

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комин Андрей Эдуардович

Должность: ректор

Дата подписания: 20.11.2025 17:45:11

Уникальный программный ключ:

f6c6d686f0c899fdf76a1ed8b448452ab8cac6fb1af6547b6d40cdf1bdc60ae2

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО Приморский государственный аграрно-технологический  
университет

Институт лесного и лесопаркового хозяйства

**А. Н. Гриднев**

## **ОСНОВЫ ЛЕСНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ**

Учебное пособие

По специальности среднего профессионального образования

35.02.01 – Лесное и лесопарковое хозяйство

Электронное издание

Уссурийск, 2024

ББК 43.6

УДК 630\*58

Рецензент: Л. Ю. Острошенко, канд. биол. наук, доцент, доцент ПГАТУ

Г 836

Гриднев, А. Н. Основы лесного картографирования: учебное пособие. – По специальности среднего профессионального образования 35.02.01 – Лесное и лесопарковое хозяйство / А. Н. Гриднев. – Уссурийск: ПГАТУ, 2024. – 212 с.

В данном пособии рассмотрены основы лесного картографирования. Приведена краткая история картографирования, приведены данные о различных видах карт, созданных для различных целей в том числе и для лесного хозяйства. Издание содержит учебные теоретические материалы и практические задания для студентов, рекомендации по самостоятельной работе студентов, экзаменационные вопросы, а также список рекомендуемой литературы. Пособие будет полезно для обучающихся разного уровня подготовки по лесохозяйственным специальностям, а также для инженерно-технического персонала лесного хозяйства и лесоустройства. Пособие будет полезно для обучающихся разного уровня подготовки по лесохозяйственным специальностям, а также для инженерно-технического персонала лесного хозяйства и лесоустройства.

Рис. 90

Табл. 6

Библиогр. 16 назв.

Прилож. 15

Издается по решению методического совета ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ

© А. Н. Гриднев, 2024

© ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ, 2024

## ВВЕДЕНИЕ

Специфика леса как объекта картографирования заключается в том, что он является объектом и природного, и социально-экономического изучения.

Существуют три группы карт, объединенные темой леса: собственно *карты лесов*, изображающие лесные массивы с указанием преобладающих пород деревьев (рассматриваются в курсе карт природы); *карты лесной промышленности* (рассматриваются в ряду других отраслевых карт промышленности) и *карты лесного хозяйства*, которые выделяются сейчас в отдельный раздел социально-экономической картографии.

***Карты лесного хозяйства*** показывают территориальную организацию отрасли, которая занимается изучением, учетом и воспроизводством лесов, охраной их от пожаров, болезней и вредителей, лесовозобновлением и лесоразведением, регулированием лесопользования, повышением продуктивности лесов.

Первой русской тематической картой лесов с некоторой характеристикой лесохимических промыслов, указанием размеров урочищ и удаленности от устьев рек, является «Чертеж досмотра лесов», датированный 1700 г. Это первая карта, на которой были отображены результаты хозяйственной деятельности в этой отрасли. В XIX в. элементы лесохозяйственной деятельности были представлены на картах лесов в «Хозяйственно-статистическом атласе Европейской России» (1851 г.) и «Атласе Азиатской России» (1914 г.). Из атласов следует отметить «Лесохозяйственный статистический атлас Европейской России» (1873 г.). К 1957 г. оперативно-хозяйственные карты были составлены на все земли под лесами нашей страны.

### ***Задачи картографирования лесного хозяйства:***

- показ ресурсного потенциала лесного фонда;
- разработка принципов отбора показателей для отображения специфики лесного хозяйства конкретных регионов и стран;

- изображение лесопользования и динамики лесного фонда многолесных регионов;
- показ защитно-регулирующих, рекреационных и эстетических функций регионов с ограниченным режимом лесопользования;
- отображение факторов негативного антропогенного, в том числе техногенного, воздействия на состояние земель лесного фонда, в том числе отображение участков леса, загрязненного радионуклидами;
- отображение мероприятий по охране и защите лесов;
- расширение круга картографируемых сюжетов, показ биоэкологических особенностей лесов, эксплуатационных запасов недревесных ресурсов леса;
- разработка оценочных и оценочно-прогнозных карт, востребованных в связи с необходимостью решения проблем рационального природопользования.

Основными источниками получения информации о лесном фонде служат карты, где лес рассматривается как природный ресурс. Эти карты, относящиеся к картам природы, являются базовыми для лесохозяйственного картографирования. Они характеризуют лесообразующие породы, используя качественный фон.



## 1 ПОНЯТИЕ О КАРТОГРАФИИ И ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ

**Картография** – это наука о картах как особом способе изображения действительности, включающая в свои задачи всестороннее изучение географических карт, разработку методов и процессов их создания и использования. В государственных нормативных изданиях говорится, что картография – область науки, техники и производства, охватывающая изучение, создание и использование картографических произведений.

Таким образом, картография существует в трёх формах, а именно:

1. Наука об отображении и познании явлений природы и общества с помощью карт.
2. Область техники и технологии создания и использования картографических произведений.
3. Отрасль производства, выпускающая картографическую продукцию (карты, атласы, глобусы и др.) [1,5-8].

Картография имеет свой объект и предмет.

**Объект** – это все природные и общественные явления, которые протекают на Земле и в космосе.

**Предмет** – способы, приёмы и техника, с помощью которых создаётся и издаётся карта.

**Процесс картографирования** – это разновидность моделирования. Все картографические произведения рассматриваются как наглядные модели пространства, показывающие сочетания и взаимосвязи различных явлений природы и общества с помощью картографических символов (знаков). Эти модели, дающие пространственный образ, строятся <sup>11</sup> по определённым математическим правилам, с отбором и обобщением явлений в соответствии с назначением конкретных моделей.

**Картография** – это наука об отображении и исследовании пространственного размещения, сочетаний и взаимосвязей явлений природы и общества (и их изменения во времени) посредством образно-знаковых моделей, воспроизводящих те или иные части и стороны действительности в обобщённой и наглядной форме. Такое определение не ограничивает интересы картографии только географическими картами, а распространяет их и на карты небесных тел и звёздного неба, и на глобусы, и на рельефные карты, блок-диаграммы, телекарты, электронные карты и т.д.

**Структура картографии** представляет собой разветвлённую систему научных дисциплин и технических отраслей: общая теория картографии; история картографии; математическая картография; проектирование и составление карт; картографическая семиотика; оформление карт; экономика и организация картографического производства; издание карт; использование карт; картографическое источниковедение; картографическая информатика; картографическая топонимика.

Система картографических дисциплин не является неизменной, появляются новые отрасли картографии. В системе картографии образовалось много отраслей, различающихся по тематике: общегеографическое картографирование, тематическое (природное, социально-экономическое, экологическое) картографирование. Кроме этого, выделяются такие отрасли, как учебное, научное, туристское, навигационное картографирование и др. Они различаются по назначению и практической ориентации [1,5-8].

Картография служит одним из главных методов познания и средств систематизации данных в 12 науках о Земле – географических, геолого-геофизических, экологических. Область взаимодействия – тематическое картографирование и методы использования карт. Социально-экономические науки – экономика, социология, демография, история, археология, этнография и другие – также образуют основу для тематического картографирования и использования карт. Логико-философские науки – теория отражения, теория моделирования, формальная логика, системный анализ – взаимодействуют с картографией при

разработке ее теоретических концепций, знаковых систем, проблем и методов моделирования и восприятия картографического изображения. Астрономо-геодезические науки – астрономия, геодезия, гравиметрия, топография – предоставляют картографии данные о фигуре и размерах Земли, необходимых при создании математической основы карт. Математические науки активно применяют при разработке картографических проекций, математико-картографическом моделировании, создании алгоритмов и программ картографирования и использования карт.

**Картография в системе наук.** Современная картография имеет прочные двусторонние связи с многими философскими, естественными и техническими науками и научными дисциплинами (рис.1).



**Рисунок 1** – Картография в системе наук [1,5-8]

Техника и автоматика составляют техническую базу создания, издания и применения карт и других картографических произведений. Дистанционное зондирование – данные съемок – используется при составлении, уточнении и обновлении карт, формировании баз цифровой информации, а карты необходимы для привязки и дешифрирования космических снимков. Тесные

исторические связи картографии с живописью не означают, конечно, что картография целиком принадлежит искусству. Знаковые системы и способы оформления карт разрабатываются на научных основах, и карты отражают научные понятия, а не художественные образы. От картографических произведений в наши дни требуется не столько эстетическое воздействие, сколько ясность, четкость, наглядность и графически лаконичная передача информации. Поэтому так важны сейчас связи картографии с технической графикой и художественным дизайном. Тесное взаимодействие, полная интеграция картографии и геоинформатики, приводит к формированию новых, современных отраслей науки – в их числе геоинформационное картографирование.

**Географическая карта.** Термин «карта» появился в средние века. Этот термин происходит от латинского «charta» (лист, бумага), производного от греческого «хартес» – бумага из папируса для письма. Изучая тему «Карта» в курсе школьной географии, принято определять карту как уменьшенное изображение земной поверхности на плоскости. Это не совсем так. Ведь пейзаж в картинной галерее, фотоснимок, космический или аэрофотоснимок Земли – это всё тоже уменьшенные изображения земной поверхности на плоскости. Из этого следует, что в определении необходимо отразить те существенные свойства, которые отличают карту от других изображений земной поверхности. Три черты определяют специфику географических карт:

- 1) математически определённое построение;
- 2) использование картографических знаков;
- 3) отбор и обобщение изображаемых явлений.

**Математический закон построения** – применение картографических проекций, позволяющих перейти от сферической поверхности Земли к плоскости карты.

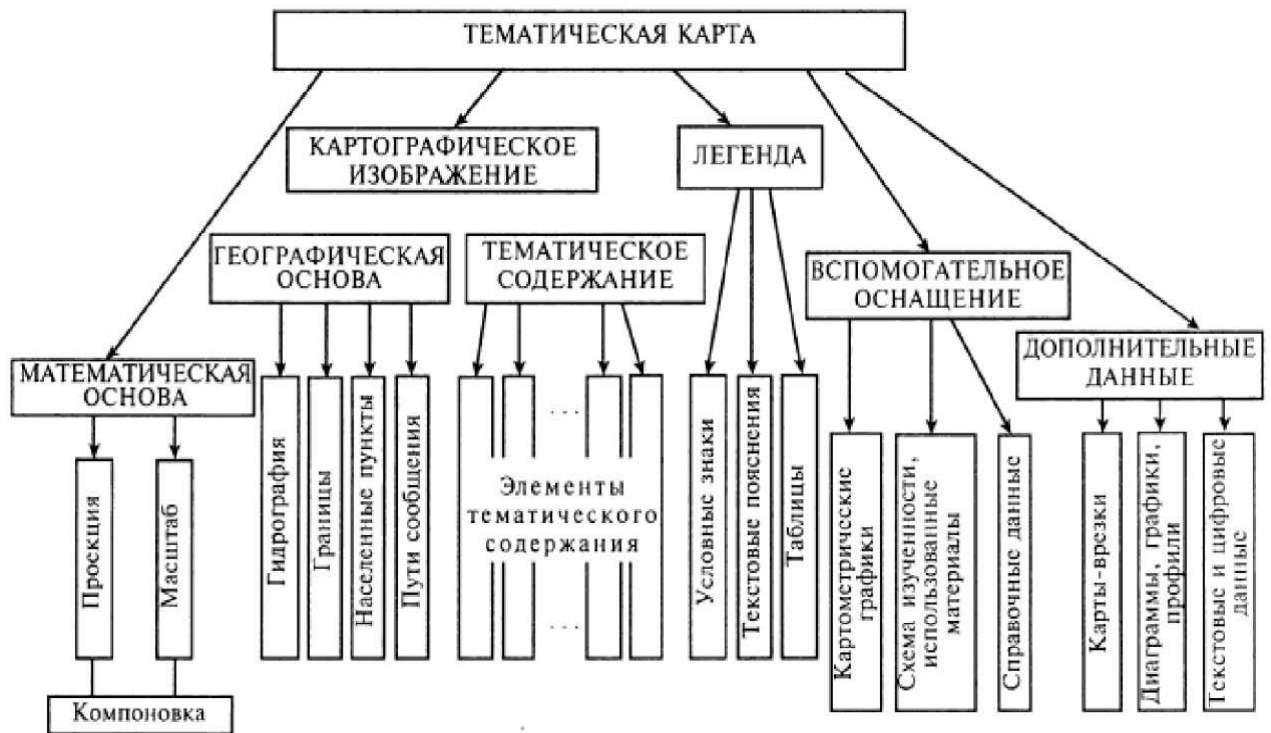
**Знаковость изображения** – использование особого условного языка картографических символов. Картографические условные знаки позволяют

передать количественные и качественные характеристики объектов (например, количество жителей в городе и его административный статус); отобразить объекты, не доступные взору человека (рельеф дна океана, строение земной коры на больших глубинах и пр.). Знаки позволяют наглядно показать даже то, что не воспринимается органами чувств (магнитное склонение, аномалии силы тяжести и др.). С помощью условных знаков можно передать динамику процессов, их изменение во времени и перемещение в пространстве, например, годовой ход температур и осадков, миграции населения. Наконец, с помощью знаков на карте можно представить расчетные показатели и научные абстракции – градиент поля температур или степень устойчивости природных ландшафтов к химическому загрязнению.

**Генерализованность карты** – отбор и обобщение изображаемых объектов. Картограф определяет, что важно для данной карты и обязательно должно быть на ней показано, а что не очень существенно и может быть частично или полностью исключено.

**Географическая карта** – это уменьшенное, математически определённое, обобщённое, образно-знаковое изображение земной поверхности на плоскости.

**Элементы карты** – это ее составные части, включающие: картографическое изображение (элементы содержания карты); математическую основу (геодезическая основа, масштаб, проекция, компоновка); вспомогательное оснащение (условные обозначения, графики для измерений по картам, справочные сведения); дополнительные данные (профили, диаграммы, текстовые и цифровые данные, фотографии и рисунки и т.д.) (рис.2).



**Рисунок 2** – Схема элементов тематической карты [1,5-8]

Свойства карты хорошо понятны при сравнении с космическими снимками или пейзажами. На космических снимках подробно показана местность, но без всяких условных знаков и без генерализации. На снимке представлены только факты, а на карте еще и научные понятия, обобщения, логические абстракции. На картине-пейзаже также изображена местность в уменьшенном виде, но без применения математических законов и условных знаков.

Карта, в отличие от снимка или пейзажа, не является копией местности, это изображение реальности, пропущенное через голову и руки картографа [1,5-8].

## 2 КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ

Для того чтобы ориентироваться в огромном количестве карт различных видов и типов, созданных и изданных в разное время в разных странах, необходимо их упорядочить, т.е. классифицировать.

**Классификация карт** – это система, представляющая совокупность карт, подразделяемых (упорядоченных) по какому-либо избранному признаку [1,5-8].

Классификации карт необходимы для инвентаризации и хранения карт, составления списков и каталогов, научной систематизации и поиска карт, создания банков данных.

### 2.1 Виды карт

Основными признаками классификации карт по видам являются: масштаб; пространственный охват; содержание (тематика); назначение; эпоха или время создания; язык.

**По масштабу** карты делят на пять видов:

- планы – 1: 5 000 и крупнее;
- детальные – от 1: 5 000 до 1: 10 000;
- крупномасштабные – от 1: 10 000 до 1: 200 000;
- среднемасштабные – от 1: 200 000 до 1: 1 000 000;
- мелкомасштабные – мельче 1: 1 000 000.

**По пространственному охвату:**

- карты Солнечной системы;
- карты планеты (Земли);
- карты полушарий;
- карты материков и океанов;
- карты крупных регионов (Латинская Америка, Европа, Юго-Западная Азия и др.);

- карты стран и государств;
- карты субъектов государств (республик, краев, областей, штатов, земель, провинций и т.д.);
- карты районов (физико-географических, социально-экономических, административных и др.);
- карты отдельных территорий (заповедников, курортных районов и др.);
- карты населенных пунктов;
- карты городских районов.
- карты океанов подразделяют на карты морей, заливов, проливов, гаваней.

***По содержанию (тематике)*** выделяют две большие группы карт:

**1. *Общегеографические карты*** отображают совокупность видимых элементов местности, показу которых уделяют равное внимание. Среди этой группы карт выделяют три вида:

- a) топографические (в масштабах крупнее 1: 100 000);
- b) обзорно-топографические (в масштабах 1: 200 000 - 1: 1 000 000);
- c) обзорные (мельче 1: 1 000 000).

**2. *Тематические карты*** отражают определенную тему, это наиболее обширная категория карт природных и общественных явлений, их сочетаний и комплексов. В этой группе карт выделяют:

***1) карты природных явлений:***

- a) геологические (тектонические, литолого-стратиграфические, четвертичных отложений, гидрогеологические и др.);
- b) геофизические (гравитационного поля, магнитного <sup>18</sup> поля, сейсмометрические и др.);
- c) геоморфологические (гипсометрические и батиметрические, морфометрические и др.);
- d) гидрологические вод суши (гидрографические, водного режима, ледового режима и др.);
- e) океанологические (гидрохимические, динамики водных масс и др.);



- f) почвенные (генетических типов почв, физико-механических свойств почв и др.);
- g) геоботанические (современного растительного покрова, фенологические и др.);
- h) зоогеографические (ареалов распространения видов животных, зоогеографического районирования и др.);
- i) общие физико-географические карты (ландшафтные, физико-географического районирования и др.);

***2) карты общественных явлений:***

- a) карты населения (расселения, демографические, этногеографические и др.);
- b) карты хозяйства (промышленности в целом и по отраслям, сельского хозяйства в целом и по отраслям, транспорта в целом и по видам др.);
- c) карты науки и культуры (образование, библиотеки и др.);
- d) карты обслуживания населения и здравоохранения (здравоохранения, физкультуры и спорта и др.);
- e) политические и политико-административные карты (геополитические, административного деления, электоральные и др.);
- f) исторические карты (археологические, историко-экономические, военно-исторические и др.).

Приведенный классификационный перечень карт можно пополнять и детализировать. Например, карты отраслей промышленности: можно отобразить на карте машиностроительный комплекс, далее детализировать по производству – автомобилестроение, далее – производство легковых, грузовых автомобилей, автобусов, троллейбусов и т.д.

Особую сложность для классификации представляют явления, которые не могут быть целиком отнесены к одной какой-либо сфере, они сразу принадлежат нескольким сферам. Карты, характеризующие взаимодействие природы, населения и хозяйства:

- 1) геоэкологические карты (факторов воздействия на <sup>19</sup> окружающую среду, последствий воздействия на окружающую среду, охраны природы и др.);
- 2) ресурсные карты (минеральных ресурсов, агроклиматических ресурсов, биологических ресурсов, рекреационных ресурсов и др.).

**По назначению** выделяют специальные карты, предназначенные для определенного круга потребителей и для решения определенных задач. Их объединяют в три группы:

**1. Карты для хозяйственных нужд:**

**1) навигационные:**

- a) аэро- и космические навигационные;
- b) морские навигационные;
- c) лоцманские;
- d) дорожные (авто, ж/д);

**2) кадастровые:**

- a) земельного кадастра;
- b) водного кадастра;
- c) лесного кадастра;
- d) городского кадастра и др.;

**3) технические:**

- a) подземных коммуникаций;
- b) проектные;
- c) мелиоративные;
- d) лесоустроительные и др.

**2. Карты для просвещения, науки и культуры:**

**1) учебные:**

- a) для начальной школы;
- b) для средней школы;
- c) для высшей школы;

**2) краеведческие;**

**3) агитационные;**

- 4) тифлографические (для незрячих и слабовидящих);
- 5) туристские;
- 6) научно-справочные.

### **3. Карты для нужд обороны (военные):**

- 1) тактические,
- 2) оперативные,
- 3) стратегические.

**По эпохе или времени создания** выделяют античные карты, средневековые карты, карты нового времени и современные карты.

**По языку** – речь идёт о том, на каком языке создавалась карта. Например, в нашей стране это будут русские карты, в Японии – японские, в Австрии – немецкие и т.д.

## **2.2 Типы карт**

Наряду с видовой классификацией карт различают географические карты по широте темы, приемам исследования, объективности и практической направленности, что определяет тип карты.

**По широте темы** карты одного и того же вида могут характеризовать какую-либо сторону явления по одному, двум или нескольким показателям, отображать совместно различные стороны явления, давать полную характеристику явления. Карты, отображающие одну сторону явления (или один его элемент), называют **частными** или **узкоотраслевыми**. Карты, отображающие полную характеристику явления, называют **общими**. Например, «Климатическая карта» – общая, а карта «Температура воздуха в январе» – частная.

**По приемам исследования** выделяют **аналитические** (анализ какого-либо явления), **синтетические** (синтез) и **комплексные карты**.

**Аналитические карты** отображают одно явление или какую-либо одну его характеристику (свойство). Например, на одной аналитической карте можно

показать крутизну склонов, на второй – глубину расчленения рельефа, на третьей – экспозицию склонов.

**Синтетические карты** дают целостное изображение объекта или явления в единых интегральных показателях. Например, синтетическая «Геоморфологическая карта».

**Комплексные карты** совмещают изображение нескольких элементов близкой тематики, набор характеристик, показателей одного явления. Например, на одной карте показывают атмосферное давление и преобладающее направление ветра.

Это могут быть карты погоды, отражающие в совокупности погодные условия (температуру воздуха, относительную и абсолютную влажность, направление и скорость ветра, количество и вид осадков и пр.).

**По объективности** выделяют:

1. **Документальные карты**, показывающие реальные явления в результате их непосредственного исследования.
2. **Карты-выводы** или **карты-умозаключений** – производные карты, строящиеся на фактическом материале, но представленные субъективным видением автора сущности явления (например, карты районирования).
3. **Гипотетические карты** строятся на основании гипотезы.
4. **Прогнозные карты** строятся на основании прогноза.
5. **Тенденциозные карты** – это предвзятые карты, когда желаемое выдается за действительное.

**По практической направленности** выделяют функциональные типы карт:

1. **Инвентаризационные карты** подробно регистрируют наличие, местоположение и состояние объектов и явлений. Эти карты содержат как бы фактическую опись природных и трудовых ресурсов в соответствии с принятыми классификациями, но без указаний их отношений и связей.
2. **Оценочные карты** создают на основе инвентаризационных, они имеют прикладной характер и содержат оценку какого-либо явления в заданном

отношении. Например, оценка благоприятности климата для проживания населения.

**3.Рекомендательные карты** отражают указания, рекомендации и конкретные мероприятия, которые следует провести на данной территории для достижения какой-либо цели. Например, карты природоохранных мер.

Например, в результате переписи населения строят серию инвентаризационных карт, на их основе можно оценить количество трудовых ресурсов и построить оценочные карты, которые, в свою очередь, можно взять за основу для построения рекомендательных карт о перераспределении трудовых ресурсов для снижения уровня безработицы.

### 2.3 Классификация лесных карт

Лесное хозяйство картографируется в разных аспектах. Трехуровневая система управления лесным хозяйством России (и, соответственно, потоков информации) приводит к необходимости использовать *следующую базовую систему лесных карт:*

- 1:10 000-1:25 000 – первичные лесоустроительные планшеты;
- 1:25 000-1:50 000 – планы лесонасаждений на каждое лесничество;
- 1:100 000-1:300 000 – карты лесов лесничеств и лесопарков;
- 1:300 000-1:1 000 000 – карты лесов субъектов федерации;
- 1:1 000 000-1:2 500 000 – обзорные карты лесного фонда регионального и федерального уровня.

Основные картографируемые показатели для карт лесного хозяйства объединяются в несколько разделов;

#### ***1) характеристика ресурсного потенциала леса:***

- лесистость территории;
- средний запас леса на гектаре;

- соотношение площадей лесфонда (покрытых лесом, не покрытых лесом, нелесных);
- распределение покрытой лесом площади по породам и возрастным группам;
- средний годовой прирост древесины на 1 га покрытой лесом площади;

**2) лесохозяйственная деятельность:**

- размещение лесохозяйственных предприятий;
- процент использования лесосеки;
- лесовосстановление;
- рубки главного пользования и рубки ухода;

**3) лесоохранная деятельность:**

- лесная площадь, пройденная пожарами;
- потери древесины вследствие пожаров и насекомых-вредителей;

**4) не древесные ресурсы леса:**

- эксплуатационные запасы орехов, ягод;
- сбор лекарственных растений.

На картах показываются леса в зависимости от их целевого назначения. Леса, расположенные на землях лесного фонда, подразделяются на защитные, эксплуатационные и резервные<sup>1</sup>.

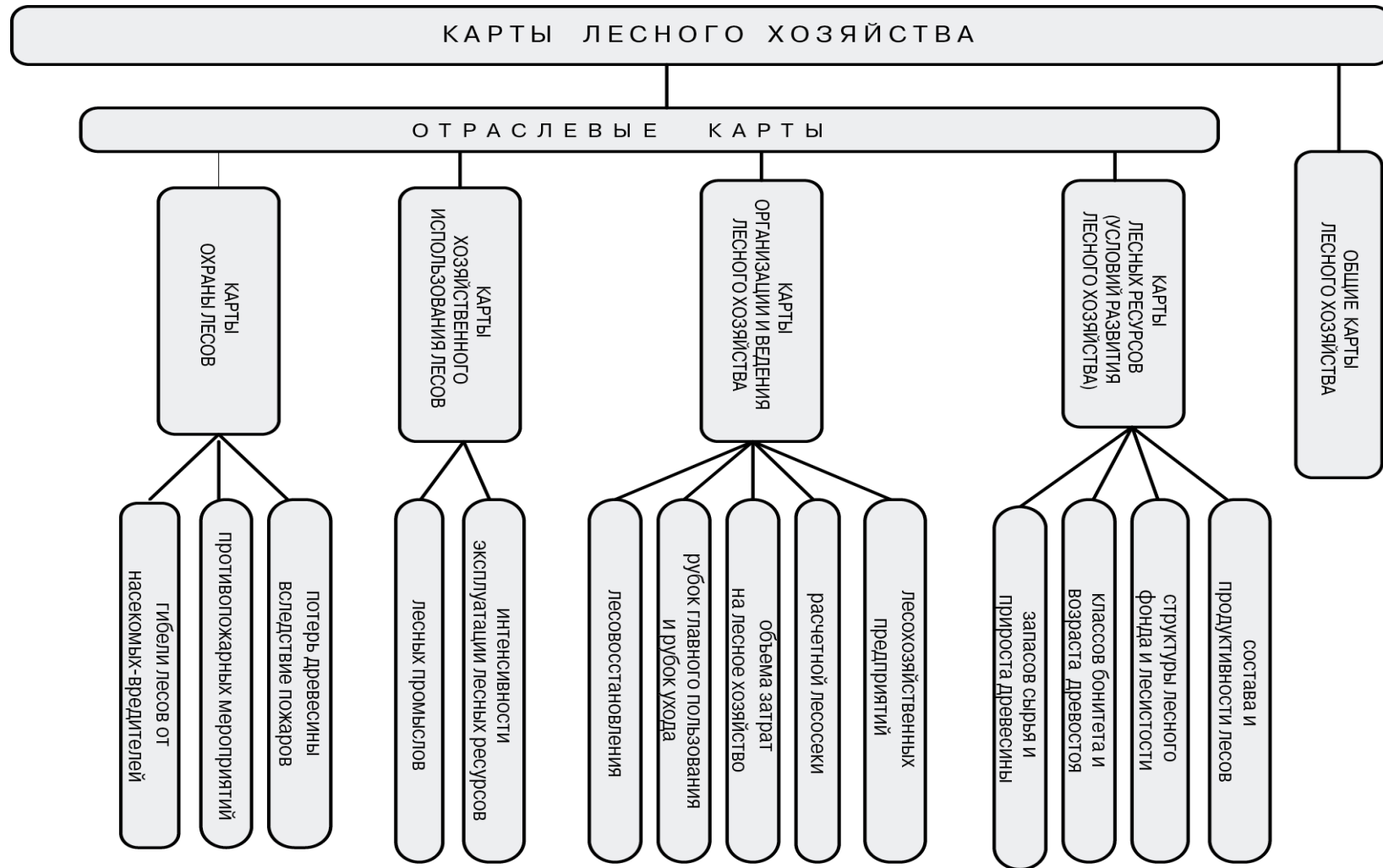
В свою очередь защитные леса подразделяются на те, что расположены на особо охраняемых природных территориях; в водоохраных зонах; выполняющие функции защиты природных и иных объектов; и – ценные леса (рис. 3).



**Рисунок 3** – Леса, показываемые на картах, в зависимости от их целевого назначения

Развитие мелкомасштабного лесохозяйственного картографирования как отрасли тематического картографирования связано с созданием в нашей стране комплексных региональных атласов. До этого карты лесного хозяйства представляли собой малотиражные издания и предназначались для управления соответствующей отраслью. Однако в настоящее время необходимо создание не только крупномасштабных, но и обзорных лесоустроительных карт, имеющих прикладное и научное значение. По тематическому содержанию карты лесного хозяйства подразделяются на группы (рис. 4).

Сложная природа лесов и их многогранная роль в народном хозяйстве могут быть раскрыты только с помощью множества взаимосвязанных показателей, содержащих как природные, так и хозяйственные характеристики. Насыщенность характеристик лесов большим числом разнообразных количественных и качественных показателей и составление специализированных лесоресурсных карт при производственно-изыскательских работах объясняют необходимость комплексного картографирования лесных ресурсов как условия развития лесного хозяйства.



**Рисунок 4** – Классификация карт лесного хозяйства по тематике



*Карты лесных ресурсов* содержат информацию о размещении, составе и продуктивности лесов, структуре лесного фонда, запасах древесины, распределении их по породам и возрастным группам. Общая комплексная карта, которая часто открывает раздел «Лесное хозяйство» в атласах, дает представление о деятельности предприятий данной отрасли в целом, показывает территориальные различия в характере и интенсивности деятельности. На этой карте могут быть выделены нелесные и не покрытые лесом площади, показано деление лесов на основные категории в зависимости от режима эксплуатации и назначения (защитные, эксплуатируемые, резервные).

Общие закономерности размещения лесов и изменения залесенности в связи с различиями природных условий и особенностями хозяйственного развития регионов отражаются на картах лесистости.

В зависимости от экономического, экологического и социального значения лесов складываются организационно-экономические основы ведения лесного хозяйства и во многом определяются возможности развития лесозаготовки. В связи с этим иногда возникает необходимость в отдельной карте «Группы лесов с разными режимами лесопользования». На такой карте качественным фоном выделяются лесные массивы защитных, эксплуатационных и резервных лесов. Доля лесов различного значения может быть показана способом структурной картодиаграммы по территориально-административным единицам.

Изучение карт лесных ресурсов позволяет выделять в предварительном порядке территории, требующие установления для них специального режима охраны лесов и проведения лесовосстановительных работ.

Важным синтетическим показателем является динамика лесных ресурсов во времени и пространстве под влиянием антропогенных и природных факторов. Для получения информации о состоянии лесного фонда используют космические снимки, совмещенные с лесохозяйственной картой. Снимки позволяют следить за динамикой лесного фонда, определять гари, недорубы, отслеживать состояние и наличие лесных дорог и т. п.

**Карта динамики лесного фонда** – это отображение суммарного эффекта всех видов хозяйственного и природного воздействия на лес. Качественным фоном целесообразно показать изменения площади лесов региона, используя шкалу с резким переходом цвета от холодных тонов (отрицательной динамики) к теплым (динамика положительная).

За **единицу картографирования** на картах лесного хозяйства принимают **лесничество** и **лесопарк** – наименьшие самостоятельные производственные подразделения, по которым ведется учет лесных ресурсов и планирование лесохозяйственного производства.

В качестве **источников** для составления карт лесного хозяйства используются: таксационные, съемочно-геодезические и планово-картографические материалы прежнего лесоустройства, материалы других изыскательских и проектных работ, планы земель сельскохозяйственных предприятий и других землепользователей, топографические карты, мелкомасштабные лесные карты, статистические данные лесфонда, материалы дистанционного зондирования.

**Лесоустройство** – система мероприятий по организации и ведению лесного хозяйства, которая включает изучение природных и экономических условий лесного хозяйства, регулирование состояния и динамики лесных ресурсов, инвентаризацию леса, определение размеров ежегодного лесопользования. Такое разнообразие деятельности требует целой системы карт, как оперативно-хозяйственных, так и научно-справочных. Прежде всего, эти карты показывают размещение, типы и размеры лесохозяйственных предприятий, степень охвата территории активными лесохозяйственными мероприятиями, объем затрат на лесное хозяйство.

Лесоустройство на картах показывается в виде площадей изученных и обследованных лесов с указанием разрядов или категорий устройства. Разделение леса на однородные в лесохозяйственном отношении участки – **таксация леса**, составляет существенную часть лесоустройства. В зависимости от значения леса таксационные работы делятся на пять разрядов (от процента выхода деловой

древесины). Так, по первому разряду устраиваются леса, где все виды древесины от всех рубок находят полный сбыт, а по пятому те, в которых даже главная рубка почти не дает деловой древесины и сбыт ее составляет менее 25 %.

При картографировании на выделенном *«таксационном участке»* – *выделе*, можно показать форму, состав, возраст, бонитет, полноту насаждений и другие характеристики, но только в том случае, если площади их достаточны для проведения обособленного лесохозяйственного мероприятия.

В практике лесоустройства наряду с составлением планов лесонасаждений используется составление планов типов леса (хвойные, лиственные, вечнозеленые, жестколистные, мелколиственные, муссонные, влажные тропические и др.), по которым намечаются различные лесохозяйственные мероприятия.

*Лесотипологические карты* облегчают задачу организации и планирования эксплуатации лесов и воспроизведения лесных ресурсов, а также дают полноценный материал для средне- и мелкомасштабного картографирования.

Тема лесоустройства достаточно часто сочетается с характеристикой *лесовосстановления и рекультивации земель* (восстановление земель, которым был нанесен ущерб в результате добычи полезных ископаемых). На таких картах способом картограммы изображают процент (долю) временно не покрытых лесом площадей. Картодиаграммой на этой же карте указывается соотношение по лесничествам площадей, на которых проводятся ежегодные рубки и лесовосстановление.

Рубки лесных насаждений являются частью единого технологического процесса, который осуществляется при использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов. Отображаются на карте рубки спелого леса – промышленные, основная цель которых – получение древесины, и рубки ухода, проводимые с целью улучшения породного состава и качества лесов, а также получения заготавливаемой при этом древесины (рубки ухода за лесом, выборочная санитарная рубка, рубка формирования ландшафта).

Основные принципы комплексного картографирования лесного хозяйства применительно к задачам научно-справочного картографирования были сформулированы В. И. Алексеевым.

Интенсивность эксплуатации лесных ресурсов показывают *карты хозяйственного использования лесов*. Различия в формах общественного пользования лесами показываются чаще всего способом ареалов. Леса могут быть представлены как среда обитания животных; базы развития спортивной и промысловой охоты; природоохранные и оздоровительные зоны. Кроме того, в последние годы все больше атласов показывают эксплуатацию недревесных ресурсов леса, в том числе сбор ягод, грибов, орехов.

Организация рационального лесопользования в значительной мере зависит от состояния изученности лесов, поэтому желательно составление карт изученности лесного фонда.

В атласах в разделе карт хозяйственного использования лесов могут быть и карты лесозаготовительной промышленности, показывающие объем вывезенной древесины (способ картодиаграммы), карты заготовки лесохимического сырья, отображающие получение основного вида лесохимического сырья – живицы (способ картограммы по производственным участкам).

Леса имеют важнейшее экологическое значение, поэтому картографирование их в этом аспекте становится все более актуальным. В атласы социально-экономические и экологические включают *карты охраны лесов от пожаров*, показывающие характеристики горимости лесов, данные о площадях пожаров и их количестве, и площади, взятые под противопожарную охрану (наземную или воздушную). На картах противопожарных мероприятий леса подразделяются по классам пожарной опасности, наносятся объекты, имеющие противопожарное значение.

Охрана лесов показывается, как правило, цветным районированием по эффективности ведения хозяйства, используются способы качественного фона и ареалов; при использовании статистической информации по лесничествам — способ картограммы или картодиаграммы. В нашей стране, где задача оперативного

обнаружения и мониторинга очагов пожаров приобретает особое значение в связи с большой территорией, основным источником служат материалы дистанционного зондирования.

Тему лесных пожаров раскрывают две карты при помощи пирологических показателей: частоты возникновения пожаров (среднегодовое число пожаров на 1 млн га охраняемой площади) и горимости лесного фонда (среднегодовая доля пройденной огнем площади от охраняемой площади леса). Причиной гибели леса являются не только лесные пожары, но также повреждения насекомыми-вредителями, неблагоприятные климатические факторы, промышленные выбросы, отравы скотом и дикими животными и т. д.

Разработка *карт лесохозяйственного районирования*, как и других типологических карт, недостаток которых сейчас ощущается, весьма желательна. Эти карты показывают территориальное деление лесов по классификационным единицам разного уровня, объединяют леса с относительно однородными экономическими и природными условиями и определяют соответствующее ведение лесного хозяйства и лесопользование. Карты разрабатываются на основе лесорастительного и лесоэкономического районирования.

### 3 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА КАРТ

При практической работе с картой географ-картограф должен хорошо знать математические основы ее построения, уметь определять наиболее распространенные картографические проекции по виду сетки параллелей и меридианов, вычислять размеры искажений географических объектов на картах и вносить поправки в измеренные по картам величины.

#### 3.1 Элементы математической основы карт

Геометрические законы построения и геометрические свойства картографического изображения обуславливаются *математической основой*, элементами которой являются масштаб, геодезическая основа, картографическая проекция и компоновка.

*Масштаб* определяет степень уменьшения длин при переходе от натуры к изображению. Масштаб показывает, во сколько раз уменьшено картографическое изображение, т. е. сколько сантиметров на местности содержится в одном сантиметре на карте.

*Геодезическая основа* определяет переход от физической поверхности Земли к условной поверхности эллипсоида (или шара), а также обеспечивает правильное положение изображаемых на карте объектов по широте, долготе, высоте.

*Картографическая проекция* определяет переход от поверхности эллипсоида (или шара) к плоскости, а также закон распределения искажений, возникающих при этом на карте.

*Компоновка* обеспечивает целесообразное и рациональное размещение элементов карты внутри рамки и на полях.

К математическим элементам карты относят *опорные точки* – объекты местности, отображенные на карте, координаты которых известны или могут

быть определены как по карте, так и на местности. Опорными точками являются геодезические пункты, а также четкие, легко опознаваемые на карте объекты, например, перекрестки дорог, характерные изгибы береговых линий, острова, озера и др. Совокупность опорных точек позволяет установить математически определенную связь карты с отображаемой местностью.

Картография заимствует из геодезии данные о *математических моделях*, картографируемых тел. Параметры, характеризующие форму и размеры этих тел, позволяют вычислять длины дуг параллелей, длины дуг меридианов, площади трапеций и выполнять необходимые расчеты, связанные с построением *проекций* и созданием карт. Используются также *геодезические системы координат*. Важное значение имеют пункты геодезических сетей, являющиеся хранителями координат точек местности. На основе этих пунктов выполняются топографические съемки и создаются *топографические карты*, а на их базе – *тематические карты*.

### 3.2 Геодезическая основа – форма и размеры Земли

*Фигуры картографируемых тел* (планеты Земля) обычно могут быть аппроксимированы математически правильными телами. Чаще всего ими являются *шар* или *эллипсоид вращения*. Поверхность такого тела называют *поверхностью относимости* или *референц-поверхностью*. Именно она и проектируется на плоскость в выбранной картографической проекции.

Положение точки на картографируемой модели определяется *географическими координатами* – *широтой* и *долготой*. Широты отсчитывают от  $0^\circ$  на экваторе до  $+90^\circ$  на северном полюсе (северная широта) и до  $-90^\circ$  на южном полюсе (южная широта). Счет долгот идет от  $0^\circ$  на начальном меридиане до  $+180^\circ$  в восточном направлении (восточная долгота) и до  $-180^\circ$  в западном направлении (западная долгота).

В случае шаровой модели используются сферические широты и долготы, а в случае эллипсоида вращения – эллипсоидальные координаты (они, в свою

очередь, делятся на геоцентрические, отнесенные к центру эллипсоида, и геодезические – широты и долготы, отнесенные к нормали, проведенной в данной точке эллипсоида). Основными являются геодезические координаты.

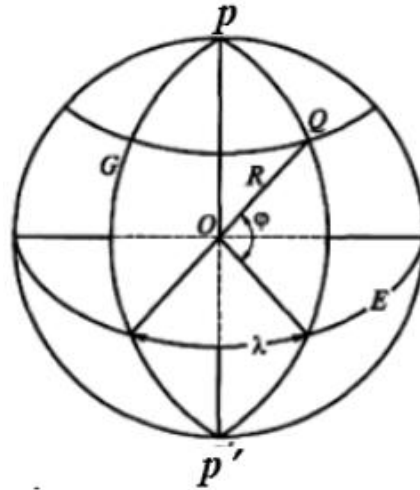
Форма планеты Земля – *геоид*. Ее можно заменить шаром. Например, если изготовить глобус Земли с экваториальным диаметром 1 м, то его полярный диаметр будет короче всего на 3,4 мм. Размеры неровностей на поверхности Земли обычно значительно меньше диаметров их сфер. На Земле максимальные величины параметров рельефа – высоты гор и глубины впадин – незначительны по сравнению с размерами самой планеты. Если земной диаметр уменьшить до 1 м, то получится шар с довольно гладкой поверхностью – Марианская впадина на нем будет небольшим углублением, не глубже 0,9 мм, а г. Эверест образует выступ высотой менее 0,7 мм.

Форма и размеры шара определяются его радиусом: *радиус шара планеты Земля*  $R = 6371,00$  км, *экваториальный радиус*  $a = 6378,14$  км, *полярный радиус*  $b = 6356,75$  км.

Диаметр шара, совмещаемый с осью вращения Земли, принимается за полярную ось вращения. Плоскость, проходящая через центр шара перпендикулярно его оси вращения, образует плоскость *экватора*. Основными координатами, определяющими положение точки на шаре, являются сферические широта и долгота (рис.5).

*Сферическая широта* ( $\varphi$ ) – угол, образованный нормалью к поверхности шара в данной точке  $Q$  и плоскостью экватора. Так как нормаль к сфере совпадает с ее радиусом, широта равна центральному углу между радиусом шара, направленным на заданную точку, и плоскостью экватора. Плоскость экватора пересекает поверхность шара по *экватору*. Система плоскостей, параллельных экватору, пересекая поверхность шара, образует на нем *параллели*. Плоскость любого *меридиана* проходит через ось вращения шара.





**Рисунок 5** – Географические координаты точек шара радиусом  $R$ :  $\varphi$  – сферическая широта;  $\lambda$  – сферическая долгота;  $P, P'$  – географические полюса;  $G$  – Гринвичский (начальный) меридиан;  $Q$  – Пулковский меридиан;  $E$  – экватор [2]

**Сферическая долгота ( $\lambda$ )** определяется двугранным углом между плоскостями меридиана данной точки и начального (Гринвичского) меридиана. Сетка меридианов и параллелей на шаре называется **географической сеткой**.

На сфере параллель является дугой окружности. Ее радиус ( $r$ ) зависит от широты

$$r = R \cos \varphi.$$

Длина дуги параллели ( $s$ ) между двумя точками с географическими долготами  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  равна

$$s = r (\lambda_2 - \lambda_1).$$

Разность долгот выражена в радианах.

**Меридианы** – это также дуги окружностей, радиус которых равен радиусу шара  $R$ . Вычисление длины дуги меридиана ( $S$ ) между экватором и параллелью широты  $\varphi$ , выраженной в радианах, производится так:

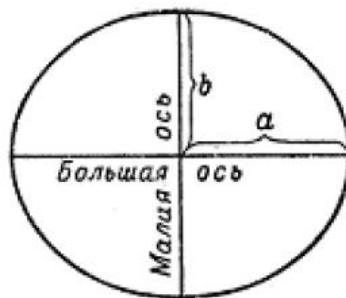
$$S = R \varphi.$$

Шаровая модель достаточно проста и имеет важное практическое значение. Эту модель применяют при мелкомасштабном картографировании.

Более точной моделью массивного тела, вращающегося вокруг неизменной оси, является **сфероид** – фигура, которую приняло бы тело, находясь только под влиянием сил взаимного тяготения его частиц и центробежной силы вращения. Простейшим из сфероидов является эллипсоид вращения с малым сжатием вдоль полярной оси.

**Эллипсоид вращения** – геометрическое тело, которое образуется при вращении эллипса вокруг его малой оси. Размеры эллипсоида вращения характеризуют (рис. 6):

- большая ( $a$ ) и малая ( $b$ ) полуоси:
- сжатие эллипсоида  $\alpha = (a - b)/a$ .



**Рисунок 6** – Эллипсоид вращения и его параметры

Если сферу шара определяет лишь один параметр – радиус, то эллипсоид вращения характеризуют два параметра. Основным параметром является большая экваториальная полуось эллипсоида  $a$ . В качестве второго параметра чаще всего используют либо полярное сжатие  $\alpha$ , либо первый ( $e$ ), либо второй ( $e'$ ) эксцентриситеты меридионального эллипса, либо малую полярную полуось  $b$ . Эти величины связаны между собой следующим образом:

$$\alpha = \frac{a-b}{a}; e^2 = \frac{a^2-b^2}{a^2}; (e')^2 = \frac{a^2-b^2}{b^2};$$

$$b = a(1 - \alpha) = a\sqrt{1 - e^2};$$

$$\alpha = 1 - \sqrt{1 - e^2}; e^2 = \alpha(2 - \alpha)$$

Эллипсоид Красовского был утвержден в СССР для геодезических и картографических работ. Расчет эллипсоида был выполнен в 1940 г. Ф. Н.

