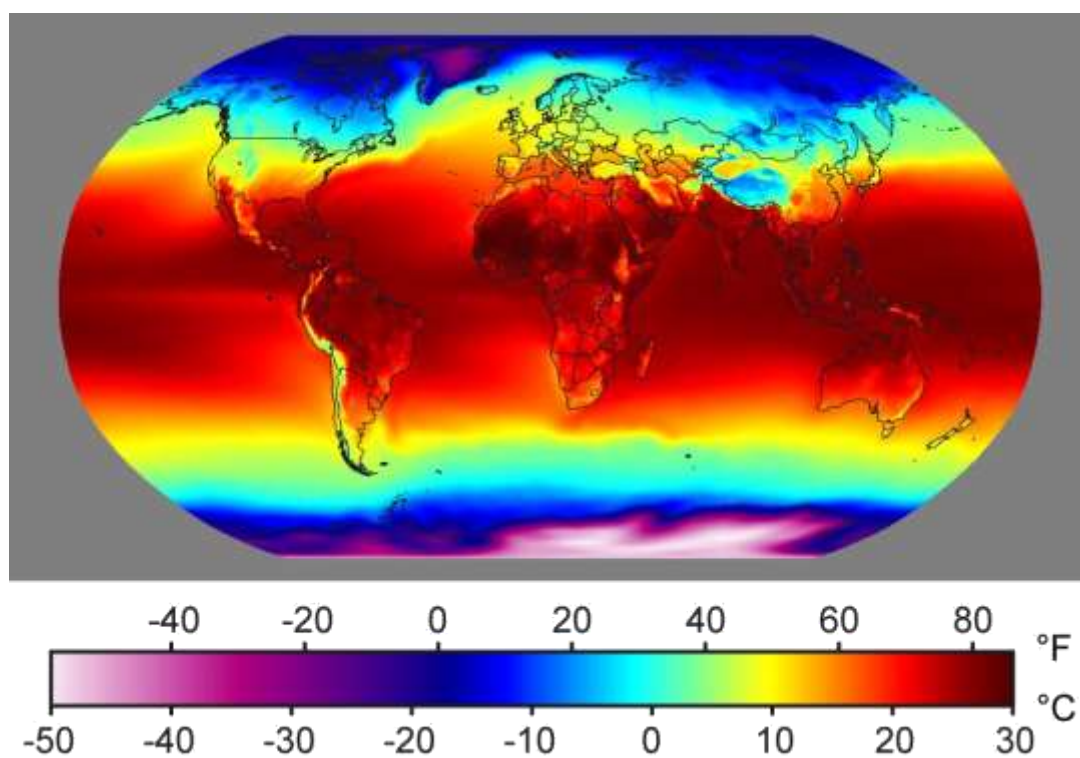


Рис. 68. Среднегодовые температуры в мире (по Цельсию и Фаренгейту)

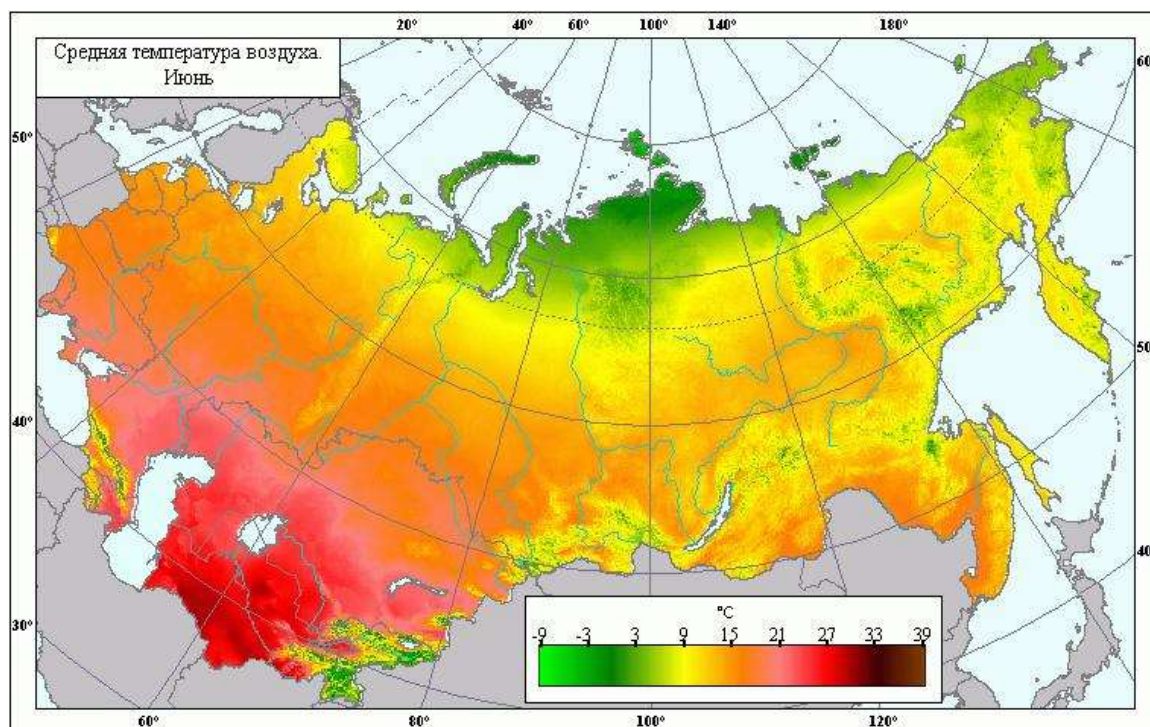


Рис. 69. Среднегодовые температуры июня в России

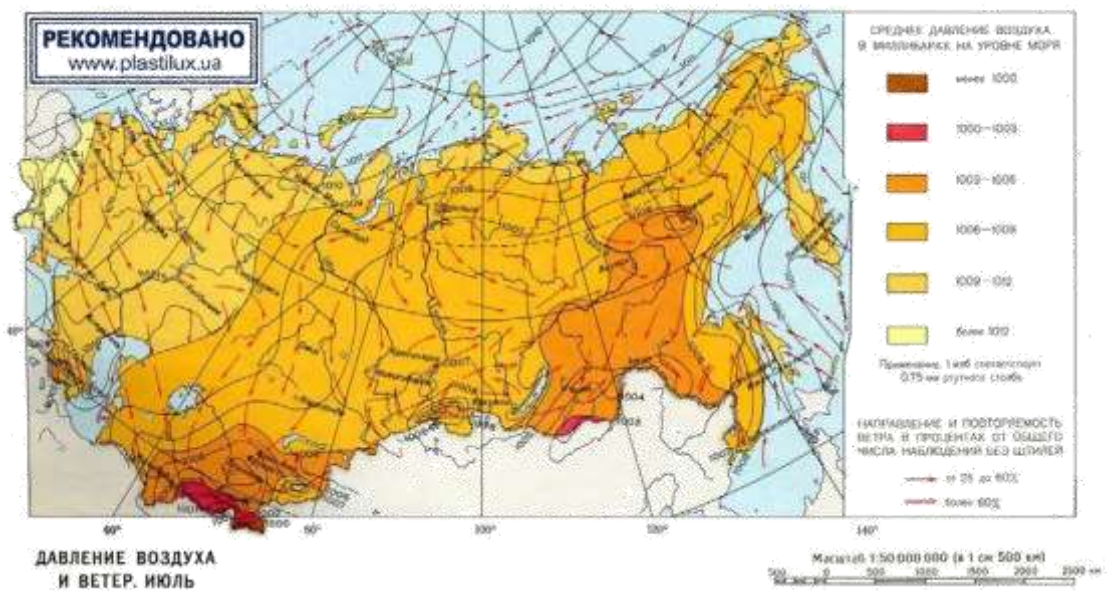


Рис. 70. Агроклиматическая карта районирования давления воздуха и ветра

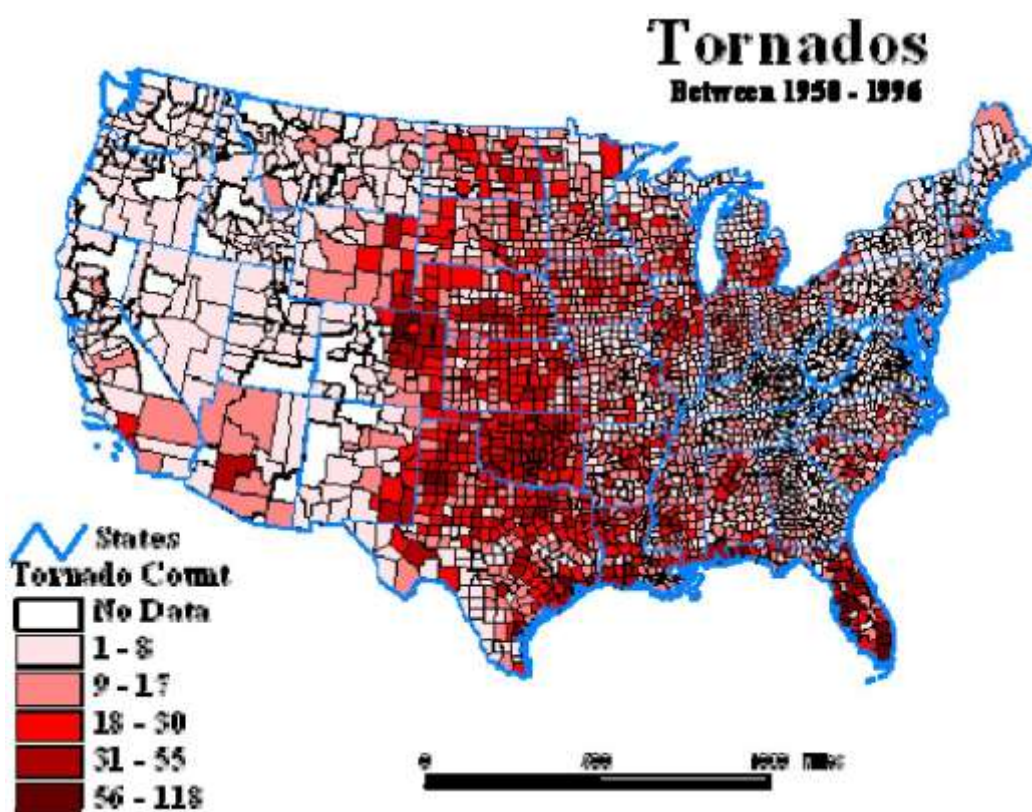


Рис. 71. Частота встречаемости торнадо в разных регионах США



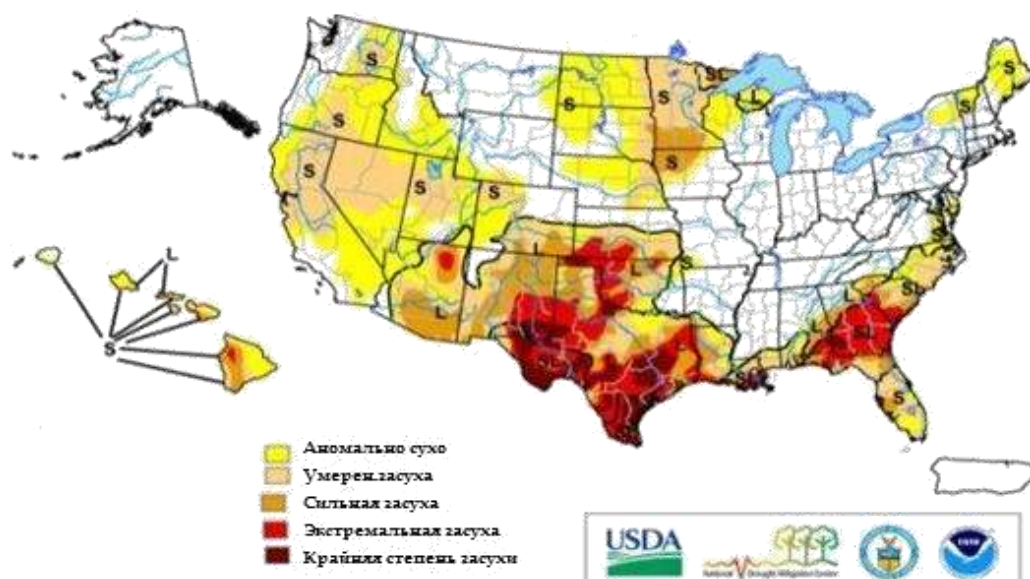


Рис. 72. Мониторинг засухи в США (по данным на 24 января 2012 года)

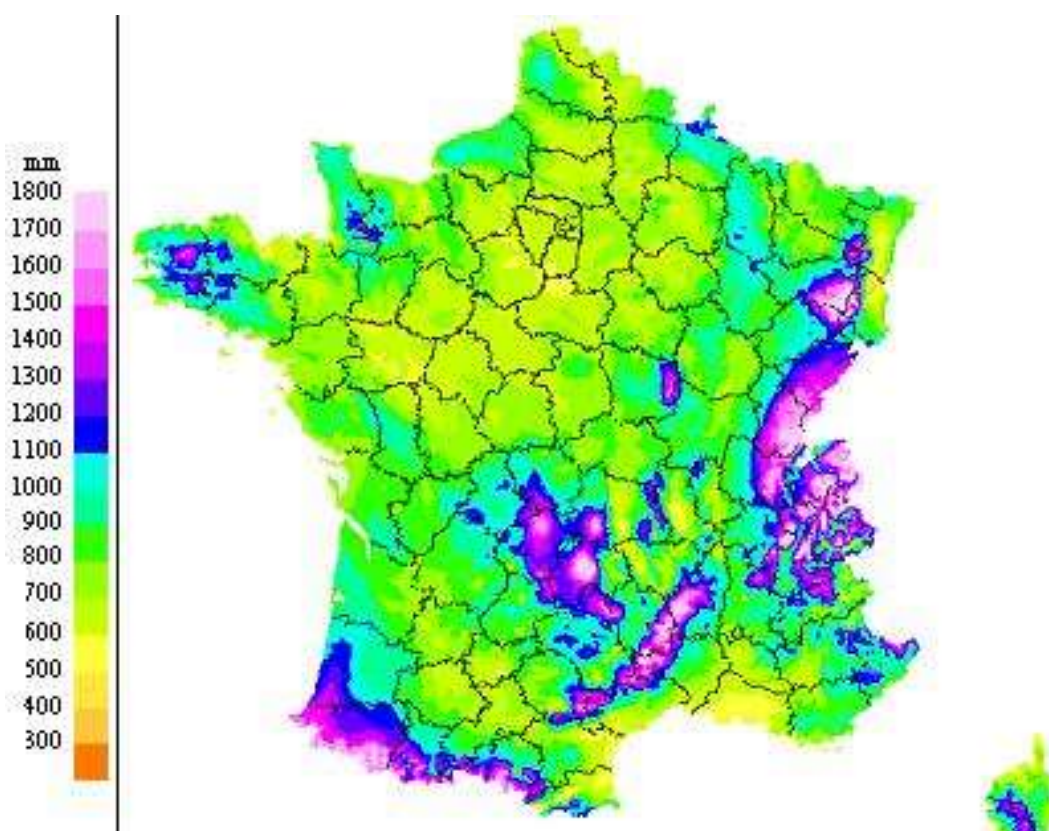


Рис. 73. Карта среднегодовых осадков во Франции





ГОДОВОЙ ХОД АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ И ТЕМПЕРАТУР

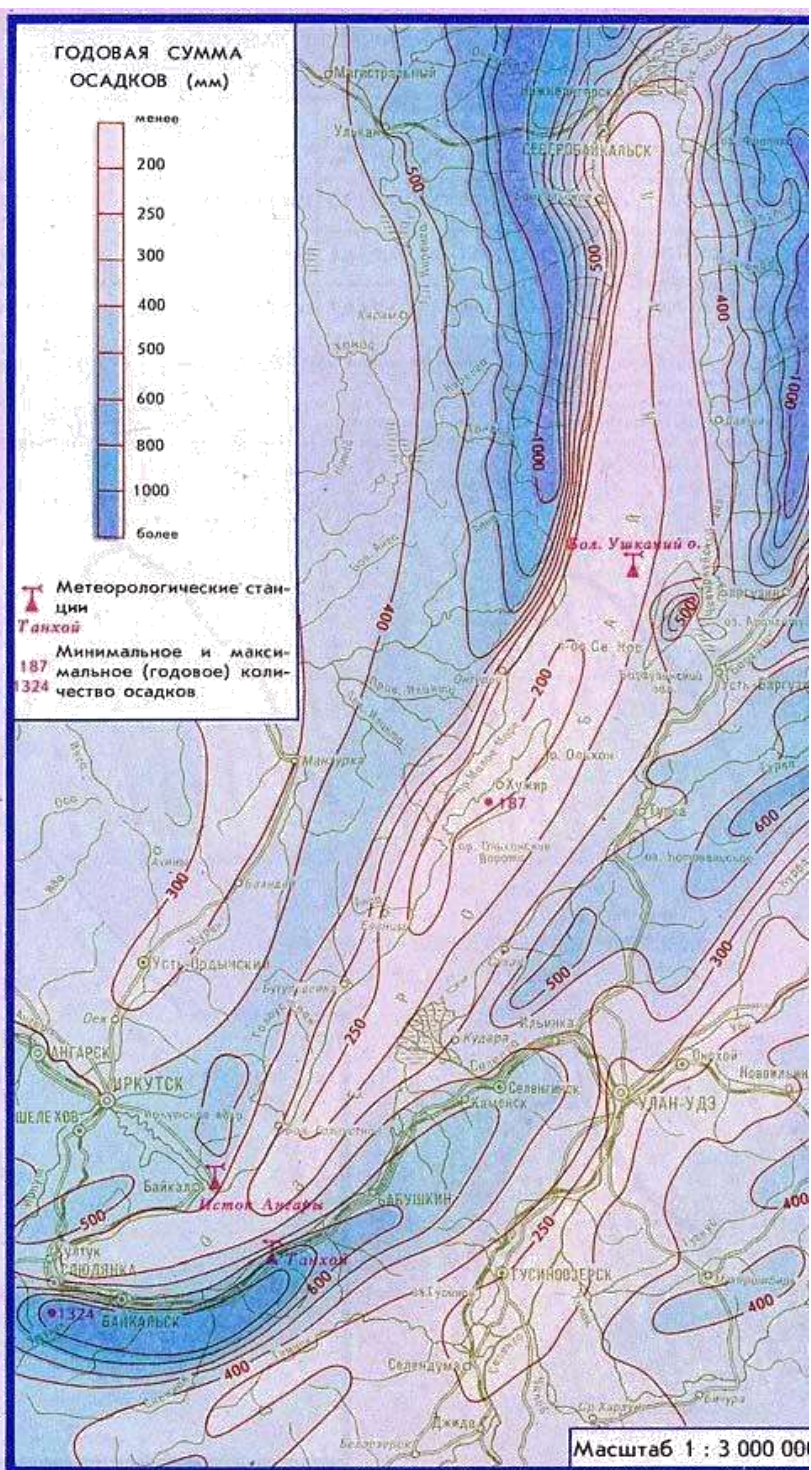
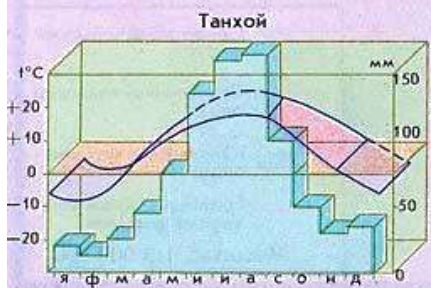
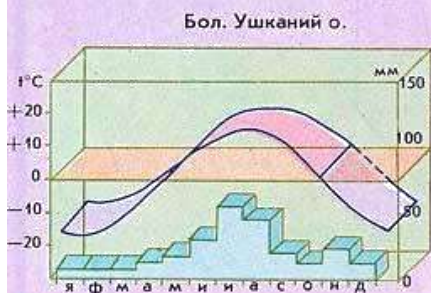