Красовским и его учеником А. А. Изотовым. Эллипсоид Красовского используют в России до сих пор.

В настоящее время параметры современной точности имеет эллипсоид системы **GRS-80** (*Geodetic Reference System*, 1980 – Геодезическая референцная система 1980 г.). На его основе созданы современные координатные системы Австралии, Европы, стран Северной и Центральной Америки.

Эллипсоид **WGS-84** (*World Geodetic System*, 1984 – Мировая геодезическая система 1984 г.) получил мировое признание и распространение благодаря американской глобальной системе спутникового позиционирования GPS.

В России для решения задач, связанных с использованием космических аппаратов, применяется эллипсоид ПЗ-90 (Параметры Земли, 1990 г.).

Значения параметров эллипсоидов вращения для распространенных земных эллипсоидов приведены в табл. 1.

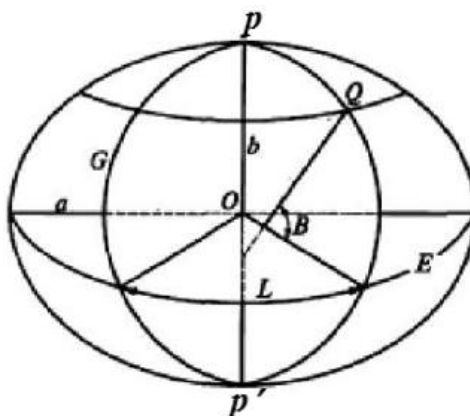
Таблица 1

Основные земные референц-эллипсоиды и их параметры [2]

Эллипсоид	Год	Большая полуось $a$ , м	Сжатие $\alpha$
Деламбра	1800	6 375 653	1/334
Вальбека	1819	6 376 896	1/303
Эйри	1830	6 377 563	1/299,3250
Эвереста	1830	6 377 276	1/300,8017
Бесселя	1841	6 377 397	1/299,15
Кларка	1866	6 378 206	1/294,98
Кларка	1880	6 378 249	1/ 293,46
Хейфорда	1909	6 378 388	1/297
Красовского	1940	6 378 245	1/298,3
Австралийский	1965	6378 160	1/298,25
GRS-67	1967	6378 160	1/298,2472
WGS-72	1972	6378 135	1/298,26
GRS-80	1979	6378 137	1/298,25722
WGS-84	1984	6378 137	1/298,25722
ПЗ-90	1990	6378 136	1/298,25782

Положение любой точки на эллипсоиде определяется геодезическими широтой и долготой (рис.6). Геодезическая широта ( $B$ ) – угол, образованный нормалью к поверхности земного эллипсоида в данной точке и поверхностью экватора. Геодезическая долгота ( $L$ ) – двугранный угол между плоскостями меридиана данной точки и начального меридиана.

Рассекая эллипсоид плоскостями, проходящими через полярную ось, получают меридианы, а плоскостями, проходящими перпендикулярно этой оси – параллели. Экватор образуется сечением эллипсоида плоскостью, проходящей через его центр, перпендикулярно полярной оси. Сетка меридианов и параллелей формирует географическую сетку.



**Рисунок 7** – Геодезические координаты точек эллипсоида вращения с полуосями  $a$  и  $b$ :  $B$  – геодезическая широта;  $L$  – геодезическая долгота;  $P, P'$  – географические полюса;  $G$  – Гринвичский (начальный) меридиан;  $E$  – экватор [2]

При проектировании эллипсоида на шар возникает задача выбора радиуса шара и способа перехода от широт  $B$  и долгот  $L$  эллипсоида к широтам  $\varphi$  и долготам  $\lambda$  шара. Обычно эллипсоид с шаром совмещают так, чтобы совпали их центры, оси вращения и плоскости начальных меридианов. В этом случае плоскости экваторов и плоскости всех меридианов также совпадают и долготы остаются неизменными:

$$\lambda = L.$$

Преобразованию подлежат только широты. Их значения на полюсах и на экваторе остаются без изменений и меняются сильнее при приближении точек к средним широтам. Значения сферических широт и выбор радиуса шара определяются способом отображения эллипсоида на шар. Один из таких способов – сферическое отображение. В этом случае нормали в соответствующих точках сферы и эллипсоида полагаются взаимно параллельными. Поэтому текущие сферические и геодезические широты принимаются равными друг другу:

$$\varphi = B.$$

Для небольших территорий радиус шара приравнивается к среднему радиусу  $R$  в центральной точке карты. При замене всей планеты шаром ее радиус вычисляют как среднее арифметическое из трех значений: радиуса шара, равного среднему из трех полуосей эллипсоида (двух экваториальных и одной полярной); радиуса шара, площадь поверхности которого равна площади поверхности эллипсоида; радиуса шара, объем которого равен объему эллипсоида. Для Земли радиус шара  $R = 6371$  км. Шар с таким радиусом по линейным размерам, площади поверхности и объему очень близок к земному эллипсоиду. На этом шаре дуга меридиана между экватором и полюсом на 5,6 км (0,05%) длиннее, а дуга четверти экватора на 11,2 км (0,1%) короче, чем на эллипсоиде вращения. Такие погрешности на мелкомасштабных картах никак не проявляются.

Для того чтобы добиться наименьших искажений, применяют способ двойного проектирования: эллипсоид проектируют на шар, а затем шар – на плоскость. При равновеликом отображении, когда площадь поверхности эллипсоида Красовского должна быть равна поверхности шара, его радиус оказывается равным  $R = 6\,371\,116$  м. Для упрощения проектирования применяют и иные способы отображения эллипсоида на шар.

**Полярные сферические координаты.** На шаре вместо географических полюса, экватора и географической сетки меридианов и параллелей в ряде случаев удобно использовать сферические полярные координаты. Для этого на сфере выбирается точка, которая принимается за полюс полярной системы

координат. Назовем его условным полюсом. Дуга большого круга на сфере, отстоящая от полюса на  $90^\circ$ , принимается за условный экватор. Относительно этого полюса и экватора строится новая сетка координатных линий, которые назовем условными параллелями и меридианами.

Для наглядности представим себе, что на глобус с географической сеткой натянута прозрачная сфера. На этой сфере также имеются полюс, экватор и построена географическая сетка меридианов и параллелей. Поворачивая прозрачную сферу, будем смещать ее полюс, сетку и экватор относительно географической сетки на глобусе. Теперь положение любой точки на глобусе можно определить новыми сферическими координатами: *условной широтой  $\varphi'$  и условной долготой  $\lambda'$*  отсчитываемыми относительно сетки на прозрачной сфере.

Вместо условной широты используется также ее дополнение до прямого угла, называемое *зенитным расстоянием ( $Z$ )*. Если условная широта определяется углом между условным экватором и радиусом сферы, направленным на данную точку, то зенитное расстояние равно углу между этим радиусом и направлением на полюс полярной системы координат. Поэтому широта и зенитное расстояние всегда дополняют друг друга до прямого угла:

$$\varphi + Z = \pi/2.$$

Каждая условная параллель соответствует постоянному значению зенитного расстояния. Ее называют *альмукантаратом* – линией равных зенитных расстояний. Каждый условный меридиан исходит из условного полюса под некоторым азимутом, его называют *вертикалом*. Этот азимут можно интерпретировать как условную долготу.

Сетку альмукантаратов и вертикалов (условных параллелей и меридианов) можно рассматривать как смещенную сетку меридианов и параллелей, в которой географический полюс перемещен в положение полюса полярной сферической системы координат.

Известно, что Земля шарообразна и по форме близка к сфероиду – фигуре,

которую она приняла бы под влиянием только сил взаимного тяготения и центробежной силы вращения вокруг полярной оси. Из-за неравномерного распределения масс земного вещества и глобальных тектонических деформаций Земля имеет обширные, хотя и довольно пологие, выпуклости и вогнутости.

Фигуру Земли можно представить, вообразив поверхность, в каждой точке которой сила тяжести направлена по нормали к ней, т.е. по отвесной линии. Такую поверхность называют *уровенной*. Сложную фигуру нашей планеты, ограниченную *уровенной* поверхностью, проходящей через точку, закрепленную на высоте среднего уровня моря и являющуюся началом отсчета высот, называют *геоидом*. Иначе говоря, геоид представляет фигуру Земли, сглаженную до уровня Мирового океана в спокойном состоянии.

Рассекая эллипсоид плоскостями, проходящими через полярную ось, получают меридианы, а плоскостями, проходящими перпендикулярно этой оси – параллели. Экватор образуется сечением эллипсоида плоскостью, проходящей через его центр, перпендикулярно полярной оси. Сетка меридианов и параллелей формирует географическую сетку (рис. 8).



**Рисунок 8** – Элементы формы Земли

Диаметр шара, совмещаемый с осью вращения Земли, принимается за полярную ось вращения. Плоскость, проходящая через центр шара перпендикулярно его оси вращения, образует плоскость *экватора*.

**Меридианом** называется линия, по которой поверхность эллипсоида пересекается плоскостью, проходящей через малую ось. Один из меридианов назначается нулевым, или начальным.

Таким образом, поверхность геоида совпадает со средним значением уровня моря над морями и океанами. На суше она вычисляется по измеренным значениям гравитационного поля и не совпадает с поверхностью рельефа суши, обычно отклоняясь от последней в ту или иную сторону.

Геоид математически выражается с помощью коэффициентов сферических гармоник. Например, геоид **EGM-96** (*Гравитационная модель Земли, 1996*) использует коэффициенты сферических гармоник для полиномов до 360 порядка. Для полного уравнения геоида **EGM-96** требуется более 60 000 коэффициентов. Ясно, что применять их все для расчета поверхности слишком сложно. Необходимо более простая фигура, но с достаточной для большинства практических задач точностью описывающая Землю.

Использование *двухосного эллипсоида (эллипсоида вращения)* позволяет аппроксимировать поверхность геоида с погрешностью не более 150-200 м. Еще большей точности можно достичь, если еще немного сжать Землю с боков. Такая фигура называется *трехосным эллипсоидом*. Существует и другой метод повышения точности для конкретных, достаточно обширных участков поверхности – эллипсоид можно взять более простой (двухосный), но немного его сдвинуть по отношению к центру масс Земли и повернуть, чтобы он максимально соответствовал поверхности Земли в данной стране (территории). Именно так обычно и делают, когда речь идет о решении геодезических задач применительно к отдельным регионам или странам. Такие модели эллипсоидов, которые наиболее точно совпадают с земной поверхностью в данном районе, называют *референц-эллипсоидами*.

### 3.3 Системы координат

Система координат необходима для определения расстояний и направлений на Земле. В зависимости от широты расположения условного



полюса различают несколько систем координат:

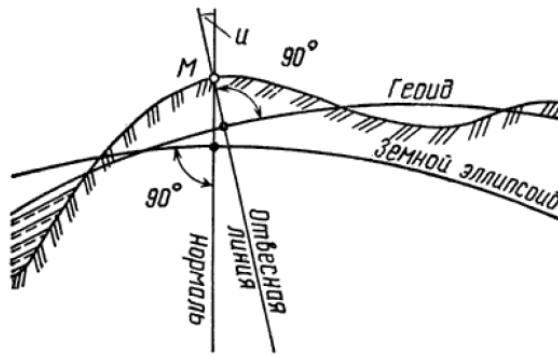
- **нормальная система координат** – система полярных сферических координат, полюс которой совмещен с географическим полюсом;
- **поперечная система координат** – система полярных сферических координат, полюс которой расположен на экваторе;
- **косая система координат** – система полярных сферических координат, полюс которой расположен между географическим полюсом и экватором.

Соответственно этому картографические проекции называют **нормальными, поперечными и косыми**.

**Система координат** – опорная система для определения положения точек в пространстве или на плоскостях и поверхностях относительно выбранных осей, плоскостей или поверхностей.

Положения точек на поверхности Земного шара могут задаваться географическими координатами (широта, долгота, высота над уровнем моря), пространственными прямоугольными координатами  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , полярными и другими координатами. Остановимся на описании географических координат.

**Географические координаты** точек на земной поверхности, определенные по результатам наблюдений небесных светил, называются **астрономическими координатами**, а по результатам геодезических измерений на местности – **геодезическими координатами**. При определении астрономических координат точка проектируется отвесной линией на поверхность геоида, а при определении геодезических координат – нормалью на поверхность земного эллипсоида. Вследствие неравномерного распределения массы Земли и отклонения поверхности геоида от поверхности земного эллипсоида отвесная линия в общем случае не совпадает с нормалью (рис. 9). Угол уклонения отвесной линии на большей части территории России не превышает 3-4", или в линейной мере около  $\pm 100$  м. В отдельных (преимущественно горных) районах уклонение отвесной линии достигает 40".



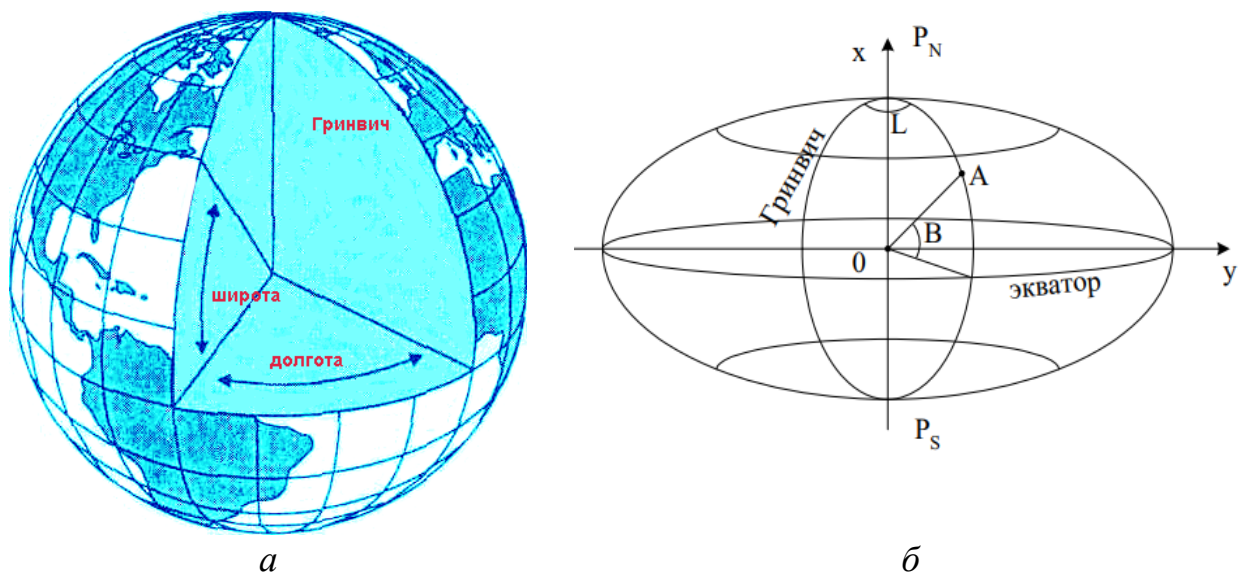
**Рисунок 9** – Уклонение отвесной линии от нормали в точке М

Таким образом, географические координаты – обобщенное понятие об астрономических и геодезических координатах, когда уклонение отвесной линии не учитывается [1-3,6,7-9,12, 17-19,29,42].

**Географические координаты.** К основным линиям эллипсоида относятся параллели и меридианы (рис. 10). Параллелями на эллипсоиде являются линии, которые образуются в результате сечения поверхности эллипсоида плоскостями, перпендикулярными малой оси. Линия пересечения эллипсоида с такой плоскостью, проходящей через центр эллипсоида, называется экватором. Зная радиус Земли, можно рассчитать длину большого круга (экватора):

$$L = 2\pi R \approx 40030 \text{ км.}$$

Длина каждой параллели меньше длины экватора и зависит от широты места.



**Рисунок 10** – Географические координаты

**Географическая система координат**, использующая широту и долготу, хороша для определения положений объектов, расположенных на сферической поверхности Земли. По международному соглашению за начальный («первый», «нулевой») меридиан принят меридиан, проходящий через меридианный круг старой Гринвичской обсерватории в **Гринвиче** (Лондон) до ее перевода в замок Хёрстмонсо. В разное время для этой цели служили меридианы островов Иерро (Канарские острова), Парижской и Берлинской обсерваторий и др. В России в XIX столетии в качестве начального использовался меридиан **Пулковской обсерватории** (Санкт-Петербург).

**Географической широтой** точки  $A$  (см. рис. 10б) называется угол  $B$ , образованный нормалью к поверхности земного эллипсоида в данной точке и плоскостью экватора. Широта отсчитывается по меридиану в обе стороны от экватора и может принимать значения от  $0$  до  $90^\circ$ . Широты точек, расположенных к северу от экватора, называются северными (положительными), а к югу — южными (отрицательными).

**Географической долготой** точки  $A$  (см. рис. 10б) называется двугранный угол  $L$  между плоскостями меридиана данной точки и начального (нулевого) геодезического меридиана.

**Географическая широта точки** — угол между отвесной линией, проходящей через *эту* точку, и плоскость экватора.

**Географическая долгота точки** — двугранный угол между плоскостью начального (Гринвичского) меридиана и плоскостью меридиана данной точки.

Плоскость геодезического меридиана проходит через нормаль к поверхности земного эллипсоида в данной точке параллельно его малой оси. Долготы отсчитываются от начального меридиана от  $0^\circ$  до  $360^\circ$  либо к востоку (**восточная долгота**), либо к западу (**западная долгота**; по международному счёту - положительная). Применяется также система отсчёта от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  к востоку и западу от начального меридиана.

**Сферическая широта** ( $\varphi$ ) — угол, образованный нормалью к поверхности шара в данной точке  $Q$  и плоскостью экватора. Так как нормаль к сфере

совпадает с ее радиусом, широта равна центральному углу между радиусом шара, направленным на заданную точку, и плоскостью экватора. Плоскость экватора пересекает поверхность шара по **экватору**. Система плоскостей, параллельных экватору, пересекая поверхность шара, образует на нем **параллели**. Плоскость любого **меридиана** проходит через ось вращения шара.

**Сферическая долгота** ( $\lambda$ ) определяется двугранным углом между плоскостями меридиана данной точки и начального (Гринвичского) меридиана. Сетка меридианов и параллелей на шаре называется **географической сеткой**.

На сфере параллель является дугой окружности. Ее радиус ( $r$ ) зависит от широты

$$r = R \cos \varphi.$$

Длина дуги параллели ( $s$ ) между двумя точками с географическими долготами  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  равна

$$s = r (\lambda_2 - \lambda_1).$$

Разность долгот выражена в радианах.

**Меридианы** – это также дуги окружностей, радиус которых равен радиусу шара  $R$ . Вычисление длины дуги меридиана ( $S$ ) между экватором и параллелью широты  $\varphi$ , выраженной в радианах, производится так:

$$S = R \varphi.$$

Геодезические системы координат разделяются на: **общеземные** (геоцентрические, глобальные) – для всей планеты и **референционные** (топоцентрические, локальные, национальные), распространяемые на отдельные регионы или государства.

**Общеземную** (глобальную) координатную систему используют для решения глобальных задач, таких как изучение фигуры Земли, внешнего гравитационного поля, их изменений во времени, движения полюсов, неравномерности вращения Земли, управление полетами космических аппаратов в гравитационном поле Земли и др. С этой целью создают модель планеты - эллипсоид, имеющий размеры, массу, угловую скорость вращения и другие, так называемые

**фундаментальные параметры**, весьма близкие реальной Земле. Гравитационное поле вокруг модели и сила тяжести на ее поверхности, являющаяся равнодействующей сил притяжения и центробежной силы, близки к реальным силам, существующим на Земле и в околоземном пространстве.

К фундаментальным параметрам Земли относят также скорость распространения электромагнитных волн в вакууме. Расстояния определяют умножением скорости световых волн или радиоволн на время, за которое они проходят это расстояние.

Для ориентирования координатной системы в теле Земли начало эллипсоида помещают в центр масс Земли, начальный меридиан совмещают с меридианом Гринвича, а ось вращения направляют на северный условный земной полюс, соответствующий некоторому фиксированному среднему его положению. Тем самым устанавливается **геоцентрическая гринвичская координатная система**.

Положение точек на поверхности «глобального» эллипсоида задается, как правило, пространственными прямоугольными координатами  $X, Y, Z$ . Ось  $Z$  направлена по оси вращения, а ось  $X$  лежит на пересечении плоскости начального меридиана с плоскостью экватора (рис. 10). Прямоугольные координаты можно пересчитать в широты ( $B$ ), долготы ( $L$ ), определяющие положение точки на эллипсоиде, и высоту ( $H$ ) над ним.

Практически для закрепления геоцентрической гринвичской координатной системы создается **геодезическая сеть** – совокупность геодезических пунктов. От пунктов сети посредством измерений координаты передаются на другие новые пункты, в том числе и на космические аппараты, а с них - вновь на точки на Земле.

**Геодезические сети** – это наиболее надежный и совершенный способ практического закрепления координатной системы. Измерения на пунктах сети выполняют с наибольшей тщательностью, многократно повторяют и подвергают строгой математической обработке. Современные геодезические сети создают

методами космической геодезии по измерениям с использованием внегалактических точечных радиоисточников, весьма удаленных от Солнечной системы.

Известно несколько общеземных координатных систем. Международная служба вращения Земли **IERS** (*International Earth Rotation Service*) на основе высокоточных измерений формирует общеземную координатную систему **ITRS** (*International Terrestrial Reference System*) и использует эллипсоид **GRS-80**. Система закреплена в декартовых координатах сетью пунктов, называемой **ITRF** (*International Terrestrial Reference Frame* - Международная земная система отсчета). Сотни пунктов **ITRF** расположены на всех материках и островах во всех океанах. Погрешности их положения не превышают 10 см.

При современном техническом уровне измерительных средств постоянно действующие пункты **ITRF**, по существу, являются стационарными астрономо-геодезическими обсерваториями. Оборудование этих пунктов представляет собой целый комплекс прецизионной аппаратуры: стандартов частоты, метеодатчиков, аппаратуры слежения за локальными деформациями земной коры в районе расположения обсерватории и т. д.

Из-за глобальных геодинамических процессов координаты пунктов изменяются со скоростью в среднем по Земле около 3 см/год, поэтому они постоянно обновляются, а в каталогах указывают год, к которому они отнесены, например, **ITRF-94**. Перечень пунктов утверждается каждые несколько лет. Точность современных измерений настолько высока, что позволяет измерять скорость перемещения пунктов до  $0,5 \text{ мм/год}$  и дает возможность определять скорости движения литосферных плит.

В связи с широким применением во всем мире американской спутниковой системы позиционирования получила распространение *Мировая геодезическая система 1984* - **WGS-84** (*World Geodetic System, 1984*). Ее геометрические параметры практически совпадают с постоянными эллипсоида **GRS-80**.

В России без интеграции с западными странами создана общеземная координатная система **ПЗ-90** (*Параметры Земли, 1990*). Она закреплена пунктами космической геодезической сети, часть которых расположена в Антарктиде.

При расстояниях между пунктами до 10000 км погрешность их взаимного положения не более 30 см. В 2000 г. принято Постановление Правительства РФ о введении ПЗ-90 в качестве единой государственной системы координат в целях геодезического обеспечения орбитальных полетов космических аппаратов и решения навигационных задач.

Спутниковые навигационные системы **WGS-84** и **ПЗ-90** не остаются неизменными. Так, WGS-84 за время своего существования уточнялась 3 раза. Правда, изменения настолько малы, что пользователи бытовых GPS-навигаторов могут считать, что их не было. В ноябре 2007 г. система ПЗ-90 была модифицирована и стала называться **ПЗ-90.02**. Параметры ее изменились сразу на несколько метров, и она стала почти совпадать с ITRF и WGS-84, т. е. для пользователей GPS-навигаторов теперь можно их считать идентичными.

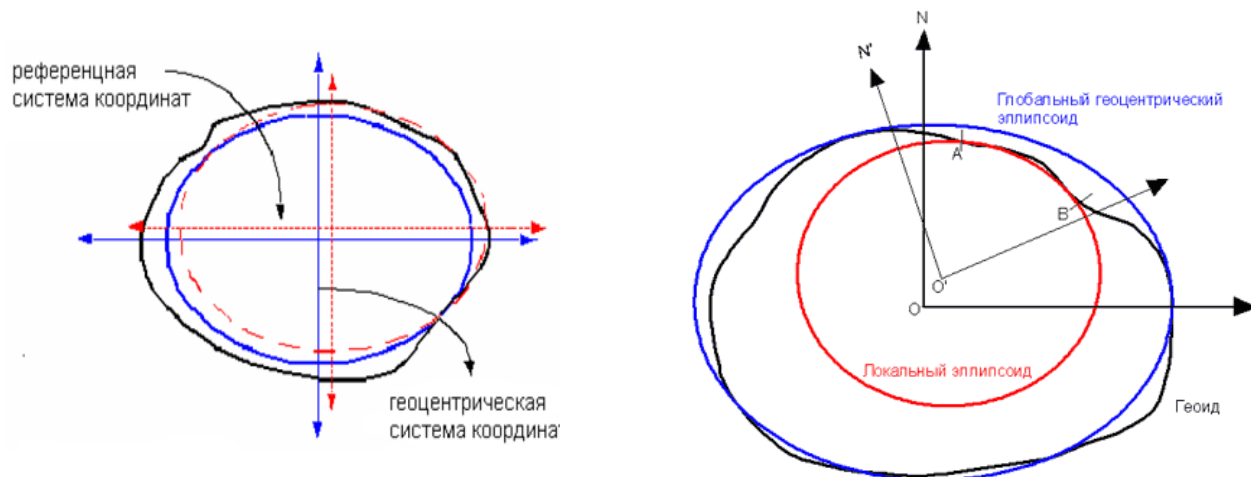
В глобальных системах отсчета не делают карт. Их задача согласование референцных систем координат разных стран и регионов и определение коэффициентов для точного пересчета координат из одной системы в любую другую и обратно. Исключение составляет WGS-84, которая, благодаря GPS, стала такой популярной, что изготовление карт на ее базе – явление весьма распространенное [1-3,6,7-9,12,17,18].

**Референчные системы координат** устанавливают в отдельных регионах или государствах с помощью референц-эллипсоидов, соответствующих данному региону. Референцная система координат появляется так (рис. 11): берется некоторый эллипсоид (Кларка, Красовского и пр.) и располагается его таким образом, чтобы для заданной территории среднеквадратичное отклонение поверхности эллипсоида от поверхности геоида было минимальным.

**Референцная система координат** – это размеры эллипсоида, принятого за основу в данной стране (так называемый опорный, или референц-эллипсоид) плюс коэффициенты, характеризующие его смещение и поворот, для совмещения с территорией данной страны.

Референц-эллипсоид ориентируют в теле Земли при помощи исходных геодезических дат, т. е. параметров, которые устанавливают значения широт,

долгот и их взаимосвязь с астрономическими координатами в некотором исходном пункте.



**Рисунок 11** – Геоцентрическая (синий цвет) и референсная (красный цвет) системы координат

Обычно в качестве базовой выбирается какая-то хорошо известная точка, например, центр зала Пулковской обсерватории. Астрономическими методами максимально точно определяются ее координаты, азимут на какой-то удаленный предмет и расстояние до него. Это и есть точка отсчета геодезической системы. Затем методом триангуляции определяются координаты других точек, образующих геодезическую сеть.

**Метод триангуляции** заключается в следующем. Измерять расстояния на покрытой горами и озерами Земле очень сложно. Напротив, углы с помощью оптического прибора – теодолита измерять можно просто и очень точно. Зная углы и одну сторону треугольника, очень просто вычислить две оставшиеся. Последовательно строя треугольники (триангуляционные ходы), можно двигаться достаточно далеко, почти не теряя точности. Для верности в каждую точку приходят несколькими разными путями, чтобы проверить, не вкралась ли в измерения или вычисления ошибка. Спроектировав расстояния и углы на выбранный эллипсоид можно вычислить географические координаты всех нужных нам пунктов.

Так были установлены исходные геодезические даты бывшего СССР с ис-



ходным пунктом в Пулково и референц-эллипсоидом Бесселя. Однако значительные отклонения отвеса в исходном пункте могут привести к смещению эллипсоида в теле Земли. Правильнее ориентировать референц-эллипсоид не по одному пункту, а по измерениям на множестве астрономо-геодезических пунктах страны. Именно так (Постановление Совета министров СССР от 7 апреля 1946 г. № 760) был установлен референц-эллипсоид Красовского и введена единая система геодезических координат и высот на территории СССР - система координат 1942 г. **СК-42**, более известная под названием **Пулково 1942**. Топографические карты, составленными в Советском Союзе, т. е. до 1990 г. построены с использованием **СК-42 (Пулково 1942)**. В 2000 г. принято Постановление Правительства РФ о введении для геодезических и картографических работ России референцной системы координат 1995 г. – **СК-95**. Использование системы координат **СК-95** следует рассматривать как основу цифрового картографирования и упорядочивания процессов использования местных систем координат. При построении системы координат **СК-95** координаты каждого пункта Государственной геодезической сети (ГГС) в системе координат СК-42 получили поправки. Наличие этих поправок во многом призвано обеспечить решение проблем местных систем координат.

### 3.4 Датумы в спутниковых навигаторах

**Датум** – набор параметров, используемых для смещения и трансформации референц-эллипсоида в локальные географические координаты.

Понятие «датум» вошло в обиход вместе глобальной системой позиционирования GPS. Чаще всего с датумами приходится сталкиваться в GPS-приемниках, в ГИС-системах и в картографии при использовании какой-либо локальной координатной сети. Преобразование координат в таких системах из одного датума в другой может, в общем случае, выполняться автоматически. Неверная установка датума (либо неправильное его преобразование) в итоге дает горизонтальные и вертикальные ошибки определения места величиной от

нескольких до сотни и даже больше метров.

Геодезические тонкости заключаются в том, что датум определяется не коэффициентами, а измеренными на местности координатами нескольких сотен равномерно распределенных по территории страны опорных точек. Параметры датума выбираются такими, чтобы все точки отображались на выбранном эллипсоиде с минимальными отклонениями.

Основной и единственной задачей любого GPS-приемника, как, впрочем, и ГЛОНАСС, является постоянное определение текущих координат места, где он находится. Больше он ничего не делает и не должен. Все остальные функции: вычисление расстояний, направлений, запись точек и треков, отображение карты и прокладка маршрутов – это прерогатива встроенной в него программы.

Все GPS-навигаторы все вычисления производят в своей системе WGS-84. В этой же системе они сохраняют в своей памяти точки, треки и маршруты. В ней же принято передавать координаты в компьютеры и другие устройства и сохранять данные в файлах. Координаты дорог, населенных пунктов, гор и озер в загруженной в навигатор карте тоже хранятся в WGS-84, независимо от того, в какой системе эта карта была построена. ГЛОНАСС-приемники делают то же самое, но в ПЗ-90.

Изменение настройки датума в навигаторе никоим образом не меняет алгоритм его работы. Он все вычисляет, хранит и передает, как и прежде в WGS-84, и только тогда, когда координаты нужно показать на экране, пересчитывает их в нужную систему координат. Координаты, введенные с клавиатуры, он, прежде всего, преобразует в WGS и потом поступает с ними как обычно.

В большинстве навигаторов есть целый список датумов, которые можно выбрать. Если в этом списке нет именно того датума, который необходим, то там есть датум под названием «*User*», или «*пользовательский*». При этом необходимо отметить, что можно в вести поправки к WGS-84 для перевода в Пулково-1942 [1-3,6,7-9,12,17,18]:

$$DX=28; DY= -130; DZ = - 95; DA = - 108; DF = 0,004808.$$

**Форматы отображения координат.** Общеизвестно, что координаты

задаются в угловых градусах, минутах и секундах. Хорошо также известно, что в градусе 60 минут, а в минуте 60 секунд. Спутниковые навигаторы так точны, что угловые секунды показывают еще и с десятичными долями после десятичной точки. Поэтому в спутниковой навигации по умолчанию используется формат данных *«Градусы и минуты с десятичными долями»*. Его обозначение **DD MM. MMM**. Например, долгота «знаменитого» Пулковского меридиана  $30^{\circ} 19' 34''$  в обсуждаемом формате будет отображаться как  **$-30^{\circ} 19,567'$** .

Во всех ГИС координаты широты и долготы хранятся в десятичных градусах. Этого требуют любые программы, способные проводить вычислительные действия и хранящие данные в виде обычного действительного числа. В навигаторах такой формат обозначается **DD.DDDDDD**.

Для использования в ГИС ArcGIS любые исходные *данные необходимо переводить в десятичные градусы*. Например, долгота  $30^{\circ} 19' 34'' = 30 + 19/60 + 34/3600 = 30,326111$  десятичных градусов (округление до 6 знаков после запятой).

### 3.5 Масштабы карт

**Масштаб** определяет степень уменьшения длин при переходе от природы к изображению. Он характеризуется отношением длины линии на изображении к длине соответствующей линии на местности, точнее – к длине горизонтальной проекции линии на поверхность эллипсоида.

Масштаб постоянен только на плане – крупномасштабном изображении небольшого участка земной поверхности, когда можно не учитывать её кривизны. На карте масштаб различен в разных её точках и изменяется, за исключением равноугольных проекций, в зависимости от направления. Однако на картах указывается единственное значение масштаба – это **главный масштаб**, равный масштабу модели земного эллипсоида, изображаемого на плоскости. В разных местах карты масштабы могут быть больше или меньше

главных. Их называют **частными масштабами**. На картах, которые охватывают большие территории и имеют значительные отклонения частных масштабов от главного, указывают точки или линии картографической сетки, сохраняющие главный масштаб.

Масштаб на карте указывают в трёх видах (рис.12):

1) 1: 100 000 – **численный масштаб** (одна сотысячная), означает, что одному сантиметру на карте соответствует 100 000 см на местности;

2) в 1 см – 1 км – **именованный масштаб**;

3) **графический (линейный) масштаб** необходим на карте для быстрого определения расстояний с помощью циркуля-измерителя, когда отклонения частного масштаба от главного невелики, иначе пользование графическим масштабом может привести к крупным ошибкам. В современной картографии наличие на карте графического масштаба необходимо при масштабировании карты (уменьшении/увеличении изображения) и при создании электронной (компьютерной) карты.



**Рисунок 12** – Виды масштабов на карте [1,5-8]

Различают карты **крупно-, средне- и мелкомасштабные**. Каждому территориальному уровню соответствует некоторый диапазон масштабов.

В современных условиях применения геоинформационных технологий часто используются картографические анимации, демонстрирующие изменяющиеся во времени процессы. Многие математические элементы электронной карты становятся динамическими переменными, т.е. переменными, являющимися функциями времени. Изменением этих переменных достигается

эффект изменения процесса во времени. В целях наглядности картографической демонстрации динамических процессов вводится **временной масштаб**.

**Временной масштаб** – это отношение времени демонстрации кадров карты к реальному времени процесса. Например, временной масштаб 1: 86 000 будет означать, что одна секунда демонстрации округленно соответствует одним суткам. Одна секунда демонстрации кадра 32 в масштабе 1: 600 000 примерно соответствует продолжительности процесса в одну неделю; в масштабе 1: 2 500 000 – одному месяцу; 1: 31 500 000 – одному году. С введением временного масштаба появляется возможность различать карты, отображающие медленно-, средне- и быстромасштабные процессы [2].

### 3.6 Картографические проекции

Пространственные данные в геоинформационных системах отображаются с помощью различных картографических проекций, которые предназначены для представления с приемлемой точностью сферической поверхности Земли на плоском носителе.

Законы преобразования широты и долготы в плоские координаты  $X$  и  $Y$  называются **картографическими проекциями**.

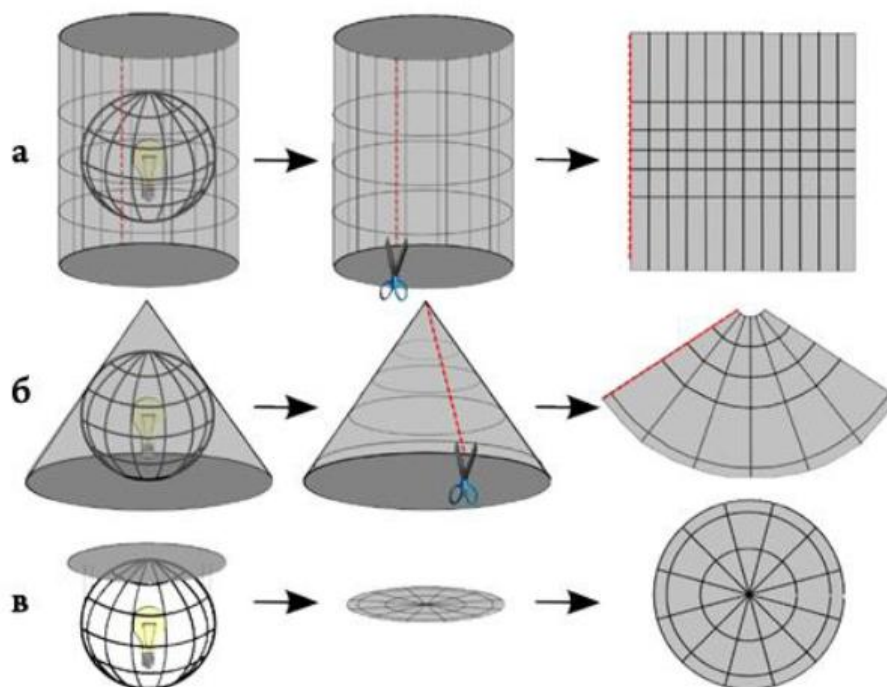
Другое определение: способ изображения земной поверхности на плоскости называется **картографической проекцией**.

В буквальном смысле, процесс создания проекции представляется как помещение источника света внутри прозрачного глобуса, на котором размещаются непрозрачные земные объекты, и проецирование их контуров на двумерную поверхность, окружающую глобус.

По способу построения (вспомогательной геометрической поверхности) все картографические проекции делятся на (рис. 13):

- **цилиндрические (Cylindrical);**
- **конические/поликонические (Conic);**

- *азимутальные (Azimuthal);*
- *специальные.*



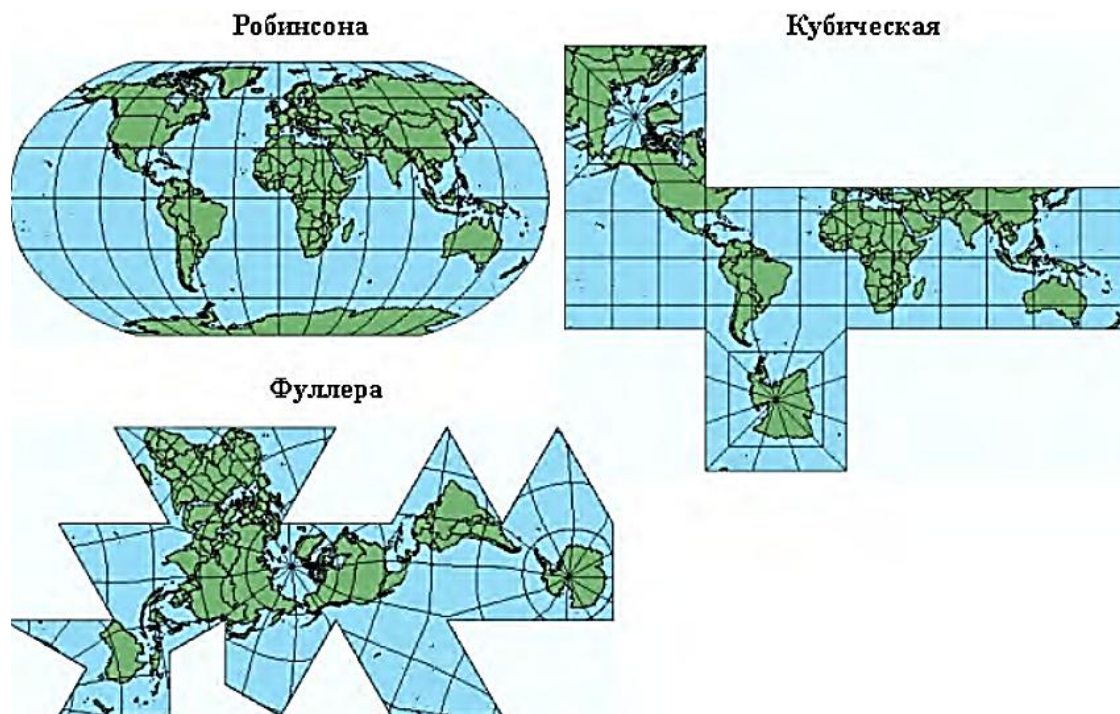
**Рисунок 13** – Основные геометрические модели построения проекций:  
*а* - цилиндрическая; *б* - коническая; *в* – азимутальная

**Цилиндрическая.** Простейший из вариантов проекции (рис. 12а). В этой модели плоскость карты, касаясь глобуса на экваторе, оборачивает его, образуя цилиндр. Меридианы и параллели проецируются на плоскость, образуя таким образом *ортогональную сетку*. Эта модель особенно хороша для изображения экваториальных областей. В других регионах может использоваться поперечный вариант проекции [1-3,6,7-9,12, 17-19,29,42].

**Коническая.** Коническая проекция (рис. 12б) получается в результате разворачивания в плоскость конуса, накрывающего Землю. В самом простом и часто используемом варианте вершина конуса находится на прямой, соединяющей полюса Земли, и изображает приполярную область. Из вершины под равными углами выходят меридианы, а параллели образуют концентрические окружности вокруг неё. Конус касается поверхности Земли на 1-2 стандартных параллелях. Эта форма часто применяется для изображения средних широт.

**Азимутальная.** Здесь плоскость карты является касательной к поверхности Земли (рис. 12в). Представьте бесконечно удалённый источник света с противоположной стороны, просвечивающий глобус и отбрасывающий тени меридианов и параллелей на плоскость карты.

**Специальная.** Вспомогательные поверхности специальных проекций весьма разнообразны и могут иметь даже «экзотический» вид (рис. 14).



**Рисунок 14** – Примеры специальных проекций

Каждая из таких проекций, хотя и приводит к большим искажениям отображаемой поверхности земного шара, позволяет решать определенные задачи. Например, в кубической проекции (шар разворачивается на шесть граней куба) вы можете на плоскости увидеть одновременно два полюса Земли: в проекции Фуллера можно отобразить на плоскости всю сушу, либо, наоборот, все океаны.

Вспомогательная геометрическая поверхность может по-разному ориентироваться относительно оси глобуса. В связи с этим различают следующие проекции:

- **нормальные**, когда ось конуса, цилиндра или перпендикуляр к плоскости совпадает с осью глобуса;

- **поперечные**, когда угол между осями равен  $90^\circ$ ;
- **косые**, когда угол между осями больше нуля и меньше  $90^\circ$ .

На рис. 15 даны примеры использования косых проекций.



**Рисунок 15** – Примеры косых проекции: *а* — косая азимутальная (для карты Азии с сопредельными районами); *б* — косая перспективно-цилиндрическая (для карты России)

### 3.6.1 Искажения при проецировании

**Проекция** — не абсолютно точное представление географического пространства. Каждая проекция создает свой набор типов и величин искажений на карте. Важные характеристики карт, которые должны сохраняться для точных аналитических операций, часто определяют выбор той или иной проекции. Эти характеристики включают **углы** (или **формы**), **расстояния**, **направления**, **площади** объектов.

Процесс переноса координат со сферической поверхности земного шара на плоскость карты порождает искажения **формы, площади, расстояния и направления**.

Существует несколько разновидностей картографических проекций. Некоторые проекции сводят к минимуму искажения по одному параметру за счет увеличения искажения по другим параметрам, а другие картографические проекции пытаются минимизировать все искажения в равной степени. При этом во всех проекциях без исключения искажаются длины линий. По характеру искажений (точнее, «неискажений») картографические проекции делят на:




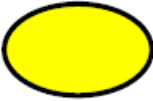




- *равновеликие (Equal Area);*
- *равнопромежуточные (Equidistant);*
- *равноугольные (Conformal);*
- *произвольные.*

В табл. 2 показана классификация проекций по пространственной характеристике, которую они сохраняют.

Таблица 2

Классификация проекций по пространственной характеристике, которую они сохраняют

<i>Тип проекции</i>	<i>Искажает</i>	<i>Сохраняет</i>	<i>3D Земля</i>	<i>2D карта</i>	<i>Пример</i>
Равновеликая (Equal Area)	Форму	Площадь			Равновеликая коническая Альберта
Равнопромежуточная (Equidistant)	Форму, площадь	Расстояние по одному направлению			Равнопромежуточная
Равноугольная (Conformal)	Площадь	Направление, углы			Равноугольная коническая Ламберта

**Равновеликими** называют такие проекции, в которых площадь изображаемой фигуры равна площади этой же фигуры на глобусе. Элементарный кружок на глобусе изображается на плоскости равновеликим эллипсом. Равновеликие проекции сохраняют пропорциональность площадей на карте соответствующим площадям на земном эллипсоиде [1-3,6,7-9,12,17,18].

**Равнопромежуточными** называют такие проекции, в которых длины по определенным направлениям изображаются без искажений. Равнопромежуточные проекции сохраняют постоянство масштаба по какому-либо направлению. Элементарный кружок в такой проекции изображается эллипсом, одна из полуосей которого равна радиусу кружка.