Рис. 74. Распределение атмосферных осадков в районе озера Байкал



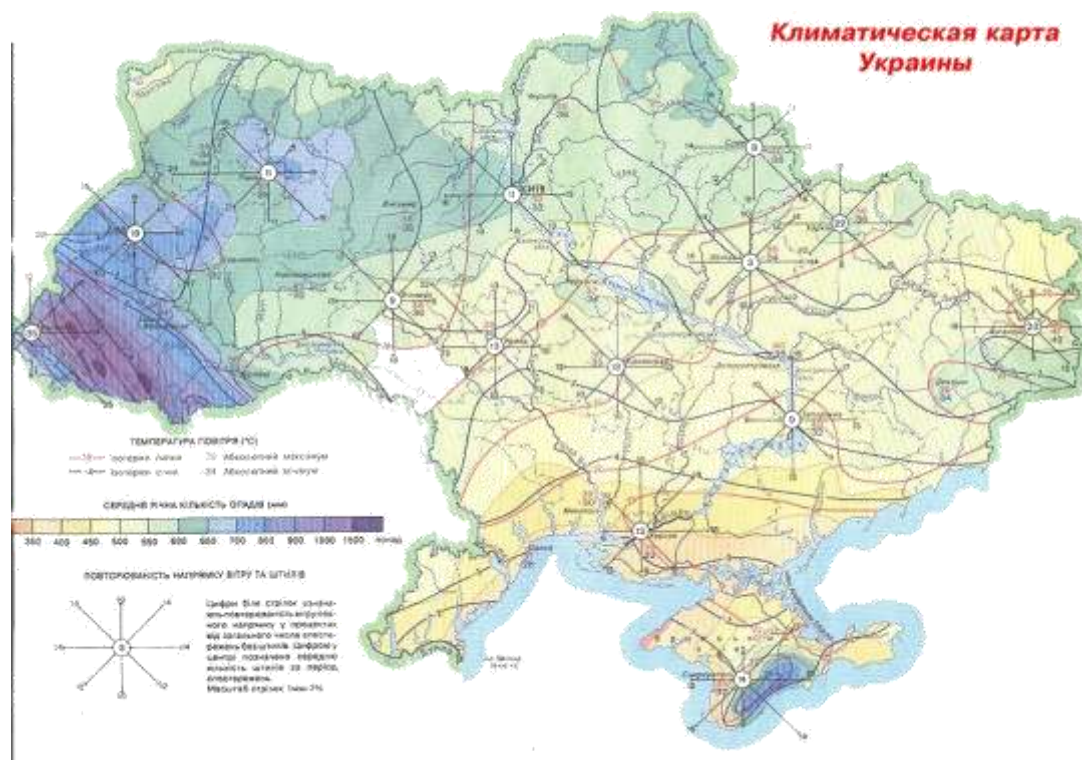


Рис. 75. Климатическая карта Украины

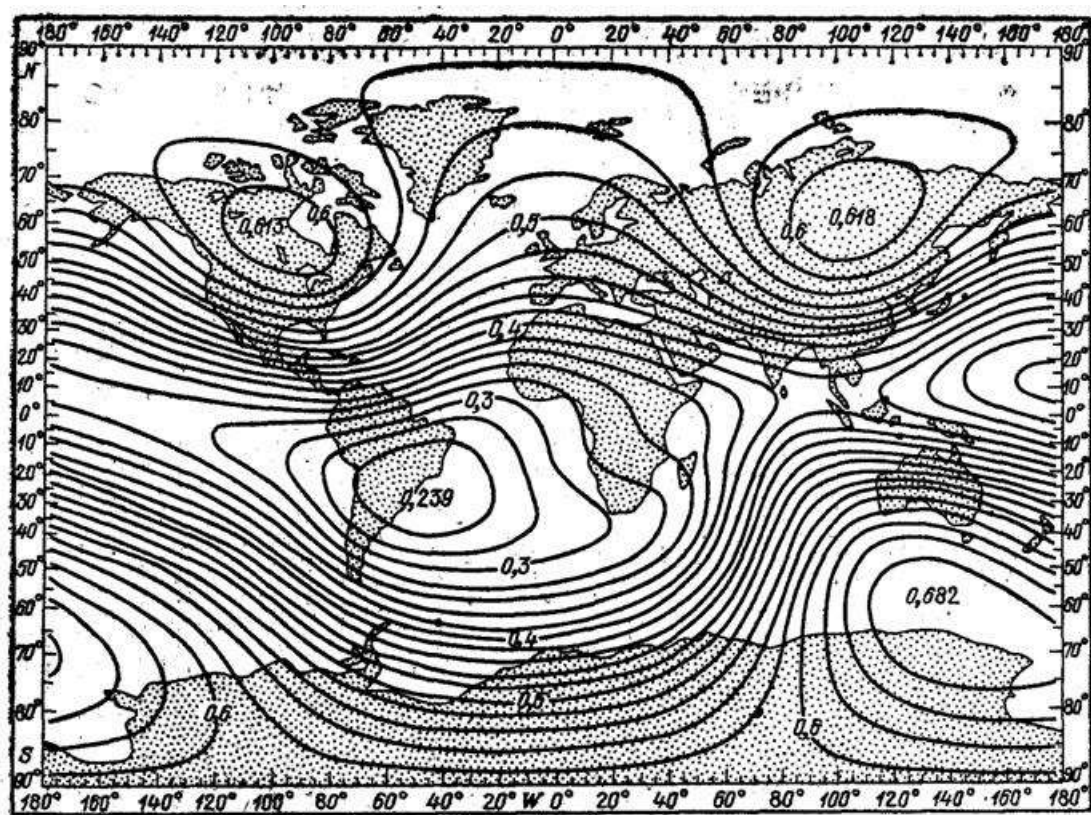
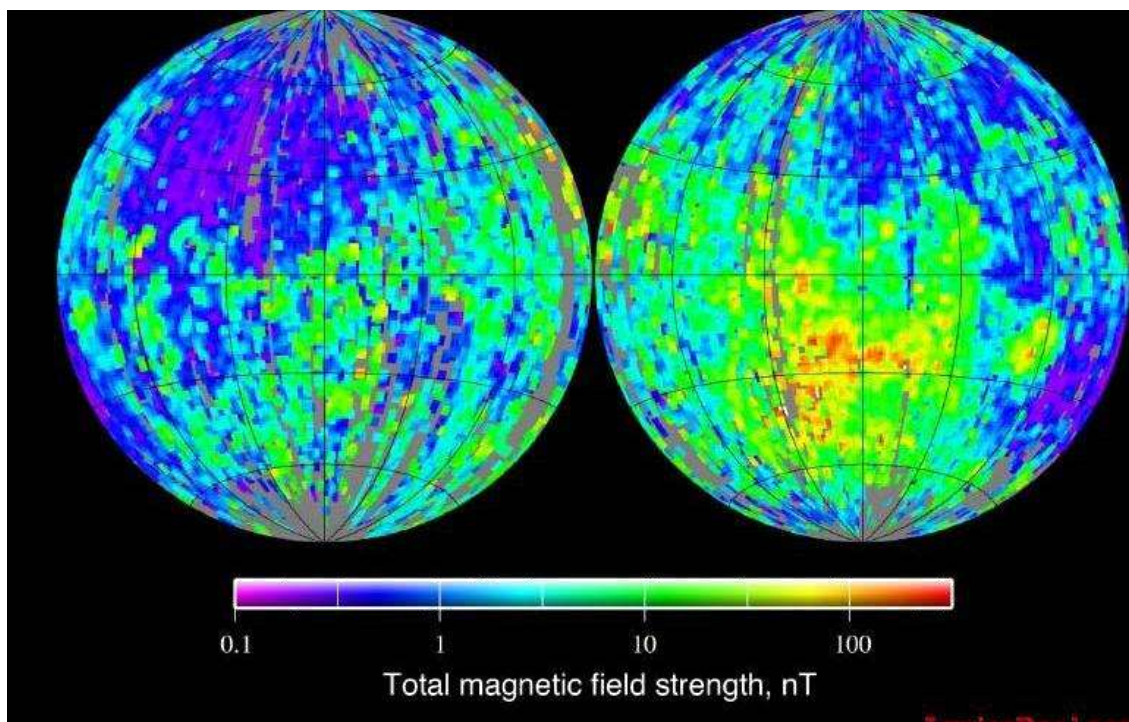
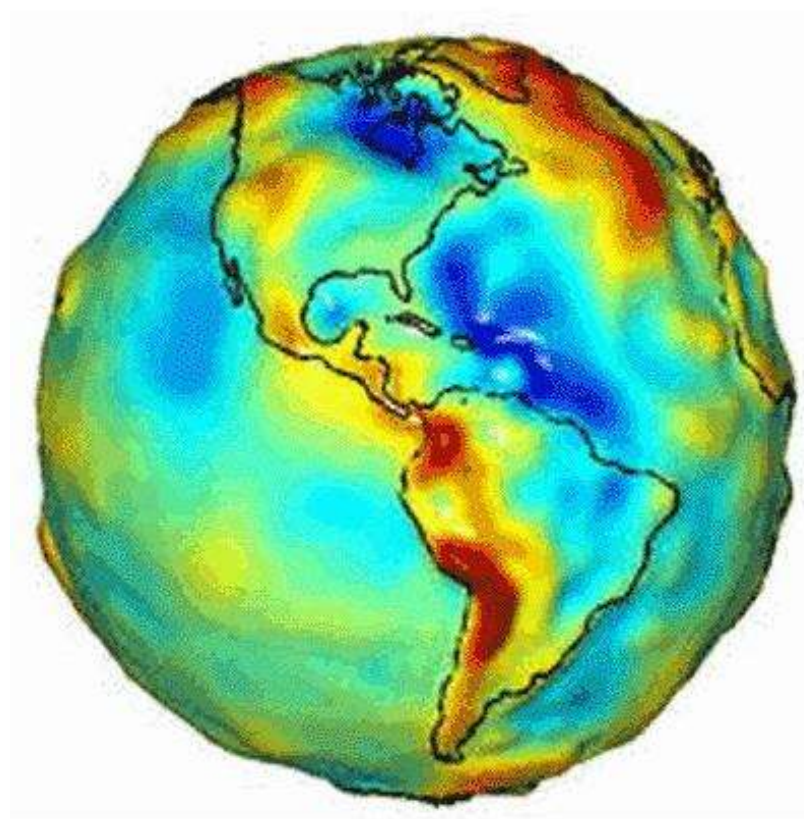


Рис. 76. Изолинии магнитного поля Земли



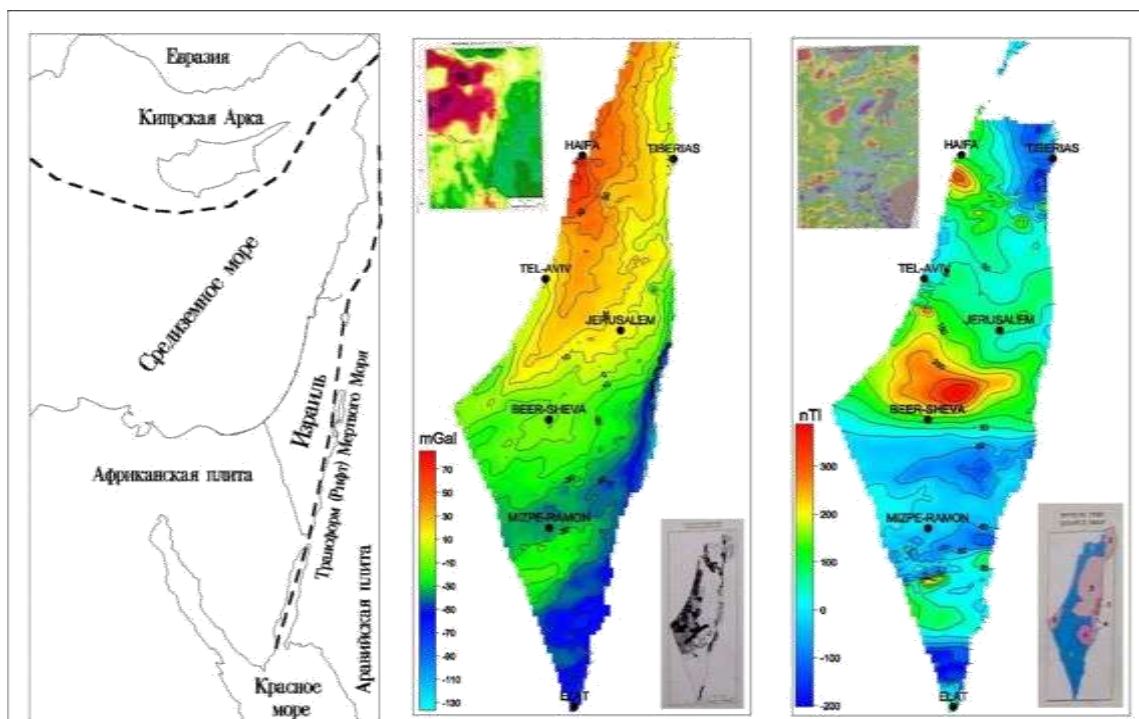


*Рис. 77. Напряженность магнитного поля Земли*



*Рис. 78. Напряженность гравитационного поля Земли*





а

б

в

Рис. 79. Тектоническая позиция территории (а), карта гравитационного (б) и магнитного (в) полей Израиля