**Равноугольными** называют такие проекции, в которых направления и углы изображаются без искажений. В такой проекции элементарный кружок глобуса изображается также кружком, отличным от оригинала только по площади. Равноугольные проекции сохраняют равенство углов между направлениями на

карте и в натуре. Показания *компасной стрелки* в этих проекциях также представляются точными.

К *произвольным* относятся проекции, не сохраняющие ни равенства углов, ни пропорциональности площадей, ни постоянства масштаба. При решении навигационных задач приходится измерять не только углы, но и расстояния. Поэтому иногда лучше иметь произвольную проекцию, которая давала бы весьма незначительные искажения углов и длин. Например, проекция Робинсона (см. рис. 14) *«пытается» уменьшить искажение по нескольким параметрам* и в то же время не сохраняет точность ни по одному из них.

Знание свойств используемой проекции имеет значение в особенности, если ваше приложение предусматривает сравнения формы, площади, расстояния или направления объектов мелкомасштабной карты. Вам нужно использовать проекцию, которая не приводит к искажениям по тем параметрам, которые вы пытаетесь измерить.

### 3.6.2 Проекции для топографических карт

Поскольку чаще всего пользователи имеют дело с двухмерными картами, спроецированными с глобуса, то потребуется одна или несколько систем координат, соответствующих различным проекциям. Такие системы координат на плоскости называются *картографическими прямоугольными системами координат*, они позволяют точно указывать положение объектов на плоских картах.

Классической системой прямоугольных координат является *Декартова* система координат. Она состоит из двух линий – *абсциссы* и *ординаты*.

*Абсцисса* – горизонтальная линия, содержащая равномерно распределенные числа начиная с 0, называемого началом координат, и продолжающаяся так далеко в двух направлениях, насколько это нам нужно для измерения расстояний (рис. 16).

**Ордината** – это линия, которая обеспечивает движение по вертикали от той же начальной точки в положительном или отрицательном направлении.

Вместе эти линии позволяют определять местоположение любой точки или объекта указанием величин  $X$  и  $Y$ .



**Рисунок 16** – Декартова система координат

Декартова система координат обычно применяется при составлении крупномасштабных карт. В России при производстве топографических карт используется проекция Гаусса-Крюгера.

В 1820-1830 гг К. Ф. Гаусс разработал "двойную" равноугольную проекцию, сохраняющую длины на среднем меридиане. Л. Крюгер в 1912-1919 гг предложил способ непосредственного отображения референц-эллипсоида взамен определения, указанного двойной проекцией, и **эту** проекцию стали называть проекцией **Гаусса-Крюгера**.

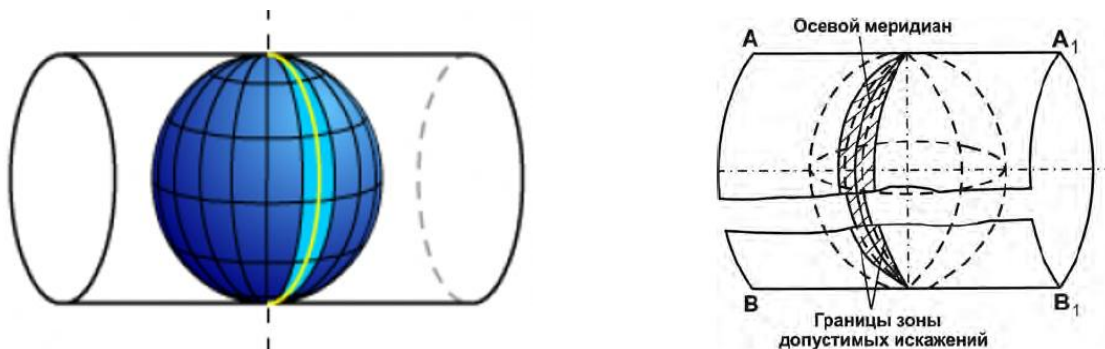
Меридианы и параллели изображаются кривыми, симметричными относительно осевого меридиана зоны и экватора, однако их кривизна настолько мала, что западная и восточная рамки карты показаны прямыми линиями.

Параллели, совпадающие с северной и южной рамками карт, изображаются прямыми на картах крупных масштабов (1:2000-1:50000), на картах мелких масштабов – кривыми. Начало прямоугольных координат каждой зоны находится в точке пересечения осевого меридиана зоны с экватором.

Большинство стран мира для составления топографических карт использует **равноугольные** проекции, сохраняющие равенство углов между направлениями на карте и на местности и подобие бесконечно малых фигур.

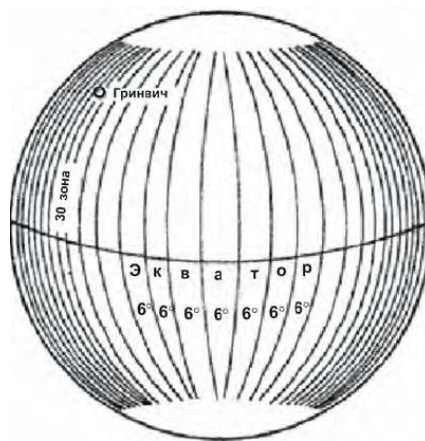
Проекции **UTM (Universal Transverse Mercator)** и **Гаусса-Крюгера** – это разновидности **поперечно-цилиндрической проекции (Transverse Mercator)**. Цилиндр, на который происходит проекция, охватывает земной эллипсоид по меридиану, называемому центральным (осевым) меридианом.

При использовании поперечно-цилиндрических проекций проектирование без заметных искажений может осуществляться только в пределах определенной зоны (рис. 17).



**Рисунок 17** – Границы зоны допустимых искажений в поперечно-цилиндрической проекции

Поэтому проекции **UTM** и **Гаусса-Крюгера** являются **зональными**. В чем суть зональных проекций? Весь земной эллипсоид делят на 60 зон по  $6^\circ$  (рис. 18), для каждой зоны в отдельности составляют карты. Выбор размера зоны исходит из того, чтобы можно было каждую из них развернуть в плоскость без заметных искажений [1-3,6,7-9,12,17-19,29,42].

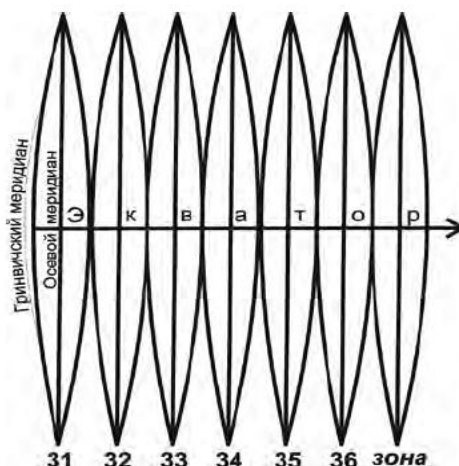


**Рисунок 18** – Деление земного эллипсоида на 60 зон по  $6^\circ$

Меридианы и параллели изображаются кривыми, симметричными относительно осевого меридиана зоны и экватора, однако их кривизна настолько мала, что западная и восточная рамки карты показаны прямыми линиями.

Параллели, совпадающие с северной и южной рамками карт, изображаются прямыми на картах крупных масштабов (1:2000-1:50000), на картах мелких масштабов – кривыми. Начало прямоугольных координат каждой зоны находится в точке пересечения осевого меридиана зоны с экватором.

Зону проектируют по законам математики на боковую поверхность цилиндра так, чтобы при этом сохранилось свойство равноугольности изображения (равенство всех углов на поверхности цилиндра их величине на глобусе). Затем проектируют на боковую поверхность цилиндра все остальные зоны одну рядом с другой. Разрезав далее цилиндр по образующей  $AA_1$  или  $BB_1$  (см. рис. 17) и развернув его боковую поверхность в плоскость, получают изображение земной поверхности на плоскости в виде отдельных зон (рис.19).

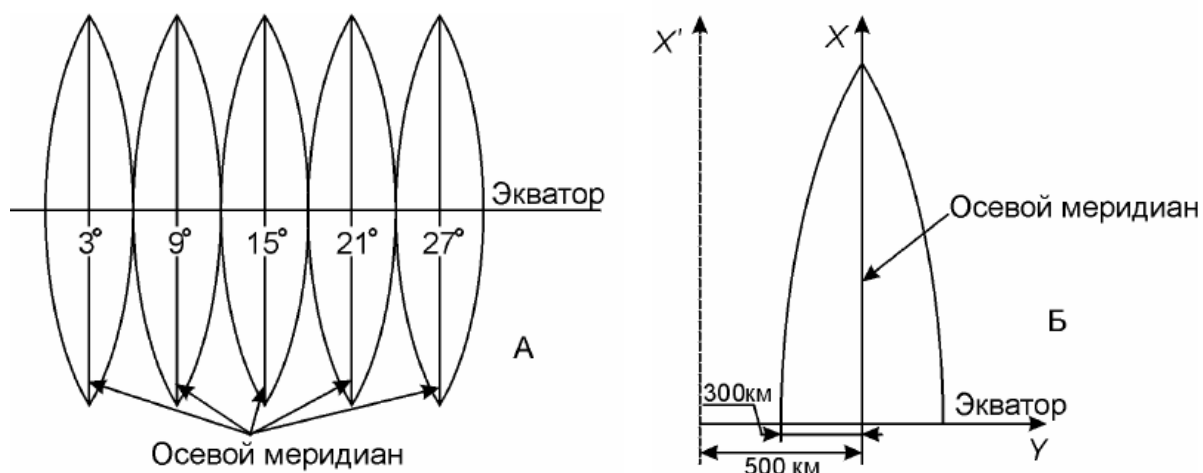


**Рисунок 19** – Зоны, спроектированные на боковую поверхность цилиндра и развернутые в плоскость

### 3.6.3 Зона Гаусса-Крюгера

В соответствии с российским законодательством Земля имеет форму и размеры эллипсоида **Красовского 1940**, а все топографические и номенклатурные геологические карты масштаба 1:1 000 000 и крупнее строятся в зональной проекции **Гаусса-Крюгера**.

В каждой зоне принимается своя система координат. На развернутую в плоскость зону накладывают прямоугольную километровую сетку с началом координат в точке пересечения экватора и центрального меридиана. Вертикальные линии сетки параллельны центральному меридиану (рис. 20).



**Рисунок 20** – Проекция Гаусса-Крюгера: А – общий вид; Б – система координат зоны

В России принята нумерация зон, отличающаяся от нумерации колонн карты масштаба 1:1000000 на тридцать единиц, т. е. крайняя западная зона с долготой осевого меридиана  $L=21^\circ$  имеет номер 4, к востоку номера зон возрастают. Номер зоны  $N$  и долгота осевого меридиана  $L^\circ$  в градусах связаны между собой равенством:  $L^\circ = 6N-3$ .

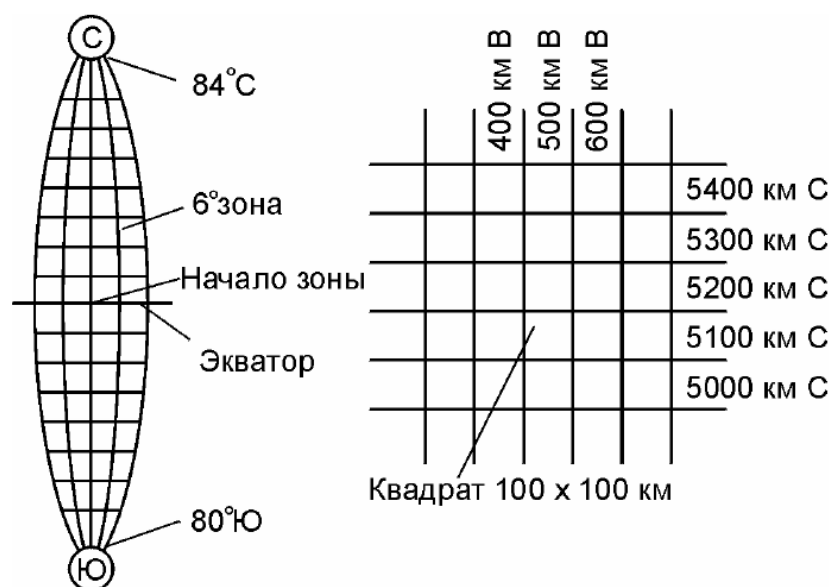
Территория России находится в северном полушарии, поэтому координаты  $X$  всех точек имеют положительное значение. Координаты  $Y$  имеют отрицательные значения левее осевого меридиана и положительные правее его (рис. 19 А). Чтобы исключить из обращения отрицательные координаты и облегчить пользование прямоугольными координатами на топографических картах, ко всем координатам  $Y$  добавляют постоянное число 500000 м (рис. 19Б).

Осевые меридианы трехградусных зон совпадают попеременно то с осевыми меридианами шестиградусных зон, то с крайними меридианами этих зон. Как и все равноугольные, проекция Гаусса-Крюгера сохраняет равенство углов между направлениями на карте и в натуре, т. е. показания компасной стрелки будут точными. При этом, ориентируясь по карте на местности, важно понимать, что вертикали километровой сетки не ориентированы точно на север.

Главный недостаток проекции Гаусса-Крюгера состоит в искажении на карте длин линий и размеров площадей относительно действительных их размеров на поверхности Земли. Искажения увеличиваются с удалением от осевого меридиана зоны. Для того чтобы они были практически неощутимы, и были выбраны размеры координатных зон в  $6^\circ$ . Наибольшие искажения длин – на краю зоны (на экваторе), они равны 0,14%, т. е. 140 м на 100 км измеряемой длины.

### 3.6.4 Зона универсальная поперечная Меркатора UTM

За рубежом наиболее широко распространенной в ГИС системой координат является *универсальная поперечная Меркатора* (*Universal Transverse Mercator* - *UTM*) (рис. 21).



**Рисунок 21** – Универсальная поперечная координатная система Меркатора (UTM)

Данная проекция используется в большинстве работ с дистанционным зондированием, подготовке топографических карт, построении баз данных природных ресурсов, так как она обеспечивает точные измерения в метрической системе, принятой в большинстве стран и научным сообществом в целом. В ней основной единицей измерения длины является метр.

UTM очень похожа на проекцию Гаусса-Крюгера и делит земную поверхность на 60 пронумерованных вертикальных зон шириной по шесть градусов долготы, каждая из которых проходит от 80-го градуса южной широты до 84-го градуса северной широты. Чтобы все координаты были положительными, в UTM есть два начала ординат: одно – на экваторе (для северного полушария), другое – на 80-й параллели южной широты (используется для южного полушария). Эти зоны пронумерованы начиная от 180-градусного меридиана в восточном направлении. Земная поверхность делится также на ряды по 6 градусов широты каждый, за исключением самого северного, который составляет 12 градусов, позволяя тем самым покрыть всю область северного полушария. Каждая секция, образованная пересечением зоны и ряда, обозначается комбинацией числа и буквы [1-3,6,7-9,12,17-19,29,42].



Как следует из названия, UTM использует поперечную **проекцию Меркатора**. Для каждой из 60-ти зон по долготе применяется отдельная реализация проекции с целью уменьшения искажений. Начало координат помещается в центре каждой зоны, на пересечении центрального меридиана зоны с экватором, причем нулевое значение по абсциссе смещено от него на 3 градуса к западу.

**Нумерация зон.** Счёт координатных зон в UTM ведётся не от нулевого (Гринвичского) меридиана, а от меридиана на 180 градусов против часовой стрелки. Так зона 0-6° будет иметь номер 31, с центральным меридианом 3°. Москва, имеющий долготу геометрического центра 37,65°, расположена в зоне 36-42° с номером 37 и центральным меридианом 39°, а в Приморском крае г. Уссурийск имеет долготу геометрического центра 131,9° находится в зоне 126-138° с номерами 52 и 53.

**Номер зоны равен целому от деления долготы в градусах на 6 плюс 31.** Например, долгота Хабаровска 135°. Целое от деления на 6° = 22. Номер зоны Хабаровска  $22 + 31 = 53$ . Центральный меридиан зоны  $22 * 6 + 3 = 132 + 3 = 135^\circ$ .

### 3.6.5 Соотношение зоны Гаусса-Крюгера и Меркатора UTM

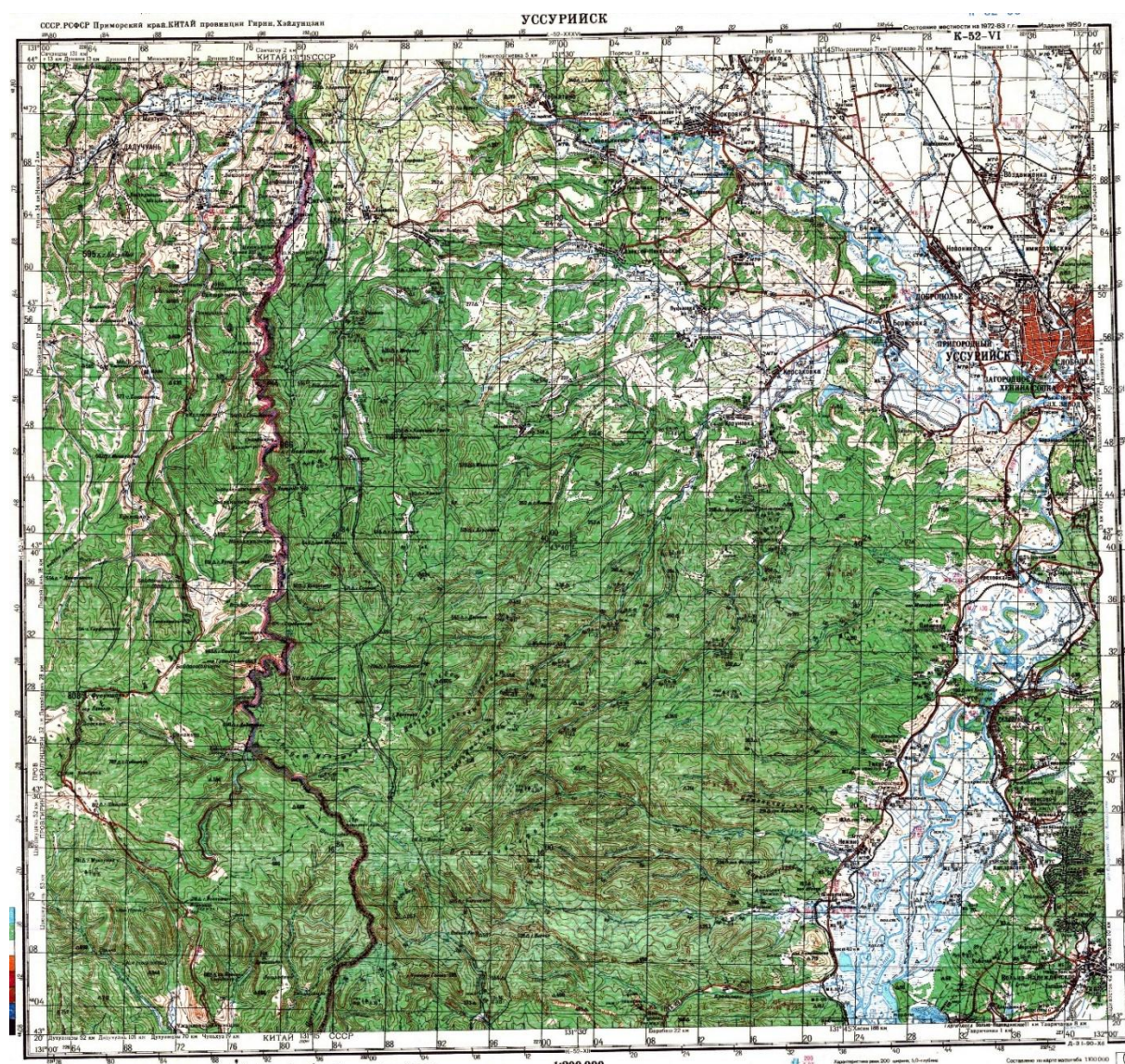
Программные средства ГИС содержат специальные блоки преобразования, отображения и трансформации картографических проекций.

На практике использование модулей трансформации проекций может быть осложнено отсутствием параметров проекции карты – источника.

Осью абсцисс зональной системы координат является проекция осевого меридиана зоны на плоскость, а осью ординат – проекция экватора. Положительное направление оси абсцисс – к северу от экватора, а ординат – к востоку от осевого меридиана. Для того чтобы все прямоугольные координаты были **положительны**, вводится **восточное смещение (*false easting*)**, равное 500 000 м, т. е. координата  $X$  на центральном меридиане равна 500 000 м. В Южном полушарии в тех же целях вводится **северное смещение (*false northing*)** 10 000 000 м.

Таким образом, для Северного полушария положение точки в зональной системе координат определяется прямолинейными отрезками по осям координат относительно начата координат, которым является пересечение экватора и осевого меридиана зоны – 500 000 м.

Важно помнить, что все значения координат вычисляются в метрах. В зональной проекции направления Север-Юг и Запад-Восток не совпадают с координатной сеткой (рис. 22). Вертикали километровой сетки не ориентированы точно на север (за исключением линии на центральном меридиане), угол расхождения с меридианами может составлять до  $3^\circ$ .



**Рисунок 22** – Пример несовпадения линии километровой сетки с направлениями Север-Юг и Запад-Восток на карте масштаба 1:200 000 район г. Уссурийска Приморский край

Осевой меридиан и экватор каждой зоны изображаются прямыми линиями, перпендикулярными друг к другу. Все осевые меридианы зон изображаются без искажения длин и сохраняют масштаб на всем своем протяжении. Остальные меридианы в каждой зоне изображаются в проекции кривыми линиями, поэтому они длиннее осевого меридиана, т. е. искажены. Все параллели также изображаются кривыми линиями с некоторым искажением.

Искажения длин линии увеличиваются по мере удаления от осевого меридиана на восток или запад и на краях зоны становятся наибольшими - до 0,14% или 140 м на 100 км.

#### 4 НОМЕНКЛАТУРА И РАЗГРАФКА КАРТ

Система деления карты на отдельные листы называется *разграфкой карты*, а система обозначения (нумерации) листов - их *номенклатурой*. Деление топографических карт на отдельные листы линиями меридианов и параллелей удобно, поскольку рамки листов точно указывают положение на земном эллипсоиде участка местности, изображённого на данном листе, и его ориентировку относительно сторон горизонта. Стандартные размеры листов карт различных масштабов указаны в табл. 3.

Таблица 3

Стандартные размеры листов карт различных масштабов

Масштаб карты	Размеры листа		На местности соответствует	
	по широте	по долготе	длине боковой рамки листа, км	площади листа, км <sup>2</sup>
1:25 000	5'	7,5'	9	75
1:50 000	10'	15'	18	300
1:100 000	20'	30'	37	1 200
1:200 000	40'	1°	74	5000
1:500 000	2°	3°	220	44 000
1:1000 000	4°	6°	440	175 000



#### 4.1 Номенклатура карты масштаба 1:1 000 000

В основу номенклатуры топографических карт России положена карта масштаба 1:1 000 000 (10 км в 1 см; так называемые «миллионки»). Вся поверхность Земли делится параллелями на ряды (через  $4^\circ$ ), а меридианами — на колонны (через  $6^\circ$ ); стороны образовавшихся трапеций служат границами листов карты масштаба 1:1 000 000.

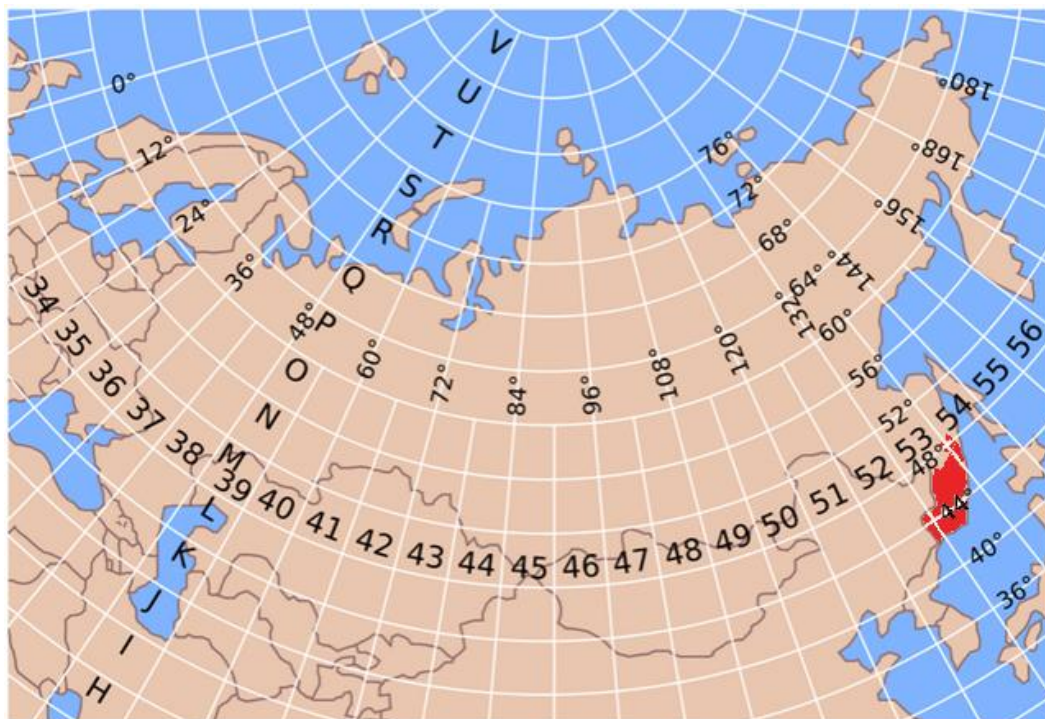
**Ряды** листов этой карты обозначаются прописными буквами латинского алфавита (от **A** до **V**) и счёт их ведётся от экватора к полюсам.

**Колонны** листов нумеруются цифрами от 1 до 60. Счёт колонн ведётся от меридиана  $180^\circ$  с запада на восток. Колонны листов миллионной карты совпадают с шестиградусными координатными зонами, на которые разбивается поверхность земного эллипсоида. Номенклатура листа карты масштаба 1:1 000 000 складывается из указания ряда (буквы, лат.) и колонны (цифры, араб.), в пересечении которых он расположен [1-3,6,7-9,12,17,18].

Приполярные круглые области (с широтой свыше  $88^\circ$ ) обозначаются буквой **Z** без указания номера колонны. Листы миллионных карт, расположенные между широтами  $60-76^\circ$ , сдваиваются по долготе; так, лист карты масштаба 1:1 000 000 будет иметь протяжённость по долготе не 6, а  $12^\circ$ . Выше  $76^\circ$  карты счетверяются и занимают  $24^\circ$  долготы. За  $88^\circ$  находится лист **Z**, занимающий все  $360^\circ$ .

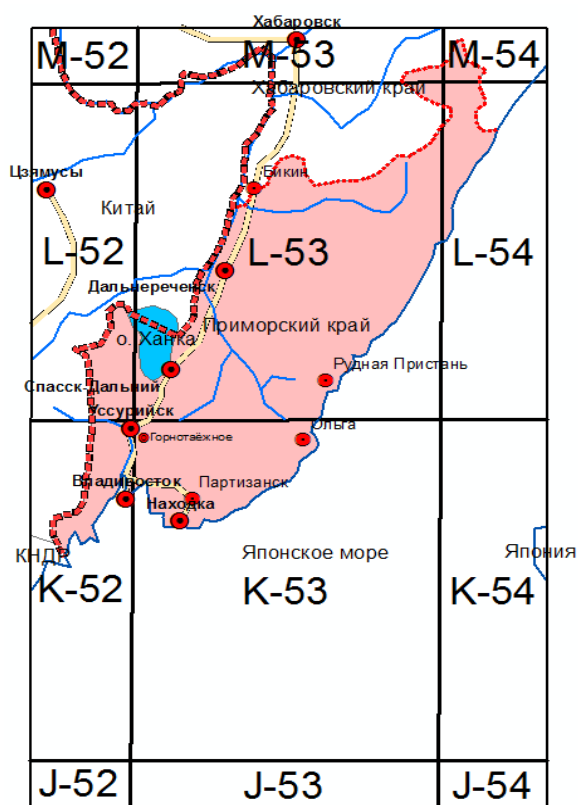
Для наибольшей территории России нумерация карт складывается из двух символов буквы ряда и номера колонны, так, например, основная территория Приморского края находится на листе **L-53** (рис.23).

Сдвоенные листы миллионной карты обозначаются указанием ряда (буквой) и двух соответствующих колонн (нечётным и последующим чётным числом); например, лист карты масштаба 1:1 000 000 на район города Мурманска имеет номенклатуру **R-35,36**. Счетверённые листы образуются схожим образом, четыре колонны перечисляются через запятую. Например, лист карты для западной части Земли Франца-Иосифа будет иметь номенклатуру **U-37,38,39,40**.



**Рисунок 23** – Разграфка и обозначение листов карт масштаба 1:1 000 000, где ■ - территория Приморского края, Россия

Территория Приморского края расположена на 7 листах миллионного масштаба – L-52, K-52, M-53, L-53, K-53, M-54 и L-54 (рис. 24).

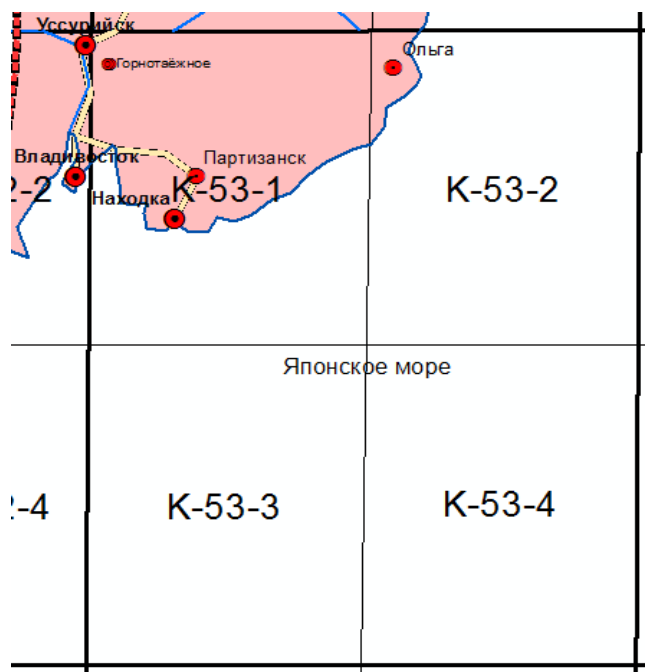


**Рисунок 24** – Разграфка и обозначение листов карты Приморского края масштаба 1:1 000 000

Номенклатуру остальных масштабов карт рассмотрим на примере территории лесного фонда Горнотаёжной станции ДВО РАН в центре которого располагается п. Горнотаёжное, входящее в состав Уссурийского округа Приморского края. Поселение Горнотаёжное находится в 12 километрах юго-восточнее г. Уссурийска, карта для этого района масштаба 1:1 000 000 имеет номенклатуру К-53.

#### 4.2 Номенклатура карты масштаба 1:500 000

Карты масштаба 1:500 000 (5 км в 1 см) являются четвёртой частью листа карты 1:1 000 000 и обозначаются номенклатурой листа миллионной карты с добавлением через дефис арабских цифр 1, 2, 3 и 4, обозначающих соответствующую четверть. Так, например, для листа К-53 масштаба 1:1 000 000 (см. рис. 23) карты масштаба 1:500 000 будут иметь обозначения: К-53-1, К-53-2, К-53-3 и К-53-4 (рис. 25).



**Рисунок 25** – Разграфка листа К-53 на карты 1:500 000 масштаба с обозначениями листов: К-53-1, К-53-2, К-53-3 и К-53-4

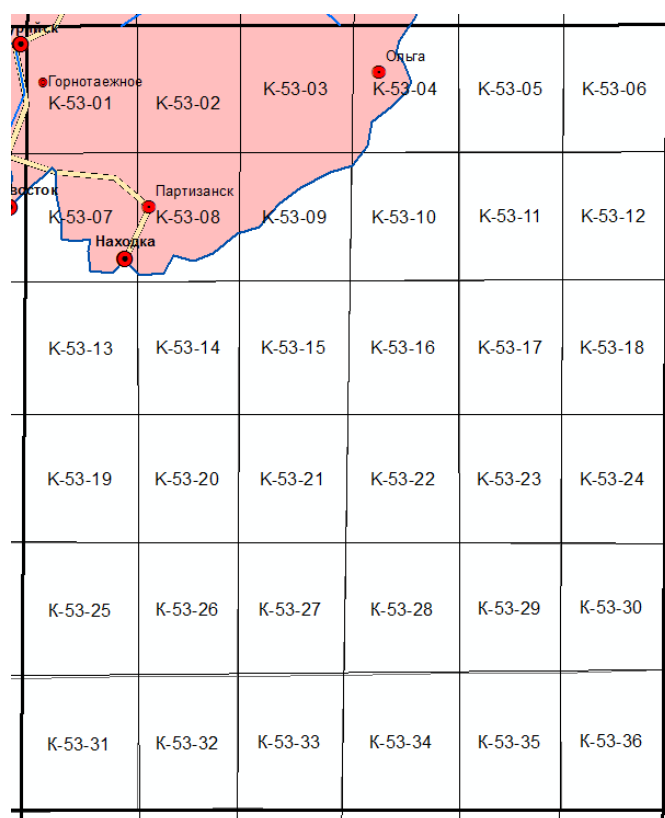
В нашем примере для п. Горнотаёжное и территории лесного фонда ГТС

ДВО РАН карта 1:500 000 масштаба будет иметь номенклатуру К-53-1 (см. рис. 25).

Карты масштаба 1:500 000 на севере за 60° до 88° сдваиваются. Для сдвоенных листов обозначение их номера производится путем перечисления объединенных листов через запятую. Например, лист карты для Белушней Губы будет иметь номенклатуру - R-39-1,2.

### 4.3 Номенклатура карты масштаба 1:200 000

Карты масштаба 1:200 000 (2 км в 1 см) образуются делением миллионного листа на 36 частей, а их номенклатура состоит из обозначения листа карты масштаба 1:1 000 000 с добавлением двузначных арабских цифр от 01, 02, 03... до 36. В нашем случае карта масштаба 1:200 000 для района расположения п. Горнотаежное со смежными территориями ГТС ДВО РАН имеет номенклатуру К-53-01 (рис. 26).

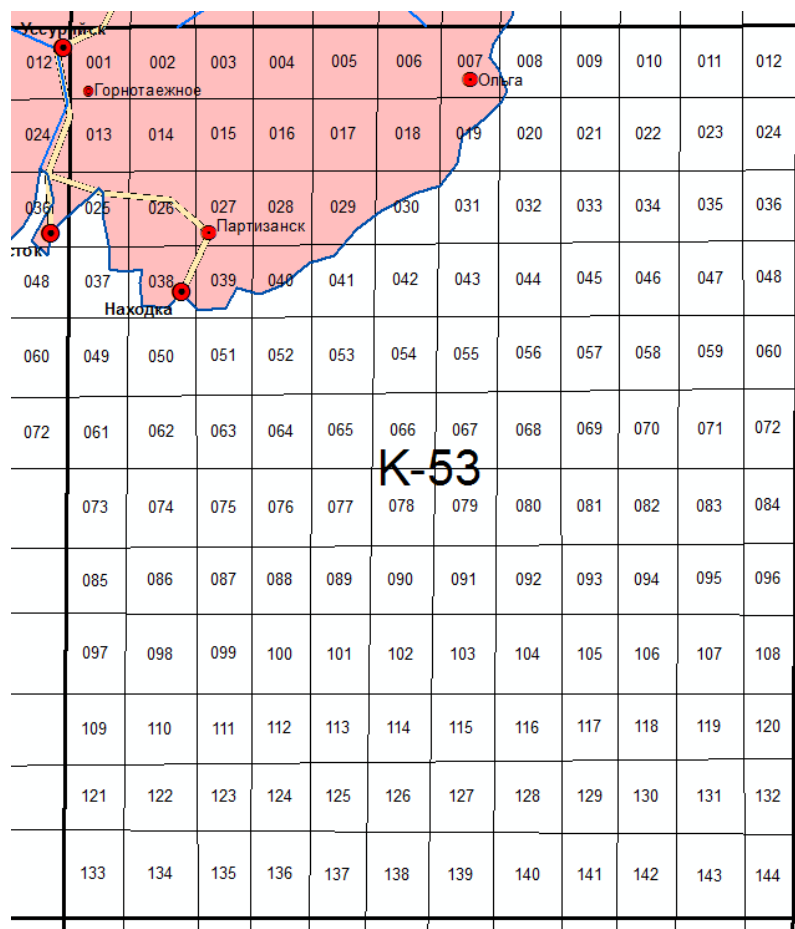


**Рисунок 26** – Пример разграфки листа миллионной карты на карты масштаба 1:200 000

Карты масштаба 1:200 000 между 60° и 76° сдвигаются, объединяясь в один лист, у которого в обозначении номера объединенных листов перечисляются через запятую, например, R-38-31,32. За 76° северной широты карты сдвигаются, а их номера также перечисляются через запятую, например, U-40-31,32,33.

#### 4.4 Номенклатура карты масштаба 1:100 000

Карты масштаба 1:100 000 (1 км в 1 см) получаются делением листа миллионной карты на 144 части (рис. 27); их номенклатура состоит из обозначения листа карты масштаба 1:1000000 с добавлением одного из тройных чисел 001, 002, 003, 004, ..., 143, 144.



**Рисунок 27** – Пример разграфки листа миллионной карты K-53 на карты масштаба 1:100 000

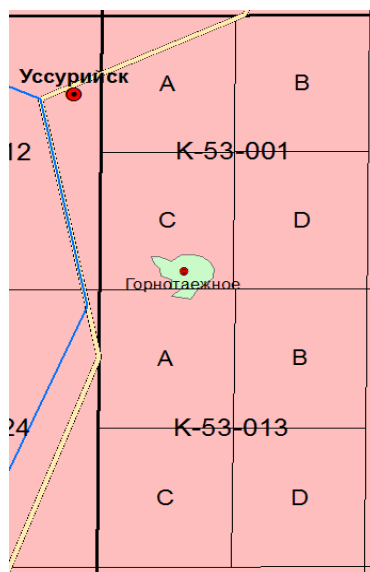


В отличие от предыдущих масштабов, для масштаба 1:100 000 приведено обозначение только номеров трехзначных цифр номенклатуры карт, поэтому для полного обозначения следует впереди добавить номенклатуру миллионной карты, например, К-53. В нашем примере, лист стотысячной карты для территорий вокруг п. Горнотаежное будет иметь номенклатуры К-53-001 (см. рис. 27).

#### 4.5 Номенклатура карт масштабов 1:50 000 и 1:25 000

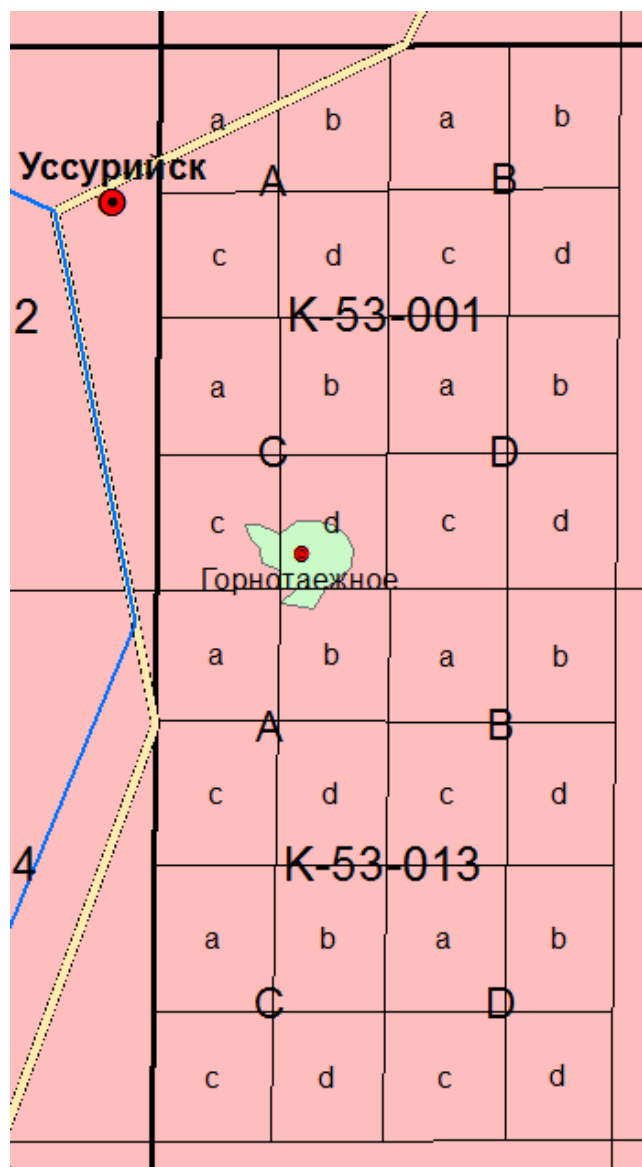
Дальнейшее увеличение масштаба (1:50 000 и 1:25 000) приводит к изменению характера карт, который меняется из чисто картографического в планово-картографический. При этом меняется характер организации номенклатуры карт, который заключается в отказе от базового листа масштабом 1:1000000. Так за базовый лист в первом случае для масштаба 1:50 000 берется карта масштабом 1:100 000, а для 1:25 000 соответственно - 1:50 000.

Лист карты масштаба 1:50 000 (500 м в 1 см) образуется делением листа карты масштаба 1:100 000 на четыре части (рис. 28); его номенклатура состоит из номенклатуры стотысячной карты и одной из заглавных букв А, Б, В, Г русского алфавита.



**Рисунок 28** – Пример разграфки листа стотысячной карты на карты масштаба 1:50 000

Листу масштаба 1:50 000 по аналогии с первым случаем делится на 4 листа карты 1:25 000, которые обозначаются строчными буквами - а, b, с и d, например: К-53-001-А-а, К-53-001-А-b, К-53-001-А-с и К-53-001-А-d (рис. 29).



**Рисунок 29** – Пример разграфки листа стотысячной карты на карты масштаба 1:25 000

В нашем примере с Горностаёжной станции ДВО РАН ее территория располагается на двух карта масштаба 1:50 000: К-53-001-С и К-53-013-А и четырех картах масштаба 1:25 000: К-53-001-С-с, К-53-001-С-d, К-53-013-А-а и К-53-013-А-b.

Таблица 4

## Сводная ведомость номенклатур карт разных масштабов

Масштаб	Название карты	Протяжение листа		Число листов на листе масштаба 1:1000000	Пример номенклатуры листа
		по широте (по вертикали)	по долготе (по горизонтали)		
Мелкомасштабные карты					
1:1 000 000 (10 км в 1 см)	Миллионная	4° (ок. 445 км)	6° (до 668 км)	1	К-53
1:500 000 (5 км в 1 см)	Пятисоттысячная или полумиллионная	2° (ок. 222 км)	3° (до 334 км)	4	К-53-1
1:200 000 (2 км в 1 см)	Двухсоттысячная	40′ (ок. 83 км)	1° (до 111 км)	36	К-53-01
1:100 000 (1 км в 1 см)	Стотысячная	20′ (ок. 37 км)	30′ (до 56 км)	144	К-53-001
Крупномасштабные карты					
1:50 000 (500 м в 1 см)	Пятидесятитысячная	10′ (ок. 19 км)	15′ (до 28 км)	576	К-53-001-С
1:25 000 (250 м в 1 см)	Двадцатипятитысячная	5′ (ок. 9,3 км)	7′ 30″ (до 14 км)	2304	К-53-001-С-а

## 4.6 Прямоугольная (километровая) сетка координат

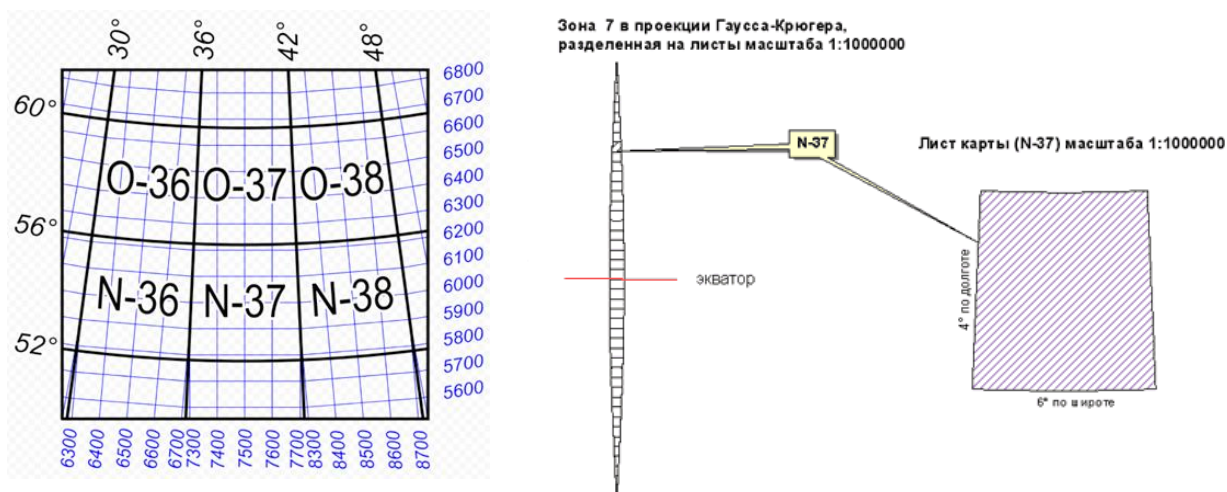
Для определения по топографической карте положения точки при помощи прямоугольных зональных координат на карту наносят сетку координат  $x$  и  $y$ , выраженных в километрах. Она образована системой линий, параллельных изображению осевого меридиана зоны (вертикальные линии сетки) и перпендикулярных к нему (горизонтальные линии сетки). Расстояния между соседними линиями координатной сетки зависят от масштаба карты. Например у карты 1:200 000 расстояние между линиями километровой сетки составляет 2 см (4 км); у карты масштаба 1:100 000 — 2 см (2 км); у карты 1:50 000 — 2 см (1 км); у карты 1:25 000 — 4 см (1 км).