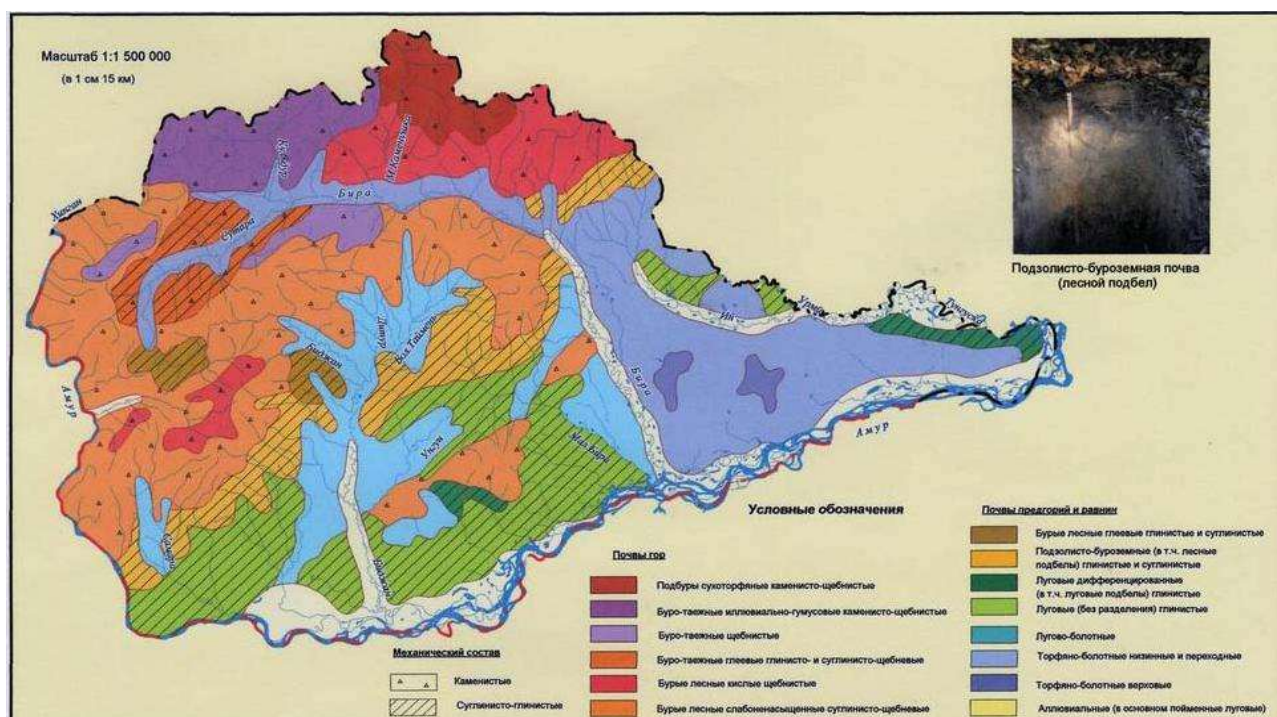


Рис. 80. Карта генетических видов почв восточной части России



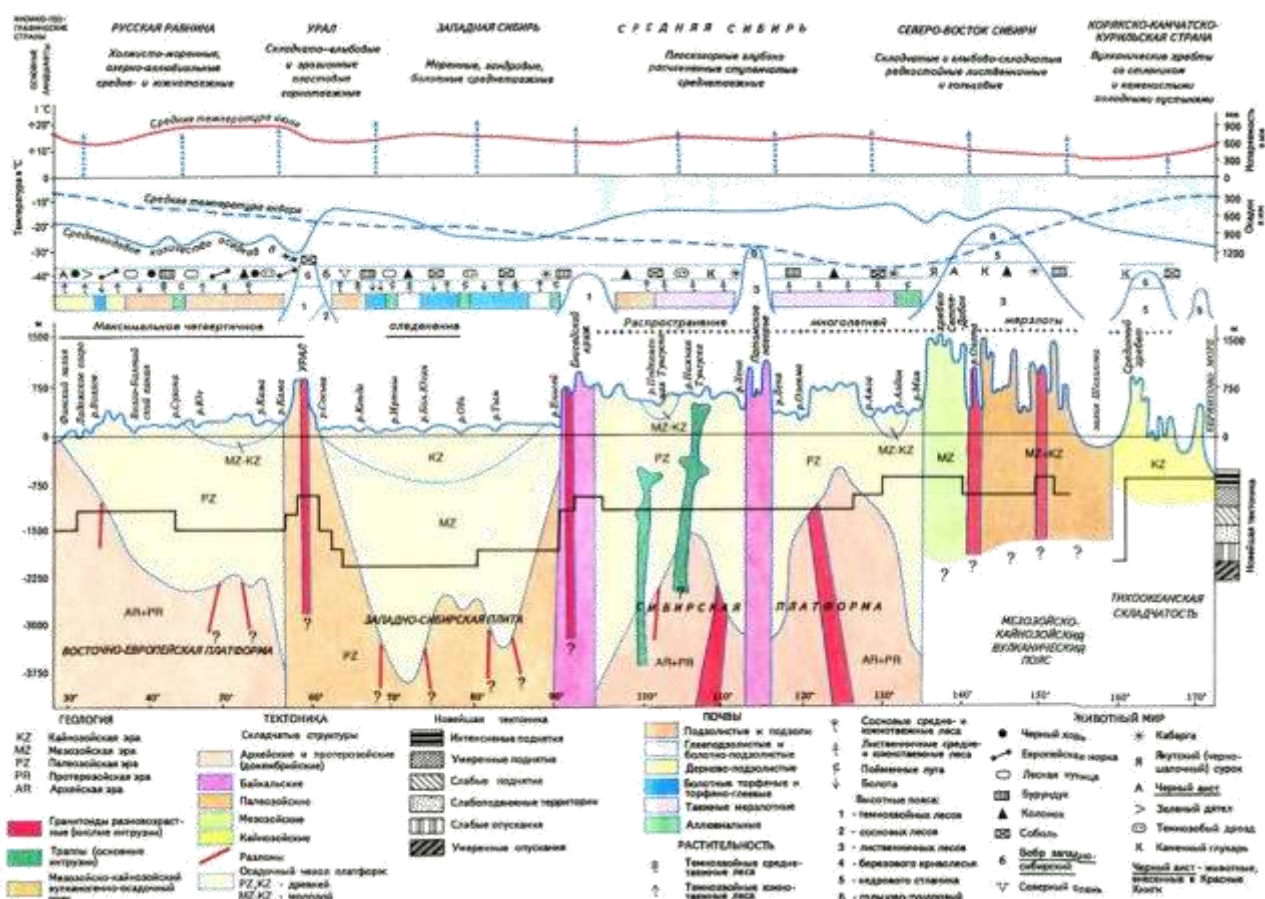


Рис. 81. Карта физико-гидрологического районирования России

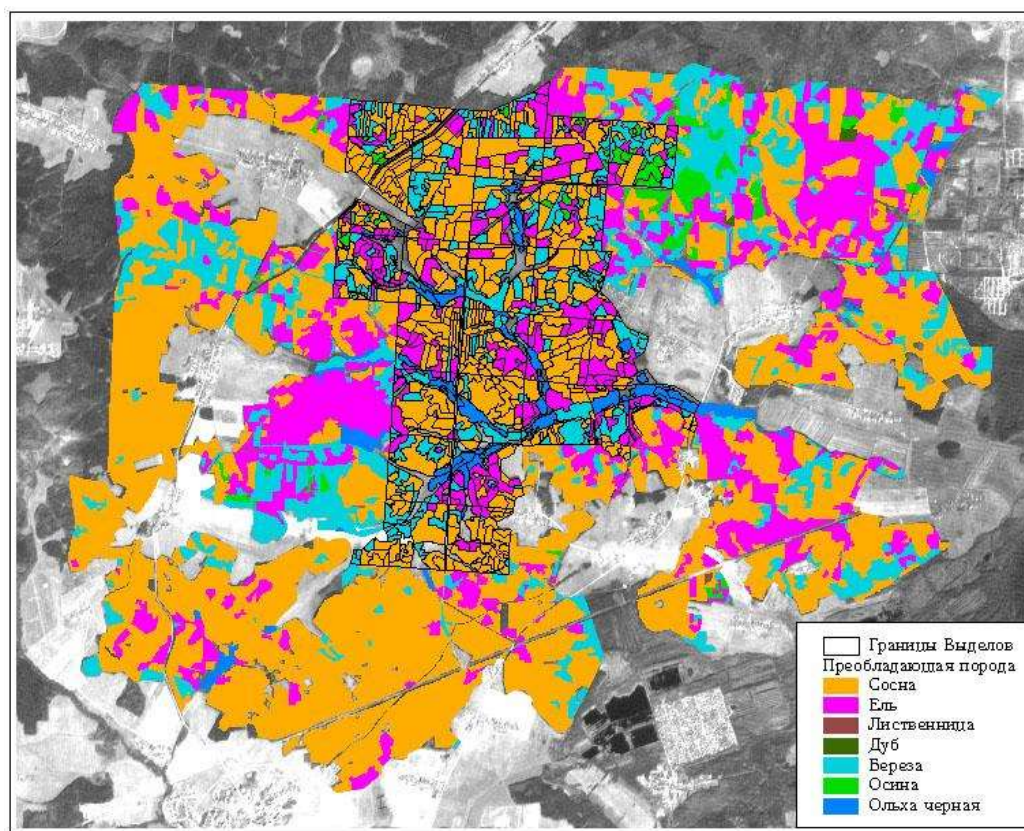


Рис. 82. Лесоустроительная карта





Рис. 83. Карта растительности России

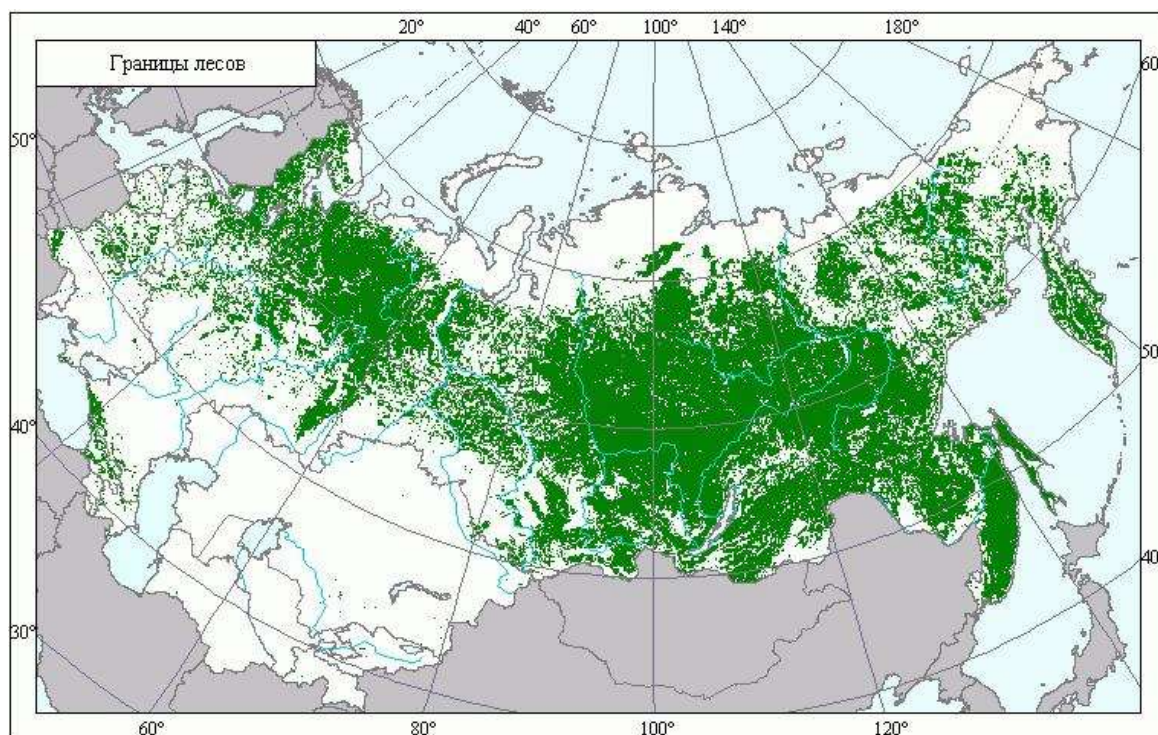


Рис. 84. Леса России и их границы



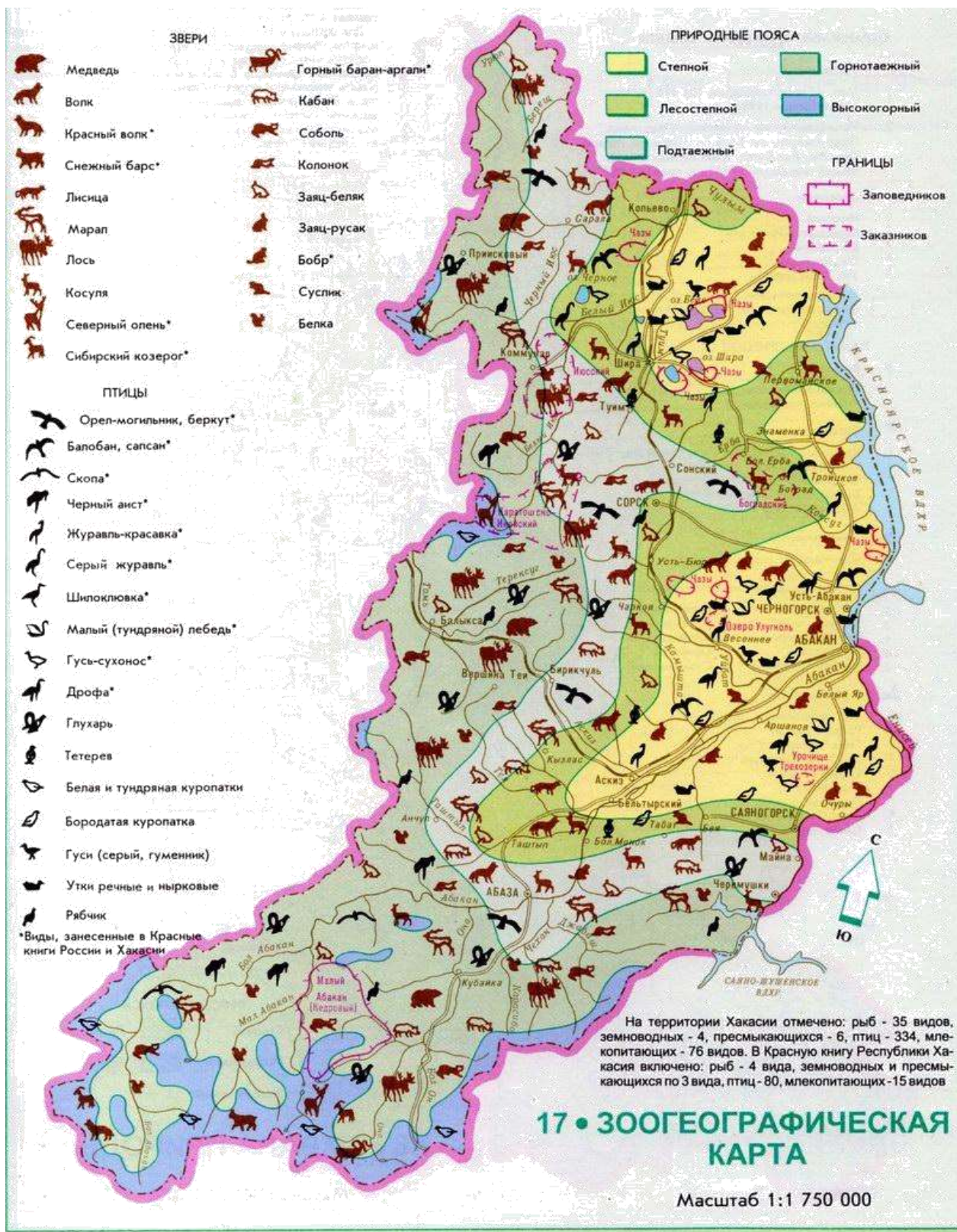


Рис. 85. Зоогеографическая карта Хакасии





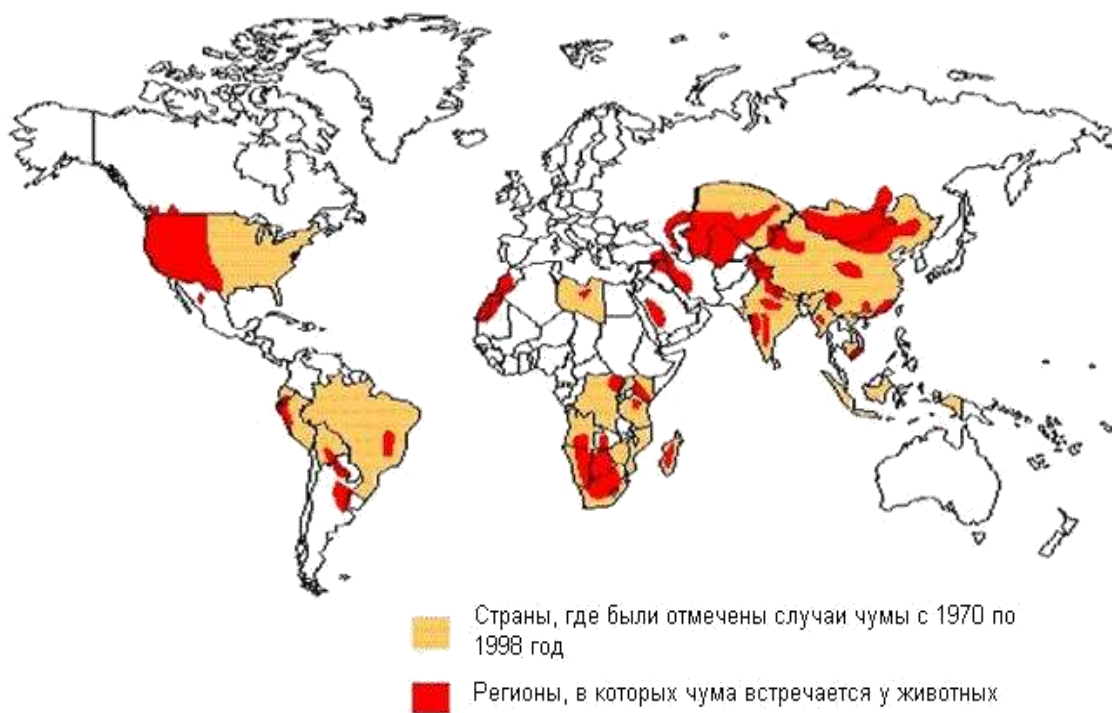


Рис. 87. Ареал распространения чумы у людей и животных

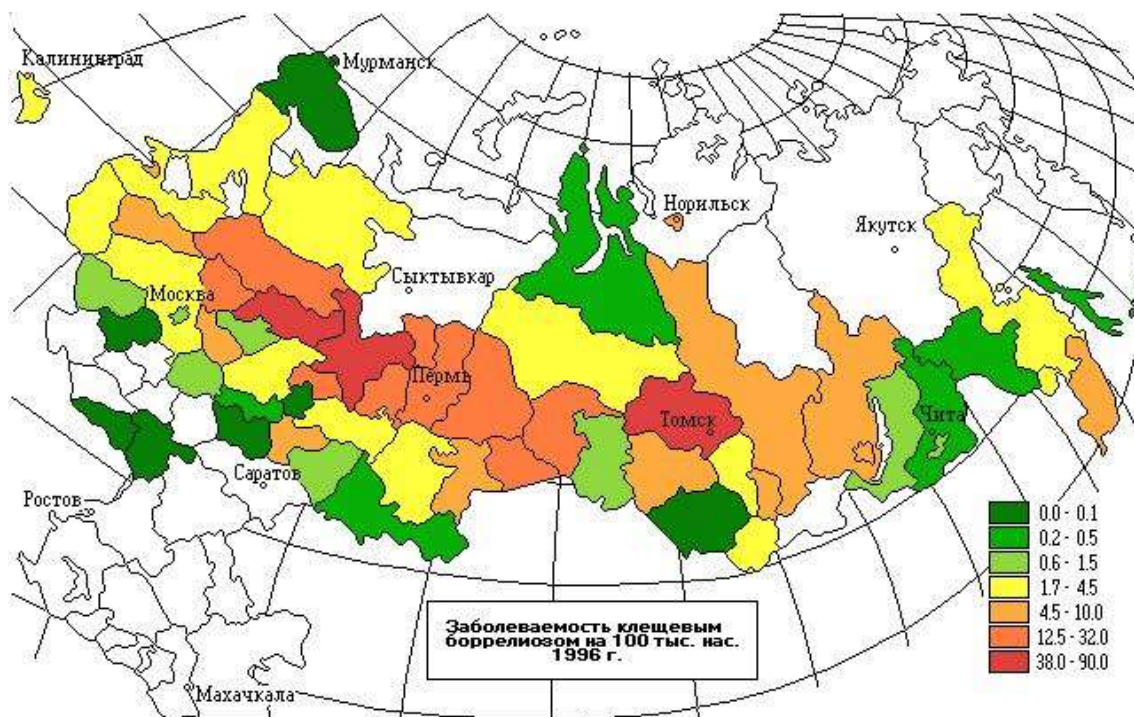


Рис. 88. Ареал болезни Лайма и клещевого энцефалита







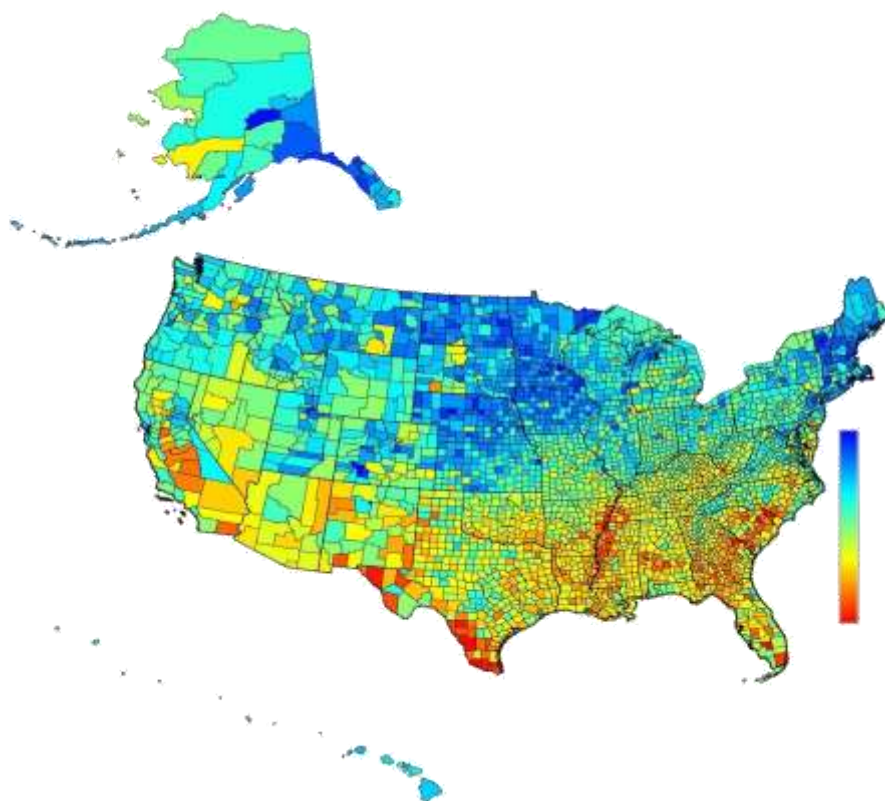


Рис. 91. Карта индекса социальной активности в разных регионах США

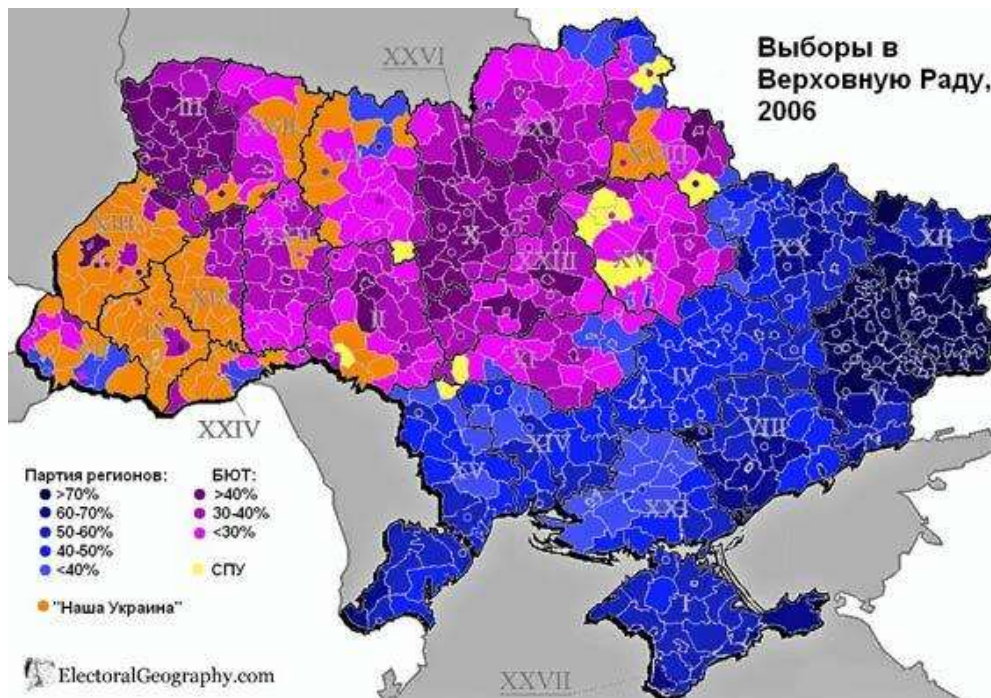


Рис. 92. Выборы в Верховную Раду Украины

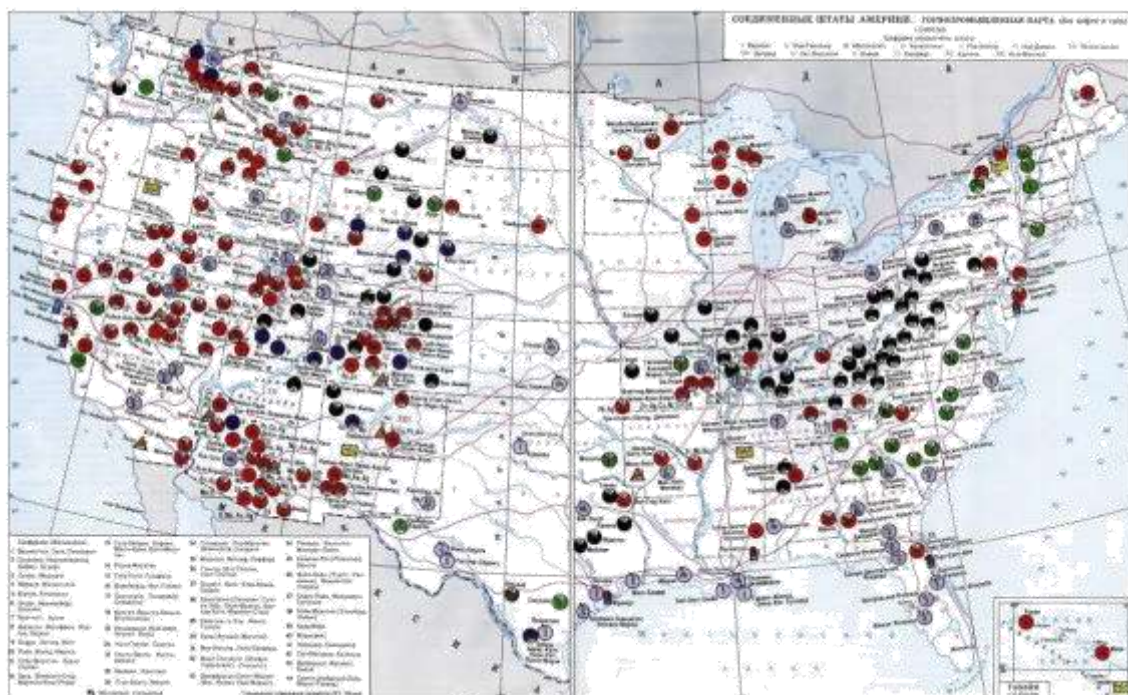


Рис. 93. Горнопромышленная карта США

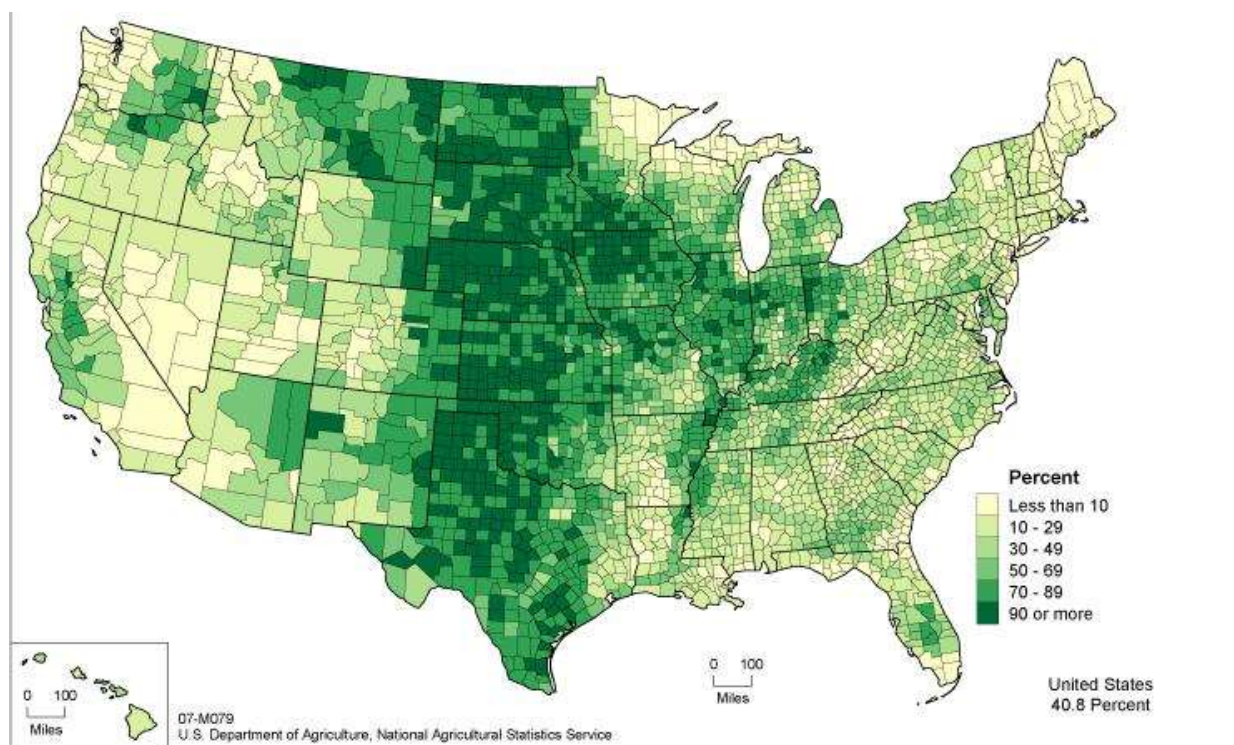


Рис.94. Структура землепользований в сельском хозяйстве США, % (число участков площадью до 10, 10...20, 20...30 акров)