Прямоугольная сетка координат является непрерывной для каждой из 60 зон на поверхности Земли, совпадающих с 60 колоннами листов карт масштаба 1:1 000 000. Различие заключается лишь в их нумерации: так как счёт координатных зон ведётся от **нулевого (Гринвичского) меридиана**, а счёт колонн листов миллионной карты от 180-го меридиана, то номер зоны отличается от номера колонны на 30. Поэтому, зная номенклатуру листа карты, легко

определить, к какой зоне он относится. Например, лист М-35 расположен в 5-й зоне ( $35-30=5$ ), а лист К-29 — в 59-й зоне ( $29+30=59$ ).

Концы (выходы) линий координатной сетки у рамки листа карты подписывают значениями их прямоугольных координат в километрах. Крайние на листе линии подписывают полными (четырёх-пятизначными) значениями зональных координат в километрах. Остальные же линии сетки подписывают двумя последними цифрами значений координат (сокращённые координаты).

Координата  $x$  (подписанная на вертикальных краях листа карты) выражает расстояние до экватора, а координата  $y$  (подписанная на горизонтальных краях листа карты) — номер зоны (первые одна или две цифры значения) и положение относительно центрального меридиана зоны (последние три цифры значения). Центральному меридиану зоны присваивается значение 500 км (так как ширина зоны не может превышать 668 км, трёхзначного числа достаточно, чтобы выражать координату  $y$  в её пределах). Например, точка с координатами  $x = 6216$  и  $y = 7350$  находится в 6216 км от экватора и в 150 км ( $500-350=150$ ) к западу от базового меридиана 7-й зоны ( $39^\circ$  в.д.) (рис.30).



**Рисунок 30** – Пример соотношения прямоугольной и географической систем координат

Чтобы устранить затруднения с использованием координатных сеток, относящихся к соседним зонам, принято в пределах полос протяжением  $2^\circ$

долготы вдоль западной и восточной границ зоны показывать выходы линий координатной сетки не только своей зоны, но и ближайшей соседней [1-3,6,7-9,12,17,18].

#### **4.7 Выбор картографической проекции**

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

- географические особенности картографируемой территории (ее положение на земном шаре, размеры, конфигурация);
- характеристики создаваемой карты (назначение, масштаб, тематика);
- условия и способы использования карты, круг решаемых по ней задач;
- особенности самой проекции (величина искажений и их распределение, форма картографической сетки, кривизна линий положения, наличие эффекта сферичности и др.).

Первые три группы факторов задаются изначально, четвертая зависит от них. Их значимость может быть различной, поэтому возможны любые комбинации и разные варианты проекций.

Нормальные цилиндрические проекции удобно применять для территорий, расположенных вблизи и симметрично относительно экватора. Нормальные цилиндрические проекции на секущем цилиндре используются для построения карт мира. Равноугольная нормальная цилиндрическая проекция Меркатора традиционна при составлении морских и аэронавигационных карт. Поперечные цилиндрические проекции применяют для территорий, вытянутых по меридиану, в этой проекции строятся геодезические зоны топографических карт. Косые цилиндрические проекции удобны для вытянутых территорий, ориентированных на северо-запад или северо-восток. Косые цилиндрические проекции на секущем цилиндре используют для карт Российской Федерации.

Азимутальные проекции чаще всего применяются для создания карт территорий, протяженность которых по широте и долготе примерно одинакова. Полярные азимутальные проекции используют для построения карт северного и южного полушарий, Северного Ледовитого океана или Арктики и Антарктиды. Экваториальные азимутальные проекции – для восточного и западного полушарий, а также для карт Африки. Горизонтальные азимутальные проекции – для карт материкового и океанического полушарий, а также для карт отдельных материков. Равноугольные и равновеликие горизонтальные азимутальные проекции широко используются при составлении карт отдельных стран и их субъектов.

Нормальные конические проекции удобно применять для территорий, вытянутых по параллели и лежащих в средних широтах. Часто используют при построении карт России, Канады, США. Поперечные и косые конические проекции востребованы крайне редко.

Поликонические проекции чаще всего применяются для карт мира. Условные проекции получили довольно широкое применение. Так, псевдоцилиндрические проекции используют для построения карт мира, с разрывами – для карт суши и карт Мирового океана. Псевдоазимутальные – для карт Атлантического океана отдельно или совместно с Северным Ледовитым океаном. Псевдоконические – для карт России, Евразии, Европы и др.

В общем случае при выборе проекции для картографирования конкретной территории руководствуются правилом: наименьшие искажения обеспечиваются теми проекциями, у которых изоколы по своей форме близки к общему контуру изображаемой территории. Кроме того, при выборе проекции для тематических карт следует иметь в виду, что обычно на карте минимальны искажения в центре и быстро возрастают к краям.

Исходя из назначения карты, устанавливают предпочтительный характер искажений. Карты, используемые для измерений азимутов и углов, нужно строить в равноугольных проекциях. При необходимости производить по картам измерения или сравнения площадей выбирают равновеликие проекции. Когда

чрезмерные искажения углов и площадей одинаково нежелательны, выбирают произвольную проекцию.

#### 4.8 Координатные сетки и рамки карт

**Координатные сетки** – важный элемент математической основы карт. Они необходимы для ориентирования по карте, определения направлений (азимутов, румбов, дирекционных углов), прокладки маршрутов, нанесения элементов содержания и объектов по координатам. Кроме того, сетки позволяют судить о масштабе карты, о виде проекции и распределении искажений в ней. Сетка делает карту картой [1].

На картах используют разные координатные сетки.

**Картографическая сетка** – это изображение на карте линий меридианов и параллелей (**географической сетки**), отражающих значения долгот, счёт которых ведётся от Гринвичского меридиана, и широт, счёт которых ведётся от экватора. Картографическая сетка имеет важный географический смысл, 54 т. к. она показывает направления север-юг и запад-восток. На картах линии географической сетки наносят обычно через равные интервалы и обозначают градусами, минутами и секундами – их называют густотой градусной сетки.

В зависимости от места расположения полюса сферической полярной системы координат различают следующие виды картографических сеток:

- **нормальная сетка картографической проекции** – картографическая сетка, получаемая в случае, когда полюс полярной сферической системы координат совмещен с географическим полюсом;
- **поперечная сетка картографической проекции** – картографическая сетка, получаемая в случае, когда полюс полярной сферической системы координат расположен на экваторе;

- **косая сетка картографической проекции** – картографическая сетка, получаемая в случае, когда полюс полярной сферической системы координат расположен между географическим полюсом и экватором.

Меридианы и параллели изображаются разнообразными линиями: прямыми, дугами окружностей, синусоид, эллипсов, парабол, гипербол и других кривых. Картографические проекции и их сетки в нормальной ориентировке разделяют на имеющие параллели **постоянной кривизны** и параллели **переменной кривизны**. Среди сеток с параллелями постоянной кривизны выделяются те, в которых параллели представлены прямыми параллельными линиями, концентрическими или эксцентрическими окружностями или дугами окружностей. Параллели переменной кривизны могут быть отображены эллипсами, параболом, гиперболами или другими кривыми линиями.

Относительно среднего меридиана и относительно экватора сетки могут быть симметричными или асимметричными. Важным свойством картографических сеток является их ортогональность (в ортогональных сетках линии меридианов и параллелей пересекаются под прямыми углами).

**Сетка прямоугольных координат** (прямоугольная сетка) – стандартная система взаимно перпендикулярных линий,

проведенных через равные расстояния, например, через определенное число километров – **километровая сетка**. Обычно эта сетка наносится на топографические карты и планы. Такая сетка удобна для геодезических вычислений: определения прямоугольных координат, расстояний, дирекционных углов и т.п.

**Сетка-указательница** – сетка на карте, предназначенная для указания местоположения и поиска объектов. Ячейки такой сетки обозначают буквами и цифрами, а в указателе географических объектов в алфавитном порядке дается перечень. Например, А4 с.5 – это означает, что на с.5 в атласе в ячейке А4 можно быстро найти искомый объект.

Рамки окаймляют карту и являются декоративным элементом. Обычно на карте их несколько.



**Внутренняя рамка карты** – рамка, ограничивающая картографическое изображение. Она может иметь прямоугольную, трапецевидную, округлую, овальную или другую форму. Форма рамки определяется формой картографируемой территории или акватории.

**Градусные и минутные рамки**, на которых показываются выходы меридианов и параллелей картографической сетки, сопровождаемые надписями значений широт и долгот.

**Внешняя рамка карты** – рамка, ограничивающая всю карту ради придания карте законченного вида. Это либо орнамент (на стенных картах), либо утолщенная линия.

Иногда отказываются от применения рамок и продолжают изображение до обреза листа.

#### 4.9 Компоновка карты

Определение границ картографируемой территории и ее расположения относительно рамок, а также размещение внутри рамок и на полях карты ее названия, легенды, дополнительных сведений, графиков для измерений и масштабов, называют **компоновкой карты**.

При разработке компоновки учитывают технические условия (например, размер бумаги), эстетические моменты (например, зрительную уравновешенность всей композиции) и особенно принципиальные требования, имеющие целью правильное отображение замысла карты, обеспечение удобства при ее использовании.

Компоновка считается удачной, если все элементы карты размещены целесообразно, достаточно компактно, но не скученно.

Компоновка тесно связана с проекцией, масштабом и форматом карты. Удачный выбор меридиана (не обязательно совпадающего с серединой карты) позволяет улучшить компоновку. Например, карта России часто ориентируется по меридиану 100° в. д., смещённому вправо от середины листа. В ряде случаев, например, для карт мира с «линейным» размещением материков, компоновка

существенно изменяется в зависимости от выбора центрального меридиана: если его значение  $0^\circ$ , то сохраняется целостное изображение материков, а если его значение  $120^\circ$  в. д., то сохраняется целостное изображение океанов [14].

Компоновка неразрывно связана с ориентированием картографического изображения, т.е. положением картографической сетки относительно рамок карты. Ориентирование по северу не всегда означает, что боковые стороны прямоугольной рамки совпадают с направлениями север-юг. Это направление внутри рамки могут показывать меридианы картографической сетки. Если же картографической сетки у карты нет, то при нестандартной (по северу) ориентировке обязательно указывают направление на север (стрелкой или изображением компаса).

Встречаются так называемые плавающие компоновки, когда на одном листе свободно без рамок размещают несколько территорий (или одну территорию несколько раз).

В зависимости от конфигурации территории выбирают свободное место для названия карты, легенды, масштаба внутри рамки или вносят их за рамку – варианты дизайнерских решений могут быть разнообразными.

#### ***Требования к компоновке:***

1. Выбор среднего меридиана. Картографируемая территория ориентируется симметрично относительно среднего меридиана. Средний меридиан, как правило, должен быть перпендикулярен северной и южной сторонам рамки, хотя возможен вариант косой ориентировки.

2. Картографируемая территория должна быть показана полностью и занимать центральное положение.

3. При создании карты рамка располагается симметрично относительно срединной линии территории, положение которой определяется визуально. Основная территория не должна быть зажата рамками, т.к. в этом случае не читается ее географическое положение.

4. Расстояние между крайними точками изображаемой территории до рамок должно быть примерно одинаковым.

5. Картографическое изображение должно занимать примерно  $2/3$  площади всей карты (или больше). Площадь сопредельной территории не должна превышать площадь основной территории.

6. Легенда должна занимать примерно  $1/3$  площади всей карты (или меньше) и размещаться в свободном от картографического изображения месте. Если легенда большая по объёму, то она проектируется в монографию или другое некартографическое издание (на отдельной странице).

7. Название карты размещается в свободном от изображения месте – в левом или правом верхнем углу карты (не более чем на  $2/3$  длины листа).

8. При размещении врезок или других дополнительных сведений нельзя закрывать изображение основной территории.

## 5 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА КАРТЕ

Обычная (бумажная) карта представляет из себя единство двух различных видов информации: *метрической* и *семантической*.

***Метрическая информация*** – это чертеж, на котором есть геометрические объекты, имеющие *пространственные координаты*.

***Семантическая информация*** – это описательные данные, характеризующие территорию и географические объекты. Семантическая информация, хотя и размещается на карте, но *реальной пространственной привязки не имеет*.

Семантическая картографическая информация представлена условными знаками, которые могут давать качественную и количественную характеристику показанным на карте объектам, и *аннотациями* (название объектов, например, имена городов). В целом картографическая семантика, при всем ее многообразии, давно и тщательно разработана и используется на картах.

***Условные знаки*** – это графические символы, с помощью которых на карте показывают (обозначают) вид объектов, их местоположение, форму, размеры,

качественные и количественные характеристики. Количество и разнообразие знаков, применяемых при создании карт, практически бесконечно.

**Графические переменные** — элементарные графические средства, используемые для построения картографических знаков и знаковых систем. Это *форма, размер, ориентировка, цвет, насыщенность цвета (светлота) и внутренняя структура* знака.

Представление о графических переменных разработал в 1960-х гг. французский картограф Ж. Бертен применительно к статичным бумажным картам. Если же иметь в виду компьютерные картографические анимации, то следует добавить *динамические графические переменные*.

Для показа размещения, качественных и количественных характеристик тематических сюжетов, их взаимосвязей и динамики используются традиционно наиболее употребительные способы картографического изображения: *значки; точечный способ; линейные знаки; знаки движения; изолинии; качественный фон; количественный фон; ареалы; локализованные диаграммы; картодиаграммы; картограммы; шкалы условных знаков; цветовые шкалы*.

Надо отметить, что специфика (проблемы, преимущества, недостатки) перехода от бумажных карт к цифровым в отношении *семантической* информации принципиально та же, что и при воспроизведении бумажных носителей в любых компьютерных графических программах. Например, в векторном редакторе вы не можете оконтурить область незамкнутой линией [1-3,6,7-9,12, 17-19,29,42].

Графических средств для изображения *метрической*, т.е. пространственно-определенной информации, немного — это *точки, линии, области*. Так на фрагменте физической карты Приморского края (рис. 30) — видны основные примитивы метрического изображения — точки, линии и области (полигоны).

В классической картографии для семантической информации существует понятие о масштабных и немасштабных условных знаках, используемых для изображения объектов реальной местности, а для *метрической* информации

действует ряд важных соглашений и правил.

**Точка (метрическая)** является элементарным географическим объектом, который имеет координаты, отображающие ее положение на карте, но не имеет размеров в масштабе карты.

В приведенном примере карты (рис. 31) кружками показаны города Приморского края. Кружки имеют разную величину, которая зависит от численности населения. Здесь использована шкала, которая отражает количественные различия в условной соизмеримости, но это семантическая информация.



**Рисунок 31** – Фрагмент физической карты Приморского края

Города края являются с метрических позиций точками, не имеющими размера. Что это значит? Для метрической точки должно соблюдаться только одно требование: координаты геометрического центра условного знака (в данной проекции) должны совпадать с координатами геометрического центра объекта реальной местности. При этом совершенно не важно, какой это будет условный знак (кружок, квадрат, треугольник, буква, пиктограмма) и каков будет его размер в масштабе карты.

**Линия (метрическая)** представляет одномерный объект, который имеет протяженность. Линия не имеет размеров в масштабе карты.

**Область (полигон)** – это объект, который характеризуется определенной формой, например, озеро, остров или страна на географической карте. Область имеет площадь и периметр. В цифровых картах вместо области употребляется термин «**полигон**».

**Полигон** по существу отличается от области тем, что в обязательном порядке должен быть замкнутой фигурой.

### 5.1 Способы картографического изображения различных явлений

На географических картах показываются объекты и явления, различающиеся характером размещения в пространстве. Существуют явления с разным характером размещения в пространстве:


- локализованные по пунктам («в точках») – например, города, центры промышленности, полезные ископаемые и т. д.;
- локализованные по линиям – например, реки, транспортные пути, границы;
- локализованные по площадям – например, почвы, растительность, плотность населения и т. д.;
- явления сплошного распространения (например, рельеф, климатические пояса, атмосферное давление и т. д.);
- массовые рассредоточенные явления (например, посевные площади, поголовье скота и пр.).

Системы условных обозначений, применяемые для передачи объектов и явлений, различающихся характером пространственной локализации и размещения, называются **способами картографического изображения**.

Для изображения качественных и количественных особенностей различных объектов и явлений, их взаимосвязей, перемещения и развития во времени применяются различные способы: значков, линейных знаков, изолиний, качественного фона, количественного фона, ареалов, точечный способ, знаков движения, локализованных диаграмм, картодиаграмм и картограмм.

Чтобы уметь правильно выбирать способы изображения для карты и полноценно ее использовать, необходимо хорошо представлять возможности и пределы применения каждого способа.

**Способ значков** применяют для показа объектов, локализованных в пунктах и обычно не выражающихся в масштабе карты (внемасштабные знаки). Это могут быть населенные пункты, месторождения полезных ископаемых, центры промышленности, аэропорты, одиноко стоящие деревья, мельницы, колодцы и т. д. (рис. 32).

Условные знаки	Наименование условных знаков	Место главной точки условного знака
	<i>Завод (фабрика) без трубы</i>	<i>Геометрический центр фигуры</i>
	<i>Сарай</i>	
	<i>Водяная мельница</i>	
	<i>Пункт триангуляционной сети</i>	
	<i>Каменная ветряная мельница</i>	<i>Середина основания знака</i>
	<i>Памятник</i>	
	<i>Телефонная станция</i>	
	<i>Террикон</i>	
	<i>Деревянная ветряная мельница</i>	<i>Вершина прямого угла у основания знака</i>
	<i>Указатель дорог</i>	
	<i>Отдельно стоящее хвойное дерево</i>	
	<i>Автозаправочная станция</i>	
	<i>Завод с трубой</i>	<i>Геометрический центр нижней фигуры</i>
	<i>Нефтяная вышка</i>	
	<i>Часовня</i>	
	<i>Каменная мечеть</i>	

**Рисунок 32** – Положение главной точки внемасштабных условных знаков топографических карт [3]

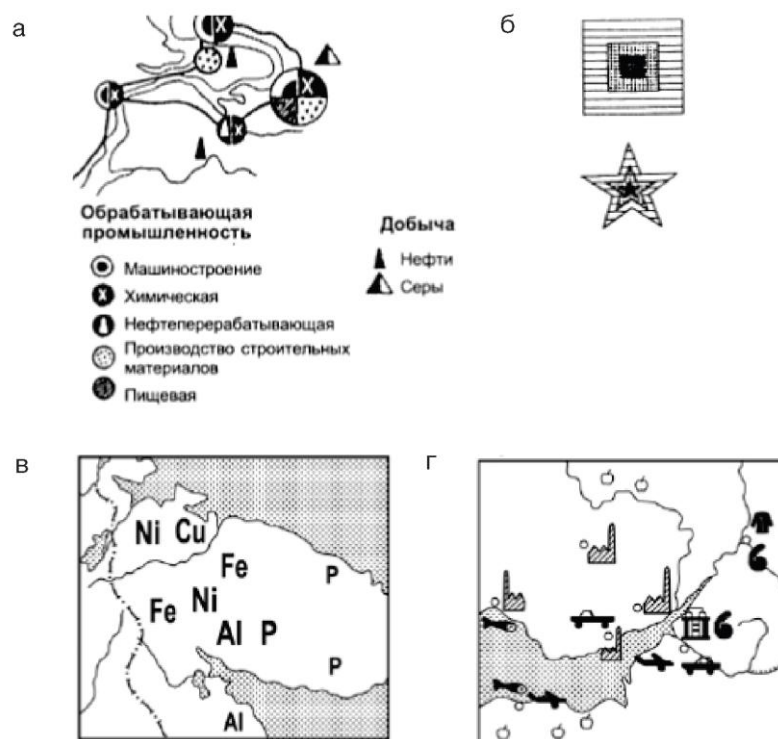
Значки обладают главной (привязочной) точкой, позволяющей показать точное местоположение данного объекта по географическим координатам. Местоположение объекта наносится по координатам на карту, а затем к этой привязочной точке закрепляют значок, отображающий вид объекта (электростанция или месторождение золота, например). У значков правильной

геометрической формы эта точка расположена в центре значка, главная точка может располагаться и в других местах.

Значки позволяют характеризовать качественные и количественные особенности объектов, их внутреннюю структуру. Различают следующие виды значков:

- **геометрические значки** – простые геометрические фигуры: квадраты, кружки, ромбы, треугольники и др. Форма, цвет или штриховка значка отражают качественные особенности объектов, размер значка – количественные особенности, структура знака передает структуру объекта (рис.33, а);
- **буквенные значки** – одна или две первые буквы русского или латинского алфавитов, обозначающие какие-либо объекты. Например, с помощью буквенных значков можно показать месторождения различных руд, используя таблицу Менделеева (*Fe* – железная руда, *Al* – алюминиевая руда и т.д.). Размер букв может количественно характеризовать объект (рис.33, в);
- **наглядные значки** (пиктограммы) – напоминают изображаемый объект. Значки бывают символическими (например, кубик – поваренная соль) и натуралистическими (например, якорь – морской порт, самолет – аэропорт) (рис.33, г);
- **суммарные структурные значки** – собирательное (суммарное) изображение нескольких явлений одним значком. Например, центры обрабатывающей промышленности, когда одним значком необходимо показать, что в этом городе есть машиностроение, химическая и пищевая промышленность, а также производство строительных материалов, т.е. структуру явления (рис.33, а);
- **нарастающие значки** – позволяют показать динамику какого-либо явления в одном пункте (рис.33, б). Например, рост численности жителей города на протяжении нескольких веков.

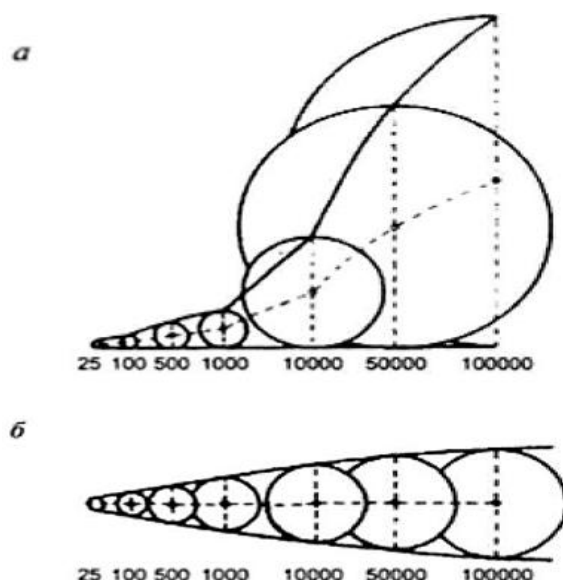




**Рисунок 33** – Геометрические и суммарные структурные значки (а); нарастающие значки (б); буквенные значки (в); наглядные значки (г) [1,3]

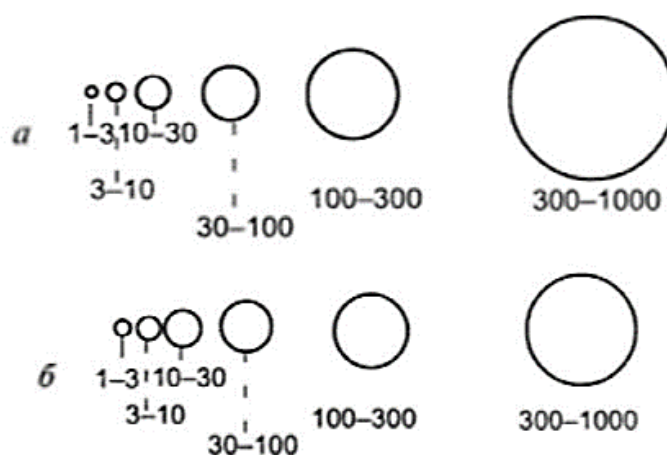
Количественную характеристику передают с помощью шкал (размеров) значков. Шкала может быть абсолютной и условной (рис. 34).

В абсолютных шкалах размер значка прямо пропорционален величине изображаемого объекта. Например, если один кружок изображает на карте город с населением 25 тыс. человек, а другой – 200 тыс., то второй значок должен быть в восемь раз больше первого. Это очень наглядно, но неудобно при больших разбросах значений. Например, будет уже невозможно показать на этой же карте значок 4 миллионного города, который должен быть в 160 раз больше того значка, который показывает 25 тыс. жителей в городе. В этом случае применяют условные шкалы, которые отражают количественные различия в условной соизмеримости: знак крупного города будет больше маленького.



**Рисунок 34** – Непрерывные шкалы значков (*а* – абсолютная, *б* – условная)  
[1,5-8]

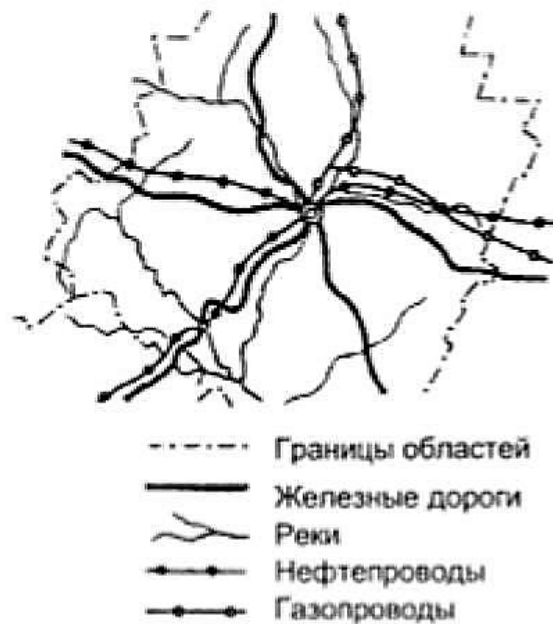
Одновременно с этим шкала может быть непрерывной и ступенчатой (рис.35). В непрерывной шкале размер знака меняется плавно в соответствии с изменением количественного показателя объекта. Ступенчатая шкала дает интервалы. При этом ступени могут быть с одинаковым шагом (равномерная шкала) либо с разными (неравномерная шкала). На рис. 35 приведен пример неравномерной шкалы.



**Рисунок 35** – Ступенчатые шкалы значков (*а* – абсолютная, *б* – условная)  
[1,5-8]

**Способ линейных знаков** используется для изображения реальных или абстрактных явлений, локализованных на линиях. К ним относятся береговые

линии, линии тектонических разломов, водораздельные линии, все виды границ, транспортные пути и др. (рис.36).



**Рисунок 36** – Линейные знаки [1,5-8]

Разные цвет и рисунок линейных знаков передают качественные и количественные характеристики объектов. Например, линии синего цвета – реки, линии красного цвета – автомобильные дороги, черного цвета – железные дороги; различные пунктирные линии показывают разного значения административные границы и т. д. Линейный знак немасштабен по ширине, но его ось должна совпадать с положением реального объекта на местности.

**Способ изолиний** применяется для изображения непрерывных, плавно изменяющихся явлений, образующих физические поля. Изолинии – это кривые линии, соединяющие точки с одинаковыми количественными показателями. На карту сначала наносят значения картографируемого объекта, а затем проводят изолинии. С помощью изолиний показывают рельеф (изогипсы), температуру (изотермы), атмосферное давление (изобары) и т. д. В графике изолинии представляют собой кривые линии с весовым показателем; при необходимости отобразить на карте качественные особенности явления используют цвет изолиний (например, изотермы июля красного цвета, изотермы января – синего).

В чёрно-белом изображении используют рисунок изолинии (сплошная, пунктирная и т.д.).

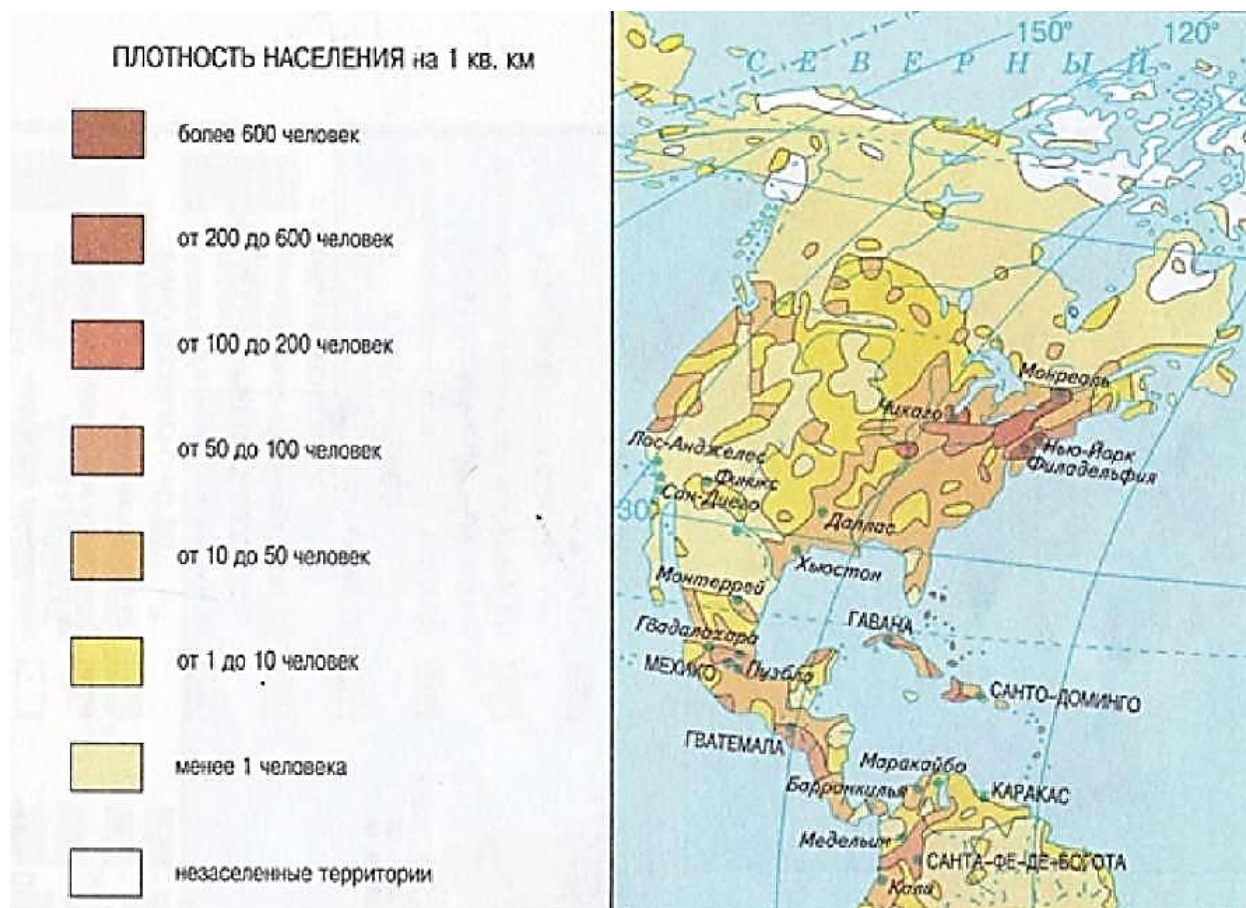
Следует помнить, что на одной карте можно различать не более трёх видов изолиний. Часто этот способ сопровождается послойной окраской между изолиниями. Например, на карте «Температура воздуха в январе» пространство между изолиниями раскрашивают оттенками синего цвета по принципу «чем ниже температура воздуха (т.е. больше количественный показатель), тем темнее оттенок синего цвета», синий цвет в этом случае выбран ассоциативно (холодно – холодный цвет). Условный знак на карте должен выглядеть как слитная шкала показателей (рис.37).



**Рисунок 37** – Карта «Температура воздуха в январе» с применением способа изолиний с послойной окраской

Разновидность этого способа – способ псевдоизолиний. Здесь речь идёт об изолиниях, отображающих распределение дискретных объектов. Псевдоизолинии отражают не реальные, а искусственные, абстрактные поля. Например, «поле расселения» – на карте плотности населения показывают

количество человек на 1 км<sup>2</sup>. Так же, как и в случае со способом изолиний, псевдоизолинии сопровождается послойная окраска. Условный знак в этом случае на карте должен выглядеть как отдельные прямоугольники (рис. 38).



**Рисунок 38** – Фрагмент карты плотности населения с применением псевдоизолиний с послойной окраской

**Способ качественного фона** применяют для показа качественной характеристики явлений сплошного распространения (например, климатические пояса), локализованных по площади явлений, например, типы почв (рис. 39) или массовых рассредоточенных явлений (например, народов).



Показывают подразделение территории (районирование) по природным, социально-экономическим, политико-административным и экологическим признакам. При построении карты сначала разрабатывают классификацию изображаемого явления, затем делят всю территорию на качественно разные участки (районы, области), окрашивают их в присвоенные только им цвета (цветовой фон) или покрывают качественной штриховкой (штриховой фон). Нельзя использовать на одной карте одновременно два фона в одной графике, т.е. цвет накладывать на цвет или штриховку на штриховку, – произойдёт смена цветового и штрихового фона. При необходимости в некоторых случаях

совместно применяют цвет и штриховку (например, на почвенной карте цветом показывают генетические типы почв, а штриховкой – почвообразующие породы).

Если на карте при применении качественного фона показано множество подразделений, дополнительно к фону используют индексы (цифровые, буквенные, буквенно-цифровые).

**Способ количественного фона** применяют для передачи количественных различий явлений площадного распространения. Подобно качественному фону, этот способ связан с районированием, но по количественному признаку. Окраска или штриховка выполняется по шкале, т.е. интенсивность цвета или штриховки возрастает или убывает в соответствии с изменением количественного показателя (например, карта районирования территории по глубине расчленения рельефа, по эрозионной расчлененности рельефа, районирование по количеству верующих людей и т.п.) (рис.40).



**Рисунок 40** – Фрагмент карты эрозионной расчлененности, где коэффициент эрозионной расчлененности показан способом количественного фона

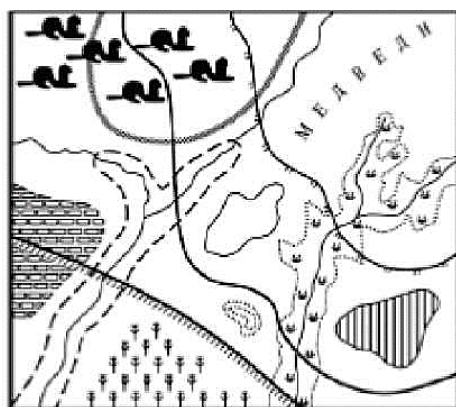
**Способ ареалов** состоит в выделении на карте области распространения какого-либо явления. Различают абсолютные и относительные ареалы. Абсолютными называют ареалы, за пределами которых данное явление совсем не встречается (например, каменноугольный бассейн, контур которого точно

установлен). Относительные ареалы показывают лишь районы наибольшего сосредоточения явления (например, ареал каких-либо лекарственных растений). Чаще всего этим способом показывают распространение животных, бассейны полезных ископаемых, районы распространения сельскохозяйственных культур и т. д.

Графические средства изображения ареалов разнообразны: это могут быть границы с внутренним заполнением, цвет, штриховка, площадные знаки, надписи, индексы (рис. 41, 42).



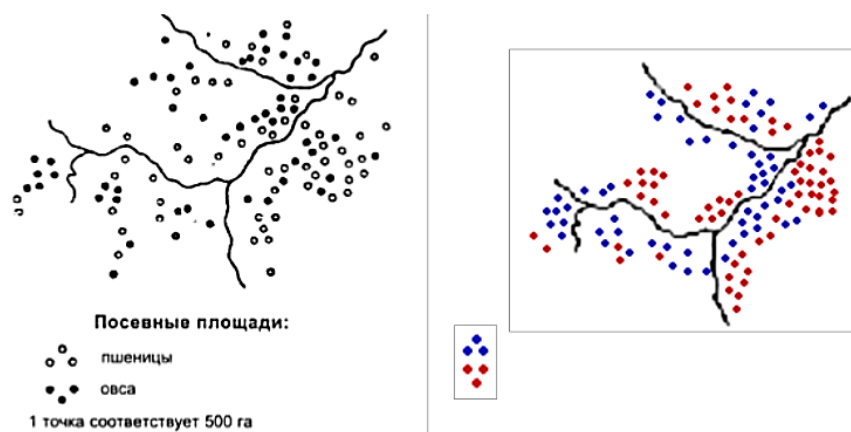
**Рисунок 41** – Способ ареалов [1,5-8]



**Рисунок 42** – Сочетание нескольких ареалов в одной карте [3]

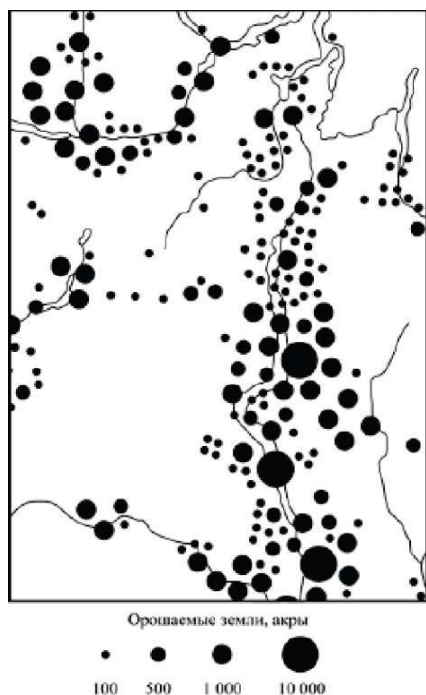
**Точечный способ** используется для изображения массовых рассредоточенных явлений, требующих количественной характеристики. С помощью множества точек, каждая из которых имеет определенный «вес» на карте, можно отобразить посевные площади (например, одна точка – 500 га посевов) (рис. 43), размещение животноводства (например, одна точка – 100 овец), размещение сельского населения (например, одна точка – 1000 чел.) и т. д.





**Рисунок 43** – Точечный способ в черно-белой и цветной графике

В качестве графических средств можно выбрать точки разного цвета или маленькие кружки, квадратики, треугольники – важно, чтобы каждая фигурка имела «вес» и не соприкасалась с соседней. В случае различного сосредоточения явления (густо и пусто) могут использовать разные весовые показатели одного и того же явления – такой графический прием называют «разменной монетой» (рис. 44).



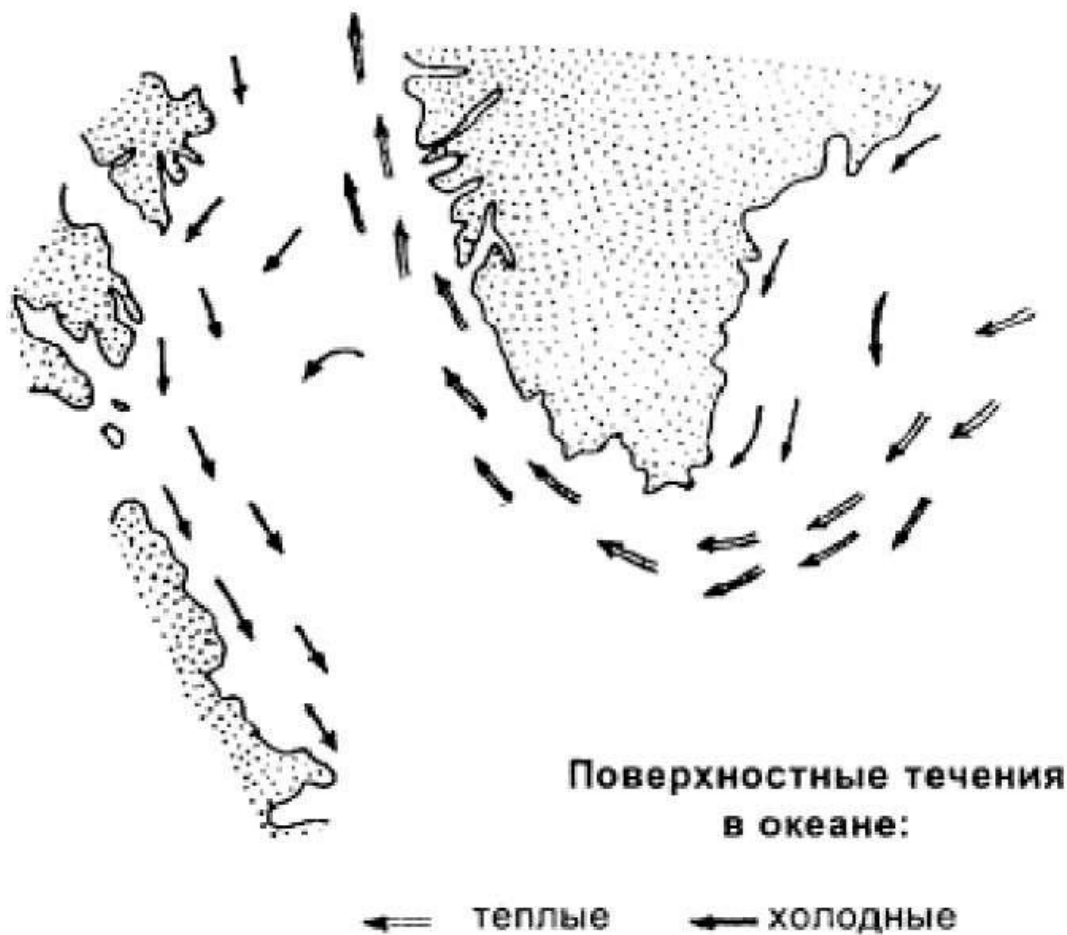
**Рисунок 44** – Разновидность точечного способа – «разменная монета» [14]

**Способ знаков движения** используют для показа пространственных перемещений каких-либо природных (течения, ветры и т. д.), социальных

(миграции населения) или экономических (грузопотоки) явлений. Различают два вида знаков движения:

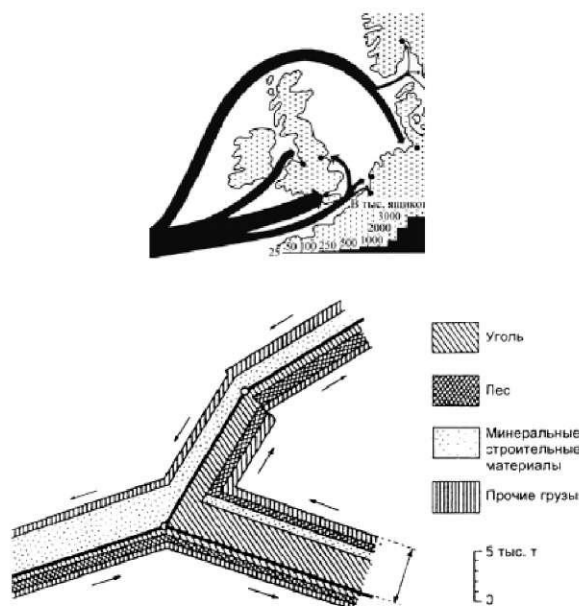
- 1) *стрелка или вектор* разного цвета, рисунка или толщины;
- 2) *лента или полоса* разного цвета, внутренней структуры и ширины.

Стрелки применяют, например, для показа теплых и холодных морских течений (рис.45), преобладающего направления ветра, перелета птиц. Они показывают лишь направление перемещения.



**Рисунок 45** – Знаки движения – векторы (стрелки) [1,5-8]

Ленты способны передать не только виды различных перевозимых грузов, но и их объемы (например, в 1 см толщины ленты – 5000 т) (рис. 46).

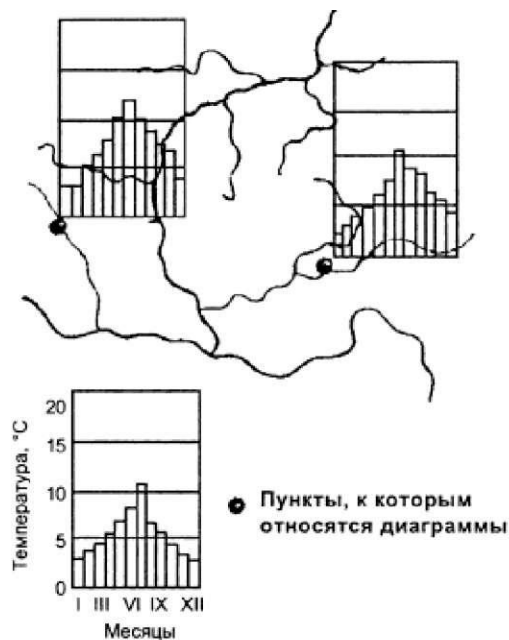


**Рисунок 46** – Знаки движения –  
ленты (полосы)  
[1,5-8]

Можно применить способ знаков движения и для показа связей между объектами (например, электронными коммуникациями, финансовыми потоками), их качества, мощности, пропускной способности и т. д.