Рис. 95. Экономико-промышленная карта Украины

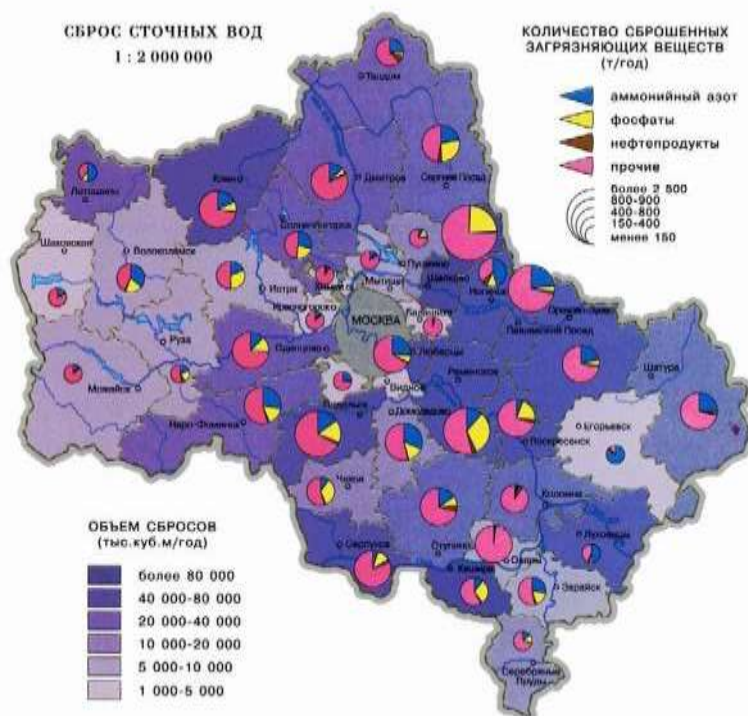


Рис. 96. Сброс сточных вод в реки Московской области



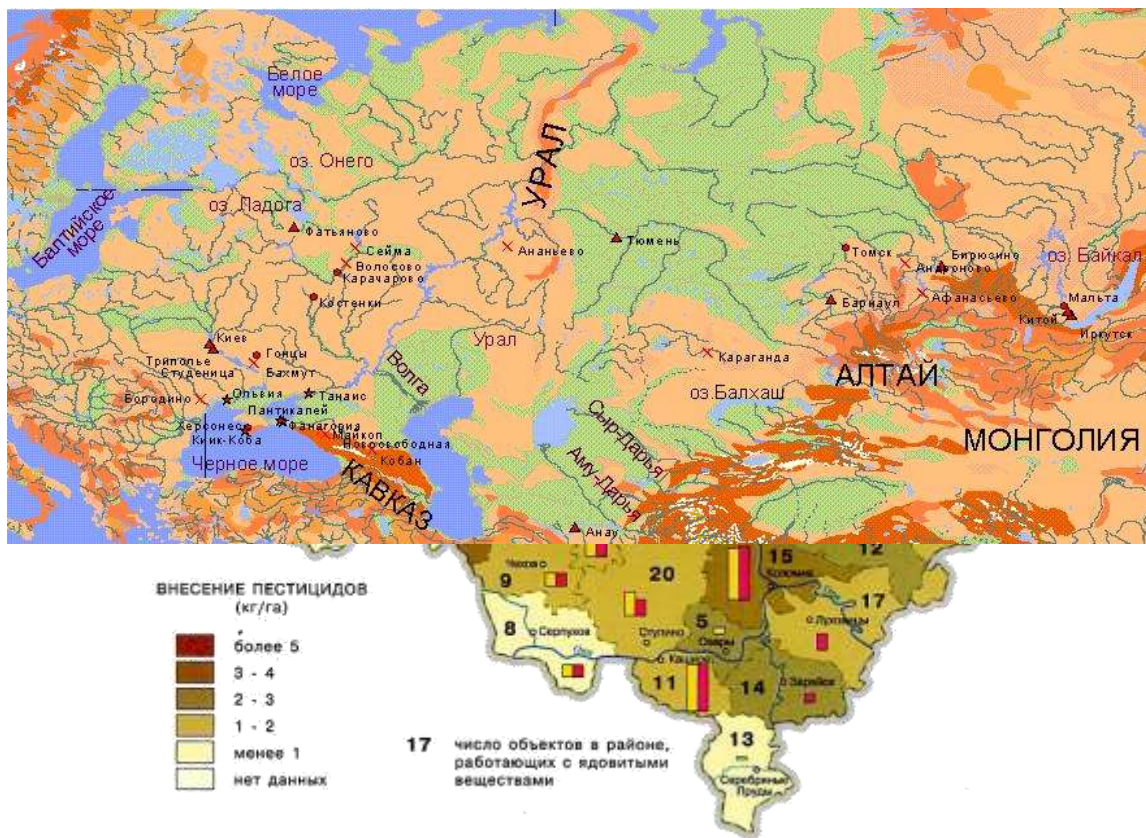


Рис. 97. Карта загрязнения почв Москвы и Подмоскovie пестицидами

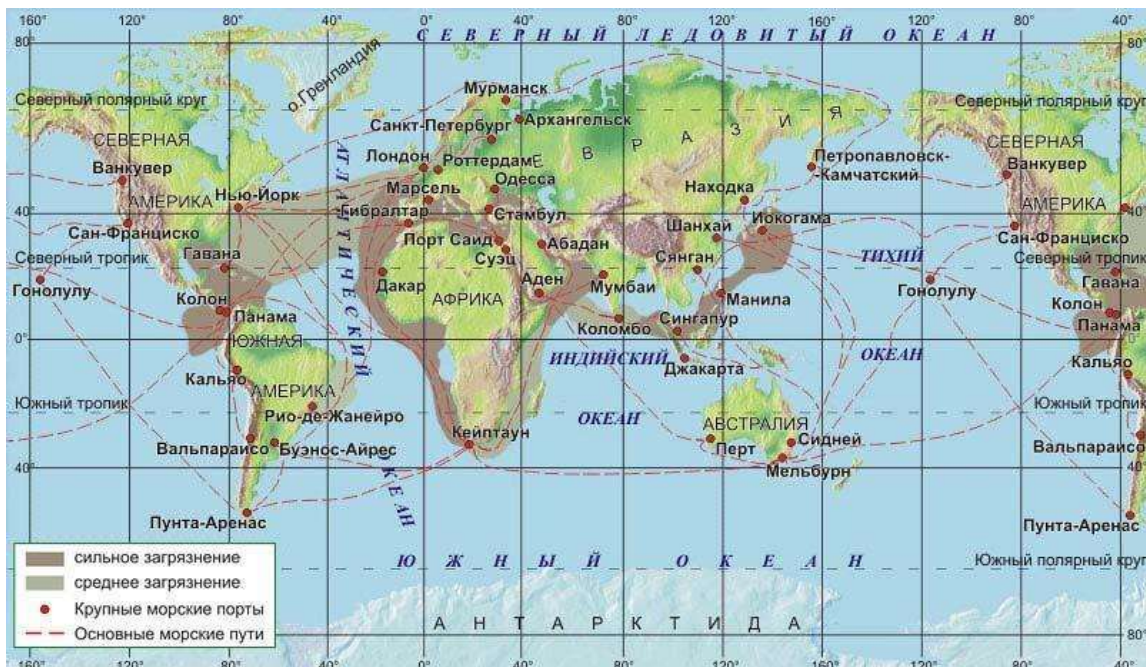


Рис. 98. Нефтяное загрязнение Мирового океана

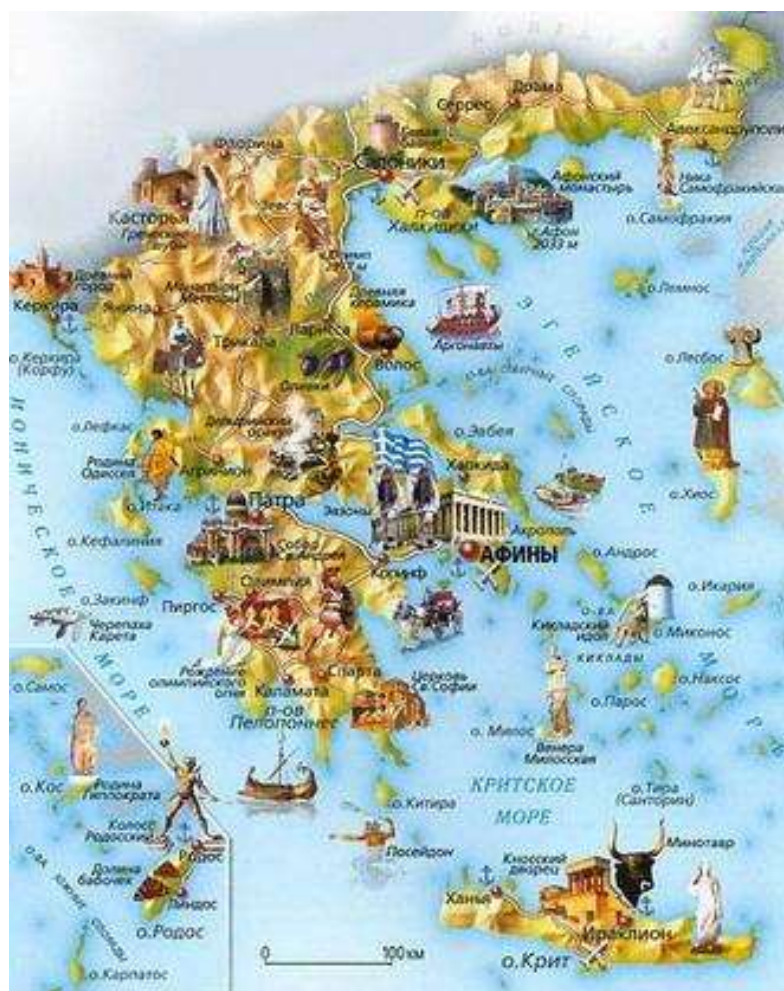


Рис. 99. Карта достопримечательностей Греции

### Семинарское занятие № 2.9 (4 часа)

#### Тема: « Компьютерная картография»

##### 1. Вопросы к занятию:

- 1.3 Компьютерная картография в системе наук и технологий
- 1.4 Теоретические основы компьютерной картографии

##### 2.Задание:

- 2.1 Научиться работать с электронной картой. Выполнить предложенные ниже упражнения.



**Упражнения.** Чтобы узнать вспомогательную информацию об объекте, нужно навести на него курсор и кликнуть один раз левой кнопкой мыши. Над выбранным зданием появится небольшое всплывающее окно, и в левой части сайта загрузится дополнительный информационный блок.

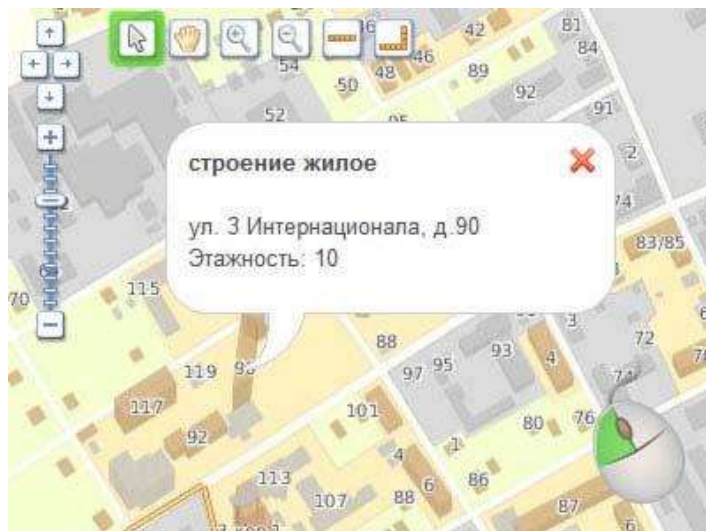


Рис. 100. Поиск информации об объекте на электронной карте

К некоторым зданиям может отсутствовать вспомогательная информация. В таком случае при клике на этот объект ничего не произойдет.

Перемещение по карте осуществляют в двух режимах: «курсор» и «рука», выбрав которые, необходимо нажать левую кнопку мыши в любой области карты и перемещать карту в необходимые стороны, рис. 100, а. Для перемещения по карте можно также использовать специальный блок над масштабной линейкой. Нажатие на любую из кнопок со стрелками плавно переместит карту в выбранном направлении.



Рис. 101. Перемещение карты с помощью мыши (а) и изменение масштаба карты с помощью линейки (б)

Изменить масштаб на карте можно несколькими способами. Один из них – это воспользоваться специальной масштабной линейкой в левой части панели инструментов. Надо зажать левой кнопкой мыши бегунок на линейке и передвинуть его на необходимый уровень. Сдвиг бегунка вверх увеличит масштаб, если сдвинуть его вниз, то масштаб уменьшится (рис. 101, б).

Вращая колесико мыши, можно изменить масштаб карты. Вращение колесика вверх увеличит масштаб, вращение вниз – уменьшает (рис. 102, а). Чтобы увеличить или уменьшить необходимую область на карте, можно воспользоваться специальными инструментами «Увеличить» и «Уменьшить». Выбрав необходимый режим работы с картой, надо зажать левую кнопку мыши и обвести необходимый участок на карте до появления специальной рамки (рис. 102, б).



*Рис. 102. Изменение масштаба произвольной области карты*

В правом нижнем углу основной карты можно вызвать обзорную карту, нажав на специальную кнопку «+». Используя клавиши «+» и «-», можно изменить масштаб карты, а нажимая на стрелки, можно передвигать карту в необходимую сторону.

2.2 Измерение линейных расстояний на карте можно произвести с помощью линейки. Для этого надо выбрать инструмент «линейка», навести курсор на любую точку на карте и кликнуть левой кнопкой мышки. Затем перенести курсор на вторую или конечную точку измерения и кликнуть левой кнопкой еще раз. Рядом с панелью инструментов появится небольшое окно с результатами измерений (рис. 103).



*Рис. 103. Измерение линейных расстояний на карте с помощью линейки*



2.3 Для измерения площади любого объекта на карте необходимо выбрать инструмент «Измерение площади» и, аналогично с измерением линейных расстояний, начать последовательно выбирать точки вокруг того объекта, площадь которого необходимо измерить. Ключевые точки следует выбирать по часовой стрелке (рис. 104).

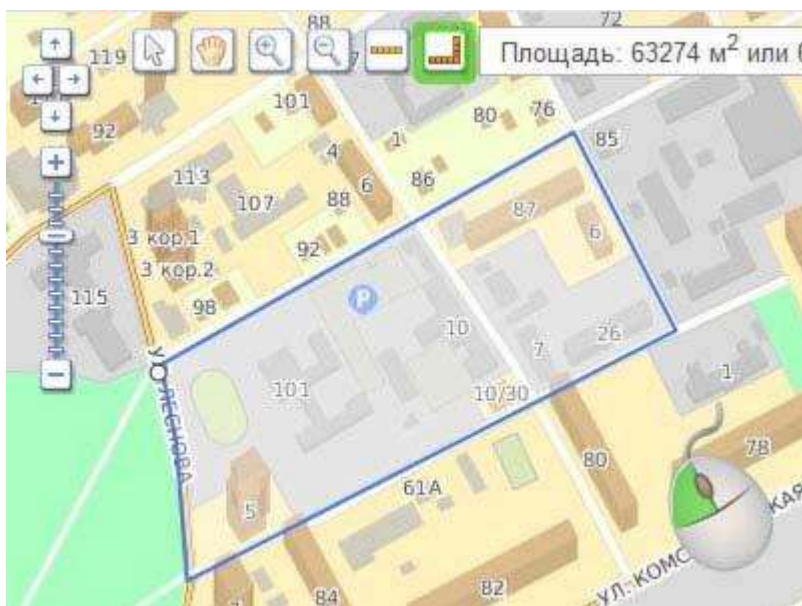


Рис. 104. Измерение площади объектов

## Семинарское занятие № 2.10 (4 часа)

### Тема: «Техническое обеспечение создания карт»

#### 1. Вопросы к занятию:

- 1.5 Компьютерная картография в системе наук и технологий
- 1.6 Техническое обеспечение процессов создания карт
- 1.7 Специализированные картографические программы
- 1.8 Основные этапы и способы компьютерного создания карт

#### 2.Задание:

2.1 Создать рабочий файл. Вычерчивание штриховых элементов гидрографии и рельефа по фрагменту контурной карты

Работа проводится с целью: ознакомиться с интерфейсом и рабочими инструментами программы. Изучить принципы выполнения основных операций над объектами и принципы создания рабочего файла. Научиться читать и вычерчивать элементы гидрографической сети и рельефа.

«Рельеф и гидрография» вычертить основные элементы рельефа, утолщенную горизонталь, выполнить подпись горизонтали, по направлению скатов поставить бергштрихи;

- Вычертить гидрографическую сеть, реки выполнить с плавным утолщением от истока к устью.

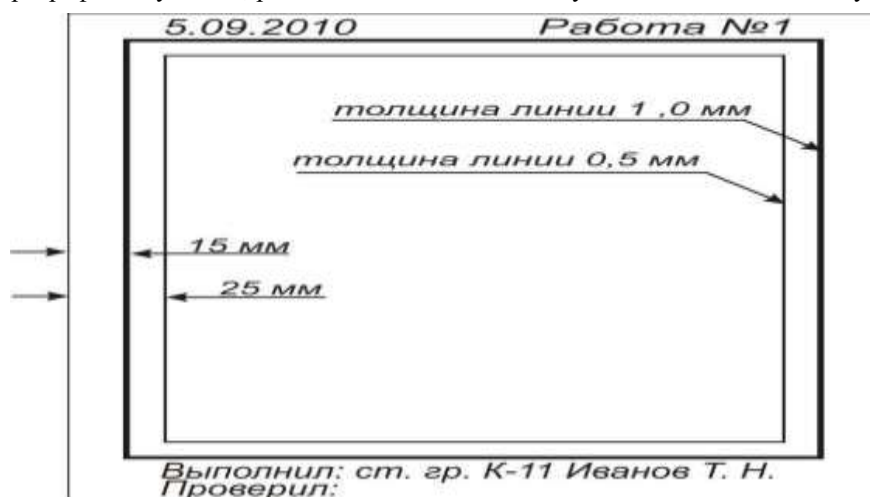


Рис. 105 Образец оформления работы

#### Порядок выполнения работы

Создание рабочего файла, оформление рамки.

1. Открыть в меню **Файл** новый документ.

Настроить для работы панели и задать настройки файла:

а) На **панели свойств** установить:

- Формат рабочей страницы – А4
- Ориентация страницы – книжная
- Единицы измерения – миллиметры

б)Выполнить **привязку к сетке** и задать **шаг** сетки через 5 мм с помощью диалогового окна **Параметры/Сетка**, для этого в меню **Вид** выбрать команду

2. Настройки/Установка сетки и линейки.

Открыть докер **Диспетчер объектов** с помощью меню **Инструменты** и создать в нем слои в следующей последовательности:

- **Рамка** – для оформления работы;

- **Растр** – для размещения растрового изображения;


- **Рельеф** – для выполнения горизонталей;

- **Фон реки** – для выполнения реки в две линии;

- **Реки** – для выполнения рек в одну линию.

3. В слое **Рамка** вы полнить построение внутренней и внешней рамок толщиной 0,5 мм и 1 мм, отступив от края листа по 25 мм и 15 мм соответственно.

Построение рамок осуществляется с помощью **Сетки** и инструмента

**Прямоугольник.** После активизации инструмента следует щелкнуть левой клавишей  на странице документа в месте прикрепления угла рамки и растянуть ее в соответствии с необходимыми размерами (см. рис. 105). Используя **панель свойств** объекта, задать рамкам необходимые толщины линий.

4. Выполнить оформление рамок подписями, как показано на рис. 105. Сначала следует задать единицы измерения шрифта – миллиметры,

которые используются при картографическом черчении. Для этого в меню **Инструменты** выбирают команду **Параметры** и в открывшемся одноименном диалоге, слева, в разделе **Рабочее пространство**, выбирают подраздел **Текст**, а справа, в пункте **Единицы измерения по умолчанию**, выставляют т – миллиметры.

Далее, в режиме, когда ничего не выделено, задают настройки шрифта с помощью инструмента

**Текст:**

- Название шрифта – Arial
- Наклон
- Кегель 5мм

5. Перетянуть слой **Рамка** на **Главную страницу** и отключить слой от редактирования.

**Выполнение рельефа.**

1. В слой **Растр** импортировать растровую подложку – файл **Рельеф и гидрография**.

Расположить растровую подложку симметрично по листу (без сжатия и растяжения), затем отключить слой от редактирования во избежание его сдвигов.

2. Выполнить графические настройки для выполнения основных элементов рельефа.

В режиме, когда ничего не выделено, задать с помощью инструмента **Абрисы** диалогового окна Перо абриса: толщину линии – 0,12 мм, цвет – красно-коричневый, стиль линии – сплошная линия.

3. В слое Рельеф вычертить основные горизонталь инструментом Безье, каждую горизонталь вычертить как отдельный объект толщиной 0,12 мм.

4. Выполнить редактирование и сглаживание узлов горизонталей с помощью инструмента **Форма:**

а) После активизации инструмента **Форма** левой клавишей мыши выделить горизонталь, под лежащую редактированию;

б) В этом же режиме пометить выделенную горизонталь с помощью **выделительной рамки** (с целью одновременного редактирования всей группы узлов горизонталей);

в) На **панели свойств** выполнить команды редактирования типов узлов посредством изменения типа сегмента. Сначала следует выполнить команду **Преобразовать линию в кривую**, затем выполнить сглаживание узлов с помощью команд **Сделать узел перегибом**, **Сгладить угол**, **Сделать узел симметричным**.

Эти команды можно вызвать и с помощью **контекстного меню**. Дополнительное редактирование формы горизонталей осуществляется также при использовании инструмента **Форма**, здесь можно выделить следующие приемы:

- Перемещение узлов курсором мыши;
- Модификация кривизны сегмента посредством изменения длины управляющей линии узла;
- Удаление или добавление новых узлов.левой клавишей мыши указывают положение узла и выполняют команду **Добавить узел** или **Удалить узел**. Узел можно удалить или добавить и с помощью двойного щелчка левой клавишей мыши.

5. Выполнить дополнительную горизонталь толщиной 0,12 мм и задать ей стиль – прерывистая линия длиной 5 мм с промежутком 1 мм. Для этого следует создать новый стиль линии в диалоговом окне **Изменить стиль**, которое открывается через диалог **Перо абриса** с помощью команды **Изменить стиль**

- Проставить берг штрихи по направлениям скатов склонов. Длина бергштриха – 1 мм.

6. Выполнить утолщенные горизонталь. Для этого каждой пятой горизонтали следует задать толщину линии 0,25мм.

7. Подписать горизонталь, используя инструмент **Текст**

- Для подписи использовать шрифт – Arial (наклон), кегель – 3 мм.
- Подпись поставить в разрыве горизонталей основанием в сторону понижения рельефа (см. подразд. 1.6).
- 8. Фрагмент горизонталей можно удалить с помощью инструмента **Ластик**, который является частью группы инструмента **Обрезка**

9. Отключить слой от редактирования

**Выполнение гидрографии.**

1. Задать графические настройки: толщина линии – 0,1 мм, цвет – синий, стиль – сплошная линия.

2. В слое Фон реки выполнить элементы реки в следующем порядке:

- Вычертить береговую линию главной реки (в две линии) в виде замкнутого контура;
- Остров вычертить как замкнутый контур и задать ему заливку белого цвета;
- Задать заливку реки светло-синего цвета;
- Отключить слой от редактирования.

- Активизировать слой **Реки** и вычертить остальные элементы гидрографической сети. Сначала выполняются главные реки, затем их притоки. Каждую реку и каждый приток следует вычерчивать как отдельный объект.

- Выполнить сглаживание узлов инструментом **Форма**.
- Выполнить постепенное утолщение рек от истока к устью, для этого следует разбить речку на несколько объектов (как показано на подложке) с помощью инструмента **Форма** и команды **Сломать кривую**. Задать каждому объекту последовательно толщину линии от 0,1 до 0,5 мм (с шагом 0,1 мм).  
Чтобы разбить речку на несколько объектов, необходимо:
  - а) Активизировать инструмент **Форма** и подвести курсор к узлу реки, где предполагается сделать разрыв. Когда курсор примет вид большой черной стрелки, щелкнуть левой клавишей мыши, на месте щелчка появится черный квадратный маркер. Затем на **панели свойств**, ставшей активной, выполнить команду **Сломать кривую**;
  - б) В меню **Упорядочить** выполнить команду **Разъединить кривая**.
 В результате река будет поделена на два объекта, одному из которых следует присвоить необходимую толщину линии. Далее отдельные части реки (разной толщины) следует выделить и сгруппировать с помощью команды **Сгруппировать**, расположенной на **панели свойств** или в меню **Упорядочить**
  - Вычертить рамку оформления, ограничивающую изображение фрагмента карты, сплошной линией черного цвета, толщиной 0,7 мм.
  - Отключить от видимости слой **Распр** с помощью докера **Диспетчер объектов**.
  - Сохранить созданный файл в рабочей папке группы.