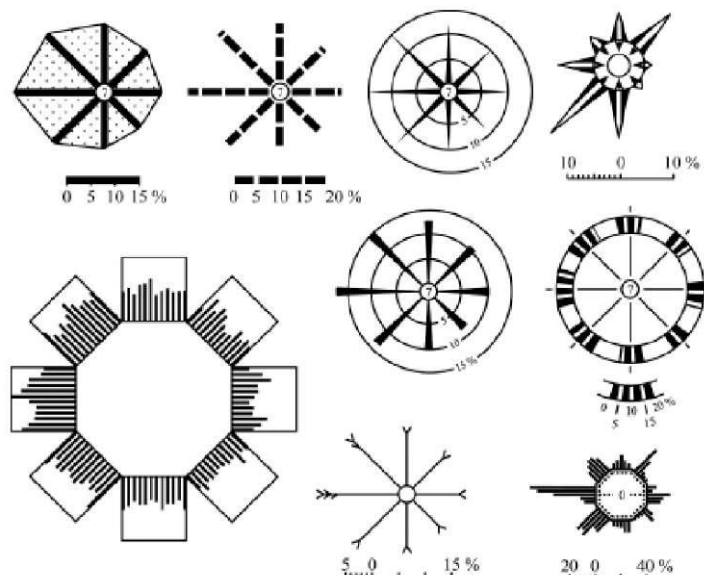
Все знаки движения по передаче пути подразделяются на **точные** и **схематичные**. Точные показывают фактическую траекторию перемещения (например, ленты грузопотоков вдоль железных дорог), а схематичные – произвольную между пунктами начала и конца движения. Схематичные знаки движения используют, когда истинное положение пути перемещения не имеет значения (например, передача электроэнергии от пунктов производства к местам потребления), не известно (например, пути миграции морских животных) или не существует вовсе (например, финансовые потоки).

**Способ локализованных диаграмм** используется для изображения характеристик сезонных и других периодических явлений (их хода, величины, продолжительности, вероятности), отнесенных к определенным пунктам. Этот способ применяют при показе годового хода температур и осадков (климатограмма) (рис. 47), повторяемости направлений ветра (роза ветров), загрязнения поверхностных вод (диаграммы или графики, приуроченные к гидропостам на реках) и т. д.



**Рисунок 47** – Локализованные диаграммы [1,5-8]

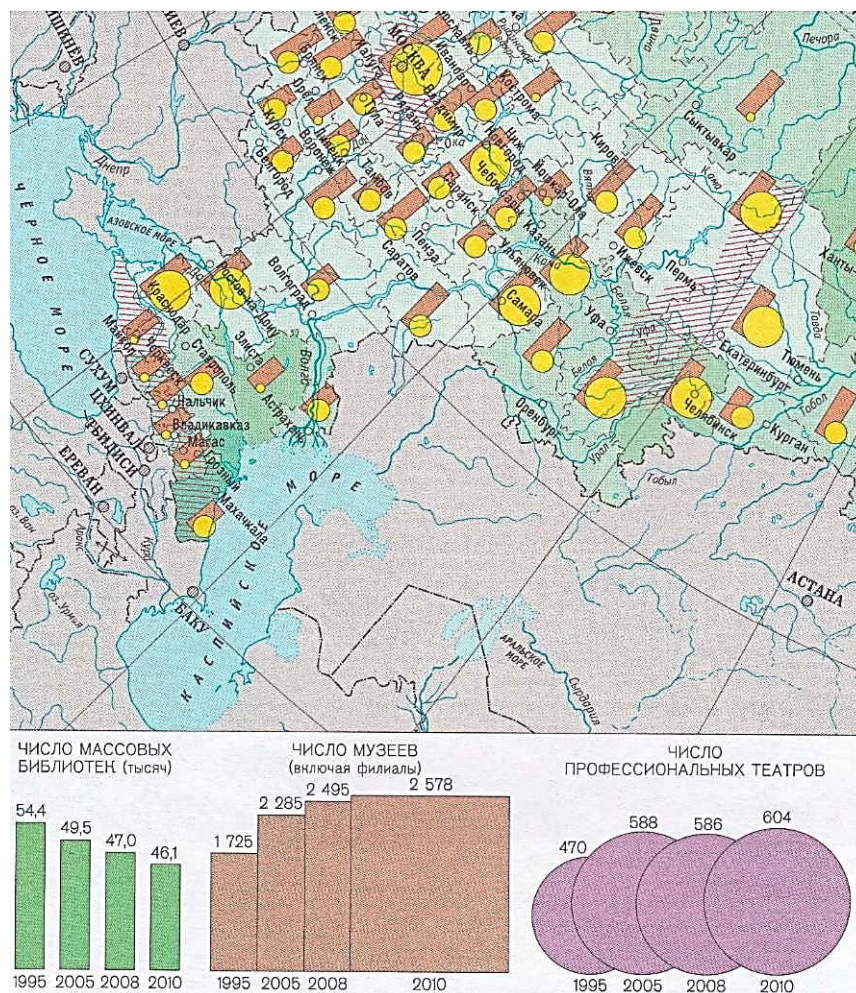
Изобразительные средства – графики, диаграммы, «розы» (рис. 48) и др.



**Рисунок 48** – Различные виды «роз» – графиков повторяемости направлений и величин явлений [14]

**Способ картодиаграмм** – это изображение суммарной величины какого-либо явления по единицам административно-территориального деления в абсолютных значениях с помощью диаграммных знаков. Картодиаграммы применяют для показа таких явлений, как объем промышленного производства, валовой сбор сельскохозяйственной продукции, общее число учащихся в целом

по странам (районам, областям, провинциям) и т. п. Так как речь идет о статистических показателях, на карте всегда показывают сетку административного деления, по которой и производится сбор данных. Графическими средствами служат любые диаграммные знаки – круговые, квадратные, кубические, столбчатые, линейные, сетчатые, ступенчатые и пр. (рис. 49).

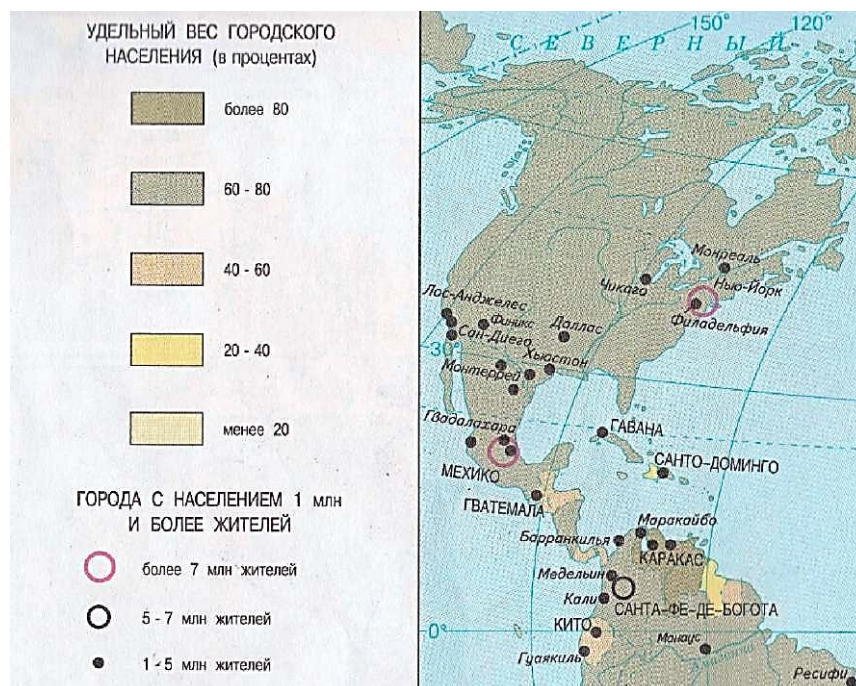


**Рисунок 49** – Фрагмент карты Социальная инфраструктура с применением способа картодиаграммы

**Способ картограмм** применяется для изображения средней интенсивности явления по административно-территориальным единицам (рис.50). Это всегда расчетные показатели в относительных значениях. С помощью этого способа на карте можно показать такие явления, как производство продукции на душу населения, процент урбанизации, процент



лесокрытой площади и т.д. Графические средства – интенсивность цвета и количественная штриховка похожи на количественный фон, но всегда отнесены только к территориальным единицам или расчетным ячейкам, тогда как количественный фон отнесен к областям естественного районирования.



**Рисунок 50** – Фрагмент карты Уровень урбанизации, где удельный вес городского населения показан способом картограммы

Довольно редко встречаются географические карты, на которых изображено всего одно явление, и для его показа использован один способ картографического изображения. Гораздо чаще на одной карте либо несколько явлений могут иллюстрироваться одним способом изображения, либо одно явление передается целым рядом способов картографического изображения, либо множество явлений показывается множеством способов. В первом случае в содержание карты включают несколько сопряженных явлений. Такое часто встречается на комплексных картах, показывающих совместно несколько свойств явлений или несколько взаимосвязанных явлений, но отдельно, каждое в своих показателях. Например, на экономических картах способ значков используют для показа центров обрабатывающей и добывающей

промышленности, электростанций разных видов, морских и речных портов. При этом применимы различные виды значков.

Во втором случае изображение одного явления несколькими способами на одной карте обусловлено необходимостью передать многостороннюю характеристику явления. Например, на климатической карте температуру воздуха отображают способом изолиний и способом локализованной диаграммы (показывают годовой ход температуры воздуха в каких-либо пунктах).

В третьем случае в пределах одной карты отображают сразу несколько явлений, каждое из которых передается определенным способом картографического изображения. Например, на карте природных зон качественным фоном показывают сами природные зоны, способом ареалов отображают обитающих в них животных, линейными знаками изображают реки и южную границу распространения многолетней мерзлоты.

## 5.2 Способы изображения рельефа

Рельеф земной поверхности образует сплошное и в целом плавно изменяющееся поле высот. Имеются и резкие изменения высот: обрывы, овраги, каньоны и др. Для изображения рельефа чаще всего применяют способ изолиний и способ значков, а на геоморфологических картах – способы качественного фона и ареалов. Однако есть специфические требования, которым всегда подчиняется изображение рельефа на картах:

- **метричность** изображения обеспечивает возможность получения по карте абсолютных высот и превышений, характеристик углов наклона, расчленения и др.;
- **пластичность** изображения обеспечивает наглядную передачу неровностей рельефа;

- **морфологическое соответствие** изображения проявляется в стремлении подчеркнуть типологические особенности форм рельефа, его структурность.

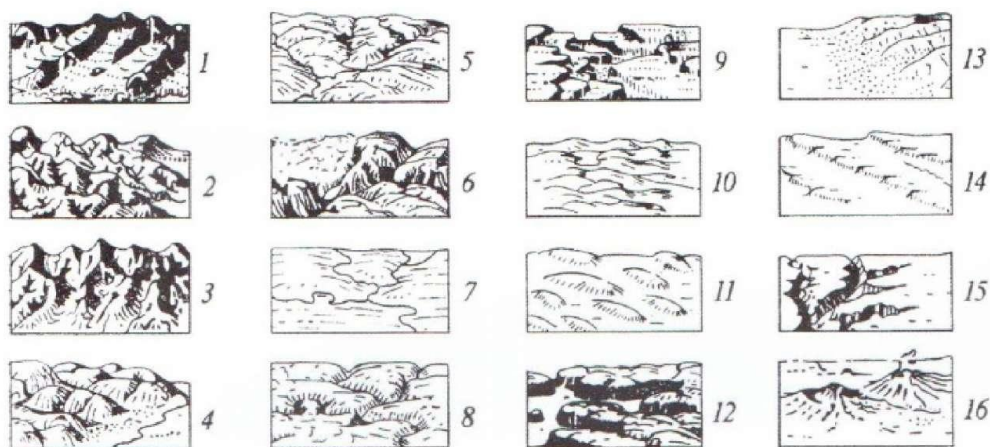
На старых картах рельеф изображался схематическим **перспективным рисунком** в виде горных цепей, отдельных возвышенностей, холмов. Для большей выразительности горки покрывались тенями. Для этого способа не требовалось знания абсолютных или относительных высот, крутизны склонов, а было достаточно передать общее расположение водоразделов и направление хребтов (рис. 51).



**Рисунок 51** – Фрагмент карты Моравии с перспективным рисунком рельефа (XVII в.) [10]

Американский ученый Эдвард Райс разработал в XX в. способ оформления геоморфологических карт с помощью перспективного изображения ландшафта и предложил свыше сорока рисунков для различных ландшафтов. Этот способ был назван **физиографическим** (рис. 52). Сущность способа, следующая: на плановой картографической основе проводится ландшафтное районирование и далее заполняются районы согласно установленной легенде. Горные хребты при этом показываются в их реальном положении на местности [10].

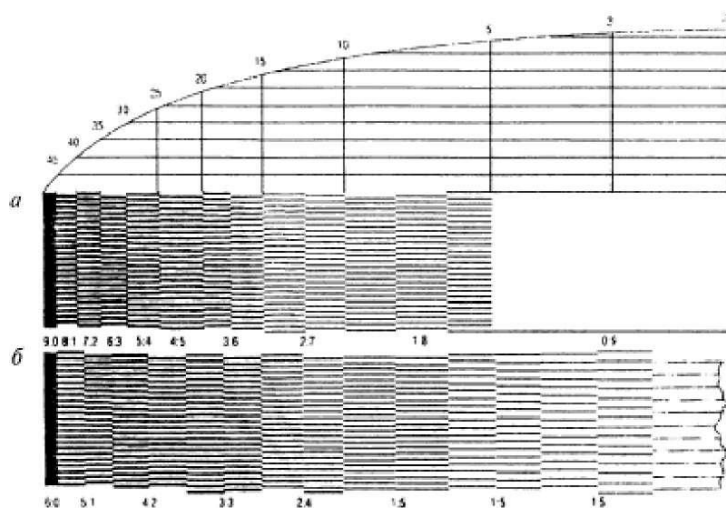




**Рисунок 52** – Условно-перспективные изображения для основных морфологических ландшафтов (по Э. Райсу):

- 1 – ледники (гледчеры); 2 – высокогорья; 3 – высокогорья альпийские;  
 4 – среднегорья; 5 – холмистые области; 6 – омоложенные горы;  
 7 – денудационные равнины (пенеплены); 8 – останцовые равнины, подвергшиеся омоложению; 9 – лёссовые области; 10 – моренные ландшафты;  
 11 – друмлины; 12 – фьорды; 13 – аллювиальные подгорно-веерные равнины;  
 14 – куэсты; 15 – плато, омоложенные в аридных условиях; 16 – вулканы  
 [10]

**Способ штрихов крутизны** – чем круче склон, тем толще и плотнее штриховка, что отвечает изменению освещенности, при которой крутые склоны как бы покрыты глубокой тенью, а пологие максимально освещены. Используется несколько шкал штрихов крутизны: шкала Иоганна Лемана, шкала А.П. Болотова и шкала Главного штаба (рис. 53).



**Рисунок 53** – Шкалы штрихов крутизны: *а* – шкала И. Лемана; *б* – шкала Главного штаба [10]

Впервые шкалу штрихов крутизны создал в 1799 г. саксонский картограф И. Леман. Он принял следующее отношение тени, т.е. толщины штриха  $T$ , к свету, т.е. промежутку между штрихами  $C$ , которое выражалось простой пропорцией:

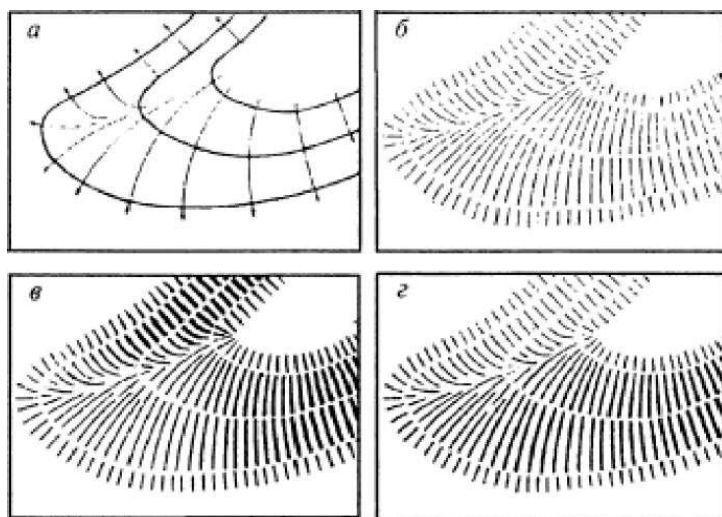
$$T/C = \alpha / (45^\circ - \alpha),$$

где  $\alpha$  – это угол наклона склона. Шкала Лемана состояла из девяти ступеней: для склонов с углами  $0-5^\circ$  отношение толщины штриха к ширине просвета составляло  $0:9$ , при склоне  $5-10^\circ$  это отношение  $1:8$  и т.д., на верхней ступени шкалы с углами наклона  $40-45^\circ$  это соотношение составляло  $8:1$ , а более крутые склоны покрывались сплошным черным цветом (рис.53, а).

Штрихи располагались вдоль направления скатов, что придавало изображению рельефа большую пластичность, хорошо подчеркивало неровности и перегибы поверхности, особенно в горной местности.

В России применяли другие шкалы – шкала А. П. Болотова и шкала Главного штаба (рис. 53, б), в которых более детально проработаны ступени для малых уклонов (менее  $15^\circ$ ), для чего было увеличено число градаций, изменена толщина штрихов и ширина промежутков между ними.

Для нанесения штрихов на карте вначале проводили горизонтали, они служили канвой для построения линий скатов, далее по ним вычерчивали штрихи, затем с рисунка снимали горизонтали (рис.54).

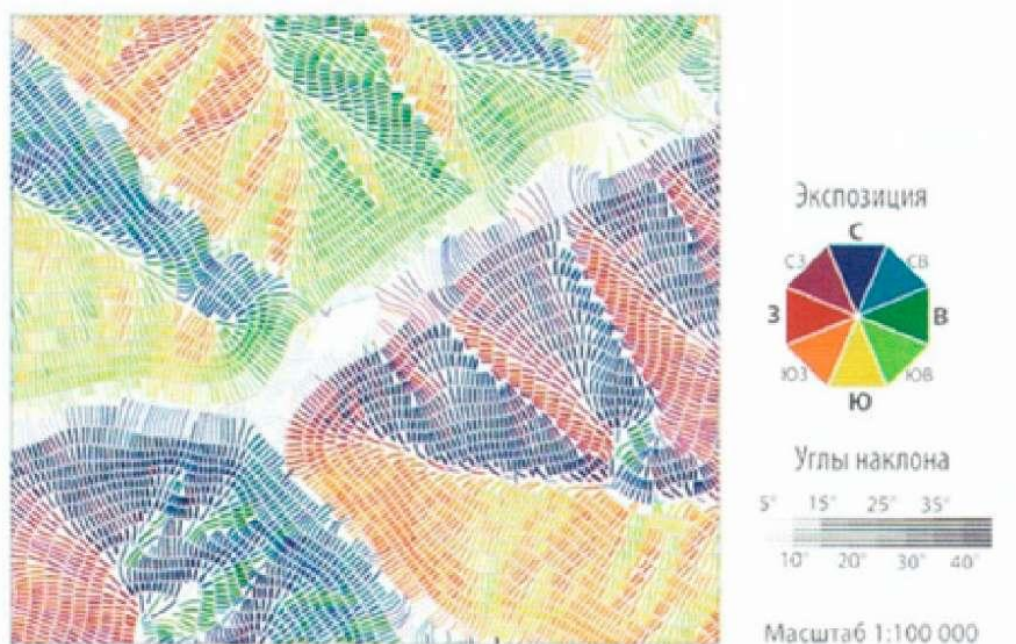


**Рисунок 54** – Схема построения штрихового рисунка рельефа:  
*а* – исходные горизонтали и линии скатов; *б* – расстановка штрихов;  
*в* – штрихи крутизны;  
*г* – теневые штрихи [10]

В настоящее время этот способ применяют для изображения скалистого рельефа на топографических и мелкомасштабных общегеографических картах.

**Способ теневых штрихов** – штрихи наносятся по принципу бокового (косого) освещения. Предполагается, что источник света размещен в северо-западном углу карты. Штрихи черного или коричневого цвета накладывают так, чтобы выделить освещенные и затененные склоны, подчеркнуть основные формы рельефа, перегибы склонов, расчленение поверхности (рис.54 з).

На кафедре картографии и геоинформатики МГУ проводятся исследования по автоматизированному построению карт со штрихами крутизны и отображением экспозиции склонов (рис.55).



**Рисунок 55** – Рельеф, выполненный с использованием штрихов крутизны и экспозиции, Т.Е. Самсонов (МГУ) [10]

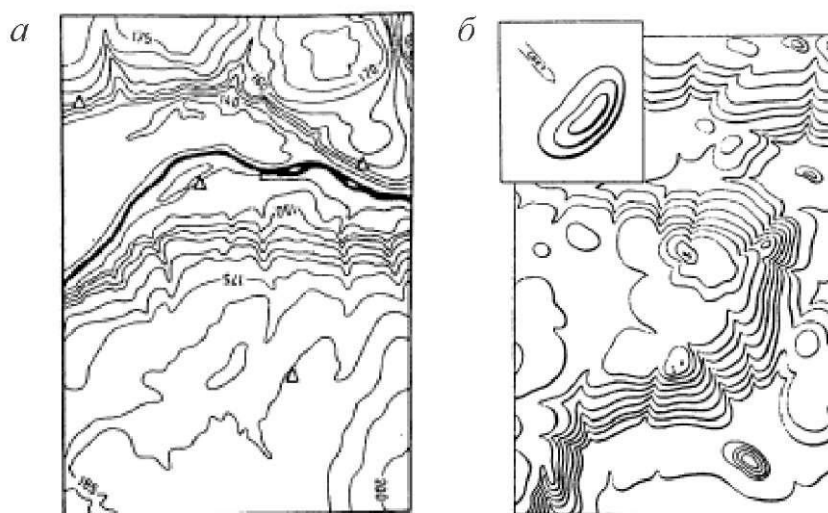
Способы штрихов хорошо передают пластику рельефа, его морфологию, но не позволяют определять высоты.

Способы штрихов крутизны и теневых штрихов сыграли важную роль в изображении рельефа на картах второй половины XIX в. На крупномасштабных и среднемасштабных картах применялся только способ штрихов крутизны, а на мелкомасштабных – теневых штрихов, иногда сочетались оба метода.

Недостатком является большая загруженность карты штрихами, что снижает читаемость других элементов содержания.

**Способ горизонталей** – основной способ изображения рельефа на современных топографических, физических, гипсометрических картах. **Горизонтали** – это линии равных высот. Они представляют собой проекции на плоскость следов сечения рельефа уровнями поверхностями, проведенными через заданный интервал, который называется **высотой сечения рельефа**. В любом месте карты по горизонталям можно определить абсолютную и относительную высоту, форму и крутизну склонов, рассчитать морфометрические показатели вертикального и горизонтального расчленения (рис. 56а; 57).

Для изображения рельефа морского дна используют изобаты – изолинии равных глубин. Чтобы усилить выразительность горизонталей (пластичность рельефа), на некоторых картах вводится дополнительное боковое освещение, и происходит утолщение горизонталей на затененных склонах и утончение на освещенных склонах. Такой способ называют **освещенные (затененные) горизонтали** (рис. 56б).



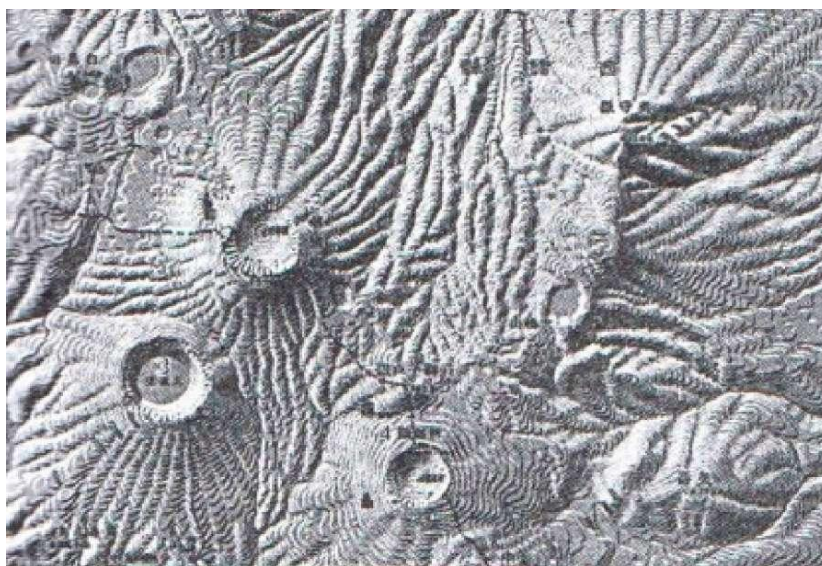
**Рисунок 56** – Способы представления рельефа: *а* – горизонталей; *б* – освещенных (затененных) горизонталей [1,5-8]





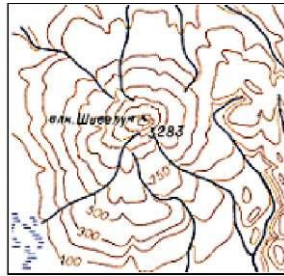
**Рисунок 57** – Изображение рельефа горизонталями на фрагменте листа двухверстной карты Средней Азии [10]

Способ горизонталей завоевал большую популярность при создании генеральных батиметрических карт. Часто его называют способом Танака по имени японского картографа Исиро Танака, впервые применившего этот способ для картографирования рельефа дна Тихого океана (рис. 58).



**Рисунок 58** – Изображение вулканического рельефа Японии способом освещенных изогипс Исиро Танака. Масштаб 1:100 000, интервал между горизонталями 20 м [10]

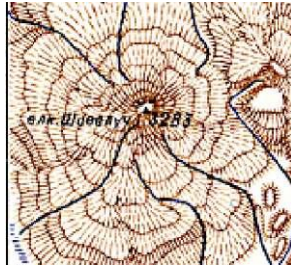
Итоговая характеристика способов картографического изображения рельефа приведена на рис. 59.



*а – горизонталей и высотных отметок*



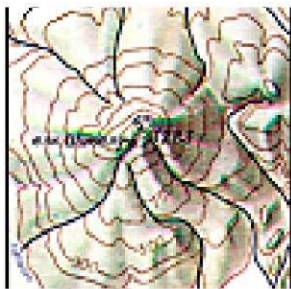
*б – горизонталей, высотных отметок и гипсометрической окраски*



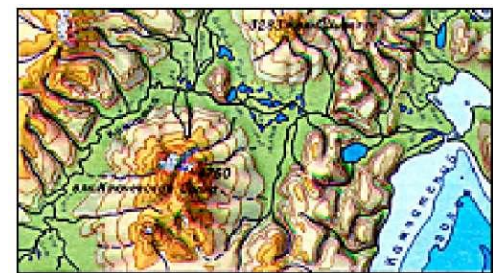
*в – горизонталей, штрихов крутизны, высотных отметок*



*г – горизонталей, гипсометрической окраски, штрихов крутизны, высотных отметок*



*д – высотных отметок, горизонталей, отмывки*



*е – высотных отметок, горизонталей, гипсометрической окраски, отмывки*

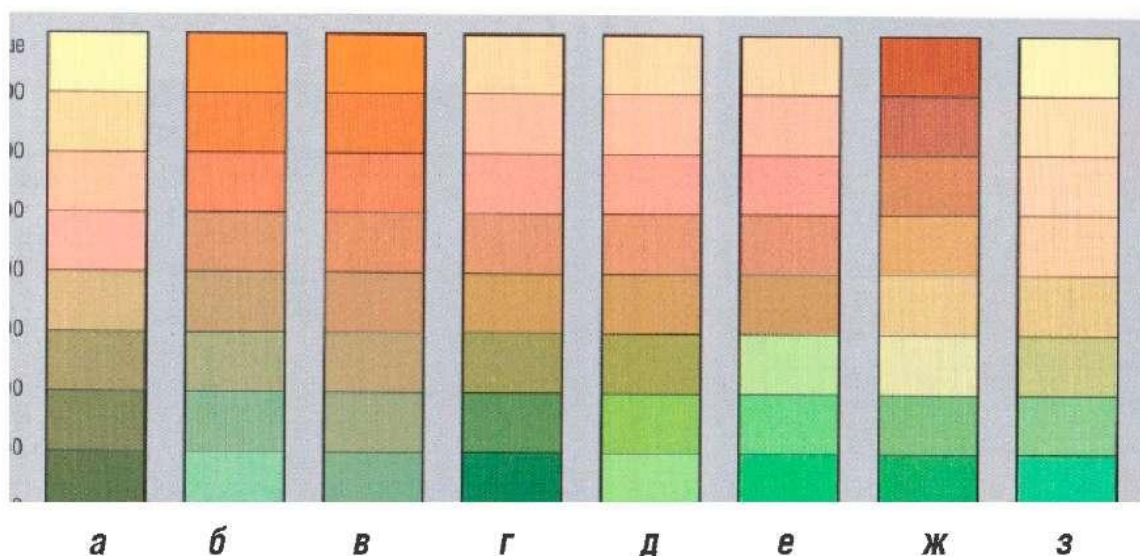
**Рисунок 59** – Способы картографического изображения рельефа

**Способ гипсометрической окраски** предполагает использование цветовых шкал. Они могут быть одноцветными с изменяющейся светлотой и насыщенностью цвета либо многоцветными с изменением цвета, его светлоты и насыщенности. Существует несколько принципов построения шкал (рис. 60):

- затемняющиеся шкалы строятся по принципу «чем выше, тем темнее»: в них насыщенность послойной окраски возрастает с высотой (например, от желто-коричневого до темно-коричневого цвета в горах);
- осветляющиеся шкалы строятся по принципу «чем выше, тем светлее»: в них насыщенность послойной окраски уменьшается с высотой (например, от темно-зеленого до бледно-зеленого цвета на равнинах);

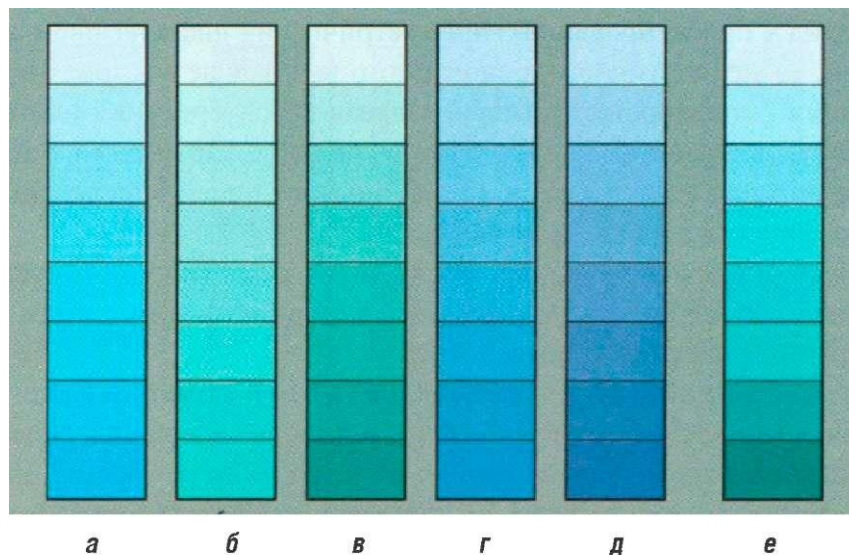


- шкалы возрастающей насыщенности и теплоты тона используют такую последовательность цветов: серо-зеленый, зеленый, желтый, желто-оранжевый, оранжевый, красный. Горы выглядят ярко, а низменности как бы удалены, и цвет их слегка приглушен.



**Рисунок 60** – Живописные гипсометрические шкалы: а – живописная шкала цветовой тональности вечернего освещения; б – шкала воздушной перспективы; в – шкала с постоянной светлотой и возрастающей кверху насыщенностью; г – шкала с увеличивающейся кверху светлотой и изменяющейся насыщенностью; д – шкала Скворцова с осветлением окраски к обоим концам; е – шкала с двойным переломом по светлоте; ж – шкала с обычным переломом по светлоте (светлота возрастает к середине шкалы); з – шкала Имгофа с возрастающей светлотой и убывающей насыщенностью [10]

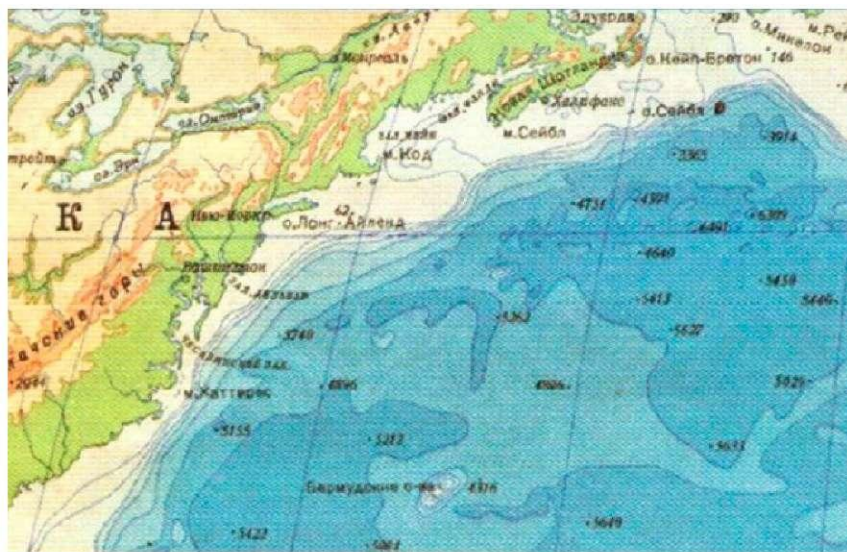
Батиметрические шкалы применяют для изображения дна рек, морей, океанов. С глубиной затемнение шкалы всегда усиливается (от голубого к синему цвету) (рис. 61). Ступени рельефа суши и морского дна обычно объединяют в одну шкалу высот и глубин.



**Рисунок 61** – Варианты цветового решения батиметрических шкал:

а-д – шкалы сгущения окраски одного цветового тона; е – шкала с использованием нескольких цветовых тонов [10]

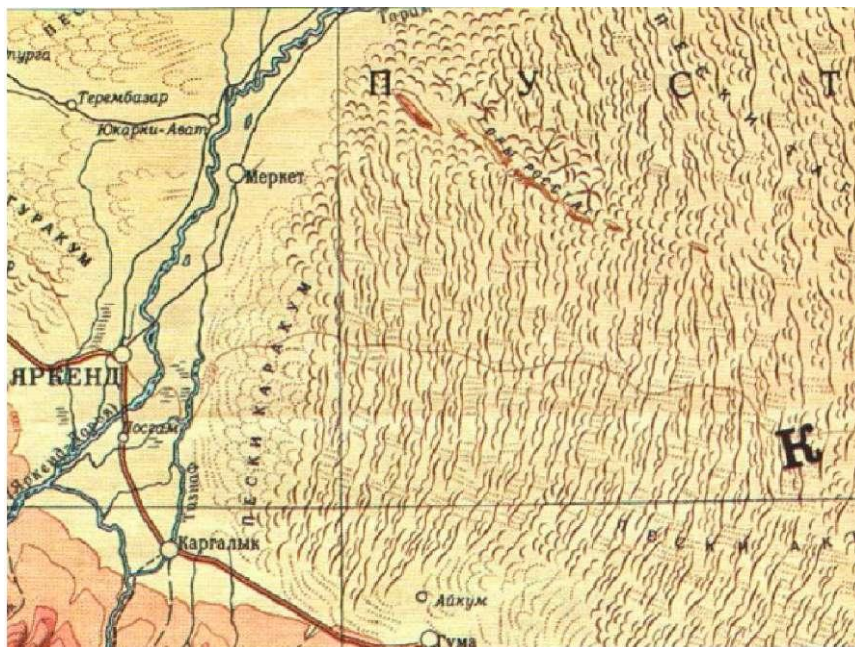
**Способ высотных (глубинных) отметок.** Высотные (глубинные) отметки – это цифры, помещаемые на карте возле точек и указывающие их абсолютную или относительную высоту или глубину (рис. 62). С помощью высотных отметок показывают особо важные (командные) или характерные высоты. Например, вершины гор, холмов и т. д.



**Рисунок 62** – Изображение рельефа способом гипсометрической и батиметрической окраски дополняется способом высотных и глубинных отметок



**Способ специальных условных обозначений.** Для показа элементов и форм рельефа, не выражающихся в масштабе карты, используют специальные условные знаки. К ним относятся, например, обрывистые берега, карстовые воронки, вулканы, барханы (рис. 63), карьеры, насыпи, курганы, терриконы, овраги и т. д. Метричность таких форм рельефа обозначается цифрой (пояснительной подписью), к примеру, глубина ямы.



**Рисунок 63** – Изображение рельефа гипсометрическим способом дополняется условными знаками песков (барханов) на карте Средней Азии масштаба 1:500 000 [10]

**Способ отмывки** – создание полутонового изображения при заданном освещении местности. Черная (серая или коричневая) акварельная краска наносится на затененные склоны и размывается кистью так, чтобы на крутых склонах тени лежали гуще, а на пологих светлее. Используют три варианта отмывки:

- **отмывка при косом освещении** – когда свет падает как бы из верхнего левого угла карты, освещая западные и северо-западные склоны и затеняя восточные и юго-восточные;
- **отмывка при отвесном освещении** – когда свет падает сверху и вершины гор оказываются освещенными, а понижения затененными;

- **отмывка при комбинированном освещении** сочетает эффект косого и отвесного освещения.

Способ отмывки придает изображению рельефа наибольшую выразительность благодаря светотеневой пластике, однако не позволяет определить метрические показатели рельефа (рис. 64).



**Рисунок 64** – Отмывка рельефа при северо-западном освещении [10]

Рукописная отмывка рельефа широко использовалась с начала XX в. до внедрения в картографию компьютерных технологий, когда светотеневое оформление рельефа стало выполняться аналитически на основе цифровых моделей рельефа.

**Цифровые модели рельефа (ЦМР).** ЦМР – совокупность (массив, файл) высотных отметок  $Z$ , взятых в узлах некоторой сети точек с координатами  $X$ ,  $Y$  и закодированных в числовой форме.

Различают четыре способа построения ЦМР:

- получение высотных отметок в узлах регулярной сетки, в вершинах квадратов или прямоугольников – создание матрицы высот;
- нерегулярное (или случайное) размещение высотных отметок в узлах произвольной треугольной сетки – такие данные обычно получают при съемке на местности;

- размещение высотных отметок вдоль горизонталей или изобат с определенным шагом, т. е. цифрование этих изолиний по карте;
- получение высотных отметок в точках пересечения горизонталей со структурными линиями рельефа – осями водоразделов, тальвегами и др., что дает возможность наиболее точно зафиксировать морфологию рельефа.

**ЦМР** – основа компьютерного картографирования. Они позволяют визуализировать рельеф в горизонталях с помощью интерполяции, экстраполяции или аппроксимации. Детальные ЦМР дают возможность выполнить аналитическую отмывку рельефа при заданном освещении.

Для того чтобы рельеф на карте был показан наиболее точно и подробно, совместно применяют несколько способов.

Для изображения рельефа на картах применяют и универсальные способы картографического изображения. Способ значков используют для изображения элементов рельефа, не выражающихся в масштабе карты, например вулканы. На физических картах и орографических схемах используют способ линейных знаков. Он показывает структурные элементы рельефа суши и дна океанов (скалистые гребни, глубокие ущелья и др.). Способ ареалов с использованием обозначений грунтов актуален при изображении динамичных форм рельефа – осыпей, моренных гряд, эоловых форм (дюн, барханов) и т.п. Способ качественного фона используется для показа типов рельефа на геоморфологических картах. Способ знаков движения применяется для показа перемещения явлений, например, направления движения морских наносов. Способ количественного фона может применяться для отображения районирования территории по степени вертикальной и горизонтальной расчлененности рельефа.

## 6 НАДПИСИ НА ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ

Важным и существенным элементом содержания любой географической карты являются надписи. Именно надписи позволяют пользователю карты легко по ней ориентироваться, опознавать и находить нужные объекты, получать какие-то дополнительные качественные или количественные их характеристики. Надписи служат для получения справочных сведений. В отличие от «немых» карт, надписи обогащают карту информацией, но при наличии их большого количества на карте могут и ухудшить её читаемость. Поэтому выбор шрифтов, установление оптимального количества надписей и правильное их размещение на карте – одна из важных задач при создании любого картографического произведения.

### 6.1 Виды надписей

Выделяется две группы надписей на географической карте: *географические названия и пояснительные подписи* (рис. 65).



**Рисунок 65** – Группы надписей на карте

**Географические названия** объектов состоят из двух частей – **термина** и **топонима**.

**Термины** – понятия, относящиеся к объектам картографирования. Например, гора, хребет, вулкан, озеро, море, электростанция и т.д.

**Топонимы** – собственные географические наименования объектов картографирования. Это могут быть оронимы – названия элементов рельефа (например, Народная, Тарбагатай, Везувий), гидронимы – названия водных объектов (например, Байкал, Лаптевых), энтонимы – названия этносов, зоонимы – названия объектов животного мира и т.д. Изучением топонимов на карте занимается **картографическая топонимика** – раздел картографии на стыке с топонимикой.

Совместное использование термина и топонима даёт полное географическое название объекта на карте. Например, гора Народная, хребет Тарбагатай, вулкан Везувий, озеро Байкал, море Лаптевых, Камская ГЭС. Порядок размещения термина и топонима устанавливает название самого объекта. Например, Чёрное море, а не море Чёрное или море Лаптевых, а не Лаптевых море. Иногда на карте надпись, показывающая географическое название, может включать только топоним (это относится ко всем странам, населённым пунктам, рекам и другим объектам).

Географические названия можно различать по значению и изменению этих значений:

- названия, определяющие качество объекта или его положение, – гора Лысая, остров Северный и т.п.;
- собственные имена – Азия, Хуанхэ и прочие, лишённые для нас очевидного смыслового значения, но обладавшие им в прошлом (Азия от финикийского слова «асу» – «восход» или «восток») или имеющие его у других народов (Хуанхэ на китайском языке «Жёлтая река»). К этой группе относится большинство названий;
- названия-посвящения – Улан-Батор, Екатеринбург, Лазаревское, Берингов пролив и т.п.;
- указательные названия – Севастопольская бухта, Пермский край и т.п., обозначающие один объект по отношению к другому;

- названия-титулы – Российская Федерация, Соединённые Штаты Америки (США), Федеративная Республика Германия (ФРГ), Южно-Африканская Республика (ЮАР) и т.п.

***Пояснительные подписи:***

- указания качественных особенностей объектов, не отражаемых условными знаками (например, указание породного состава леса или состав грузопотоков);
- указания количественных характеристик объектов (например, глубина ямы, высота обрывистого берега реки, ширина дороги);
- обозначение хронологических рамок или дат событий (например, дата катастрофического землетрясения, год освобождения от колониальной зависимости) и периодов сезонных явлений (например, доступность перевалов, разрешённое время переправ через горные реки);
- пояснения к знакам движения (например, дрейф станции Северный полюс-1, скорость перемещения литосферных плит);
- собственные имена и названия, не относящиеся к географическим объектам (например, фамилии мореплавателей вдоль маршрутов);
- буквенные или числовые индексы, поясняющие то или иное явление на карте (например, буквенные индексы на геологической карте, числовые индексы на карте народов, буквенно-числовые индексы на почвенной карте). Не следует путать с буквенными и цифровыми обозначениями в качестве картографических знаков, например, буквенных значков для месторождений полезных ископаемых, с высотными/глубинными отметками и т.д.;
- пояснения к линиям картографической сетки (экватор, северный и южный полярные круги, северный и южный тропики).

Обилие надписей создает пестроту, оттесняет на второй план и заслоняет собой основное содержание карты; места пересечения надписей с контурами того же цвета часто малоразборчивы. Поэтому при создании карты важно ограничиваться только необходимыми надписями. С этой точки зрения можно

отметить неравноценность различных категорий надписей. Географические названия можно передать на карте только надписями, а некоторые пояснительные подписи при необходимости можно заменить изобразительными средствами используемых картографических знаков. В то же время, применяя пояснительные подписи для характеристики качественных или количественных особенностей объектов, картограф упрощает пользователю чтение карты.

Для экономии места стандартные пояснительные подписи и географические термины обычно помещаются на карте в сокращённом виде, а принятые сокращения расшифровываются в таблице условных знаков. Например, *бер.* – берёза; *г.* – гора, *влк* – вулкан, *оз.* – озеро, *вдхр* – водохранилище и т.п.

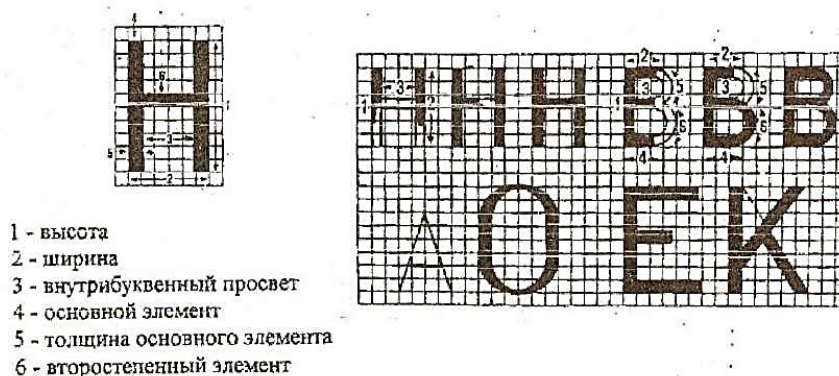
## 6.2 Картографические шрифты

Надписи на географических картах могут различаться по виду (рисунку) шрифта, по его размеру (кеглю), начертанию букв (прямому или наклонному), использованию заглавных и строчных букв, по цвету. Так, например, города и населённые пункты городского типа на картах всегда подписывают буквами прямого шрифта, а сельские населённые пункты подписывают буквами наклонного шрифта, используя заглавные буквы для названий административных центров (столиц государств или центров субъектов государств), высотой букв показывают количество жителей. Таким образом, надписи могут дополнительно выполнять роль условных знаков, что ещё в большей степени повышает их значение. При первом взгляде на карту именно надписи прежде всего привлекают внимание и формируют мнение о карте. Поэтому выбор шрифтов и выполнение надписей относятся к важным моментам оформления карт.

### 6.2.1 Основные виды шрифтов, их графические средства

**Шрифт** – графическое начертание букв и цифр. В зависимости от техники исполнения различают рукописный, рисованный, гравированный и типографский шрифты.

Основные графические признаки картографических шрифтов: характер рисунка букв (округлые, сжатые), толщина, ширина и высота отдельных элементов букв и цифр. Знаки шрифтов имеют основные элементы (утолщенные линии), дополнительные элементы (соединительные штрихи, угловые соединения, подсечки) и внутрибуквенные просветы (рис. 66). Их различные сочетания характеризуют вид картографического шрифта.



**Рисунок 66** – Элементы букв и особенности их вычерчивания  
(Машенцева и др., 1986)

Совокупность буквенных знаков, объединённых общностью построения графических элементов, составляет определённую шрифтовую гарнитуру (рис. 67).

Шрифты обладают следующими признаками:

- **контраст шрифта** – отношение толщины основного элемента к дополнительному. Чем больше разница в толщине элемента, тем контрастнее шрифт. Различают контрастные, среднеконтрастные и малоконтрастные шрифты. Хорошо читаемы среднеконтрастные шрифты, имеющие соотношение 2:1;



- **светлота (жирность)** – отношение толщины основного элемента ( $a$ ) к ширине внутрибуквенного просвета ( $b$ ). Выделяют остовные, светлые ( $a < 1/2b$ ), нормальные ( $a \sim 1/2b$ ), полужирные ( $a = b$ ) и жирные ( $a > b$ ) шрифты;
- **ширина** – отношение ширины буквы ( $l$ ) к её высоте ( $h$ ). По ширине различают узкие ( $l < 2/3h$ ), нормальные (от  $l \sim 3/5h$  до  $l \sim 5/6h$ ) и широкие ( $l > h$ ). Выделяют также разновидности шрифтов – суженные и расширенные;

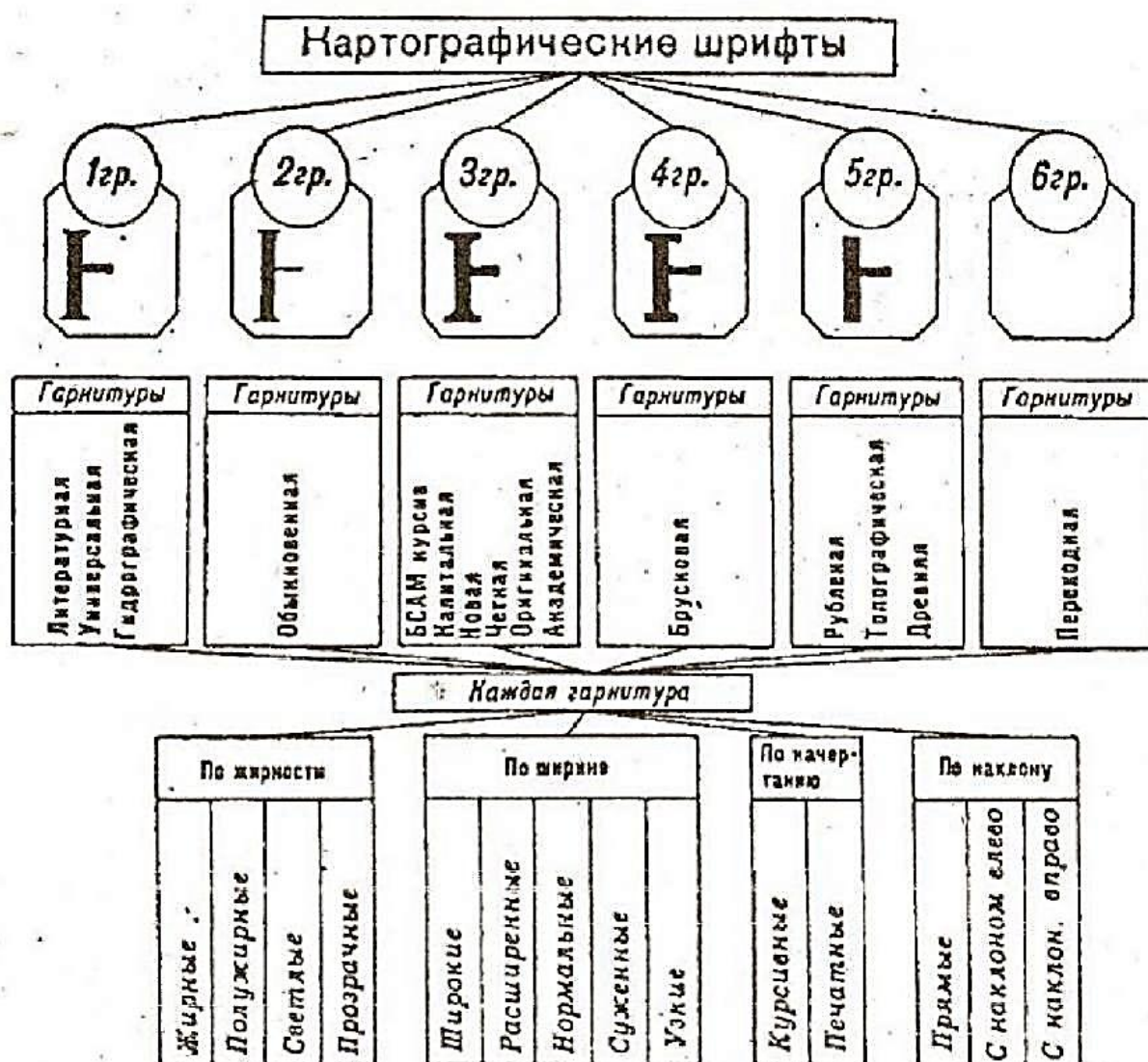


Рисунок 67 – Классификация шрифтов [3]

- **ориентировка** – прямые, наклонные вправо и влево;

- **начертание** – печатные, курсивные. В печатных шрифтах заглавные и строчные буквы имеют в основном, одинаковый рисунок, а в курсивных – в основном разный рисунок;
- **размер** – высота букв шрифта;
- **цвет шрифта** – важное изобразительное средство, влияющее на читаемость, наглядность и художественные качества шрифтового оформления карт [3].

Шрифты подразделяются на шесть основных групп, разделение шрифтов в группах проводится по гарнитурам, объединяющим шрифты одинакового рисунка, но различающимся по жирности, ширине и начертанию (рис. 68). Это **контрастные** с неплавными соединительными элементами и тонкими длинными подсечками (рис. 68а); **среднеконтрастные** с плавными соединительными элементами и короткими подсечками (рис. 68б); **малоконтрастные**, среди которых выделяются шрифты с **плавными соединительными элементами и прямоугольными подсечками** (рис. 68в), с **неплавными резкими соединениями и прямоугольными подсечками** (рис. 68г), **без подсечек** (рис. 68д). Используют также и шрифты, которые не входят ни в одну из названных групп, например, **художественные шрифты** (рис. 68е).



**Рисунок 68** – Основные группы шрифтов (Машенцева и др., 1986)

**Основные параметры букв.** Во всех шрифтах буквы и цифры состоят из сочетаний элементов: вертикальных, горизонтальных, наклонных, прямолинейных, закруглённых. Определены пять групп:

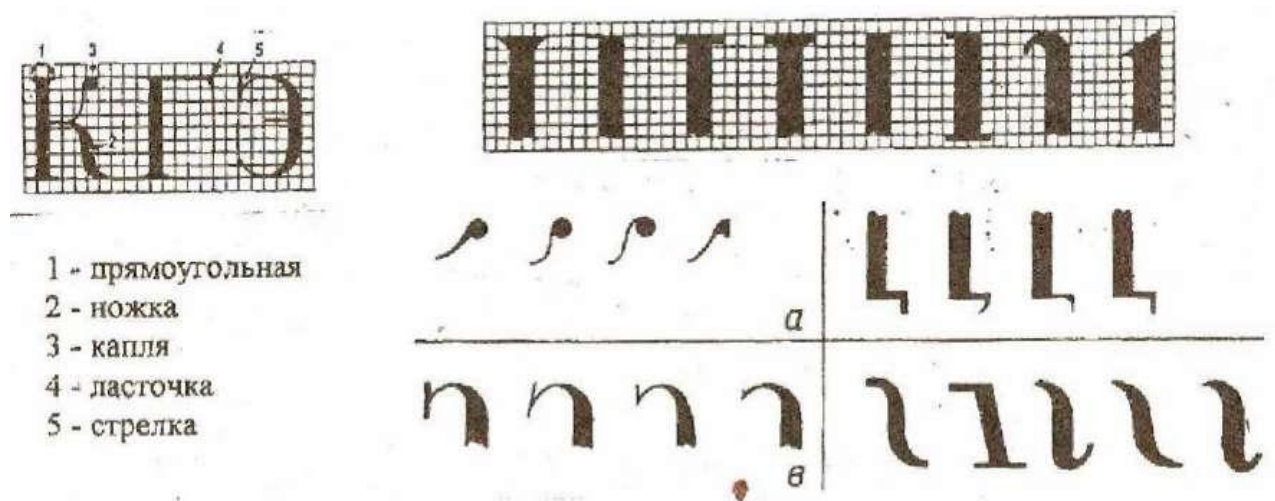
1. Буквы и цифры, образованные прямолинейными элементами, расположенными вертикально и горизонтально (Н, Г, Е, П, Т, Ц, Ш, Щ, 1).

2. Буквы и цифры, состоящие из сочетаний вертикальных и наклонных прямых (М, Д, И, Л, 4, 7).
3. Буквы, состоящие из сочетаний наклонных прямых (А, У, Х).
4. Буквы и цифры, состоящие из кривых линий (С, О, 3, Э, 0, 3, 6, 8, 9).
5. Буквы и цифры, состоящие из сочетаний прямых и кривых линий (Б, В, Ъ, Ь, Ы, Р, Ч, К, Ж, Я, Ф, Ю, 2, 5).

Отдельные элементы букв могут быть толстыми (налитыми) и тонкими (волосными). Налитые элементы называются основными, а волосные – второстепенными. Наиболее широкая часть налитого элемента называется толщиной и является определённой величиной. Высота отдельной буквы или цифры называется её размером. От высоты буквы зависит её ширина и толщина основного элемента. Так в нормальном жирном шрифте это соотношение 8:5:2 мм (высота: ширина: толщина).

В любом шрифте буквы делятся на нормальные, исключительные (А, Д, Т, Ц, Ъ, Щ) и широкие (Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ы, Ю). Как правило, ширина широких букв равна их высоте. У букв Д, Ц, Щ выступ горизонтального элемента не входит в ширину. Ширина букв А и Т больше на  $1/5$  ширины нормальной буквы.

Для читаемости шрифта используют подсечки – каплеобразные и угловые элементы, стрелки и ножки, закругления разного рисунка на конце букв и цифр (рис. 69).



**Рисунок 69** – Формы подсечек (Машенцева и др., 1986)

***Элементы построения шрифтов. Методика вычерчивания слов при рукописном исполнении.*** Вначале осваивают рисунок остова. Все буквы подразделяются на заглавные и строчные. Заглавные буквы выше строчных: в прямых шрифтах в два раза (например, высота заглавной буквы 6 мм, высота строчных букв 3 мм), в курсивных допускается любая высота, но не больше, чем в два раза (например, при высоте заглавной буквы 6 мм, высота строчных букв может быть 3, 4, 5 мм). Большинство строчных букв печатного шрифта повторяют рисунок заглавных букв, а в курсивных шрифтах они отличаются от заглавных.

Освоив написание остова букв (начертание рисунка буквы), в зависимости от применяемого шрифта, можно добавить толщину элементов, контраст элементов, подсечки и т.д. (см. приложения).

Расстояние между буквами в слове – две толщины элемента буквы. Исключение из правила – сочетание букв с открытой частью и букв, состоящих из наклонных элементов. Например, в названиях ГАВАНА или ТАЙЛАНД, первая буква с открытой частью, а вторая состоит из наклонных элементов. Между этими буквами нет пробела.

Расстояние между словами – не менее ширины одной буквы.

Расстояние между буквами и словами может быть написано на карте с разрядкой, если надпись отображает на карте большую площадь какого-либо объекта (например, надпись ТИХИЙ ОКЕАН, растягивают по всей акватории океана).

### ***Применение шрифтов с использованием компьютерных технологий.***

Компьютерные технологии позволяют воспроизводить многообразные виды картографических шрифтов разного рисунка и размера. При изготовлении надписей все программы могут использовать шрифты, установленные в операционной системе. Имеется множество качественных шрифтов различных видов, в том числе и картографических. Наиболее популярны шрифты в форматах True Type или PostScript (Type I). Эти шрифты состоят из

математического описания кривых и областей для каждого символа, что позволяет получать качественное изображение букв при любом размере на любом устройстве вывода. Кроме того, к символам можно применять любые аффинные преобразования для изменения их формы и расположения без потери качества. Например, воспроизводить надписи, повёрнутые под любым углом. В операционной системе могут быть установлены также растровые (bitmap) шрифты, но они предназначены для быстрого вывода текста на дисплей, и их использование для создания надписей на картах не рекомендуется. В диалоге выбора гарнитуры шрифта для создаваемой надписи обычно рядом с названием шрифта указывается и его формат в виде специального знака.

Поиск нужных видов шрифтов облегчает то, что при создании компьютерных вариантов шрифтов полностью соблюдена преемственность в их названиях. Шрифт выбирается по названию гарнитуры (typeface). Для выбранной гарнитуры можно установить размер шрифта, начертание, жирность, промежутки между буквами.

### 6.2.2 Свойства шрифтов

**Шрифты**, используемые на картах для географических названий и пояснительных подписей должны удовлетворять нескольким требованиям: быть чёткими и хорошо читаемыми на цветном фоне, компактными (убористыми), пригодными для воспроизведения при печати, чётко отличающимися друг от друга (важно при пересечении надписей), художественными (эстетичными).

**Читаемость.** Очень важно, чтобы надписи на карте воспринимались быстро, безошибочно и не требовали большого напряжения зрения. Трудности возникают из особенностей карты: надписи на карте даются обычно по цветному фону или по штриховке и перекрываются условными знаками; на карте многие названия могут быть не знакомыми, поэтому на карте имеет значение каждая буква. Для хорошей читаемости шрифтов необходимы: простота очертаний, чёткость форм и различаемость отдельных букв между собой. Простота шрифтов

оказывает влияние и на восприятие основного содержания карты – надписи отвлекают внимание, чем сложнее рисунок шрифта, тем большего внимания требует надпись. Улучшению читаемости и различимости шрифтов способствует цвет надписей. На читаемость шрифтов влияет рациональность размещения надписей.

**Компактность** (убористость) шрифта позволяет либо усилить нагрузку карты надписями, либо при таком же их количестве уменьшить занимаемое ими пространство и облегчить чтение основного содержания карты. Компактность шрифта зависит от характера его рисунка, ширины букв, толщины основных элементов, расстояния между буквами. Наибольшее влияние оказывают изменение ширины букв шрифта и характер рисунка, т.к. при одинаковой ширине букв шрифты разного вида будут различаться по компактности из-за специфики начертания.

Степень компактности шрифта характеризуется площадью надписи, занимаемой на карте. Её значение легко определяется по высоте, средней ширине буквы и длине надписи.

Компактность шрифтов особенно важна для карт справочного назначения, где на единице площади карты необходимо поместить большое число надписей и обеспечить при этом хорошую читаемость. На тематических картах компактность (экономичность) шрифтов освобождает место для основного содержания карты. На стенных учебных картах, при условии читаемости надписей с расстояния, компактность шрифта имеет меньшее значение.

**Прозрачность (чернота)** связана с особенностями рисунка букв и жирностью шрифтов. Она определяется площадью всех штрихов основных и дополнительных элементов букв подписи (абсолютная чернота). Отношение площади, занятой штриховыми элементами, ко всей площади подписи принимается за относительную черноту шрифта. Шрифты с большим процентом черноты перегружают карту, затрудняют восприятие штриховых элементов. Но излишняя тонкость штрихов вредна для читаемости. Наибольшая прозрачность

шрифтов применяется на мелкомасштабных справочных картах, где минимальная толщина основных элементов букв составляет 0,06-0,08 мм.

**Эстетичность** – неотъемлемое качество всех картографических шрифтов. Взгляды на эстетику шрифтов менялись в зависимости от стилистики оформления карт в разные исторические эпохи. Например, на картах XV-XVI вв. преобладали шрифты с различными декоративными деталями, украшающими карту. Такие «вензеля» порой затрудняли чтение надписи.

Основой современных эстетических требований являются:

- красота рисунка;
- удобочитаемость;
- рациональность пропорций;
- гармоничное сочетание с характером оформления других элементов карты, уместность применения художественных шрифтов.

**Пригодность для воспроизведения при печати.** Свойство качественного воспроизведения шрифтов связано с техническими приёмами изготовления и способами печати карт. Современная техника изготовления и печати шрифтов позволяет воспроизводить шрифты любого рисунка, в том числе с контрастными сочетаниями основных и дополнительных элементов, тонкими подсечками и соединениями.

### 6.2.3 Применение шрифтов на картах

При проектировании содержания и оформлении карты шрифты применяются:

- для географических названий и различных пояснительных подписей непосредственно в содержании карты;
- для внешнего оформления (название карты, названия диаграмм и графиков и т.д.);
- для оформления легенды (заголовки разного значения, расшифровки условных знаков и т.п.);



- для подписей выходных данных, дополнительных текстов и т.п.

**В содержании карты** шрифты выполняют разнообразные функции:

- служат для подписей большой группы географических названий (рис. 70);

<b>Города и поселки городского типа</b>	
<b>МОСКВА</b>	Четкий суженный полужирный
<b>ВОРОНЕЖ</b>	Четкий узкий полужирный
<b>МОЖАЙСК</b>	Новый узкий
<b>ЗВЕНИГОРОД</b>	Топографический полужирный
<b>ИЩАКОВ</b>	Рубленый узкий
<b>Населенные пункты сельского типа</b>	
<b>Сычевка</b>	Новый с наклоном
<b>Знаменка</b>	Рубленый наклонный утолщенный
<b>Выселки, изб. д. д. м.</b>	БСАМ курсив мало контрастный
<b>Названия океанов, морей, заливов, проливов, бухт, фиордов, губ, лагун, лиманов, озер, сухих русел судоходных рек и каналов</b>	
<b>ОКЕАН</b>	
<b>БЕЛОЕ МОРЕ</b>	
<b>ФИНСКИЙ ЗАЛИВ</b>	Гидрографический курсив мало контрастный
<b>Голубая бухта</b>	
<b>от Шуми (сол.)</b>	
<b>ВОЛГА</b>	
<b>Ока</b>	
<b>Названия архипелагов, островов, полуостровов, кос и мысов</b>	
<b>О. ВАЙГАЧ</b>	Литературный мало контрастный
<b>О. ТИЛОС</b>	
<b>о. Звонкий</b>	
<b>Названия крупных горных массивов и хребтов</b>	
<b>ТЯНЬ-ШАНЬ</b>	Древний курсив полужирный
<b>Названия хребтов, возвышенностей, низменностей, равнин, уступов, впадин, котловин, увалов, долин</b>	
<b>ГОРЫ МУГОДЖАРЫ</b>	Древний курсив
<b>хр. Янган</b>	
<b>Названия морских возвышенностей, впадин, банок, отмелей</b>	
<b>ХР. ЛОМОНОСОВА</b>	Банка
	Древний курсив с наклоном влево
<b>Названия песков, пустынь, степей, урочищ, солончаков, болот</b>	
<b>ПЕСКИ КАРАКУМЫ</b>	
<b>степь Шардара пески Барсуки</b>	Академический курсив
<b>Названия заповедников</b>	
<b>АСКАНИЯ-НОВА</b>	Брусковый полужирный
<b>Морские пути и расстояния в километрах</b>	
<b>Керчь—Ростов 337</b>	БСАМ курсив мало контрастный

**Рисунок 70** – Некоторые

виды шрифтов из

«Наставления по

составлению и

подготовке к изданию

топографической карты

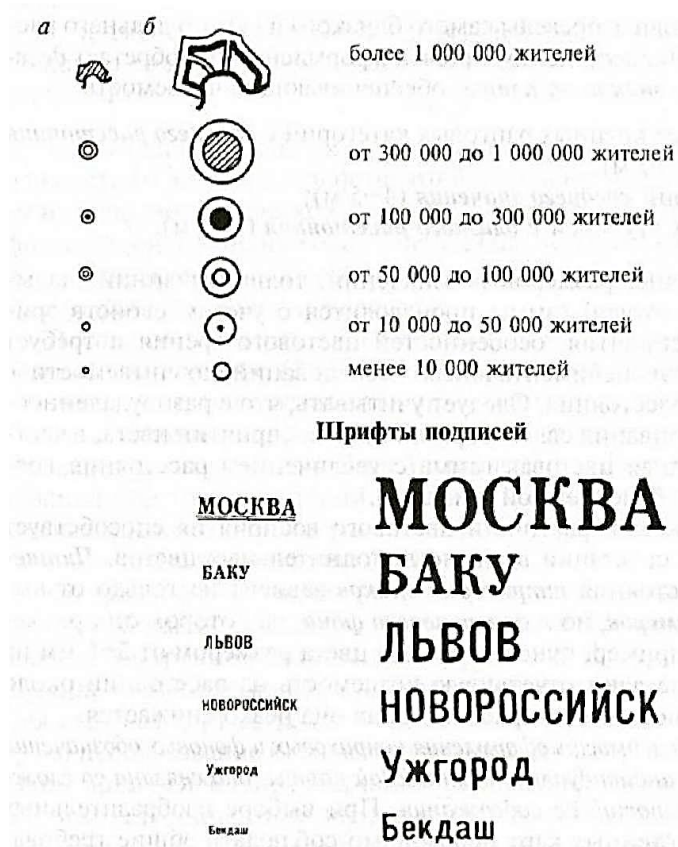
масштаба 1:1 000 000»

- усиливают читаемость отдельных картографических обозначений (например, подписи рек у истока, в изгибах, около устья), подчёркивают специфику рисунка знака и его величину различием размера шрифта;
- расширяют передаваемую знаком характеристику объекта, например, знак морского пути дополняется указанием направления и расстояния в километрах;



- выступают в роли условных знаков, непосредственно передавая качественные и количественные характеристики объектов;
- могут выступать отдельным способом картографического изображения – способом надписей или изобразительным средством способа ареалов.

Качественная сторона объекта отображается в основном видом, ориентировкой и цветом шрифта. На рис. 71 деление населённых пунктов по типу поселения показано сочетанием рисунка, наклоном шрифта и применением заглавных и строчных букв. Высотой букв показано количество жителей в данном населённом пункте.



**Рисунок 71** – Выбор условных обозначений и шрифтов подписей населенных пунктов для общегеографических карт: *a* – настольного, *б* – стенного использования [3]

**Цвет шрифта** дифференцирует объекты разного значения, способствует разделению содержания карты на планы. Например, на картах, выполняемых в цвете, все водные объекты подписывают синим (голубым) цветом.

**Размером** (иногда в сочетании с жирностью) отображают величину и относительное значение объектов. Пределы изменения размеров шрифтов в содержании карт обусловлены типом и характером их использования. Например, в условных знаках «Наставления по составлению и подготовке к изданию топографической карты масштаба 1:1 000 000» [М., 1987] на общегеографической карте масштаба 1:1 000 000 диапазон размеров составляет от 1,1 до 5,0 мм, на справочных настольных картах Атласа мира (1999) – от 0,8 до 4 мм. На стенных картах высшей школы размеры шрифтов достигают в содержании карты от 2,0 до 15 мм, а в общем её оформлении (название карты, подписи в легенде и др.) – до 35 мм (см. рис. 71).

Важен выбор интервалов смежных размеров шрифтов. Слишком малые интервалы (0,1 мм) слабо обеспечивают восприятие различий в размерах шрифтов. Выбор интервалов особенно важен при многоступенчатой характеристике величины объекта. Например, для показа населённых пунктов по числу жителей (11 градаций) при диапазоне размеров 1,1-3,6 мм и интервалах 0,2-0,4 мм полная дифференциация ступеней достигается только при использовании таких графических средств шрифтов, как размер, рисунок, жирность, ширина, ориентировка.

**В легенде карты** применение картографических шрифтов связано с особенностями её структуры, характером пояснений условных обозначений:

- подробные или краткие описания знаков;
- определительные подписи, содержащие классификационные названия разных ранговых категорий;
- системы индексов, цифровые, буквенные пояснения.

Читаемость легенды находится в прямой зависимости от её шрифтового оформления. Разрабатывается специальная система шрифтов по виду и размерам в зависимости от сложности структуры легенды. Вид и размеры шрифтов устанавливаются в соответствии с различной значимостью классификационных категорий, которые они обозначают (рис.72). Для чёткого графического строя

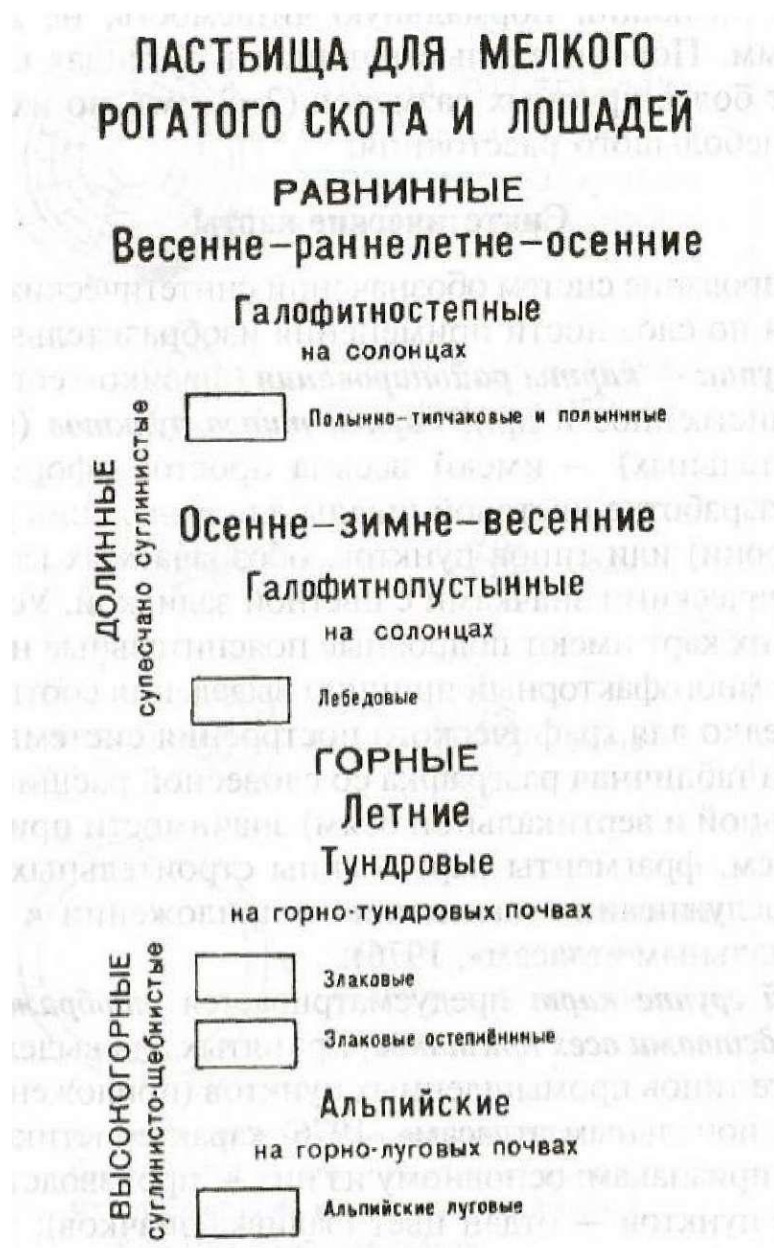
легенды необходим многоступенчатый по виду и размерам ряд шрифтов с их вертикальным и горизонтальным расположением (рис.73).

Важное значение имеет расчет расстояний как между надписями различных классификационных групп определенных рангов, так и пояснительными подписями непосредственно условных обозначений. Этот приём усиливает наглядность классификационной структуры легенды, более чётко выделяет соподчинённость подразделений. Выбор видов и размеров шрифтов зависит от назначения, характера использования карты, лаконичности самих надписей и наличия свободного места в пределах листа, отведённого для легенды.



Рисунок 72 – Графический проект системы знаков комплексной карты [3]

Для конкретной карты, серии карт или атласа разрабатывается определённая система шрифтов. Число видов шрифтов, применяемых на одной карте, зависит от типа и сложности её содержания. Большого разнообразия шрифтов требуют общегеографические карты. В инструкциях и наставлениях топографических и обзорно-топографических карт разных масштабов имеются специальные образцы шрифтов для отдельных элементов содержания.



**Рисунок 73** – Шрифты, показывающие соподчиненность категорий в легенде карты с их вертикальным и горизонтальным расположением (часть легенды карты) [3]

Например, для всех подписей на общегеографической карте масштаба 1:1 000 000 принято 11 видов шрифтовых гарнитур, а с учётом различий по жирности, ширине, ориентировке, написанию заглавными или строчными буквами – 22 вида шрифтов. На тематических картах даётся ограниченное число шрифтов – не более 6, а в комплексных атласах оно сводится к 3-4 видам разного рисунка.

#### 6.2.4 Шрифтовая нагрузка карт

Шрифтовая нагрузка измеряется площадным или числовым показателями. **Площадная нагрузка** – это площадь, занятая шрифтами подписей в  $1 \text{ мм}^2$  на  $1 \text{ см}^2$  карты; **числовая нагрузка** – это число подписей на  $1 \text{ см}^2$  карты.

Исчисление шрифтовой нагрузки числовым показателем даёт менее объективные результаты, т.к. подписи на карте имеют различия по своим графическим средствам (размеру, ширине, жирности).

Общая шрифтовая нагрузка зависит от количества требуемых надписей, их разнородности и характера, густоты размещения. Коррективы в шрифтовую нагрузку вносит выбор вида шрифтов, специфика их рисунка, размеры, жирность и т.п.

Наибольшая шрифтовая нагрузка на общегеографических картах справочного назначения – 50-70% всей графической нагрузки, причём основная доля приходится на надписи населённых пунктов. Максимальное число подписей населённых пунктов на общегеографической карте масштаба 1:1 000 000 составляет не более 140, минимальное – 60, оптимальное – 120 подписей на  $1 \text{ дм}^2$ .

С уменьшением масштаба шрифтовая нагрузка возрастает. Так на общегеографической карте мира масштаба 1:2 500 000 максимальная густота подписей населённых пунктов – 300, минимальная – 80, оптимальная – 200 подписей на  $1 \text{ дм}^2$ .

На мелкомасштабных картах исключают пояснительные подписи, относящиеся к деталям, наносятся названия крупных географических объектов, изображаемых в целом только на обзорных картах (названия орографических районов, республик, областей и др.). Надписи таких объектов требуют более крупных размеров шрифтов и соответственно больших площадей на карте.

### **6.3 Размещение надписей на географических картах**

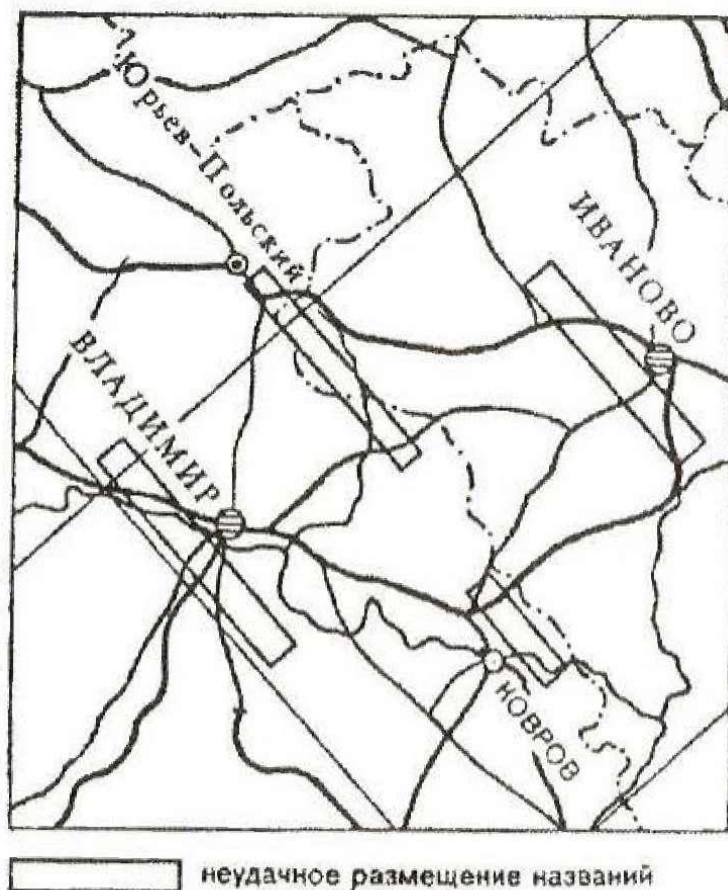
Размещение надписей подчиняется нескольким важным требованиям: принадлежность надписи к определённому географическому объекту не должна вызывать сомнений; надписи располагаются по возможности на свободных местах, они не должны заслонять собой (или разрывать) существенные детали карты; важно, чтобы размещение надписей в их совокупности отражало относительную плотность соответствующих объектов на местности.

При размещении надписей на картах учитывается характер локализации объектов: точечный, линейный или площадной.

1. *Размещение надписей объектов, локализованных в точке (пункте)*, – названий населённых пунктов, центров промышленности, месторождений полезных ископаемых, электростанций и др. Надпись должна размещаться в непосредственной близости от объекта (0,3-0,5 мм), не вызывая сомнений в принадлежности данному объекту. При выборе места следует помнить, что она не должна закрывать собой важных элементов содержания карты или выбирается такое положение надписи, при котором она закрывает наименьшую часть штрихового изображения (рис. 74). Если же это невозможно, то следует применить один из «прозрачных» шрифтов. Нежелательно использование «гало», т. к. надпись в этом случае будет занимать ещё больше места.



Предпочтительное место для размещения надписи – справа и против середины объекта, к которому она относится. При большом скоплении населённых пунктов на небольшой площади размещение надписи справа не всегда возможно. Допускается свободное расположение, иногда даже изогнутое (лекальное), но обеспечивающее чёткую принадлежность надписи к соответствующему объекту.

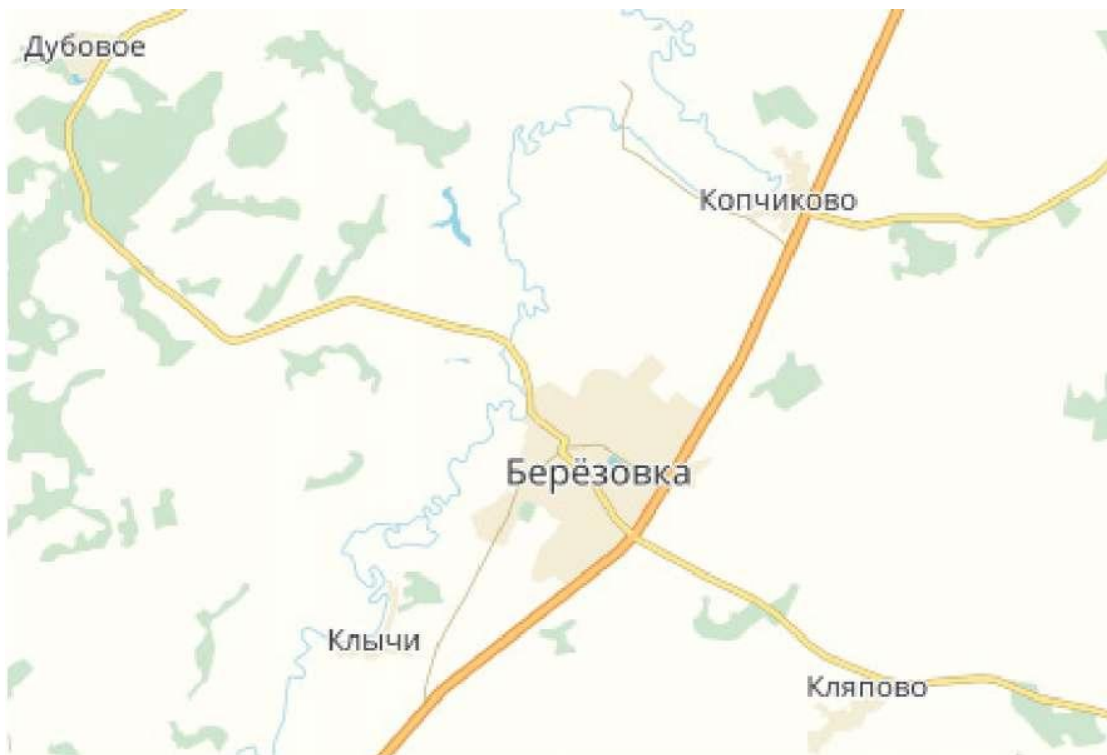


**Рисунок 74** – Размещение надписей населенных пунктов [3]

Населённые пункты, расположенные на берегу реки, подписываются с того берега, где находится населённый пункт. Населённые пункты, расположенные на обоих берегах реки, подписываются с того берега, на котором находится администрация:

- при наличии картографической сетки надпись размещается вдоль параллелей (параллельно параллелям);

- при отсутствии картографической сетки надпись размещается горизонтально (т.е. у карты с прямоугольной рамкой – параллельно северной и южной рамкам карты). Для карт, построенных в полярных азимутальных проекциях, т.е. карт полярных территорий, надписи также размещаются горизонтально (рис. 75).



**Рисунок 75** – Пример карты без картографической сетки

2. **Размещение надписей объектов, локализованных по линии**, – названий рек, улиц, дорог и других транспортных путей и т.д. Надпись должна размещаться в непосредственной близости от объекта, не вызывая сомнений в принадлежности данному объекту. Линейные объекты подписываются параллельно знаку объекта или вдоль его оси.

Так как в природе сложно найти реки, проведённые по линейке, то возникает ряд сложностей с размещением надписи по плавной кривой линии, отражающей изгибы русла реки. Рассмотрим подробнее вопрос размещения надписей названий рек. На картах мелкого и среднего масштаба подписываются только крупные реки до определённого порядка (1-го и 2-го; 1, 2, 3-го в зависимости от масштаба карты и необходимости надписи). При этом реки более

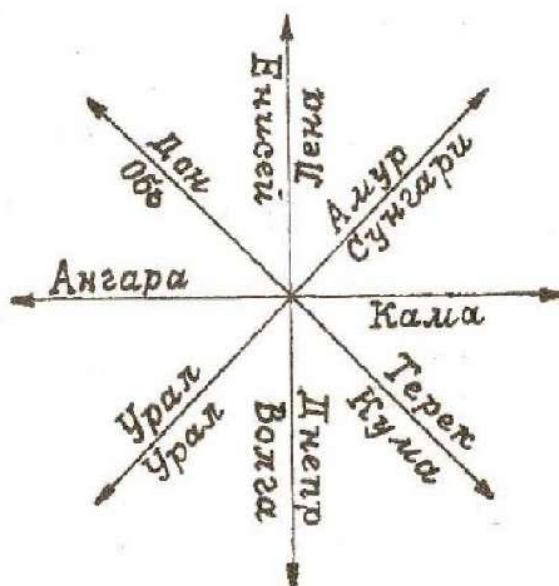


высокого порядка подписывают более высоким кеглем, снижая высоту кегля по мере уменьшения порядка реки. Если река длинная, то надпись располагают в нескольких местах: в верховьях (у истока), в среднем течении русла и в низовьях (у устья).

Размещая надпись по кривой линии, следует выбрать наиболее удобный (по возможности, спрямлённый) участок русла реки. Выбрав этот участок, необходимо определить направление течения реки в данном месте и разместить надпись согласно предлагаемой схеме (рис. 76, 77).



**Рисунок 76** – Расположение надписей по кривой линии



**Рисунок 77** – Схема направлений надписей названий рек

Обратите внимание, что реки (или их участки), текущие в широтном направлении, следует подписывать с правого берега. Исключение из правила – на картах какого-либо государства названия пограничных рек размещаются на территории этого государства. Например, если мы строим климатическую карту Евразии, то согласно правилам размещения надписей название р. Амур

подписываем с правого берега (на территории Китая); а если мы создаём климатическую карту России, то р. Амур мы подписываем на территории нашей страны. Построение надписи названия рек по плавной кривой линии показано на рис. 78.



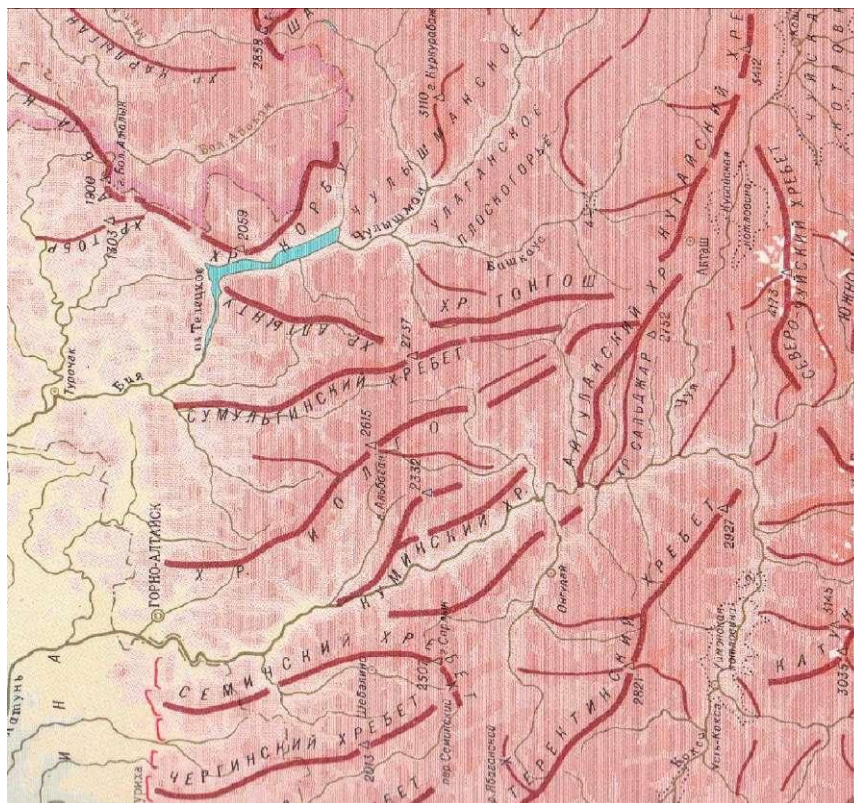
**Рисунок 78** – Размещение надписей рек на картах [3]

Для названий рек чаще всего применяют курсивные наклонные шрифты. Наклон каждой буквы ориентируют от нормали (перпендикуляра) к кривой (рис. 78а). Вид шрифта и угол наклона букв единый для всех названий рек на карте. При подписи прямыми шрифтами ось каждой буквы располагается перпендикулярно к кривой (рис. 78б). Для крупных рек используют разные размеры шрифтов, причём подписи ставят у истока, на участках с резким изменением течения, ниже впадения крупных притоков и в приустьевой части реки; при этом размеры шрифта постепенно увеличиваются от её верхнего течения к устью (рис. 78в). Названия рек на картах подписывают чаще всего с заглавной буквы без обозначения термина.

Для рек, ширина которых изображается в масштабе карты, названия подписываются по средней оси знака, при необходимости стрелкой показывают направление течения (рис. 78г). Надпись должна хорошо читаться без поворота карты.

**3. *Размещение надписей объектов, локализованных по площади***, – названий океанов, морей, озёр, государств, физико-географических стран, равнин, горных массивов и т. д.: надписи к объектам, занимающим на карте значительную площадь, размещаются на площади соответствующего объекта по плавной кривой вдоль большей оси контура так, чтобы выявить надписью эту площадь. Это указание особенно важно в отношении объектов, границы которых не обозначаются на карте. Например, пределы орографических объектов (или их единиц): Уральские горы – следует так разместить название, чтобы первая буква «У» находилась на Южном Урале, а последняя буква «ы» – на Полярном Урале; необходимо так разместить надписи орографических единиц горного Урала (Южный Урал, Средний Урал, Северный Урал, Приполярный Урал, Полярный Урал), чтобы было понятно, где закончился один объект и начался другой.