## Семинарское занятие № 2.11 (4 часа)

### Тема: «Топографические карты и планы»

#### 1. Вопросы к занятию:

- 1.1 Понятие о карте. Общие сведения
- 1.2 Масштабы топографических планов и карт
- 1.3 Условные знаки планов и карт
- 1.4 Номенклатура топографических карт

Работа в малых группах — это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем студентам возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия).

#### 2.Задание:

2.1 Ответить на следующие вопросы:

- Что такое карта, план?
- Чем карта отличается от космоснимка?
- Что такое космокарта?
- Какие уровни пространственного охвата возможны в картах?
- Кто и для каких целей использует карты различного пространственного охвата?
- Какие объекты и явления характерны для карт различной тематики?
- Поставьте в нужной последовательности слова: район, регион, планета, город, страна, штат, область.

2.2 Назвать следующие масштабы:

1 : 25; 1 : 50; 1 : 100; 1 : 500; 1 : 1 000; 1 : 2000; 1 : 25000; 1 : 50 000; 1 : 100000; 1 : 200 000; 1 : 300000; 1 : 500000; 1 : 500000; 1 : 1000000; 1 : 5 000 000

2.3 Рассчитать, во сколько раз расстояние на местности больше расстояния на карте при масштабе 1 : 1000; 1 : 10 000 ?

2.4 Заменить именованный масштаб численным:

в 1 см 5 см; в 1 см 50 м; в 1 см 250 м; в 1 см 3 км; в 1 см 500 км.

2.5 Определить масштаб карты, если 5 см на карте соответствуют 1, 10, 100 км?

2.6 Дать качественную и количественную оценку масштабу карт с рис. 104.

2.7 Найти численные масштабы для следующих именованных:

В 1 см — 1 м; в 1 см — 10 м; в 1 см — 100 м; в 1 см — 1 км;

В 1 см — 5 м; в 1 см — 50 м; в 1 см — 500 м; в 1 см — 5 км.

2.8 Определить, чему равны расстояния на местности, если:

а) на карте масштаба 1 : 10 000 они следующие: 2,15 см; 3,75 см; 7,54 см; 10,62 см; 15,91 см; 26,8 мм; 45,8 мм; 63,4 мм; 88,8 мм

в) на карте масштаба 1 : 500 000 они следующие: 4,8 мм; 14,4 мм; 23,1 мм; 43,8 мм; 76,9 мм; 4,9 см; 5,7 см;



23,4 см; 42,6 см; 93,5 см.



Рис. 106. Карта Northampton Square

2.9 Определить предельную точность следующих масштабов: 1: 100; 1: 5000; 1: 10 000; 1: 200 000; 1: 500 000; 1: 500; 1: 2000; 1: 25 000; 1: 100 000; 1: 1 000 000

Предельной точностью масштаба называют длину отрезка на местности, которая на карте соответствует отрезку в 0,1 мм.

2.10 Определить масштабы карт, если предельная точность равна 5 м; 10 м; 50 м; 2,5 км; 5 км; 10 км.

2.11 Какие карты называются планами, крупномасштабными, среднемасштабными и мелкомасштабными? Сделать выводы.

### Семинарское занятие № 2.12 (4 часа)

#### Тема: «Топографические карты и планы»

##### 1. Вопросы к занятию:

- 1.1 Понятие о топографической съемке.
- 1.2 Виды топографических съёмок местности
- 1.3 Задачи, решаемые по топографическим картам и планам

##### 2.Задание:

2.1 Ответить на следующие вопросы:

Что такое топографический план и топографическая карта? В чем их сходство и различие?

Что называется масштабом и как он выражается? Что называют предельной точностью масштаба? Укажите предельную точность масштабов 1:10000 и 1:1000.

2.2 Научиться измерять длины и площади объектов по картам.

Для измерения прямолинейных отрезков используют циркуль и линейку. Иглы циркуля устанавливают по масштабу и, не изменяя раствора, отсчитывают расстояние между крайними точками. Измерение криволинейных отрезков производят путем последовательного отложения «шага» циркуля, зависящего от степени извилистости линии. В полевых условиях допустим способ влажной нитки.

Другим способом является измерение расстояния с помощью курвиметра, который прокатывают по измеряемой линии. Полученный результат (в сантиметрах) умножают на величину масштаба данной карты. В электронном варианте карт возможно автоматическое определение расстояний путем фиксации крайних точек.

По карте обычно измеряют кратчайшее расстояние между пунктами, в то время как реальный рельеф (холмы, горы) вносит коррективы. Для их учета при вычислении расстояний используют поправочный коэффициент, на который умножают расчетный результат (табл. 8).

$$L = l \times k,$$

где  $L$  – искомое расстояние;  $l$  – расстояние, определенное по карте;  $k$  – поправочный коэффициент, отражающий рельеф и масштаб карты.

Таблица 8

*Поправочный коэффициент*

Местность	Поправочный коэффициент $k$		
	Масштаб		
	1 : 50 000	1 : 100 000	1 : 200 000
горная	1,15	1,2	1,25
холмистая	1,05	1,1	1,15
равнинная	1,00	1,0	1,05

2.3 Используя линейку и поправочный коэффициент, найти расстояние по прямой между двумя пунктами по карте (рис. 119) (1 : 100 000):

а) г. Милан – г. Венеция ; б) г. Рим – г. Сан-Марино; в) г. Рим – г. Турин; г) г. Неаполь – г. Милан

2.4 Определить расстояния между этими же пунктами с помощью циркуля-измерителя, если «шаг» циркуля – 5 мм; 4 мм; 3 мм.

2.5 Рассчитать примерное время в пути при скорости продвижения 80 км/час.

2.6 По картам ГИС-Томск, ГИС-Новосибирск, ГИС-Кемерово измерить расстояние от центра до аэропорта, до реки, до крупного промышленного предприятия.



Рис. 107. Карта Италии

2.7 Определить масштаб площади для карт следующих масштабов 1 : 100, 1 : 2000, 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 500 000, 1 : 1 000 000.

Выполнение задания:

При масштабе 1 : 10 000, масштаб площадей будет  $(1)^2 : (10\,000)^2 = 1 : 100\,000\,000$ . Если учесть, что в 1 га 10 000 м<sup>2</sup>, то в 1 км – 100 га и в 1 см<sup>2</sup> – 1 га. Это значит, что в 1 см<sup>2</sup> карты находится 1 га на местности.

2.8 Вычислить площадь объектов, если по карте масштаба 1 : 1000 они равны: 20 см<sup>2</sup>, 40 мм<sup>2</sup>, 50 см<sup>2</sup>.

2.9 Используя графический способ и палетку, вычислить площади указанных объектов. Учесть, что на карте площадь участка разбивают на простейшие геометрические фигуры (прямоугольники, трапеции, треугольники и др.), которые суммируют.

**Графический способ**

$S$  треугольника =  $0,5 \times AB \times CH$

$S$  прямоугольника =  $ab$   $S$  квадрата =  $a^2$

$S$  трапеции =  $0,5 \times (AD + BC) \times BH$

**Применение палетки.** Палетка – прозрачная накладка на карту, расчерченная на квадратики известного размера (например, на 1 см<sup>2</sup>). Палетку накладывают на соответствующий контур и подсчитывают число полных и неполных квадратиков. Неполные квадратики считают по два-три за один. Зная масштаб, вычисляют реальную площадь на местности (рис. 108).

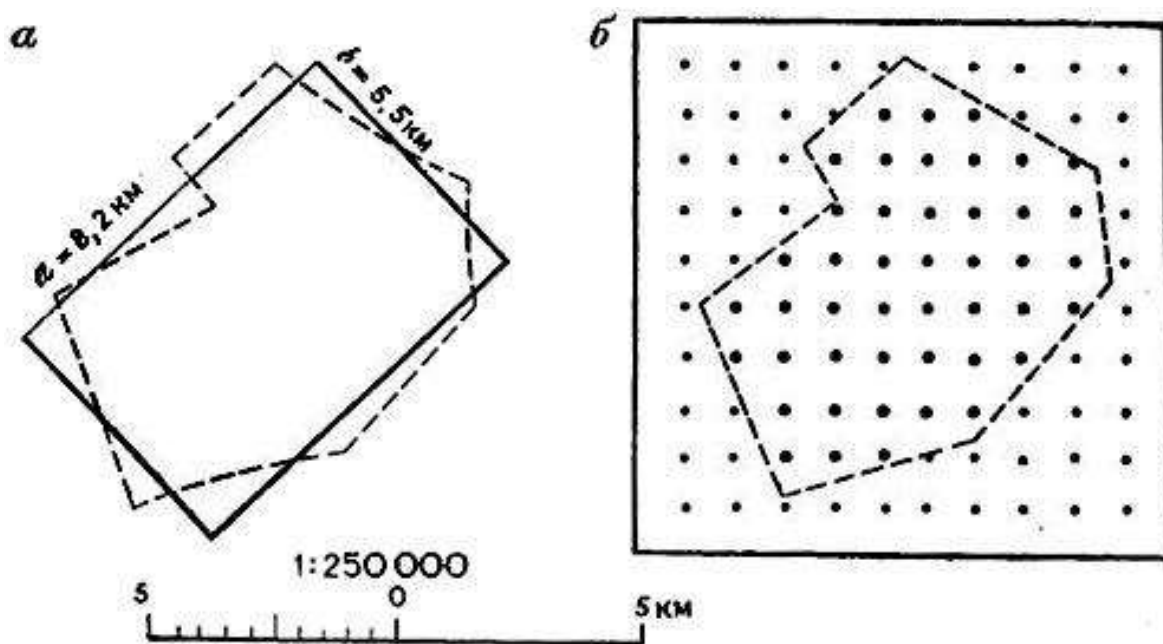


Рис. 108. Участок на карте (а) и измерение его площади палеткой (б)

## Семинарское занятие № 2.13 (4 часа)

### Тема: «Фототопографические съемки»

#### 1. Вопросы к занятию:

- 1.1 Виды фотограмметрических съемок
- 1.2 Аэрофотосъемка
- 1.3 Аэрофотоснимок и карта. Их отличие и сходство

#### 2.Задание:

##### 2.1 Ответить на следующие вопросы:

- Как классифицируют методы топографической съемки? Каковы принципиальные особенности основных методов съемки? Укажите области применения различных методов съемки.
- Какие приборы применяют при теодолитной (горизонтальной) съемке и какую составляют полевую документацию? Назовите способы съемки элементов ситуации. Можно ли при теодолитной съемке определять расстояния по нитяному дальномеру?
- Какие приборы применяют при тахеометрической съемке и какую составляют полевую документацию? Чем отличается абрис тахеометрической от абриса теодолитной съемки?
- Каков порядок работы на станции при тахеометрической съемке? Как вычисляют превышения реечных точек относительно станций и их отметки?
- Какие виды съемочного обоснования применяют при тахеометрической съемке? Приведите формулы для вычисления допустимых невязок.
- Какие приборы применяют при вертикальной съемке (нивелировании поверхности) и какую составляют полевую документацию? Опишите методику разбивки участка на квадраты, нивелирования по квадратам и вычисления отметок вершин квадратов.
- Как классифицируют фототопографические съемки? Опишите исходные материалы и технические средства их получения. Назовите основные параметры аэрофотосъемки.
- Выполните анализ формул, описывающих смещения изображения точек, обусловленные



наклоном аэрофотоснимка и рельефом местности. Как определить масштаб аэрофотоснимка и измерить по нему расстояние?

- Как определяют высоты объектов и превышения по аэрофотоснимкам?
- Рассчитайте среднюю квадратическую погрешность определения высоты объекта по стереопаре аэрофотоснимков, если высота фотографирования 500 м, продольное перекрытие аэрофотоснимков формата 18×18 см равно 60%, а погрешность измерения разностей продольных параллаксов 0,02 мм.

### **Семинарское занятие № 2.14 (4 часа)**

**Тема: « Введение в географические информационные системы. Классификация ГИС»**

#### **1. Вопросы к занятию:**

- 1.1 Определение информационных систем. Подсистемы ГИС
- 1.2 Классификация геоинформационных систем

#### **2.Задание:**

2.1 Разбор конкретной ситуации: Создание фрагмента цифровой карты г. Оренбурга в масштабе 1:100 000 и картографических баз данных в среде инструментальной ГИС Mapinfo. Формирование запросов к базам данных.

Практическое освоение методики создания фрагмента цифровой карты г. Оренбурга в масштабе 1:100 000 и картографических баз данных в среде инструментальной ГИС Mapinfo. Формирование запросов к базам данных.

Требование к оформлению работы. Работа должна быть оформлена на одной стороне не более 4 сшитых стандартных листов белой бумаги формата A4 размером 210х297 и содержать: титульный лист и текстовую часть. На титульном листе обязательно указывается наименование учебного заведения, института, специальность, тема практической работы, номер варианта, фамилия студента и подгруппа, фамилия преподавателя. В текстовой части обязательно указывается цель и содержание работы, исходные данные, краткое пояснение этапов выполненной работы.

При добавлении полей в ранее созданные таблицы обязательны следующие поля: код объекта, вид локализации, характеристики объекта. Результаты работы должны быть сохранены в рабочей папке в виде рабочего набора – файл с соответствующим расширением формата Mapinfo № бригады.wor. Результаты работы проверяются на компьютере или по распечатке схем. Каждый из членов бригады защищает работу самостоятельно, отвечая на контрольные вопросы.

### **Семинарское занятие № 2.15 (6 часов)**

**Тема: « Структура и модели данных ГИС, источники данных в ГИС и их типы»**

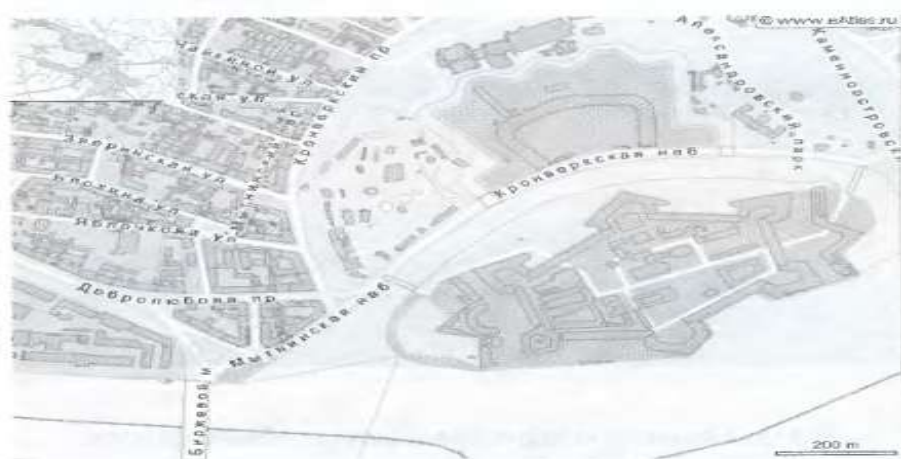
#### **1. Вопросы к занятию:**

- 1.1 Структура и модели ГИС
- 1.2 Понятие о типах источников
- 1.3 Виды картографических материалов

#### **2.Задание:**

2.1 С помощью картографической системы Google Earth найти город Оренбург (районы по варианту) Найдем в Интернете интерактивную карту города Оренбурга (районы по варианту)

1. Запустить браузер и ввести адрес сайта с интерактивными картами (например, <http://www.eatlas.ru>). Выбрать интерактивную карту города (например, Санкт-Петербурга). С помощью системы управления найти определенный район города (например, Петропавловскую крепость). Просмотр участка земной поверхности с помощью картографической системы Google Earth (Рис.109).



Найдем в картографической системе Google Earth ваш город и ваш район.

*Рис. 109 город Санкт-Петербург. определенный район города -например, Петропавловская крепость.*

2.2 Запустить программу-навигатор Google Earth и с помощью системы управления найти ваш город (например, Санкт-Петербург). Найти и приблизить определенный район города (например, Петропавловскую крепость).



*Рис. 110 город Санкт-Петербург. определенный район города -например, Петропавловская крепость.*

2.3. Разбор конкретной ситуации: Оценить ситуацию на дороге по заданному маршруту, с учетом дорожных ситуаций и пробок.

2.4. Проложить маршрут движения до заданного объекта на городском транспорте, выбрать оптимальный вариант.

2.5. Найти свой дом, используя панораму.

Сдать отчет в Microsoft Word.

### Семинарское занятие № 2.16 (4 часа)

Тема: « Краткий обзор программных средств»

#### 1. Вопросы к занятию:

- 1.1 Зарубежные программные продукты, виды и свойства, способы применения
- 1.2 Отечественные программные продукты, виды и свойства, способы применения

## 2.Задание:

### 2.1 Ответить на вопросы:

- Что такое ГИС?
- Как хранится информация в ГИС?
- ГИС можно рассматривать в трех видах
- Что можно делать с помощью ГИС?
- Где применяются ГИС?
- Что такое GPS?
- Кто использует GPS?
- Что такое GPS - приемник?
- Как используются карты в GPS - приемниках?
- Что такое геокешинг?
- Кто играет в геокешинг?
- Что такое Google Earth?
- Возможности Google Планета Земля?

2.2 Ознакомиться с зарубежными программными продуктами, рассмотреть свойства и способы применения. Идеология работы в среде *GeoDraw* для Windows базируется на следующих основных принципах и возможностях.

Цифровая карта формируется как совокупность тематических слоев, каждый из которых поддерживает объекты одного типа: точечные, дуги, полигоны. Каждый слой может быть элементом нескольких композиций карт. Создаваемые слои векторных цифровых карт могут быть связаны с базами атрибутивных данных практически в любых форматах, используя драйверы ODBC и IDAPI: поддерживаются форматы DBF dBase и DB Paradox, MS Access, MS Excel, СУБД Oracle, Interbase и другие. Связь может быть осуществлена как с уже существующими базами, так и с создаваемыми в процессе формирования ГИС. Для связи объектов слоя с таблицами атрибутивных данных каждому объекту присваивается пользовательский идентификатор.

Информация о пространственных объектах слоя представлена в *GeoDraw* в таблицах двух видов, несколько различающихся по правилам их создания.

**Таблицы атрибутивных данных** – это таблицы, в которых хранится информация об объектах и которая используется для решения задач в среде ГИС. В первый столбец такой таблицы занесен пользовательский идентификатор. Таблицы атрибутивных данных можно создать в среде редактора через Администратор данных, можно подсоединить к слою созданную ранее таблицу, а можно создать автоматически «пустую» таблицу с заполненным полем пользовательских идентификаторов и имеющую столько строк, сколько объектов в данном слое слоя цифровой карты. Вызвать окно с таблицей, привязанной к слою, можно через Администратор данных.

**Информационные таблицы** – это таблицы, в которых хранится информация о внутренней (в том числе топологической) структуре и об отношениях пространственных объектов слоя. Например, в ней хранится информация о начальных и конечных узлах дуг, внешних полигонах и т.п. Эти таблицы автоматически генерируются в среде *GeoDraw*, но могут использоваться при решении аналитических задач, для которых нужно знание связей между объектами. Информационную таблицу также можно привязать к слою в качестве стандартной таблицы атрибутивных данных.

К каждому слою можно привязать набор из нескольких таблиц. Связанные со слоем таблицы помещаются в список базы данных слоя, из которого необходимая в данный момент для работы таблица может быть выбрана. Связь слоя с таблицами хранится только для данной композиции карты. В каждой композиции с одним и тем же слоем можно связать разные или одни и те же таблицы.

Топологические связи между пространственными объектами внутри слоя могут быть представлены в виде таблиц, которые в свою очередь могут использоваться при написании приложений, использующих такие связи.

*GeoDraw* позволяет создавать, подгружать и связывать с объектами цифровых карт таблицы атрибутивных данных в формате *Paradox .DB* (версии 3.5 и 4.0 для Windows). Максимальная суммарная длина записи – 1350 символов (не включая поля типа MEMO). Можно также импортировать таблицы из формата .DBF.

При работе в *GeoDraw* можно открыть несколько окон, в каждом из которых можно создать множество новых слоев или загрузить уже существующие слои. В качестве слоев могут выступать векторные слои (слои точек, дуг или полигонов) или растровые изображения. Для каждого окна формируется своя легенда,

т.е. перечень слоев со своими атрибутами отображения объектов (цвет контура, заливки, тип линий, значок отображения точечных объектов), с которыми идет работа в слое. Допустима загрузка одного и того же слоя одновременно в разные окна (в том числе с разными атрибутами отображения этого слоя в каждом окне), а также открытие нескольких окон, содержащих одну и ту же легенду.

*GeoDraw* позволяет выполнять векторизацию (создание) объектов в пределах любого из выбранных векторных слоев, задавать атрибуты отображения объектов слоя. При этом обеспечивается полный набор операций по созданию корректной топологической структуры объектов.

Для целей интеграции карт из разных источников доступен широкий спектр преобразований слоев (преобразований картографических проекций и преобразований плоскости).

Обмен данными с другими системами осуществляется через функции экспорта/импорта в обменные форматы других систем.

Итоговой продукцией *GeoDraw* являются согласованные векторные слои, связанные с базой атрибутивных данных через пользовательские идентификаторы, представленные в нужной системе координат и форматах (форматах *GeoDraw*) для дальнейшей работы в программах *GeoГраф*, *GeoКонструктор*, или обменных форматах, позволяющих их использовать в системах *ARC/INFO*, *MapInfo*, *AutoCAD*, *ERDAS* и др. При этом для растров большого размера *GeoDraw* производит их преобразование в структуры типа квадродерева, благодаря чему обеспечивается быстрая работа с растром.

Основные файлы покрытия *GeoDraw* для DOS:

.SEG – служебная информация;

.ARC – информация о дугах;

.XY – координаты дуг;

.PNT – информация о точках;

.NOD – список узлов;

.NX – индексы узлов;

.POL – список полигонов и информация о порядке сборки полигонов из дуг;

.PTR – ссылки на дуги для сборки полигонов;

.CRS – список ошибок пересечения. Присутствует в покрытии, если в карте существуют ошибки пересечения. Данный файл возникает только после операции поиска пересечений;

.NTX, .DTX – информация о текстах, помещенных в окно с композицией карты;

.DB – таблица с атрибутивной информацией в формате Paradox 3.5;

.TBK – таблица с удаленными при балансе записями;

.PRJ – файл описания проекции;

.TCK – файл с координатами ТИКов.

**Замечание:** файлы с расширением .SEG, .NOD при операции уплотнения создаются заново. Файлы с расширением .POL, .PTR образуются или изменяются при операции сборки полигонов.

Временные файлы, создаваемые на диске и удаляемые при завершении работы:

SWP – растровая подложка, сохраняемая при вызове диалогов под выводимыми окнами диалогов;

.LST – список узлов в полигонах;

.PXY – координаты собранных полигонов;

ABRACADA.BRA – временный файл для перезаписи координат при уплотнении.

Основные файлы покрытия для формата *GeoDraw* для Windows :

.SEG – служебная информация (тип слоя, тип формата);

.SHD – координаты объектов;

.SHH – заголовки с информацией об объектах;

.IDX – индексы.

Общий файл карты: .GDW – файл композиции карты.

## Семинарское занятие № 2.17 (4 часа)

### Тема: «Глобальные спутниковые навигационные системы»

#### 1. Вопросы к занятию:

- 1.6 Глобальные спутниковые навигационные системы: элементы и принципы функционирования.
- 1.7 Основные сведения о глобальных навигационных системах и сферах их применения.
- 1.8 Элементы и принципы функционирования ГНСС.
- 1.9 Структура радиосигнала и факторы его искажающие.
- 1.10 Шкалы времени, системы координат, способы позиционирования ГНСС.



## 2.Задание:

### 2.1 Ответить на вопросы:

- Что понимают под термином «ГНСС»? История создания ГНСС.
- Область применения спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS?
- Достоинства и недостатки спутникового позиционирования.
- Принцип модуляции электромагнитных волн.
- Сущность спутникового позиционирования.
- Из каких частей (секторов) состоят современные системы спутникового позиционирования?
- Дать характеристику космического сектора (сектора пользователя и др)
- Из каких функциональных элементов состоит спутниковый приемник?
- Что означает потеря связи?
- Как измеряется высота спутниковой антенны?
- Способы и режимы спутниковых измерений.
- Сущность метода абсолютного определения координат.
- Сущность дифференциального метода определения координат.
- Способы разностей при дифференциальном методе.
- Какими способами может быть установлен GPS – приёмник?
- Факторы, влияющие на прохождение радиосигнала?
- Современная система геодезического обеспечения спутниковых измерений?

### 2.2 Найти для России тематические слои.

В электронной карте поддерживаются слои административного деления России, гидрологии, плотности населения, наличия природных ресурсов (лес, нефть, газ, минералы), транспортные магистрали, почвы, типы лесов и др.

### 2.3 Перечислить сферы где необходимо применение электронных карт.

## Семинарское занятие № 2.18 (4 часа)

### Тема: «Организация, проведение и обработка спутниковых измерений»

#### 1. Вопросы к занятию:

- 1.3 Геодезическое спутниковое оборудование и его характеристики.
- 1.4 Этапы проектирования и организации спутниковых измерений.
- 1.3 Спутниковые определения при создании государственных геодезических сетей

## 2.Задание:

### 2.1 Рассказать о используемом геодезическом оборудовании и описать его характеристики.

Например: спутниковый приёмник состоит из следующих функциональных элементов:

- 1) антенны;
- 2) блока приёма радиосигналов;
- 3) микропроцессора;
- 4) блока управления;
- 5) блока индикации с дисплеем;
- 6) запоминающего устройства;
- 7) устройства связи с внешней ЭВМ;
- 8) блока питания и т.д.

### 2.2 Дешифрирование космического снимка

Дешифрирование космического снимка, его привязка и составление элементарной карты природных и антропогенных объектов.

Порядок выполнения:

1. *Осуществить привязку снимка к физико-географической карте.* Для этого сравнить снимок и карту и определить места на карте, где проходят границы снимка. Оконтурировать это место на физико-географической карте.
2. *Определить координаты центра снимка.* Центр снимка находится на пересечении диагоналей,

проведённых из углов снимка. Такие же диагонали проводим на карте и на их пересечении определяем координаты центра.

3. *Определить масштаб снимка.* Масштаб карты нам известен (в 1 см 125 км). Используя линейку, сравниваем расстояния на карте и снимке и вычисляем масштаб для последнего.

4. *Разработать систему условных знаков для разных географических объектов* (природных и антропогенных).

5. *Произвести дешифрирование основных объектов* (рек; озёр; границ типов местностей – поймы, террас, междуречий; хозяйственных объектов – линий нефтепроводов, населённых пунктов, дорог, буровых площадок).

6. *Оформить легенду к полученной карте.*

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

**Факультет среднего профессионального образования**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**МДК 03.01. Геодезия с основами картографии и картографического черчения**

**Специальность 21.02.05 «Земельно-имущественные отношения»**

**Форма обучения очная**

**Оренбург 2022 г.**

## Введение

Самостоятельные работы студентов проводятся с целью:

Способствования приобретению студентами глубоких и прочных знаний, развитию у них познавательных способностей, формированию умения самостоятельно приобретать, расширять и углублять знания, применять их на практике.

Удовлетворения основным принципам доступности и систематичности, связи теории с практикой, сознательной и творческой активности, принципу обучения на высоком научном уровне.

Обеспечение разнообразия работ по учебной цели и содержанию, чтобы обеспечить формирование у студентов разнообразных умений и навыков.

Углубления и расширения теоретических знаний

Формирования умений использовать нормативную справочную документацию и специальную литературу.

Развития познавательных способностей и активности студентов, их творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности.

Формирования самостоятельного мышления, способности к саморазвитию и самореализации

Развития исследовательских умений и способствует развитию творческого подхода к решению проблем теоретического и профессионального уровня.

Самостоятельная работа помогает формировать у студента способности к творческому применению полученных знаний, адаптации к профессиональной деятельности.

Цель методических рекомендаций – помочь студенту в изучении курсов основных профессиональных дисциплин «Геодезия с основами картографии и картографического черчения» и выполнению отчетных практических задач, заданий при проведении учебных геодезических практик для получения первичных профессиональных навыков и умений.

Изучение дисциплины «Геодезия с основами картографии и картографического черчения» происходит в следующих основных формах и видах аудиторной и самостоятельных работ:

- изучение общего курса;
- чтение основной и дополнительной литературы, самостоятельное изучение материала по литературным источникам;
- работа со словарем, справочником;
- поиск необходимой информации через Интернет;
- конспектирование источников;
- написание реферата. Подготовка к защите (представлению) реферата на аудиторном занятии;
- прослушивание учебных аудиозаписей и просмотр видеоматериала;
- подготовка к итоговой аттестации;
- самостоятельное выполнение практических заданий репродуктивного типа (ответы на вопросы, тренировочные упражнения, задачи, тесты);
- подготовка к участию в конкурсе.

Эффективность самостоятельной работы достигается, если она является одним из составных, органических элементов учебного процесса, и для неё предусматривается специальное время на каждом уроке, если она проводится планомерно и систематически, а не случайно и эпизодически. Затраты времени при составлении конспектов зависят от сложности материала по теме, индивидуальных особенностей студента и определяются преподавателем. Ориентировочное время на подготовку одного вопроса 3-4 часа, на выполнение задач 4-5 часов.



# 1. Организация самостоятельной работы

## 1.1. Организационно-методические данные дисциплины

№ п.п.	Наименование тем	Количество часов по видам самостоятельной работы (из табл. 2 РПД)				
		подготовка курсовой работы (проекта)	подготовка рефератов	подготовка РГР	изучение отдельных вопросов	подготовка к занятиям
1	2	3	4	5	6	7
1.1	Общие сведения о геодезии.				10	
1.2	Ориентирование на местности					
1.3	Геодезическая съёмка. Рельеф					
1.4	Измерение горизонтальных углов. Теодолиты				10	
1.5	Измерение длин линий					
1.6	Измерение длин линий дальномерами					
1.7	Определение превышений и отметок точек					
1.8	Геодезические сети				15	
1.9	Тахеометрическая съёмка					
1.10	Теория ошибок измерений				13	
2.1	Понятие о науке картография					
2.2	Основные классификации карт					
2.3	Классификация картографических проекций				15	
2.4	Виды карт и их оформление					
2.5	Картографические шрифты					
2.6	Надписи на географических картах					
2.7	Картографическая генерализация					
2.8	Виды тематического картографирования					
2.9	Компьютерная картография					
2.10	Техническое обеспечение создания карт				15	
2.11	Топографические карты и планы				15	
2.12	Основы топографических съёмок					
2.13	Фототопографические съёмки					
2.14	Географические информационные системы. Классификация ГИС					
2.15	Структуры и модели данных ГИС, источники данных в ГИС и их типы					
2.16	Краткий обзор программных средств					
2.17	Глобальные спутниковые навигационные системы				15	
2.18	Организация, проведение и обработка спутниковых измерений				12	

## 1.2. Рекомендуемая литература

### 1.2.1. Основная литература:

#### Основная:

1. Смалев В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

### 1.2.12. Официальные, справочно – библиографические и периодические издания:

1. Геодезия, картография, топография, фотограмметрия, геоинформационные системы, пространственные данные [Электронный ресурс]: Справочник стандартных (нормативных) терминов / Под общ. ред. В.Г. Плешкова, Г.Г. Побединского / Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: ООО «Издательство «Проспект», 2022. — 672 с. — Режим доступа: <http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-geodeziya-kartografiya-topografiya-fotogrammetriya-geoinformacionnye-sistemy-pr.pdf>
2. Журнал «Геодезия и картография»
3. Газета «Вестник геодезии и картографии»

#### **Раздел 1. Общая геодезия**

### 2.1. Тема № 1.1 : «Общие сведения о геодезии» (10 часа)

#### 2.1.1. Вопросы к занятию:

1. Основные понятия и этапы развития геодезии (конспектирование вопросов)

#### 2.1.2. Основная литература:

##### Основная:

- Смалев В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
- Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
- Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

2.1.3. При подготовке к вопросам необходимо акцентировать внимание на следующем: Изучая материал первого и последующих учебных заданий, необходимо знать, что в настоящее время от землеустроителя требуется высокая и разносторонняя геодезическая подготовка. При изучении данной темы следует уделить внимание истории развития геодезии в нашей стране, ее применение в землеустройстве и других сферах хозяйственной деятельности. Особенно внимательно нужно изучить материал о масштабах и системах координат, используемых в геодезии. В геодезии различают две системы координат: прямоугольную на плоскости и географическую в пространстве. Запомните, что осями плоских прямоугольных координат являются осевой меридиан зоны (ось X) и проекция экватора (ось Y).

Географическими координатами являются угловые величины широта и долгота точки. Необходимо усвоить, что элементами измерений на местности являются длины линий, горизонтальные и вертикальные углы, азимуты и румбы линий, а также отметки точек. Все геодезические работы подразделяются на вычислительные и графические.

2.1.3.1 Задания выполняются в рабочей тетради по дисциплине.

Необходимо законспектировать следующие вопросы темы:

1. Основные этапы развития геодезии.
2. Геодезия в зарубежных странах.
3. Прямоугольная сетка и ее использование.
4. Современное развитие геодезии.

Обоснование расчета времени, затрачиваемого на выполнение задания: На выполнение каждого из 4 заданий отводится примерно по 2 часа 15 мин., за которые студенту необходимо внимательно ознакомиться с литературой по данному вопросу, выбрать основные положения, законспектировать и сделать выводы по каждому вопросу.

## 2.2. Тема № 1.4: «Измерение горизонтальных углов. Теодолиты» (10 часов)

2.2.1. Вопросы к занятию:

1. Рассмотрение устройство теодолита.
2. Практическое применение теодолита.

2.2.2. Основная литература:

1. Основная:

-Смалев В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>

-Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>

-Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

2.2.3. При подготовке к вопросам необходимо акцентировать внимание на следующем:

В настоящее время отечественными заводами в соответствии с действующим ГОСТ 10529 – 96 изготавливаются теодолиты четырех типов: Т05, Т1, Т2, Т5 и Т30.

Для обозначения модели теодолита используется буква "Т" и цифры, указывающие

угловые секунды средней квадратической ошибки однократного измерения горизонтального угла.

2.2.3.1. Задания выполняются в рабочей тетради по дисциплине.

Необходимо законспектировать следующий вопрос:

1. Практическое применение теодолита.

2.2.3.2. Нарисовать схему теодолита.

Обоснование расчета времени, затрачиваемого на выполнение задания: На выполнение каждого из 2 заданий отводиться примерно по 5 часов, за которые студенту необходимо внимательно ознакомиться с литературой по данному вопросу, выбрать основные положения, законспектировать и сделать выводы по каждому вопросу.

## 2.3. Тема № 1.8 : «Геодезические сети» (15 часа)

2.3.1. Вопросы к занятию:

1. Принцип организации съемочных работ
2. Назначение и виды государственных геодезических сетей
3. Плановые государственные геодезические сети. Методы их создания
4. Высотные государственные геодезические сети
5. Геодезические съемочные сети

2.3.2. Основная литература:

Основная:

-Смалев В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>

-Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>

-Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

2.3.3. Задания выполняются в рабочей тетради по дисциплине.

При подготовке к вопросам необходимо законспектировать вопросы:

1. Создание государственной геодезической сети.
2. Схемы построения.
3. Основные характеристики полигонометрии различных классов.
4. Центр плановой геодезической сети.
5. Геодезические знаки. Ориентирные пункты.
6. Технические допуски нивелирных сетей.
7. Прямоугольная сетка и ее использование

Обоснование расчета времени, затрачиваемого на выполнение задания: На выполнение каждого из 7 заданий отводиться примерно по 2 часа., за которые студенту необходимо внимательно ознакомиться с литературой по данному вопросу, выбрать основные положения, законспектировать и сделать выводы по каждому вопросу. Подготовится и рассмотреть различные методики решения поставленной задачи: «Принципы организации съемочных



работ». Определите, опираясь на какое теоретическое знание, вы сможете решить поставленную задачу. Соберите информацию о том, как решают эту задачу геодезисты в современной практике. Продумайте свои возможные действия на каждом этапе.