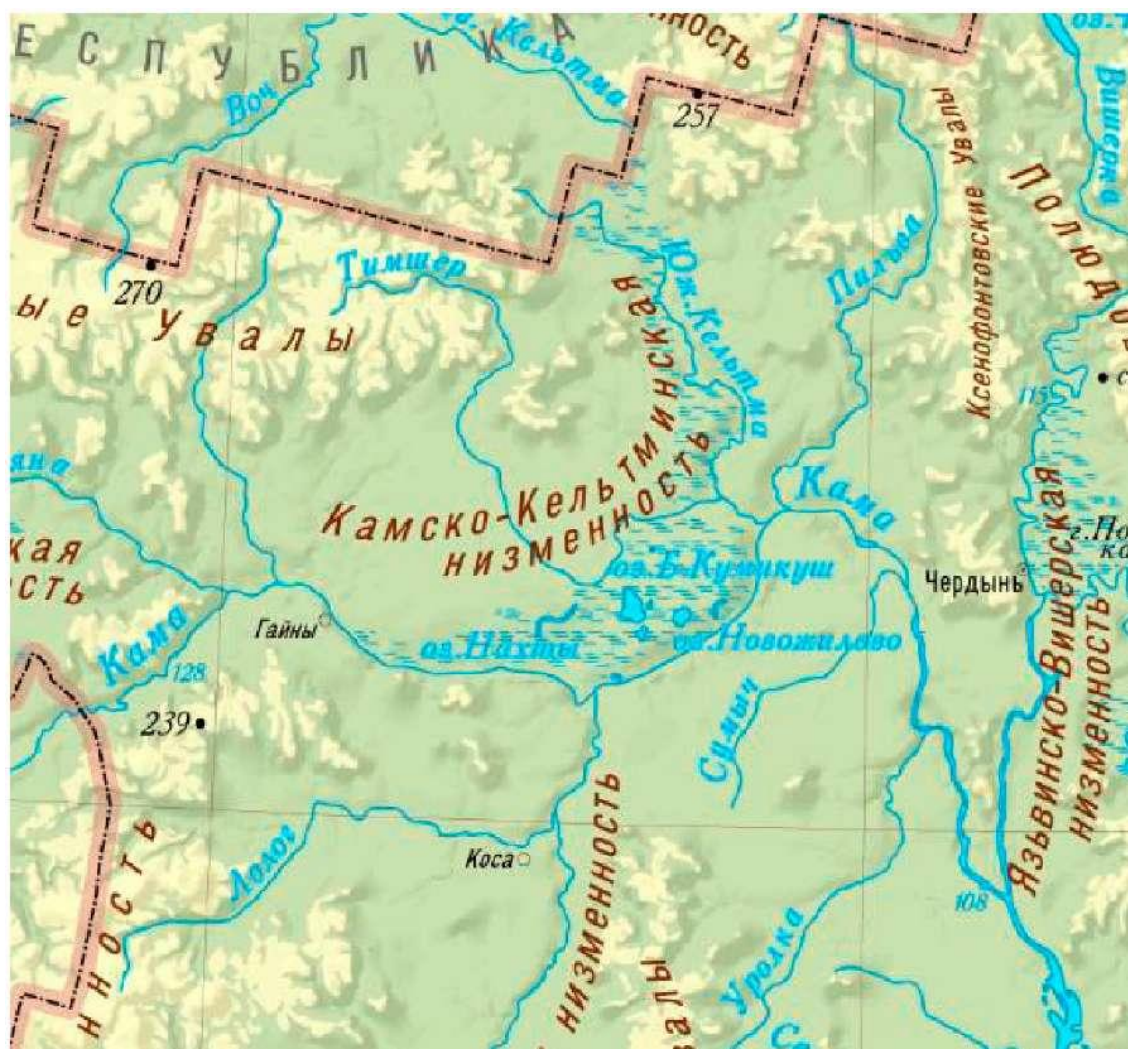
Названия горных хребтов и горных систем принято подписывать по линии, соединяющей вершины (рис. 79).



**Рисунок 79** – Размещение надписей горных хребтов на карте

Другие орографические объекты (плато, низменности, равнины и т.д.) можно подписывать по траектории, повторяющей форму рельефа (рис. 80).





**Рисунок 80** – Размещение надписей орографических объектов на карте

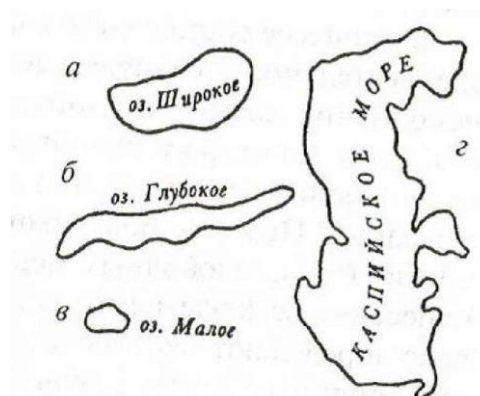
Названия государств и их административных единиц (в России – это федеральные округа, субъекты государства и муниципальные образования) размещаются внутри административных границ (рис. 81).

При значительной площади объекта его название размещается по всей площади и подписывается шрифтом крупного размера и в разрядку (измеряют протяжённость объекта, делят на количество букв и таким образом определяют расстояние между буквами в слове); надписи к объектам, имеющим малую площадь (например, к небольшим государствам, островам или озёрам) размещаются, во-первых, по правилам «точечных» объектов.



**Рисунок 81** – Размещение надписей административных единиц на карте

При этом надпись размещается в зависимости от конфигурации объекта: возле контура по его вытянутой оси, а при округлой форме – справа от объекта или в другом свободном месте от штриховой нагрузки карты (рис. 82). Во-вторых, с использованием цифровой сноски. В случае использования сноски следует помнить, что цифры должны быть того же шрифта, что и надписи названий аналогичных объектов. Например, если названия государств на карте мира подписаны шрифтом «альдине», то и сноски, обозначающие названия государств-карликов, ставятся этим же шрифтом.



**Рисунок 82** – Размещение надписей площадных объектов [3]

В процессе составления карты может быть разная последовательность размещения надписей на оригинале. Можно делать надписи одновременно с нанесением на оригинал объектов, но в этом случае могут возникать большие перекрытия надписей друг с другом или другими элементами содержания карты. Поэтому рациональнее размещение надписей на оригинале в свободных или менее загруженных местах уже после нанесения всех элементов содержания карты. При этом на оригинале определяют местоположение главных географических названий, которые подписываются шрифтами более крупного размера и образующих первый план надписей, а затем располагают другие названия, имеющие второстепенное значение.

#### 6.4 Компьютерное размещение надписей

Большинство программ поддерживают два основных способа размещения надписей: надпись, отнесённая к точке, и надпись, отнесённая к линии.

**Надпись, отнесённая к точке**, может быть расположена слева, справа, или по центру относительно точки привязки (горизонтальное выравнивание). Базовая линия текста при этом является прямой. Некоторые программы, в основном картографические блоки ГИС, позволяют делать и вертикальное выравнивание, т.е. размещать надпись сверху, снизу и по центру относительно точки привязки в вертикальном направлении. Использование выравнивания дает возможность сохранять взаимное расположение надписи и подписываемого объекта при изменении параметров шрифта.

Созданную надпись можно трансформировать с помощью аффинных преобразований. Выравнивание относительно точки привязки сохраняется и после поворота, только горизонтальное выравнивание делается вдоль базовой линии текста, а вертикальное — в перпендикулярном направлении. Поскольку буквы рисуются как площадные графические объекты, то можно выбрать цвет заливки буквы, а также цвет и толщину линии, образующей её границу. По умолчанию граница обычно не рисуется, а для заливки используется чёрный

цвет. Некоторые программы позволяют применять к буквам и другие способы построения площадных знаков (заполнение шаблоном, градиентная закрашка). Графические программы общего назначения позволяют также преобразовать буквы в контуры, с которыми можно работать как с обычными графическими объектами [3].

В *надписи, отнесённой к линии*, точка привязки каждой буквы надписи расположена на опорной линии, а направление базовой линии буквы совпадает с направлением касательной к опорной линии. Это позволяет создавать надписи, расположенные по кривой, например, надписи названий рек, озёр, морей, населённых пунктов при большом скоплении их на небольшой площади (лекальное расположение надписи).

Для надписи, отнесённой к линии, существует аналог горизонтального и вертикального выравнивания. В первом случае текст прижимают к началу, либо к концу опорной линии, либо располагают в её середине. В некоторых программах существует ещё один способ выравнивания, при котором надпись автоматически растягивается вдоль всей опорной линии за счёт увеличения промежутков между буквами. При отсутствии такой возможности надпись вдоль линии можно растягивать за счёт подбора величины промежутков между буквами вручную через диалог выбора параметров шрифта. Аналогом вертикального выравнивания является размещение текста над опорной линией, под ней или так, чтобы опорная линия проходила через середину букв.

При создании надписей очень полезна возможность использования *шрифтовых стилей* (это понятие существует и в текстовых редакторах). Стилль включает в себя гарнитуру шрифта и все его параметры. Набор стилей создаётся один раз. Для каждой надписи указывается шрифтовой стиль, которым она должна быть выполнена. При необходимости исправить какой-либо из параметров шрифта достаточно внести изменения в параметры стиля и все его надписи, выполненные им, будут изменены.

При отсутствии в используемом программном обеспечении понятия стиля можно размещать надписи, выполняемые разным стилем, на разных слоях. Тогда



для изменения параметров шрифта, которым подписаны однотипные объекты, нужно только выбрать все надписи, лежащие на одном слое, и изменить нужный параметр. Наряду со шрифтовым стилем может существовать понятие *графического стиля*, которое включает в себя способ построения линейных или площадных знаков. Всё сказанное выше о шрифтовых стилях относится и к графическим.

В некоторых ГИС существуют дополнительные модули, позволяющие автоматически размещать надписи на карте. Для их работы необходимо, чтобы в базе данных содержались названия картографируемых объектов. Такие модули могут размещать надписи населённых пунктов по касательной к параллелям, создавать криволинейные подписи для гидрографических объектов, учитывать наложение надписей на другие объекты и многое другое. Лучшие из таких программ позволяют создавать шрифтовое оформление карты, не требующее дополнительного редактирования. В любом случае автоматическое размещение надписей может использоваться в качестве предварительного этапа, но если автоматическая расстановка надписей названий «точечных», линейных и площадных объектов не соответствует вышеизложенным правилам, следует с помощью инструмента «редактировать» внести ручную правку (рис. 83).



**Рисунок 83** – Пример размещения надписей (фрагмент административной карты): а – автоматическая расстановка, б – расстановка с учетом правил

## 7 ИСТОЧНИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАРТЫ

*Источники для создания карт и атласов* – это разнообразные документы, по которым составляется карта.

Виды источников:

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

В зависимости от тематики и назначения создаваемой карты одни источники выступают как основные, а другие – как дополнительные и вспомогательные.

Различают источники современные, отражающие нынешнее состояние картографируемого объекта, и старые, показывающие его прошлое состояние. В некоторых случаях важны именно старые источники, например, когда речь идет об исторических картах, палеогеографических реконструкциях или о показе динамики явления.

Источники также подразделяют на первичные, полученные в ходе непосредственных наблюдений и измерений, и вторичные, являющиеся результатом обработки и преобразования первичных материалов. Первичные и вторичные источники различаются по достоверности, точности, уровню

обобщения, степени генерализации и другим характеристикам, которые проявятся в результате обработки.

**Астрономо-геодезические данные.** К этому виду источников относят результаты астрономических наблюдений, гравиметрических измерений, данные триангуляции и трилатерации, полигонометрии на местности. Они необходимы прежде всего для создания координатной основы карт, т.е. сети пунктов, для которых определены плановое положение и высота относительно уровня моря, а также для вычисления фигуры Земли и расчетов параметров земного эллипсоида.

Сейчас для создания геодезических сетей широко используются **глобальные позиционирующие системы**, их также называют **системами спутникового позиционирования**. Они позволяют определять координаты любой точки на местности автономно, без наземных геодезических измерений и прокладки ходов между пунктами триангуляции.

Астрономо-геодезические данные необходимы для привязки всех топографических и тематических съемок, а **пункты геодезической сети** – один из главных элементов математической основы карт.

**Картографические источники.** К ним относят общегеографические и тематические карты, а также кадастровые данные, планы и карты.

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

**Топографические, обзорно-топографические и обзорные карты** создают по государственным инструкциям в стандартной системе условных знаков с определенными и строго фиксированными требованиями к точности. Вся территория России покрыта топографическими картами масштабов 1: 25 000 и мельче, а вся Земля охвачена международными картами масштабов 1: 1 000 000 (около 1000 листов) и 1: 2 500 000 (262 листа). Значение общегеографических карт не ограничивается использованием их для привязки тематического

содержания. Они обеспечивают географическую достоверность картографирования, играя роль каркаса, относительно которого выполняют нанесение и последующую увязку тематического содержания составляемой карты, а также взаимное согласование карт разной тематики [1,5-8].

**Тематические картографические материалы** – основной источник для составления тематических карт. К ним относят результаты полевых тематических съемок (крупномасштабные планы, схемы, абрисы, маршрутные и стационарные съемки и т.п.), собственно тематические карты разного масштаба и назначения, а также разные специальные материалы, например, схемы землепользований, лесоустроительные планы и др.

**Тематические карты крупных масштабов** всегда служат источниками для создания **мелкомасштабных карт**. Карты одной тематики часто используют при составлении карт смежной тематики, например, при почвенном картографировании привлекают геоморфологические и геоботанические карты, при создании геоморфологических карт – геологические и тектонические карты. Для создания синтетических карт районирования и оценки территории используют серии карт разной тематики. Современное обилие тематических материалов обуславливает необходимость оптимизации их выбора при создании любой карты, а это требует от картографа глубоких географических знаний.

**Кадастровые данные, планы и карты** с документальной точностью отражают размещение, качественные и количественные характеристики природных ресурсов, позволяют дать их экономическую или социально-экономическую оценку, выработать рекомендации по рациональному использованию и охране природных ресурсов. Например, земельный, водный, лесной, городской кадастр и др.

Чтобы определить возможность карты служить источником для картографирования, необходимо провести анализ и оценку по следующим критериям:

- целесообразность избранных масштаба и картографической проекции;

- достоверность карты, ее научная обоснованность и логичность построения легенды;
- полнота и современность содержания;
- геометрическая точность положения объектов в плане и по высоте;
- качество оформления карты;
- качество печати.

Анализ и оценка карт всегда целенаправленны, поэтому критерии оценки приобретают разную значимость в зависимости, например, от назначения карты – как наглядного пособия, как средства исследования, источника картографирования или формирования баз данных.

Для быстрого поиска необходимых карт для картографирования существует картографическая библиография (перечень карт, собранных по территориальному или тематическому принципу, с аннотациями и иногда с оценками и рекомендациями для использования).

***Данные дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ).*** Материалы дистанционного зондирования получают в результате неконтактной съемки с летательных воздушных и космических аппаратов, судов и подводных лодок, наземных станций. Получаемые документы разнообразны по масштабу, разрешению, геометрическим, спектральным иным свойствам. Это зависит от вида и высоты съемки, применяемой аппаратуры, а также от природных особенностей местности, атмосферных условий и т.д. Высокая детальность, одновременный охват обширных пространств, возможность получения повторных снимков и изучения труднодоступных территорий – главные качества дистанционных изображений. Их используют для составления и оперативного обновления топографических и тематических карт, а также для создания фотокарт.

***Фотографические снимки.*** Аэроснимки получают с самолетов, вертолетов, беспилотных летательных аппаратов, космические снимки – со спутников и космических кораблей, подводные – с подводных лодок и барокамер, а наземные – с помощью фототеодолитов. Кроме одиночных

плановых снимков используют стереопары, монтажи, фотосхемы, фотопланы и ортофотопланы, панорамные снимки и фотопанорамы и др.

**Телевизионные снимки.** Спутники позволяют получать изображение всей планеты в целом и в режиме реального времени передавать его на наземные пункты приема дистанционной информации. Телевизионные снимки бывают узко- и широкополосными, они охватывают разные зоны спектра, могут иметь разную развертку. По своему разрешению и величине геометрических искажений телевизионные изображения уступают фотоснимкам.

**Сканерные снимки.** В ходе съемки с самолета или спутника сканирующее устройство последовательно, полоса за полосой, просматривает местность поперек направления движения носителя. Отраженный сигнал поступает на точечный фотоприемник, и в результате получаются снимки с полосчатой или строчной структурой, строки состоят из небольших элементов – пикселей (элементарная ячейка сканерного изображения). При полете съемка ведется постоянно, поэтому сканирование охватывает широкую непрерывную полосу местности. Отдельные участки полосы называют сценами. Для картографирования обширных территорий используют монтажи сканерных снимков и сканерные «фотопортреты», которые передают облик материков и стран так, как они видны из космоса.

**Радиолокационные снимки** получают со спутников и самолетов, а **гидролокационные снимки** – при подводной съемке дна озер, морей и океанов. Бортовые радиолокаторы бокового обзора, установленные на аэро-, космических и подводных носителях, ведут съемку по правому и левому бортам перпендикулярно к направлению движения носителя. Благодаря боковому обзору на снимках проявляется рельеф местности, отчетливо читаются детали его расчленения, характер шероховатости. При съемке океанов хорошо видно волнение водной поверхности.

Среди новых видов локационных изображений отметим снимки, получаемые в **ультрафиолетовом** и видимом диапазонах с помощью **лазерных локаторов** – **лидаров**. Техническое совершенствование сканерных и

локационных систем, множественность съемочных диапазонов, возможности их широкого комбинирования – все это создает неисчерпаемое разнообразие источников для тематического картографирования.

Особое значение для картографирования имеет **многозональная съемка (съемка по каналам)**, когда одна и та же территория (или акватория) одновременно фотографируется или сканируется в нескольких сравнительно **узких зонах спектра (каналах)**. Комбинируя зональные снимки, можно получать так называемые **синтезированные изображения**. Например, подбирая разные сочетания, можно добиться наилучшего изображения водных объектов, геологических отложений определенного минералогического состава, разных пород леса и т.п.

**Данные непосредственных натурных наблюдений и измерений.** Данные непосредственных натурных наблюдений и измерений – важнейший фактический материал для составления карт. Форма представления данных натурных наблюдений различна. При гидрографических наблюдениях это результаты измерений, которые заносят в журналы и таблицы, при физико-географических исследованиях – описания, фиксируемые в дневниках и отчетах, фотографии и схемы, при геолого-геоморфологических исследованиях – профили, разрезы, данные бурения скважин, описания шурфов и т.п.

Данные непосредственных наблюдений подразделяют:

- на **точечные** – выполненные в отдельных пунктах (на скважинах, обнажениях, например);
- на **маршрутные** – вдоль по избранному направлению (по трансекту) (по профилю, реке или дороге, например);
- на **площадные** – охватывающие всю изучаемую территорию (или ключевые участки).

Это могут быть стационарные или экспедиционные исследования. Стационары обычно располагают в характерных местах или в эталонных местах (в национальном парке, например). Наблюдения на стационарах всегда отличаются длительностью, что необходимо для картографирования динамики

явлений и процессов. Экспедиционные наблюдения могут включать, например, сплошную геоботаническую (или иную) съемку местности или работу на «ключевых» участках, когда территория очень большая и нет возможности охватить ее целиком. В этом случае «ключевые» участки закладывают либо в наиболее типичных местах обширных однородных территорий (например, степей), либо в месте стыка разнородных территорий, например, в лесной зоне при смене породного состава леса.

***Данные гидрометеорологических наблюдений*** – это результаты проводимых на метеорологических, гидрологических и океанологических станциях и постах наблюдений. Это данные регулярных измерений атмосферных процессов, отдельных метеорологических элементов (температуры, осадков, ветра и пр.), гидрологического режима рек, озер и водохранилищ, физико-химических характеристик морских и океанических вод и много других показателей. В нашей стране результаты наблюдений публикуются Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) в виде статистических справочников по климату нашей страны и мира, а также выпускаются ежемесячные сборники по выборочным станциям со сведениями о температуре, влажности и скорости ветра. Но не все данные есть в свободном доступе. При создании карт климатической и гидрологической тематик используют чаще всего обработанные первичные данные, например, рассчитанные средние значения температуры воздуха, количества осадков и т.д.

***Материалы экологического и других видов мониторинга.*** Мониторинг – это постоянное слежение за каким-либо объектом, явлением или процессом. В зависимости от объекта слежения различают разные виды мониторинговых исследований. Например, при слежении за экологической обстановкой осуществляется экологический мониторинг, а при слежении за демографической ситуацией – демографический и т.д. Оперативное слежение и контроль за состоянием окружающей среды и отдельных ее компонентов по материалам дистанционного зондирования и картам называют аэрокосмическим (или картографо-космическим) мониторингом. Мониторинг предполагает не только



наблюдение за процессом или явлением, но также его оценку, прогноз распространения и развития, а кроме того – разработку системы мер по предотвращению опасных последствий или поддержанию благоприятных тенденций. По материалам мониторинга создают карты динамики явлений, оценочные, прогнозные и рекомендательные карты.

**Статистические данные.** При создании карт и атласов социально-экономической и экологической тематики основными источниками информации служат массовые данные, содержащие количественные сведения о состоянии и динамике производственных ресурсов и их использовании, развитии промышленности и сельского хозяйства, транспорта, энергетики, финансов и культуры и т.п.

Для составления карт населения основным источником являются материалы переписи населения, в ходе которой получают сведения о жителях страны или отдельных территорий. Статистические данные используют как непосредственно для нанесения на карты, так и при различных расчетах, например, имея данные о рождаемости и смертности населения, можно рассчитать показатели естественного прироста. Сбор, хранение и обработку статистических данных в нашей стране осуществляет Федеральная служба государственной статистики. Необходимую и открытую для пользователей информацию можно найти на сайте [www.gks.ru](http://www.gks.ru).

**Результаты лабораторных анализов.** Это один из основных источников при создании карт экологической тематики. Так, всю группу карт загрязнения окружающей среды (воздуха, воды, почв, растительности) составляют по результатам лабораторных анализов различных проб. Химический состав горных пород, например, определяют при помощи спектрального анализа. Результаты различных физико-химических лабораторных анализов служат фактическим источником информации при создании тематических карт.

**Текстовые источники.** Текстовые источники (или литературно-географические) – это разного рода описания, полученные в ходе непосредственных наблюдений или в процессе теоретических исследований.

Отчеты экспедиций, монографии, статьи содержат фактический материал, во-первых, необходимый для истолкования других источников, во-вторых, пригодный для картографирования. Например, в Красной книге России или Пермского края содержатся сведения, во-первых, об охраняемых видах растений и животных, во-вторых, о месте их произрастания и обитания – таким образом, из всего перечня произрастающих на территории растений или обитающих животных можно почерпнуть сведения об охраняемых видах и показать на карте их местоположение.

Особым видом источников являются *теоретические* и *эмпирические закономерности* развития и размещения явлений и процессов. Они позволяют контролировать имеющуюся информацию, а при необходимости распространять картографирование на малоизученные территории. Например, с помощью математических зависимостей, описывающих закономерности изменения температуры воздуха с высотой (понижается на  $0,6^\circ$  на 100 м высоты), строят изотермы в труднодоступных высокогорных районах, слабо обеспеченных фактическими метеонаблюдениями.

**Интернет.** Интернет – всемирная система (глобальная сеть) объединенных компьютерных сетей для хранения, обработки и передачи информации. На основе Интернета работает Всемирная паутина (World Wide Web, WWW) и множество других систем передачи данных. Воспользовавшись Интернетом, можно быстро и не сходя с места получить любую необходимую информацию. В последнее время это самый популярный источник информации для составления тематических карт. Следует помнить, что информация, содержащаяся на различных сайтах, требует проверки и уточнения по другим источникам.

**Географические информационные системы (ГИС).** Географические информационные системы – особые аппаратно-программные комплексы, обеспечивающие сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных. Сейчас много внимания уделяется развитию геоинформационных технологий для картографирования, а также

созданию ГИС разного ранга и назначения. В единую ГИС-инфраструктуру России постепенно включают базы и банки данных научных институтов и университетов. Различают ГИС:

- **по территориальным уровням** – глобальные, национальные, региональные, муниципальные и локальные;
- **по проблемной ориентации (тематике)** – земельные информационные системы (ЗИС), кадастровые (КИС), экологические (ЭГИС), лесные (ЛесГИС) и др.

## 8 ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ КАРТЫ

Создание общегеографических и тематических карт осуществляется двумя путями:

- **полевое картографирование** – проведение съемочно-картографических работ, выполняемых в крупных масштабах;
- **камеральное картографирование** – лабораторное составление карт по источникам, выполняемое в средних и мелких масштабах.

Полевое топографическое картографирование выполняют государственные топографо-геодезические службы силами производственных предприятий. Топографические съемки во всех масштабах регламентируются стандартными положениями, руководствами и инструкциями. Тематические съемки (геологические, почвенные, геоботанические и др.) ведут министерства, ведомства, научно-производственные и научные организации. Они также выполняются по соответствующим государственным и ведомственным инструкциям. При всех видах полевого картографирования важнейшим этапом является дешифрирование аэро- и космических снимков.

Камеральное картографирование состоит в обработке данных полевых съемок, сводке и обобщении крупномасштабных карт и материалов дешифрирования, синтезе экспериментальных наблюдений и других источников

в соответствии с содержанием и назначением создаваемой карты, серии карт и атласов.

Рассмотрим подробнее этапы создания карт в камеральных условиях.

## 8.1 Проектирование карты

Первый этап камеральной работы – **проектирование карты**, т.е. разработка ее концепции, составление программы и подготовка всей необходимой документации. Этот этап завершается созданием программы (проекта) карты (табл. 22).

Обычно программа карты включает следующие разделы:

**1. Техническое задание на создание карты.** В нём указывают название (тематику) карты, ее масштаб, картографируемую территорию и назначение (функции карты, ее пользователи) карты. Например, Животный мир Пермского края масштаба 1:2500 000 для высшей школы. Исходя из технического задания, в данном примере речь идет о карте, которая входит в серию вузовских карт научно-справочного типа, ее предполагается использовать в преподавании и изучении краеведческих курсов. Отсюда вытекают требования к проектируемой карте. То, что карта входит в серию, определяет ее проекцию и компоновку (карты должны быть едиными для всей серии); на ней достаточно подробно и на современном уровне изученности должна быть отражена информация о животном мире края; исходя из заданных в техническом задании факторов, должны быть определены принципы генерализации и т.д.

**2. Математическая основа карты:**

- обоснование выбора масштаба;
- обоснование выбора картографической проекции;
- наличие градусной сетки и обоснование ее густоты.

**3. Географическая основа карты** должна включать: обязательные элементы – границы изображаемой территории, гидрографическую сеть, населенные

пункты; дополнительные элементы – внутренние административные границы, отмывку рельефа, дорожно-транспортную сеть.

Математическая и географическая основы образуют картографическую основу проектируемой карты.

**4. Содержание карты.** Разработка содержания карты предусматривает, во-первых, формулировку общих принципов картографирования, во-вторых, определение конкретных элементов содержания, в-третьих, выбор способов картографического изображения и оформления каждого элемента содержания карты. Обосновываются принципы используемых классификаций, градации шкал, принятые цвета и оттенки цвета (фоновое оформление), особенности штрихового и шрифтового оформления карты. Этот раздел программы карты сопровождается макетом легенды проектируемой карты и образцами графического оформления.

**5. Принципы генерализации.** Указания по генерализации дают с учетом всех факторов, сформулированных в задании на карту, – масштаб, тематика, назначение и картографируемая территория. Определяют цензы и нормы отбора изображаемых объектов и явлений, различные виды обобщений – контуров, качественных и количественных характеристик и т.д.

**6. Картографические источники и указания по их использованию.**

Программа должна содержать конкретный перечень источников и баз цифровой информации, характеристику их надежности и доступности, а также рекомендации относительно последовательности использования. Особое внимание уделяется обработке источников – например, если используется какая-либо методика расчетов, результаты которой и являются объектом картографирования; или происходит корректировка границ выделенных в источнике районов, например, когда источник – схема геоморфологического районирования и необходимо скорректировать (уточнить) на карте границы районов по ЦМР или физической карте.

**7. Географическая характеристика территории.** Этот раздел программы пишется по тематике проектируемой карты, т.к., во-первых, дает обоснование

распределения объектов и явлений в пространстве, во-вторых, позволяет обоснованно дифференцировать параметры генерализации по районам и по каждому элементу содержания, в-третьих, обеспечивает обоснование выбора картографической проекции.

**8. Технология изготовления карты.** В этом разделе регламентируются технические приемы составления и издания, используемые технологии и программное обеспечение. Прописываются используемые инструменты и пр.

Программу карты дополняют графическими приложениями: макетом компоновки, фрагментами легенды, примерами генерализации и др. К программе прилагается также планово-экономический расчет затрат на создание карты.

Программа карты должна быть понятна не только автору карты, а любому картографу-составителю, т.к. это, по сути, инструкция для создания карты.

Аналогичным образом разрабатывают программы для многолистных карт, серий карт и атласов.

## 8.2 Составление карты

Второй этап – **составление карты**. Составление карты – это комплекс работ по созданию оригинала карты.

Приступая к составлению карты, прежде всего, проводят подготовку источников. Если необходимо, то выполняют масштабирование, изменение проекции (может быть, и системы координат, если источники – старые карты), преобразование классификаций и легенд. Проводят обработку статистической информации и текстовых материалов и прочих источников и определяют, что именно и в какой последовательности будет наноситься на составляемую карту.

Составление тематической карты начинают с создания картографической основы, на которую впоследствии будут наносить тематическое содержание. Можно воспользоваться уже имеющейся бланковой (контурной) картой или провести ее доработку, выполнив генерализацию или детализацию.

Следующее действие – составление легенды карты. В ее основу кладут ту или иную классификацию картографируемых явлений, устанавливают вид и

размер знаков, градации и цветовую гамму шкал, выбирают фоновые окраски, вид и кегль шрифтов и т.п. Легенда организует всё содержание карты, формализует состав изображаемых элементов, подчеркивает их иерархию, определяет детальность качественных и количественных характеристик.

Далее приступают к нанесению на основу тематического содержания. Все элементы содержания наносят в принятой системе условных обозначений. Одновременно на карте размещают надписи согласно правилам и требованиям (см. разд. 7.3). В процессе составления карты выполняется генерализация в соответствии с изложенными в программе принципами.

Важным процессом при составлении карты является согласование элементов содержания. При компьютерном составлении карты согласуют разные слои картографического изображения. Осуществляются разные виды согласования:

- взаимная увязка отдельных элементов картографической основы;
- согласование основы и элементов тематического содержания;
- согласование однородных элементов содержания (в пределах одного тематического слоя);
- согласование различных элементов тематического содержания (разных слоев) друг с другом;
- согласование разных карт в составе серии или атласа.

Например, на почвенной карте отображение аллювиальных почв должно быть показано вдоль берегов рек, где они, собственно, и формируются – согласование тематического слоя «типы почв» со слоем картографической основы «гидрографическая сеть». Если речь идет о согласовании в серии карт, то примером может служить граница между Русской равниной и Уральскими горами. Эта граница должна быть одинаково показана на тектонической карте, на геоморфологической карте, на ландшафтной карте, хотя, по сути, самого явления – это вовсе не линия, а полоса шириной в несколько десятков-сотен километров и могла бы быть показана по-разному (табл. 5).

Основные этапы и стадии создания карты (Салищев, 1987)

Этап создания карты	Подразделение работ на стадии	Результаты работ на каждом этапе
Проектирование	Определение требований к карте и составление предварительной программы; сбор, анализ и оценка источников; изучение картографируемых явлений, составление программы карты	Программа (проект) карты
Составление	Подготовка и обработка источников; изготовление оригинала карты (построение картографической основы, перенос содержания с источников; его генерализация и оформление)	Оригинал карты
Подготовка к изданию	Изготовление издательского оригинала (или оригиналов); вспомогательные процессы по обслуживанию полиграфических процессов; изготовление штриховых и красочных проб	Издательские оригиналы и вспомогательные макеты
Издание	Изготовление печатных форм и получение проб; печатание (тиражирование) карты	Печатные оттиски карты

Последовательность составления карты, следующая:

- **авторский эскиз** – первоначальный набросок, отражающий общую идею карты и легенды, выполненный схематично, без соблюдения некоторых картографических правил, с возможными отступлениями от принятых условных знаков;
- **авторский макет** – карта, выполненная на картографической основе и точно передающая содержание, но составленная пока не в строгом соответствии с техническими требованиями графического изображения;
- **авторский оригинал** – рукописная или компьютерная карта, выполненная в полном соответствии с легендой, с необходимой точностью и детальностью;



- ***составительский оригинал*** – точный и полный по содержанию оригинал карты, составленный с учетом всех правил и требований и с высоким графическим качеством.

Создание карты чаще всего выполняют не только картографы, но и специалисты по теме. Они готовят и представляют исходные материалы, которые затем подвергаются картографической обработке. То есть создание карты – это, как правило, коллективная работа нескольких человек, и отсюда возникает вопрос об ***авторстве в картографии*** в его содержательном и юридическом аспектах.

***Автором*** всякой оригинальной карты считается картограф или специалист по теме, творчески разработавший ее содержание. В создании серий карт и атласов обычно участвует авторский коллектив, в который входят картографы и специалисты по теме. Авторские коллективы формирует редактор, он руководит также подготовкой программы, распределяет работы и полностью контролирует процессы составления и корректуры. Поэтому авторство картографического произведения принадлежит не только непосредственно автору, но и картографу-редактору.

Сказанное выше – это классическая схема составления карты, но современные методы и технологии могут вносить в эту схему существенные коррективы.

Так, при использовании ГИС-технологий все рукописные виды работ можно легко заменить компьютерными. В этом случае картограф практически сразу переходит к этапу составления авторского оригинала. Использование аэро-космических методов создания карты позволяет создавать мелкомасштабные тематические карты, минуя этап крупномасштабного картографирования. С помощью современных технологий можно быстро исправлять и обновлять карты. В оперативном режиме и даже в реальном времени можно составлять карты лесных пожаров, наводнений, возникновения и развития других неблагоприятных процессов и явлений.

### 8.3 Подготовка к изданию и издание карты

Подготовка карты к изданию начинается с изготовления *издательских оригиналов*, отвечающих принятым требованиям и технологиям и предназначенных для получения печатных форм. Эти оригиналы готовят способом фоторепродукции. Они должны в точности соответствовать содержанию составительских оригиналов и обладать высоким качеством графического оформления всех штриховых, цветовых, полутоновых элементов и шрифтов. Существуют разные издательские оригиналы.

*Штриховые издательские оригиналы* создают по числу штриховых элементов, печатаемых разными цветами. Их называют расчлененными штриховыми оригиналами и готовят отдельно для каждого элемента. Например, оригинал гидрографической сети – для печати синим цветом, оригинал автодорожной сети – красным цветом и т. д. На совмещенном оригинале воспроизводят все штриховые элементы, имеющиеся на составительском оригинале.

*Оригиналы фоновых окрасок* содержат изображение площадей, которые при издании будут показаны сплошными заливками. Для каждого цвета нужен отдельный оригинал. Например, лес показывают зеленой краской, водную поверхность – синей и т.д.

*Оригиналы надписей* содержат все надписи, помещаемые на карте, причем для надписей разного цвета изготавливают отдельные оригиналы. Например, надписи названий населенных пунктов – черным цветом, а названия гидрографических объектов – синим и т.д.

*Полутоновые оригиналы* передают изображение элементов, имеющих плавные переходы одного и того же цвета. Такие оригиналы создают для воспроизведения отмывки рельефа или послойной окраски.

Все перечисленные издательские оригиналы выполняют черчением на прозрачных основах, гравированием на непрозрачном пластике или путем электронного вывода слоя на фотопленку. Число оригиналов и

последовательность их изготовления зависят от красочности карты и технологии печати. Решение проблемы множественности издательских оригиналов состоит в применении фоторепродукционного процесса, основанного на электронном цветоделении. Цветоделенные растровые печатные пленки высокого качества получают путем сканирования многокрасочного оригинала карты с помощью электронных цветоделителей-цветокорректоров. Такая технология включает три последовательных процесса:

1. **Фоторепродукция** – преобразование изображения оригинала карты в фотоформы;
2. **Изготовление печатных форм** на основе фотоформ;
3. **Печатание** – тиражирование оттисков с печатных форм.

Для тиражирования карты изготавливают **печатные формы**. При этом рисунок с оригинала переносят на поверхность металлической, резиновой, пластмассовой пластины или цилиндра. На печатных формах имеются печатающие элементы, на которые наносится краска и дающие оттиск на бумаге, и пробельные (непечатающие) элементы.

Существуют разные способы печати:

1. **Глубокая печать** – картографический рисунок углубляют (врезают) в печатную форму, затем его заполняют краской нужного цвета. Этот способ обеспечивает самое высокое полиграфическое качество карты;

2. **Высокая печать** – рисунок на печатной форме делают выпуклым (рельефным) и на него накатывают краску, а пробельные участки вытравливают;

3. **Плоская печать** – печатающие и пробельные элементы находятся на печатной форме на одном уровне, но в результате химической обработки краска наносится только на печатающие элементы, а пробельные ее не принимают. Такой способ печати используют для простых текстовых карт.

В процессе издания карты печатают **штриховую пробу**, а затем **красочную пробу**. По совмещенным оттискам проверяют совпадение всех элементов содержания карты, напечатанных разными красками, качество и точность воспроизведения штриховых элементов, подбор фоновых окрасок, градации

шкал, правильность надписей и т.д. Пробы нужны для корректуры карты и исправления ошибок в процессе ее издания. При тиражировании карты вначале делают контрольные оттиски, по ним проверяют режим работы печатного станка, равномерность подачи и совмещение красок, а затем печатают весь тираж.

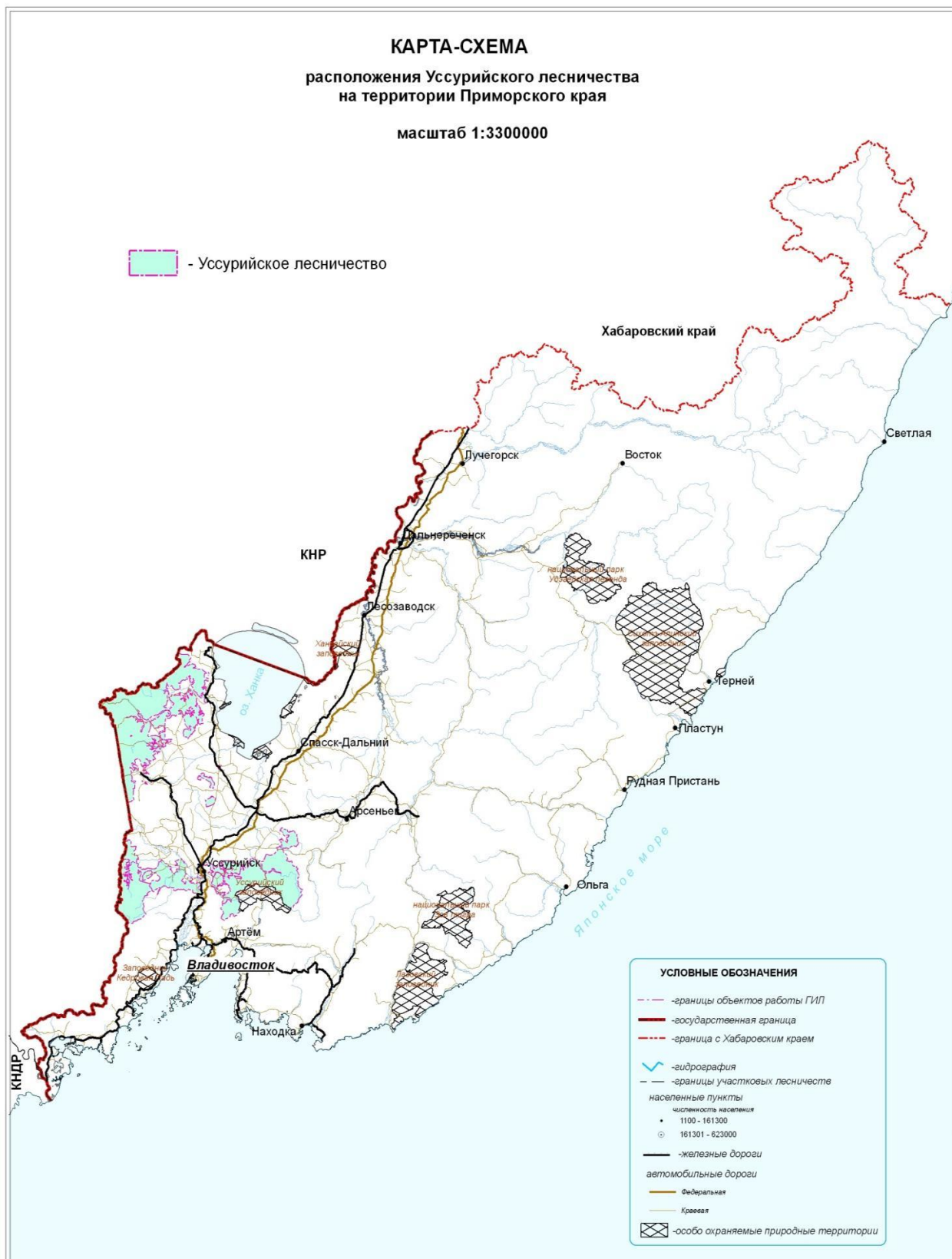
Это традиционные методы подготовки карт к изданию и собственно издание карты. Современные геоинформационные методы значительно упрощают содержание этого этапа создания карты. И карта на печать выводится с помощью принтера, если необходим небольшой тираж. Следует помнить, что от качества принтера и бумаги зависит качество печатаемой карты.

## 9 ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНЫХ КАРТ

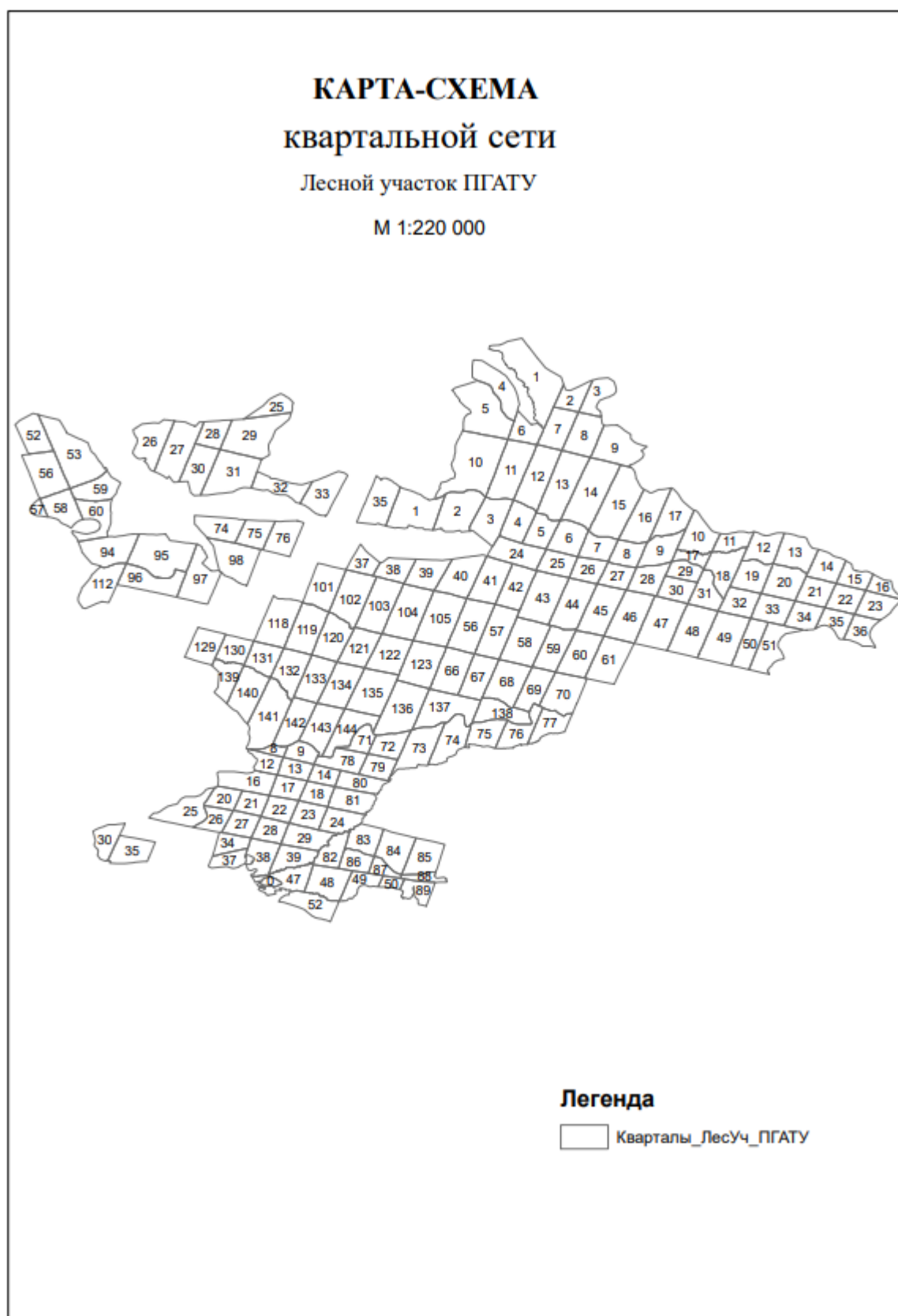
В процессе лесоустройства составляются следующие *картографические материалы*: картосхемы лесничеств (лесопарков) (рис. 84, 85), планы лесонасаждений участковых лесничеств (рис. 86) и лесоустроительные планшеты (рис. 87).

Основным картографическим документом, составляемым при лесоустройстве по I-II разрядам, является лесоустроительный планшет.