#### 2.4. Тема № 1.10: «Теория ошибок измерений» (13 часов)

##### 2.4.1. Вопросы к занятию:

1. Общие понятия об измерениях
2. Ошибки измерений
3. Свойства случайных ошибок измерений
4. Оценка точности результатов измерений

##### 2.4.2. Основная литература:

Основная:

-Смалев В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>

-Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>

-Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

2.4.3. При подготовке к вопросам необходимо акцентировать внимание на следующем: Вычисления – часть геодезических работ как при измерениях, так и при их обработке. Цель общих требований к вычислениям:

- уменьшить вероятность совершения ошибки и получить результат наиболее простым способом.

К таким требованиям относятся:

- рациональная схема (алгоритм) вычислений
- простота, наглядность, однотипность
- для вычислений используют полевые журналы, специальные бланки, ведомости.

Контроль вычислений:

- а) текущий - проверяется правильность промежуточных вычислений;
- б) заключительный - проверяется правильность окончательного результата.

Независимые вычисления - «в две руки» (выполняются двумя вычислителями – каждым отдельно) и по контрольным формулам.

2.4.3.1. Задания выполняются в рабочей тетради по дисциплине.

Решить следующие задачи:

**Задача 1.** Горизонтальный угол  $\beta$  измерен равноточно пять раз. Полученные результаты даны в таблице. Вычислить вероятнейшее значение угла и СКО отдельного измерения.

Решение:

№ угла	Величина угла	$v$	$v^2$
--------	---------------	-----	-------

1	45°32'	+0,8	0,64
2	45°31'	-0,2	0,04
3	45°30'	-1,2	1,44
4	45°32'	+0,8	0,64
5	45°31'	-0,2	0,04
	$\beta_0 = 45^\circ 31,2'$	$\Sigma v = 0$	$\Sigma v^2 = 2,8$

Среднее арифметическое (вероятнейшее) значение определим как

$$\beta_0 = [\beta] \div n = \frac{2' + 1' + 0' + 2' + 1'}{5} = 45^\circ 31,2'$$

Вычислим в таблице построчно вероятнейшие ошибки  $v_i$  по формуле:

$$v_i = l_i - \beta_0.$$

$$\text{Контроль: } [v] = 0$$

СКО измеренного угла вычислим как

$$m_\beta = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{2,8}{4}} \approx \pm 0,8'$$

СКО вероятнейшего значения (окончательно результата) вычислим как:

$$M = \frac{m_\beta}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0,8}{\sqrt{5}} \approx \pm 0,4'$$

Следовательно, наиболее надежный результат  $\beta_0 = 45^\circ 31,2'$  с ошибкой  $\pm 0,4'$ .

**Задача 2.** В таблице приведены результаты определения отметки узловой точки 5 по каждому из 3-х нивелирных ходов (измерения неравноточные). Вычислить вероятнейшее значение угла и СКО отдельного измерения.

Решение:

№ изм.	Отметка точки, м	Длина нивелирного хода, км	$p = \frac{1}{L}$	$p = \frac{c}{L}, c = 8$	$v_i$ мм	$vp$	$v^2$	$v^2p$
1.	81,379	8	$\frac{1}{8}$	1	+6	+6	36	36
2.	81,371	2	$\frac{1}{2}$	4	-2	-8	4	16
3.	81,374	4	$\frac{1}{4}$	2	+1	+2	1	2
$\ell_0 = 81,373$			$\Sigma p = 7$		$\Sigma vp = 0$		$\Sigma v^2p = 54$	

Вычислим в таблице построчно веса измерений  $P_i$ . Среднее арифметическое (вероятнейшее) значение определим как:

$$l_0 = \frac{[p^1]}{p} = 81,370 + \frac{0,009 \cdot 1 + 0,001 \cdot 4 + 0,004 \cdot 2}{7} = 81,373 \text{ м}$$

Вычислим в таблице построчно вероятнейшие ошибка  $v_i$  по формуле:

$$v_i = \ell_i - \ell_0.$$

Контроль:  $[vp] = 0.3$

Получив  $v^2 p = 54$ , вычислим СКО единицы веса:

$$m_p = \sqrt{\frac{[v^2 p]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{54}{2}} \approx \pm 5,2 \text{ мм.}$$

СКО вероятнейшего значения (окончательно результата) вычислим как:

$$M = \frac{m_p}{\sqrt{[p]}} = \pm \frac{5,2}{\sqrt{7}} \approx \pm 2 \text{ мм.}$$

Следовательно, наиболее надежный результат  $\ell_0 = 81,373 \text{ м}$  с ошибкой  $\pm 0,002 \text{ м}$ .

**Задача 3.** СКО трех неравноточных измерений углов одного треугольника равны  $\pm 2''$ ,  $\pm 3''$ ,  $\pm 6''$ . Установить веса измерений.

Решение:

$$p = \frac{1}{m^2} \Rightarrow p_1 = \frac{1}{4}, \quad p_2 = \frac{1}{9}, \quad p_3 = \frac{1}{36}.$$

Введем постоянный коэффициент  $c = 36$ , тогда  $p_1 = 9$ ,  $p_2 = 4$ ,  $p_3 = 1$

**Задача 4.** Для определения высоты сооружения  $H$  измерено горизонтальное проложение

$d = 95,50 \text{ м}$  и вертикальные углы  $v_1 = -0^\circ 54'$ ,  $v_2 = +10^\circ 30'$  (рисунок 1). Найти СКО  $m_H$  вычисления высоты  $H$ , если  $m_d = \pm 0,03 \text{ м}$  и  $m_{v1} = m_{v2} = \pm 30''$ .

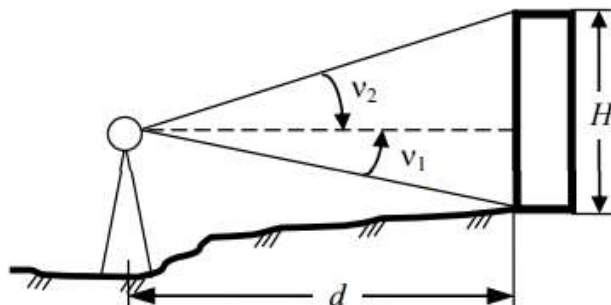


Рисунок 1 - Расчет точности определения высоты сооружения

Решение: Из рисунка 1 имеем:

$$H = d \cdot (\operatorname{tg} v_1 + \operatorname{tg} v_2).$$

Применяя к функции Н формулу (1), получим

$$\frac{\partial H}{\partial d} = (tg v_1 + tg v_2),$$

$$\frac{\partial H}{\partial v} = d \left( \frac{1}{\cos^2 v_1} + \frac{1}{\cos^2 v_2} \right),$$

$$m_H^2 = m_d^2 (tg v_1 + tg v_2)^2 + \frac{d^2 m_v^2}{\rho^2} \left( \frac{1}{\cos^4 v_1} + \frac{1}{\cos^4 v_2} \right).$$

Подставляя в последнюю формулу значения  $tg v_1 = -0,015709$ ;  $tg v_2 = 0,18534$ ;  $\cos v_1 = 0,99988$ ;  $\cos v_2 = 0,98326$  и принимая  $\rho = 206265''$ , получим

$$\begin{aligned} m_H^2 &= 0,0009 \cdot 0,02877 + \frac{9120,25 \cdot 900}{206265^2} (1,00048 + 1,06986) = \\ &= 0,00003 + 0,00040 = 0,00043, \\ m_H &= \pm \sqrt{0,00043} = \pm 0,021 \text{ м.} \end{aligned}$$

Обоснование расчета времени, затрачиваемого на выполнение задания: На выполнение каждого из 4 заданий отводиться примерно по 3 часа., за которые студенту необходимо внимательно ознакомиться с литературой по данному вопросу, выбрать основные положения, решить задачи и сделать выводы по каждой.

## **Раздел 2. Картография с основами картографического черчения и автоматизированные методы съёмок**

### *2.5. Тема № 2.3: «Классификация картографических проекций» (15 часов)*

#### 2.5.1. Вопросы к занятию:

1. Понятие о земном эллипсоиде и сфере
2. Система координат на поверхности эллипсоида и сферы
3. Понятия о картографической проекции и сетке
4. Классификация картографических проекций

#### 2.5.2. Основная литература:

Основная:

1. Смалев В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под



общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с.— ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

2.5.3. Задания выполняются в рабочей тетради по дисциплине.

При подготовке к теме необходимо ответить на вопросы, законспектировав их:

1. Какие проекции называют цилиндрическими, коническими, азимутальными?
2. Как осуществляют их построение?
3. Где максимальны и минимальны искажения форм, углов, расстояний и площадей?

2.5.3.1. Задания выполняются в рабочей тетради по дисциплине.

Решить задачи:

**Задача 1.** Дано расстояние между двумя точками на карте равное 65,4мм. Определить длину горизонтального проложения соответствующей линии местности, если масштаб карты равен 1:2000.

Решение: Вычисление производится по формуле

$$S_m = S_p \cdot M,$$

где  $M$  - знаменатель численного масштаба, показывающий во сколько раз линии местности уменьшены при их изображении на карте;

$S_p$  - длина линии на плане или карте;

$S_m$ -горизонтального проложения соответствующий линии на местности.

$S_p=65,4\text{мм}$ , то  $S_m=65,4\text{мм} \cdot 2000=130800\text{мм}=130,8\text{м}$

**Задача 2.** Дано горизонтальное проложение линий местности равное 84,0м. Определить с точностью 0,1 мм длину соответствующей линии на карте в масштабе 1:2 000

Решение: Вычисление выполняют по формуле:

$$S_p = \frac{S_m}{M}$$

$S_m=84,0\text{м}=84000\text{мм}$ , то  $S_p=84000:2000=42,0\text{мм}$  на карте масштаба 1:2000.

**Задача 3.** Найти длину отрезка на плане масштаба 1:500, если длина горизонтального проложения линии на местности 28,50м.

**Задача 4.** Определить точность масштаба 1:10 000.

Ответ: 1м.

Обоснование расчета времени, затрачиваемого на выполнение задания: На выполнение каждой из 4 задач отводится примерно по 1 часу 30 мин., и по 1 часу 20мин. на теоретические вопросы, за которые студенту необходимо внимательно ознакомиться с литературой по данному вопросу, выбрать основные положения, решить задачи и сделать выводы по каждому вопросу.

## 2.6. Тема № 2.10: «Техническое обеспечение создания карт» (15часов)

2.6.1. Задания выполняются в рабочей тетради по дисциплине.

Вопросы к занятию:

1. Компьютерная картография в системе наук и технологий
2. Техническое обеспечение процессов создания карт
3. Специализированные картографические программы
4. Основные этапы и способы компьютерного создания карт

2.6.2.Основная литература:

Основная:

1. Смалев В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с.— ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

2.6.3. При подготовке к вопросам необходимо акцентировать внимание на следующем: Необходимо закрепить навыки работы в данной программе, полученные на практических занятиях.

2.6.3.1. Задания выполняются в рабочей тетради по дисциплине.

1. Посмотреть и описать основные моменты работы в графическом редакторе.
2. Составить чертеж участка и здания, поработать с графикой. Чертеж можно выбрать любого здания или участка.

Обоснование расчета времени, затрачиваемого на выполнение задания: На выполнение каждой из задач отводиться примерно по 3 часа, за которые студенту необходимо внимательно ознакомиться с литературой по данному вопросу, выбрать основные положения, решить поставленные задачи и сделать выводы по каждой.

## 2.7. Тема № 2.11: « Топографические карты и планы» (15 часов)

2.7.1. Задания выполняются в рабочей тетради по дисциплине.

Вопросы к занятию:

1. Понятие о карте. Общие сведения
2. Масштабы топографических планов и карт
3. Условные знаки планов и карт
4. Номенклатура топографических карт

2.7.2. Основная литература:

Основная:

1. Смалев В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с.— ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/2.7.3>. Работа в малых группах: при подготовке к вопросам необходимо акцентировать внимание на следующем:

Топографическая карта — географическая карта универсального назначения, на которой подробно изображена местность. Топографическая карта содержит сведения об опорных геодезических пунктах, рельефе, гидрографии, растительности, грунтах, хозяйственных и культурных объектах, дорогах, коммуникациях, границах и других объектах местности. Полнота содержания и точность топографических карт позволяют решать технические задачи.

Наукой о создании топографических карт является топография.

Все географические карты в зависимости от масштабов условно подразделяются на следующие типы:

- топографические планы — до 1:5 000 включительно;
- крупномасштабные топографические карты — 1:10 000; 1:25 000; 1:50 000 ;
- среднемасштабные топографические карты — 1:100 000; 1:200 000;
- мелкомасштабные топографические карты — 1:1 000 000.

Чем меньше знаменатель численного масштаба, тем крупнее масштаб. Планы составляют в крупных масштабах, а карты — в мелких. В картах учитывается «шарообразность» Земли, а в планах — нет. Из-за этого планы не должны составляться для территорий площадью свыше 400 км<sup>2</sup> (то есть участков земли крупнее 20×20 км).

Наиболее подробно географические объекты и их очертания изображаются на крупномасштабных (топографических) картах. При уменьшении масштаба карты подробности приходится исключать и обобщать. Отдельные объекты заменяются их собирательными значениями. Отбор и обобщение становятся очевидными при сравнении разномасштабного изображения населённого пункта, который в масштабе 1:10 000 дается в виде отдельных строений, в масштабе 1:50 000 — кварталами, а в масштабе 1:100 000 — пунсоном°. Отбор и обобщение содержания при составлении географических карт называется *картографической генерализацией*. Она имеет целью сохранить и выделить на карте типичные особенности изображаемых явлений в соответствии с назначением карты.

2.7.3.1. Задания выполняются в рабочей тетради по дисциплине.

Решить задачу:

По топографической карте масштаба 1: 100000 найти расстояние между точками А-В; найти географические координаты т. А. и т. В. Определить площадь объекта Х. Все вычисления законспектировать.

Обоснование расчета времени, затрачиваемого на выполнение задания: На выполнение каждого из 4 вопросов и одной задачи отводиться примерно по 3 часа, за которые студенту необходимо внимательно ознакомиться с литературой по данному вопросу, выбрать основные положения, решить задачу и сделать выводы по каждому теоретическому вопросу.

## 2.8. Тема № 2.17 : «Глобальные спутниковые навигационные системы» (15часов)

2.8.1. Задания выполняются в рабочей тетради по дисциплине.

Вопросы к занятию:

1. Глобальные спутниковые навигационные системы: элементы и принципы функционирования.
2. Основные сведения о глобальных навигационных системах и сферах их применения.
3. Элементы и принципы функционирования ГНСС.
4. Структура радиосигнала и факторы его искажающие.
5. Шкалы времени, системы координат, способы позиционирования ГНСС.

2.8.2.Основная литература:

Основная:

1. Смалев В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>

2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

2.8.3. При подготовке к вопросам необходимо акцентировать внимание на следующем: Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — наблюдение поверхности Земли авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съёмочной аппаратуры. Рабочий диапазон длин волн, принимаемых съёмочной аппаратурой, составляет от долей микрометра (видимое оптическое излучение) до метров (радиоволны). Методы зондирования могут быть пассивные, то есть использовать естественное отражённое или вторичное тепловое излучение объектов на поверхности Земли, обусловленное солнечной активностью, и активные — использующие вынужденное излучение объектов, инициированное искусственным источником направленного действия. Данные ДЗЗ, полученные с космического аппарата (КА), характеризуются большой степенью зависимости от прозрачности атмосферы. Поэтому на КА используется многоканальное оборудование пассивного и активного типов, регистрирующие электромагнитное излучение в различных диапазонах.

2.8.3.1. Задания выполняются в рабочей тетради по дисциплине.

Раскрыть основные вопросы темы.

Обоснование расчета времени, затрачиваемого на выполнение задания: На выполнение каждой из 5 заданий отводиться примерно по 3 часа, за которые студенту необходимо внимательно ознакомиться с литературой по данному вопросу, выбрать основные положения, решить поставленные задачи и сделать выводы по каждой.

2.9. Тема № 2.18: «Организация, проведение и обработка спутниковых измерений» (12 часов)

2.9.1. Задания выполняются в рабочей тетради по дисциплине.

Вопросы к занятию:

1. Геодезическое спутниковое оборудование и его характеристики.
2. Этапы проектирования и организации спутниковых измерений.
3. Спутниковые определения при создании государственных геодезических сетей

2.9.2. Основная литература:

Основная:

1. Смалев В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — ISBN 978-5-534-14084-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/467771>
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — ISBN 978-5-534-89564-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/471391>
3. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. —



### 2.9.3. При подготовке к вопросам необходимо раскрыть

В состав спутниковой системы NAVSTAR входят 24 ИСЗ, находящихся на 6 различных круговых орбитах, которые расположены под углом  $60^\circ$  друг к другу. Период обращения одного спутника - 12 часов. Вес каждого спутника около 787 кг, размер более 5 м, включая солнечные батареи. На борту каждого спутника установлены атомные часы, обеспечивающие точность 10-9 сек, вычислительно кодирующее устройство и передатчик мощностью 50 Вт, излучающий на частоте 1575.42 МГц.

Рождением NAVSTAR можно считать февраль 1978 года, когда на орбиту был выведен первый спутник системы. Средний срок службы одного спутника приблизительно 10 лет, поэтому в программу входит постоянное производство и выведение на орбиту новых спутников, на смену использовавшим свой ресурс. Стоимость постройки и запуска 24 спутников - 12 миллиардов долларов.

#### 2.9.3.1. Задания выполняются в рабочей тетради по дисциплине.

Дать краткий ответ на следующие вопросы:

- Что такое GPS?
- Из чего состоит GPS?
- Как происходит определение координат?
- Как GPS-приемник определяет расстояние до спутников?
- Существуют ли другие системы определения местоположения?

Обоснование расчета времени, затрачиваемого на выполнение задания: На выполнение каждого из 4 заданий отводится примерно по 2 часа 30 мин., за которые студенту необходимо внимательно ознакомиться с литературой по данному вопросу, выбрать основные положения, законспектировать и сделать выводы по каждому вопросу.