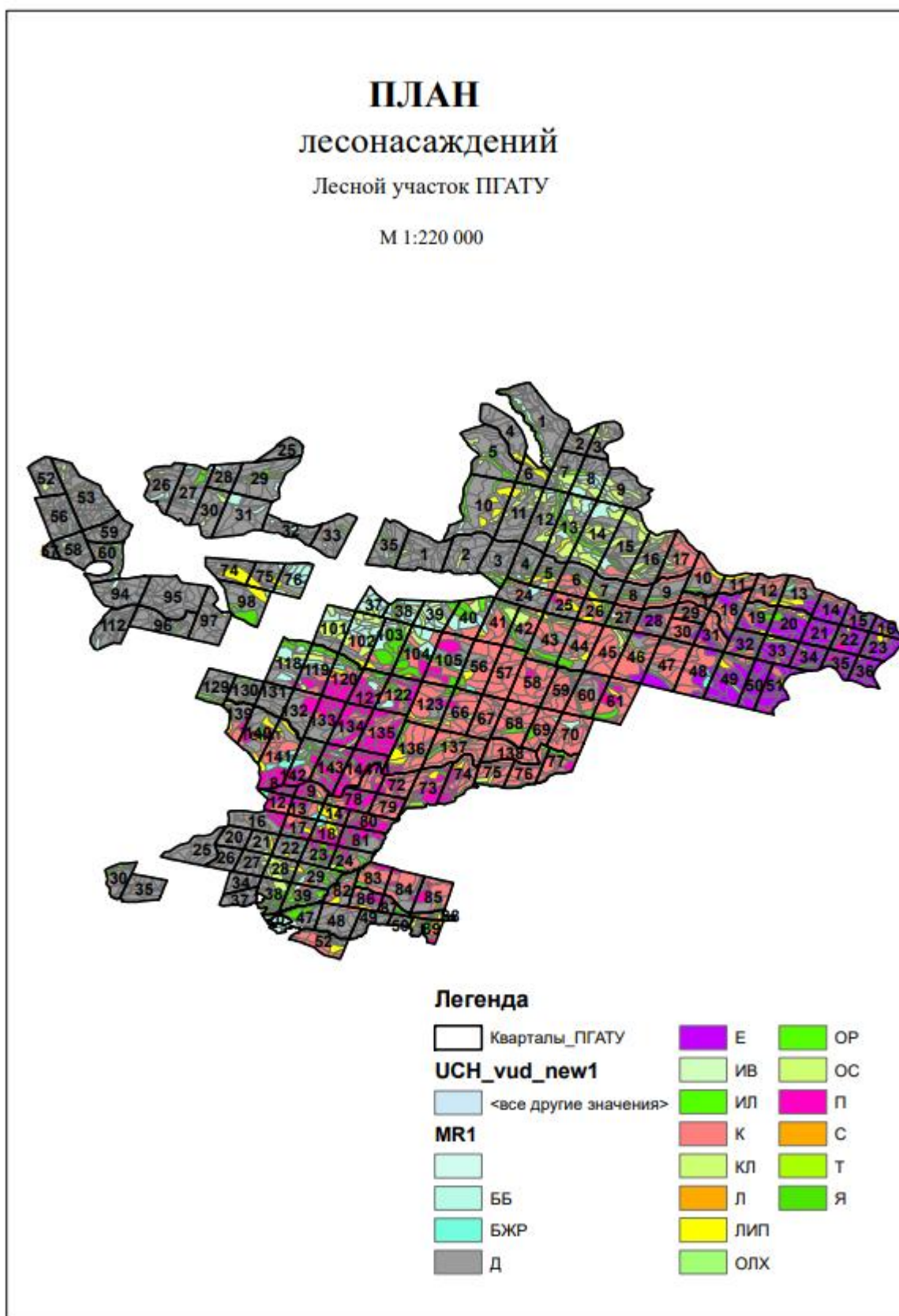
*Планишеты* составляются при I разряде лесоустройства в масштабе 1:10 000, при II – 1:25 000. При лесоустройстве по III разряду планшеты, как правило, не составляются, а основным картографическим документом является план лесонасаждений, составляемый в масштабе 1:100 000.



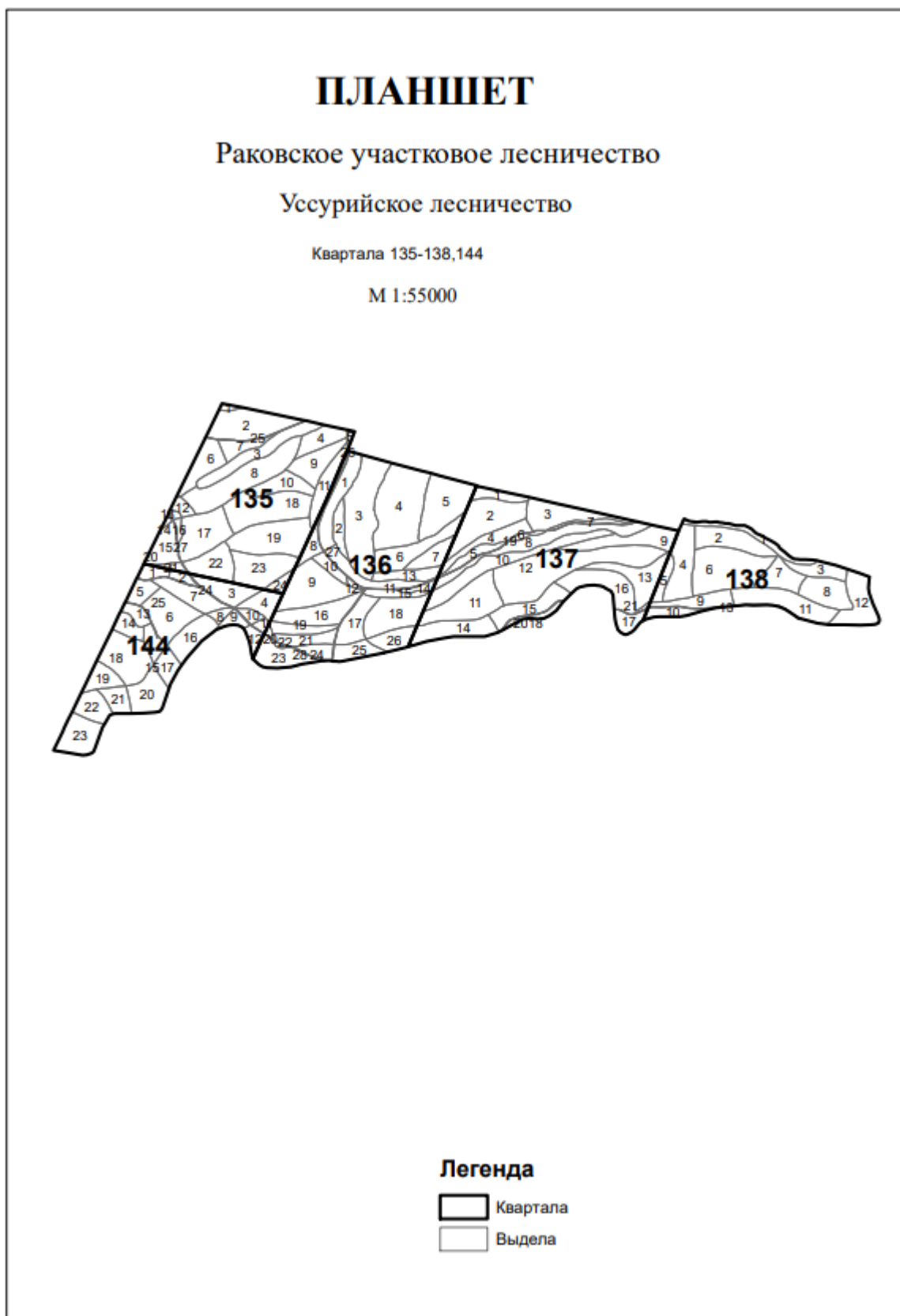
**Рисунок 84** – Карта-схема размещения Уссурийского лесничества на территории Приморского края



**Рисунок 85** – Карта-схема квартальной сети Лесного участка ПГАТУ, взятого в аренду в Уссурийском лесничестве Приморского края



**Рисунок 86** – План лесонасаждений Лесного участка ПГАТУ, взятого в аренду в Уссурийском лесничестве Приморского края



**Рисунок 87** – Планшет кварталов 135-138,144 Раковского участкового лесничества Уссурийского лесничества Приморского края



**Планы лесонасаждений по участковым лесничествам** составляют на основе лесоустроительных планшетов и топографических карт в масштабах 1:10 000 - 1:25 000 при I разряде лесоустройства, при втором разряде лесоустройства – 1:25 000 - 1:50 000. Основой планов лесонасаждений, составляемых при лесоустройстве по III разряду, являются топокарты масштаба 1:100 000 - 1:200 000 (табл. 6).

Таблица 6

Масштабы планшетов и используемых при их составлении топокарт

Масштаб лесоустроительного планшета (при III разряде лесоустройства – плана лесонасаждений)	Масштабы топографических карт (фотокарт)
1:5 000	1: 5 000 - 1:10 000
1:10 000	1: 10 000 - 1:25 000
1:25 000	1:25 000 - 1:50 000
1:50 000	1:50 000 - 1:100 000
1:100 000	1:100 000 - 1:200 000

На планшетах и планах лесонасаждений отображаются лесные кварталы и все лесотаксационные выделы, дороги, реки и прочая топографическая ситуация. На базе планов лесонасаждений создают серию тематических карт различного тематического содержания.

**Картосхемы лесничеств (лесопарков)** изготавливаются на основе планов лесонасаждений: при I разряде лесоустройства в масштабе 1:100 000, при II разряде – 1:200 000, при III разряде лесоустройства – 1:500 000. На них отображаются квартальная сеть, вся основная топографическая ситуация и укрупненные таксационные выделы (страты), выделяемые по преобладающим породам и группам возраста. На основе картосхемы предусмотрено составление различных тематических карт-схем, например: распределения лесов на территории лесничества (лесопарка) по целевому назначению и категориям защитности; проектируемых лесных участков; распределения лесов по классам пожарной опасности, лесопожарного устройства; запроектированных лесохозяйственных мероприятий; охотничьих угодий; наличия пищевых и лекарственных ресурсов и т.п.

Кроме картосхем, по лесничествам (лесопаркам) должны изготавливаться карты в тех же масштабах и того же содержания в целом по административным районам с нанесением на них информации о всех землях лесного фонда и лесах, расположенных на землях иных категорий. По завершению лесоустройства во всех лесничествах субъекта Федерации на его территорию обычно составляют карту лесов в масштабе 1:600 000 или мельче. Геодезической основой для составления лесоустроительных планшетов (при III разряде – планов лесонасаждений) служат:

- координаты пунктов государственной триангуляционной сети и полигонометрии, находящихся на территории устраиваемого объекта, окружных границ и планшетных рамок предыдущего лесоустройства или полученные в результате выполнения работ по межеванию в процессе проведения лесоустроительных работ в объекте; установленных при постановке на кадастровый учет в процессе межевания землепользование расположенных по смежеству с землями лесного фонда или лесных участков; участков земель, переданных для использования в целях, не связанных с ведением лесного хозяйства и лесопользованием, в том числе данные инвентаризации земель месторождений при добыче полезных ископаемых; границ участков земель лесного фонда, переданных в аренду для использования их в целях, связанных с ведением лесного хозяйства и лесопользованием; границ городской (поселковой) черты городов и других населенных пунктов, расположенных по смежеству или среди земель объекта лесоустройства либо заверенное описание этих границ;
- данные о границах муниципальных образований, субъектов Российской Федерации в виде каталога координат или в виде границ, нанесенных на топографические карты и заверенных территориальными органами Федерального агентства кадастра объектов недвижимости (Роснедвижимость);
- материалы съемок спутникового геопозиционирования.

В качестве топографической основы для составления лесоустроительных планшетов служат аналоговые или электронные топографические карты или фотокарты, планшеты или планы предыдущего лесоустройства. Масштаб применяемых топографических карт (фотокарт) и других карт должен соответствовать масштабу изготавливаемых планшетов (табл. 6). В случаях необходимости определения границ лесничества (лесопарка) или лесного участка на местности, их согласования, закрепления на местности местоположения границ межевыми знаками, определения их координат или составления иного описания местоположения границ объекта при повторном лесоустройстве проводятся работы по межеванию за счет дополнительного финансирования.

## 10 МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРТ

*Использование карт* – раздел картографии, в котором изучаются проблемы применения картографических произведений в различных сферах научной, практической, культурно-просветительской, учебной деятельности, разрабатываются приемы и способы работы с картами, оцениваются надежность и эффективность получаемых результатов.

Картографические рисунки использовались с древнейших времен для ориентирования, указания соседних поселений, дорог, мест охоты, выпаса скота и т.п. В Древнем Египте и античной Греции уже применялись способы измерения по картам площадей и расстояний. В Средние века карты использовались для мореплавания, путешествий и ведения военных действий.

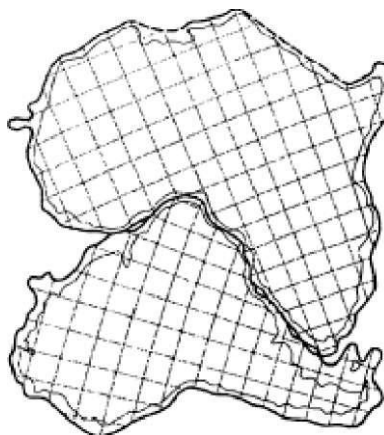
По картам были открыты многие глобальные закономерности, выявлены связи одних явлений с другими и даже предсказаны ещё не открытые объекты.

Использование карт способствовало открытию фундаментального закона географической зональности. В 1817 г. А. Гумбольдт, используя способ изолиний, составил первую карту «изотермических линий» Северного

полушария. Анализируя карту и сопоставляя ее с другими климатическими данными и физико-географическими материалами, он обнаружил глобальные климатические закономерности, установил различия тепловых условий на западных и восточных окраинах материков, в глубине континентов и вблизи океанических побережий, а главное – открыл климатические зоны.

Впоследствии В. В. Докучаев, занимаясь почвенным картографированием, обнаружил, что «изогумусовые полосы» полностью соответствуют климатическим и растительным подзонам южных степей. Тем самым он подошел к идее всеобщей географической зональности.

Обнаруженное по картам А. Вегенером поразительное сходство очертаний восточного побережья Южной Америки и западного побережья Африки дало импульс идее дрейфа континентов и теории глобальной тектоники плит (рис. 88).



**Рисунок 88** – Совмещение очертаний материков Африки и Южной Америки по изобате 200 м [1,5-8]

В России использование карт началось с картометрии – вычисления огромной площади государства Российского. Измерения проводились многократно академиками Петербургской академии наук В. Л. Крафтом в 1787 г. и Ф. И. Шубертом в 1795 г. Заметный вклад в картометрию внес русский военный картограф И. А. Стрельбицкий, опубликовавший в 1874 г. капитальный труд «Исчисление поверхности Российской империи в общем ее составе».

Выдающийся картограф, географ, геодезист А. А. Тилло, создатель гипсометрических карт Европейской России, сличив составленные им карты с

геологической картой А. П. Карпинского, обнаружил закономерную связь рельефа с геологическим строением и распределением ледниковых отложений и тем самым заложил основы морфоструктурного анализа в геоморфологии. В других трудах А. А. Тилло разработал по картам методы анализа вековых изменений магнитных полей, глобальных орографических, гипсометрических и геологических закономерностей. Картометрические исследования А. А. Тилло были продолжены многими отечественными исследователями.

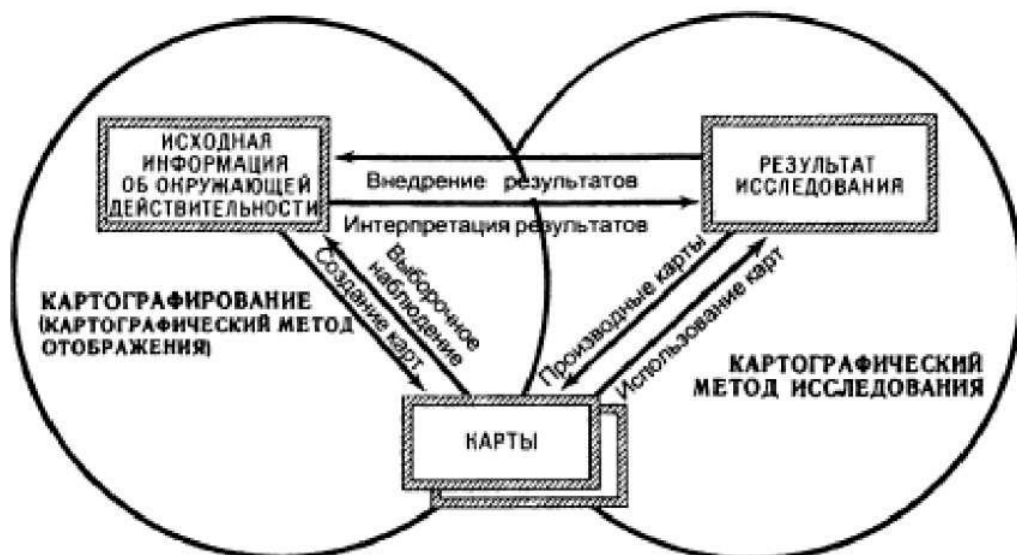
Теория использования карт, начиная с 1955 г., разрабатывалась К. А. Салищевым, впервые обосновавшим включение в процесс научного познания промежуточного звена – географической карты как модели изучаемых явлений. Использованию карт как средству познания посвящены специальные разработки многих видных отечественных и зарубежных картографов и географов. Использование карт всегда развивалось и продолжает развиваться на стыке картографии с другими науками о Земле и обществе.

### **10.1 Картографический метод исследования**

***Картографический метод исследования*** – это метод использования карт для познания изображенных на них явлений. Этот метод составляет главное содержание раздела об использовании карт.

Познание понимается в широком смысле слова и подразумевает изучение по картам структуры, взаимосвязей, динамики и эволюции явлений во времени и пространстве, прогноз их развития, получение всевозможных качественных и количественных характеристик и т.п.

Картографический метод служит средством для принятия практических решений, связанных с планированием и освоением территорий, размещением населения, охраной окружающей среды и многими хозяйственными проблемами. Использование карт теснейшим образом связано с их составлением (рис. 89).



**Рисунок 89** – Система «создание – использование карт» [1,5-8]

В системе «создание – использование карт» проявляется два тесно сопряженных между собой метода:

- 1) **картографирование** – или картографический метод отображения, цель которого состоит в переходе от реальной действительности к карте (модели);
- 2) **картографический метод исследования**, использующий готовые карты (модели) для познания действительности.

Эти методы перекрываются и имеют обратные связи. Так, условия использования карт определяют требования к условиям их создания. В ходе исследования получают новые производные карты, которые вновь поступают в исследование. Например, гипсометрическая карта преобразуется в карту углов наклона, а она, в свою очередь, в карту смыва с поверхности и т.д.

## 10.2 Система приемов анализа карт

Широкое использование картографического метода исследования в разных отраслях знания привело к возникновению множества приемов анализа карт, в разработке которых участвуют картографы, географы геологи, лесники, математики, экономисты и др.

**Описания по картам** – традиционный прием анализа карт, цель которого выявить изучаемые явления, особенности их размещения и взаимосвязи. Научное описание, выполняемое по карте, должно быть логичным, упорядоченным и последовательным. Оно отличается отбором и систематизацией фактов, введением элементов сравнения и аналогий. В описание часто вводят количественные показатели и оценки, включают таблицы и графики. В заключении формулируются выводы и рекомендации.

Описания могут быть общими комплексными (например, описание природных условий) или поэлементными (например, описание рельефа). Описания, основанные на визуальном анализе карт, хороши тем, что позволяют составить образное и целостное представление об изучаемом объекте и сделать выводы синтетического характера.

**Графические приемы** включают построение по картам всевозможных профилей, разрезов, графиков, диаграмм, блок-диаграмм и иных двух- и трехмерных графических моделей.

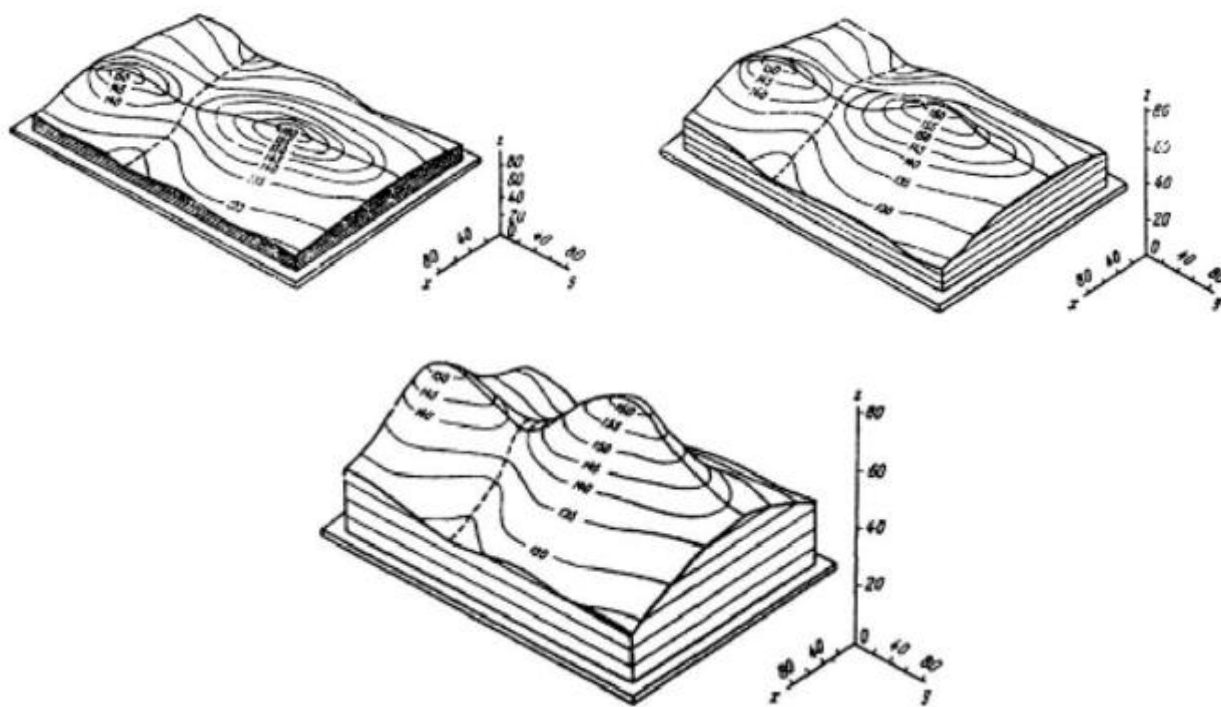
Для анализа серий карт разной тематики удобны **комплексные профили**, на которых совмещаются, например, гипсометрический профиль, геологический разрез, почвенно-растительный покров, графики гидро-климатических показателей. Подобные построения нужны для наглядного представления связей между явлениями и районирования территории по комплексу показателей.

В географических исследованиях часто используют **диаграммы-розы**, наглядно передающие преобладающую ориентировку линейных объектов, например, тектонических разломов, речных долин, транспортных путей и др.

Связи между явлениями, показанными на картах разной тематики, можно наглядно отразить и проанализировать на **блок-диаграммах**. Для их построения применяют разные виды проектирования. Аксонометрические блок-диаграммы проектируют с помощью параллельных лучей как бы из центра проектирования, расположенного в бесконечности. При этом деформируются угловые соотношения, но горизонтальный масштаб блок-диаграммы по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$  остается постоянным, что удобно для измерений. Другой тип – перспективные

блок-диаграммы. В этом случае лучи исходят из одной или двух точек, что дает более выразительное изображение. Меняя положение центров проектирования, можно поворачивать блок-диаграммы. Однако это неудобно для измерений, т.к. масштаб меняется по всем осям в соответствии с законами перспективы.

Масштабы по разным осям могут быть неодинаковыми, например, для наглядного изображения рельефа вертикальный масштаб преувеличивают в два-три раза относительно горизонтального масштаба. Рельеф становится более выпуклым, все неровности хорошо видны, но при этом возникают поля невидимости (рис. 90).



**Рисунок 90** – Блок-диаграммы с разными вертикальными масштабами.

Растяжение по высоте приводит к полям невидимости [1,5-8]

К графическим приемам относятся также *действия с поверхностями*, показанными на разных картах: графическое сложение или вычитание одной поверхности из другой, умножение на число и др. Этим пользуются при балансовых расчетах, например, для оценки объема, снесенного эрозией и переотложенного материала, определения суммарного количества осадков за несколько месяцев и т.п.



**Графоаналитические приемы** – картометрия и морфометрия – предназначены для измерения и исчисления по картам показателей размеров, формы и структуры объектов. Эти приемы использования карт наиболее подробно разработаны в картографическом методе исследования.

**Методы картометрии** позволяют измерять следующие показатели:

- географические и прямоугольные координаты;
- длины прямых и извилистых линий, расстояния;
- площади;
- объём;
- вертикальные и горизонтальные углы и угловые величины.

В рамках картометрии исследуется точность измерений по картам.

В отличие от картометрии, **морфометрия** – это расчёт показателей формы и структуры объектов. Число их велико, до нескольких сотен, и не поддается обзору. Наиболее используемые следующие группы показателей и коэффициентов:

- очертания (форма) объектов;
- кривизна линий и поверхностей;
- горизонтальное расчленение поверхностей;
- вертикальное расчленение поверхностей;
- уклоны и градиенты поверхностей;
- плотность, концентрация объектов;
- густота, равномерность сетей;
- сложность, раздробленность, однородность/неоднородность контуров.

**Математико-картографическое моделирование.** Формализованное картографическое изображение хорошо приспособлено для математического анализа. Практически все разделы математики применимы для обработки и анализа картографического изображения. Проблема лишь в том, чтобы точно подобрать математическую модель и дать надежное содержательное истолкование результатам моделирования. В картографический анализ прочно

вошли некоторые разделы численного анализа, многомерной статистики, теории вероятностей и теории информации.

**Аппроксимации** используют для аналитического описания поверхностей (полей), изображенных на картах и выполнения с ними различных действий: суммирования, вычитания, интегрирования и дифференцирования, для подсчёта объёмов тел, ограниченных этими поверхностями, и решения многих других задач. Одно из направлений использования аппроксимаций – разложение поверхностей на составляющие, что позволяет выделять и анализировать нормальные и аномальные факторы развития и пространственного размещения явлений.

**Приемы математической статистики** предназначены для изучения по картам пространственных и временных статистических совокупностей и образуемых ими статистических поверхностей. Статистический анализ картографического изображения преследует три цели:

- 1) изучение характеристик и функций распределения явления;
- 2) изучение формы и тесноты связей между явлениями;
- 3) оценка степени влияния отдельных факторов на изучаемое явление и выделение ведущих факторов.

**Приёмы теории информации** используют для оценки степени однородности и взаимного соответствия изучаемых по карте явлений. Речь идет об основной функции теории информации – **энтропии**. В картографическом анализе эта функция оказалась довольно удобной для оценки степени однородности / неоднородности (разнообразия) картографического изображения. Кроме того, информационные функции используют для оценки степени взаимного соответствия (совпадения) контуров на разных картах. В этом случае они выполняют роль своеобразных показателей взаимосвязи явлений наподобие коэффициентов корреляции.

### 10.3 Способы работы с картами

Исследования по картам выполняют для определения размещения и пространственно-временной структуры явлений и процессов, их взаимных соотношений и связей, выявления тенденций развития и динамики, для получения количественных характеристик и оценок, проведения районирования и классификаций, прогноза изменений во времени и пространстве. Способы работы с картами следующие.

#### *Анализ отдельной карты:*

- изучение картографического изображения без его преобразования, т.е. анализ карты в том виде, в каком она есть;
- преобразование картографического изображения с целью приведения его в более удобный вид для какого-либо исследования;
- разложение картографического изображения на составляющие – особый вид преобразования, применяемый для выделения нормальной и аномальной (фоновой и остаточной) компонент развития и размещения явлений и процессов.

#### *Анализ серий карт:*

- сравнение карт разной тематики с целью установления взаимосвязей и зависимостей между явлениями;
- сопоставление разновременных карт для изучения динамики и эволюции явлений и процессов, составления прогнозов их развития во времени;
- изучение карт-аналогов для обнаружения общих закономерностей распространения явлений и процессов на разных территориях.

Исследования по картам включает несколько этапов:

- 1) **постановка задачи** – формулирование цели, выделение задач, определение требований к точности;
- 2) **подготовка к исследованию** – выбор картографических источников, методов, технических средств, алгоритмов и т.д.;
- 3) **собственно исследование** – получение предварительных и окончательных результатов, их оценка, создание новых карт;

4) **интерпретация результатов** – содержательный анализ, формулировка выводов и рекомендаций, оценка их надежности.

На всех этапах должен быть содержательный географический анализ получаемых результатов, соотнесение их с реальной ситуацией и при необходимости корректировка процедуры исследования.

По картам можно изучать структуру явлений и процессов, взаимосвязи и зависимости явлений, динамику явлений и процессов, делать картографические прогнозы и многое другое, при этом используют различные приёмы исследования и технические приемы.

#### 10.4 Надежность исследований по картам

**Надежность картографического метода** – это его способность обеспечивать верное решение поставленной задачи. Чем ближе к истине полученный результат, тем надежнее исследование. Оценка надежности – сложная и часто неопределенная задача, поскольку погрешность результата зависит от ряда причин, из которых одни выявляют, пользуясь методами теории ошибок, картометрии и математической статистики, а другие не имеют точных определений и судить о них можно лишь субъективно.

В оценке надежности картографического метода нет универсальных критериев, но можно указать основные источники ошибок:

- **концептуальные** – неточность, неполнота и другие недостатки исходных концепций, неверная интерпретация результатов;
- **коммуникационные** – ошибки исполнителей, непонимание или неправильное восприятие идей, нечеткость формулировок задания, выводов;
- **географические** – неопределенность или условность пространственных границ и временных пределов изучаемых по картам объектов;
- **картографические** – неточность карт, по которым проводится исследование, их неполнота или устаревание;

- **технические** – погрешности измерений, несовершенство инструментов и оборудования, алгоритмов и программ, незащищенность баз данных [1,5-8].

Неточности и ошибки неизбежны, и важно помнить, что они появляются на всех этапах исследования – при постановке задачи, подготовительных работах, в процессе проведения исследования и на заключительном этапе интерпретации результатов.

По точности получаемых результатов все исследования по картам делят на три группы.

**Точные исследования** – измерения и вычисления выполняют с максимально возможной точностью. При этом стараются учесть и исключить все ошибки, проводят неоднократные измерения и независимые вычисления. При точных исследованиях погрешности измерения длин и площадей по картам не должны превышать 1%, а углов - 1°.

**Исследования средней точности**, когда по условиям работы принимается, что погрешность результата не должна превышать определенного допустимого предела. Погрешности определения длин и площадей при измерениях средней точности доходят до 3-5%, а углов – до 3°. Часто такой уровень точности оказывается вполне приемлемым в географических исследованиях.

**Приближенные исследования**, выполняемые с невысокой точностью, обычно нужны для предварительных оценок и прикидок. Ошибки измерения длин и площадей при этом могут составлять 6-10%, а углов – до 8°. Приближенные исследования позволяют правильно спланировать дальнейшие более точные исследования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянт, А. М. Картография: учебник / А. М. Берлянт. – М.: Кн. дом Университет, 2010. – 328 с.
2. Серапинас, Б. Б. Математическая картография / Б. Б. Серапинас. – М.: ACADEMIA, 2005. – 336 с.
3. Бажукова, Н. В. Картография: учебное пособие / Н. В. Бажукова. – Пермь: ПГНИУ, 2020. – 310 с.
4. Бажукова Н. В. Картография. Надписи на географической карте и шрифтовое оформление карт: учебно-методическое пособие. – Пермь, 2017. – 62 с.
5. Берлянт, А. М. Картоведение / А. М. Берлянт. – М.: Аспект-Пресс, 2003. – 478 с.
6. Берлянт, А. М. Картография / А. М. Берлянт. – М.: Аспект-Пресс, 2001. – 336 с.
7. Берлянт, А. М. Карта. Краткий толковый словарь / А. М. Берлянт. – М.: Научный мир, 2003. – 168 с.
8. Берлянт, А. М. Практикум по картографии и картографическому черчению: учебно-методическое пособие / А. М. Берлянт, Т. Г. Сваткова. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 125 с.
9. Бугаевский, Л. М. Математическая картография: учебник для вузов. – М., 1998. – 400 с.
10. Верещака, Т. В. Изображение рельефа на картах. Теория и методы (оформительский аспект) / Т. В. Верещака, О. В. Ковалева. – М.: Научный мир, 2016. – 184 с.

11. Временные технические указания по созданию и оформлению лесных карт. – М.: Рослесинфорг, 2017. – 75 с.
12. Гриднев, А. Н. Геоинформационные системы в лесном деле: учебное пособие. – По специальности среднего профессионального образования 35.02.01 – Лесное и лесопарковое хозяйство. Форма обучения – очная / А. Н. Гриднев. – Уссурийск: ПГАТУ, 2024. – 209 с.
13. Лютый, А. А. Язык карты: сущность, система, функции / А. А. Лютый. – М.: ГЕОС, 2002. – 2-е изд. – 327 с.
14. Салищев, К. А. Картоведение / К. А. Салищев. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 3-е изд. – 240 с.
15. Сваткова, Т. Г. Атласная картография / Т. Г. Сваткова. – М.: Аспект- Пресс, 2002. – 204 с.
16. Южанинов, В. С. Картография с основами топографии / В. С. Южанинов. – М.: Высшая школа, 2001. – 302 с.

## Условные знаки линейного протяжения на лесных картах










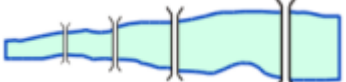













№ пп	Наименование объекта	Изображение
<b>1. Границы политико-административного и хозяйственного деления</b>		
1.1.	Государственная граница рубленая условная	
1.2.	Субъектов РФ рубленая условная	
1.3.	Муниципальных (административных) районов рубленая условная	
1.4.	Лесничеств рубленая условная	
1.5.	Участковых лесничеств рубленая условная	
1.6.	Урочищ рубленая условная	
1.7.	Городских земель рубленая условная	
1.8.	Населенных пунктов рубленая условная	
1.9.	Земель запаса рубленая условная	
1.10.	Прочих землепользователей рубленая условная	
1.11.	Арендуемых лесов рубленая условная	
1.12.	Горных лесов рубленая условная	
<b>2. Границы целевого назначения лесов и категорий (подкатегорий) защитных лесов, ОЗУ</b>		
2.1.	Лесов, расположенных на особо охраняемых природных территориях, в том числе:	
2.1.1.	Национальных парков рубленая условная	
2.1.2.	Природных парков рубленая условная	
2.1.3.	Государственных природных заказников рубленая условная	
2.1.4.	Государственных природных заповедников рубленая условная	
2.1.5.	Иных ООПТ рубленая условная	
2.2.	Лесов, расположенных в водоохраных зонах	
2.3.	Лесов, выполняющие функции защиты природных и иных объектов, в том числе:	
2.3.1.	Расположенных в 1 и 2 поясах зон источников водоснабжения рубленая условная	
2.3.2.	Защитных полосах вдоль дорог рубленая условная	
2.3.3.	Зеленых зон рубленая	
























## Продолжение прилож. А

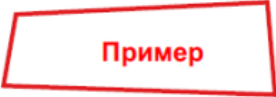




№ пп	Наименование объекта	Изображение
2.3.4.	Зеленых зон условная	
2.3.5.	Лесопарковых зон рубленая условная	
2.3.6.	Городских лесов рубленая условная	
2.3.7.	Лесов в зонах охраны курортов рубленая условная	
2.4.	Ценные леса, в том числе:	
2.4.1.	Государственных защитных лесных полос рубленая условная	
2.4.2.	Противоэрозионных лесов рубленая условная	
2.4.3.	Лесов расположенных на границах природных зон рубленая условная	
2.4.4.	Лесов, имеющие научное или историческое значение рубленая условная	
2.4.5.	Орехово-промысловых зон рубленая	
2.4.6.	Лесных плодовых насаждений рубленая условная	
2.4.7.	Ленточных боров рубленая условная	
2.4.8.	Запретных полос вдоль водных объектов рубленая	
2.4.9.	Запретных полос вдоль водных объектов условная	
2.4.10.	Нерестоохранных полос рубленая условная	
2.4.11.	Прочих защитных лесов рубленая	
2.5.	Эксплуатационных лесов	
2.6.	Резервных лесов	
2.7.	ОЗУ, общий условный знак	
2.8.	Границы лесов с ограниченным режимом пользования, в том числе:	
2.8.1.	Лесов, расположенных на территориях памятников природы рубленая условная	
2.8.2.	Полезащитных лесных полос рубленая условная	
2.8.3.	Посадок аллеиных рубленая условная	
2.8.4.	Охранных зон памятников истории и культуры рубленая условная	
2.8.5.	Ограждений, маральников	
2.8.6.	Водно-болотных угодий	

№ пп	Наименование объекта	Изображение
<b>3. Квартальные просеки, визиры и прочие разграничительные линии</b>		
3.1.	Квартальные просеки	
3.2.	Квартальные просеки, установленная по естественным рубежам	
3.3.	Квартальная просека, проходящая по профилю, дороге и т.п.	
3.4.	Таксационный визир	
3.5.	Граница лесотаксационного выдела, в т.ч. лесные культуры условная инструментальная	
3.6.	Граница лесотаксационного выдела, в т.ч. лесные культуры (альтернативный) условная	
<b>4. Гидрография</b>		
4.1.	Береговая линия	
4.2.	Береговая линия для объектов шире 200 м	
4.3.	Реки	
4.4.	Реки шириной свыше 20 м (М1:25 000) 10 м (М 1:10 000)	
4.5.	Протоки. Каналы. Мелиоративные каналы	
4.6.	Протоки площадные. Каналы площадные	
4.7.	Ручьи	
4.8.	Ручьи, пересыхающие	
4.9.	Подземные и пропадающие участки: рек, ручьев	
4.10.	Озера. Пруды. Старицы. Водохранилища	
4.11.	Острова	
4.12.	Дамбы линейный выдел площадной выдел. Насыпи вдоль дорог линейный выдел площадной выдел	
<b>5. Дороги</b>		
5.1.	Железные широкой колеи	
5.2.	Железные узкой колеи	




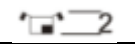




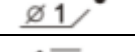
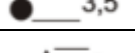

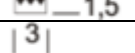
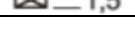
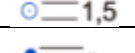
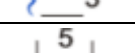

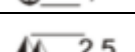
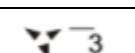

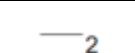
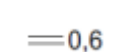

№ пп	Наименование объекта	Изображение
5.3.	Автомобильные общего пользования (площадные) асфальтобетонные, бетонные, грунтовые улучшенные	
5.4.	Грунтовые (площадные). Лесные (площадные)	
5.5.	Грунтовые (линейные)	
5.6.	Лесные (линейные)	
5.7.	Лесовозные	
5.8.	Противопожарного назначения	
5.9.	Зимники (площадные)	
5.10.	Зимники (линейные)	
5.11.	Лежневые	
5.12.	Мосты	
5.13.	Лесоспуски	
5.14.	Тропы постоянные	
5.15.	Канатные дороги	
<b>6. Коммуникации</b>		
6.1.	Трассы коммуникаций линейный выдел площадной выдел	
6.2.	Трассы коммуникаций подземные, подводные линейный выдел площадной выдел	
6.3.	Линии связи линейный выдел площадной выдел	
6.4.	Линии связи (подводные, подземные) линейный выдел площадной выдел	
6.5.	ЛЭП линейный выдел площадной выдел	
6.6.	Кабели электрические (подземные, подводные) линейный выдел площадной выдел	
6.7.	Нефтепроводы линейный выдел площадной выдел	
6.8.	Нефтепроводы (подземные, подводные) линейный выдел площадной выдел	
6.9.	Газопроводы линейный выдел площадной выдел	
6.10.	Газопроводы (подземные, подводные) линейный выдел площадной выдел	

№ пп	Наименование объекта	Изображение
6.11.	Водоводы линейный выдел площадной выдел	
6.12.	Продуктопроводы линейный выдел площадной выдел	
6.13.	Канализация хозяйственно- бытовая линейный выдел площадной выдел	
<b>7. Объекты противопожарного назначения</b>		
7.1.	Противопожарные разрывы линейный выдел площадной выдел	
7.2.	Проект. противопожарные разрывы линейный выдел площадной выдел	
7.3.	Минерализованные полосы линейный выдел площадной выдел	
7.4.	Проект. минерализованные полосы линейный выдел площадной выдел	
7.5.	Существующие зоны действия ПХС	
7.6.	Проектируемые зоны действия ПХС	
7.7.	Зоны наземной охраны лесов	
7.8.	Зоны авиационной охраны лесов	
<b>8. Рельеф</b>		
8.1.	Горизонталы основные и бергштрихи	
8.2.	Горизонталы утолщенные	
8.3.	Водоразделительные линии хребта (водоразделы)	
8.4.	Тальвеги ущелий (сухие)	
8.5.	Бровки обрывов и оврагов	
8.6.	Скальные обнажения	
8.7.	Скопление камней (площадной)	
8.8.	Гряды камней	
8.9.	Гряды камней (площадной)	
8.10.	Карьер	





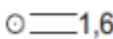
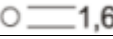




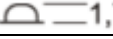




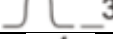









Продолжение прилож. А

№ пп	Наименование объекта	Изображение
<b>9. Объекты, исключенные из земель лесного фонда</b>		
9.1.	Площади, исключенные из состава земель лесного фонда	
9.2.	Исключения не выражающиеся в масштабе карты	
<b>10. Прочие</b>		
10.1.	Выход смежества	
10.2.	Линия реза планшета	
10.3.	Линия геосъемки	


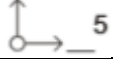
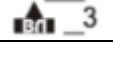
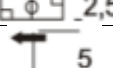
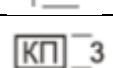
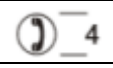

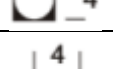

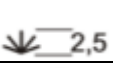

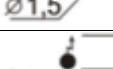
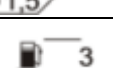

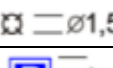

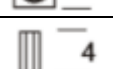

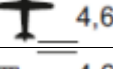
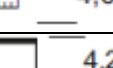
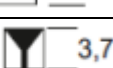
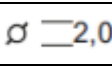



## Точечные условные знаки на лесных картах

№ пп	Наименование объекта	Изображение
<b>1. Усадьбы ведомств, производственные постройки</b>		
1.1.	Конторы лесничеств	
1.2.	Конторы лесозаготовительных организаций (арендаторов)	
1.3.	Конторы участковых лесничеств	
1.4.	Конторы лесоучастков	
1.5.	Нижние склады	
1.6.	Конторы лесничеств с рацией	
1.7.	Конторы участковых лесничеств с рацией	
<b>2. Населенные пункты и жилые строения</b>		
2.1.	Населенные пункты	
2.2.	Поселки лесные	
2.3.	Лесные кордоны	
2.4.	Зимовья	
2.5.	Избушки	
2.6.	Усадьбы частные	
<b>3. Объекты гидрографии и рельефа</b>		
3.1.	Колодцы	
3.2.	Ключи, родники	
3.3.	Направление течения	
3.4.	Пристани, причалы, порты	
3.5.	Скалы останцы	
3.6.	Скопление камней (каменистые россыпи)	
3.7.	Карстовые образования (воронки)	
3.8.	Плотина	
3.9.	Дамба	

№ пп	Наименование объекта	Изображение
<b>4. Объекты противопожарного назначения</b>		
4.1.	Пожарно-наблюдательная вышка	3,5
4.2.	Пожарно-наблюдательная вышка с радио	3,5
4.3.	Пожарно-наблюдательная вышка с рацией	3,5
4.4.	Пожарно-наблюдательная вышка с телефоном	3,5
4.5.	Базы (склады) противопожарного оборудования	3
4.6.	ПХС 1-го типа	3
4.7.	ПХС 2-го типа	3
4.8.	ПХС 3-го типа	4
4.9.	Пункты приема донесений	5
4.10	Рации	3
4.11	Склады	3
4.12	Агитационные витрины, аншлаги	4
4.13	Вертолетные площадки	3,5 2,5
4.14	Мотопункты	2,5
<b>5. Геодезические пункты</b>		
5.1.	Пункты государственной геодезической сети	1,8
5.2.	Пункты геодезической сети сгущения	2,5
5.3.	Точки плановых съемочных сетей	2,5
5.4.	Пункты астрономические	2
5.5.	Пункты ориентирные. Пограничные знаки	1,6
5.6.	Знаки нивелирные (репера)	2
5.7.	Граничный столб (межевой знак)	1,8
5.8.	Отметки высот	0,7
5.9.	Пересечения координатных линий	5

№ пп	Наименование объекта	Изображение
<b>6. Прочие точечные объекты</b>		
6.1.	Скважины	 1,8
6.2.	Буровые площадки	 2
6.3.	Компрессорные станции, станции перекачки	 2 3
6.4.	Постоянные пробные площади	 2,5
6.5.	Пограничные знаки	 1,6
6.6.	Копцы	 1,6
6.7.	Плюсовые насаждения	 4
6.8.	Ягельники	 1,5
6.9.	Национальные памятники	 3
6.10	Памятники природы (природные памятники)	 2,5
6.11	Исторические памятники	 1,7
6.12	Поселения	 3
6.13	Городища	 4
6.14	Могильники	 1,5
6.15	Скотомогильники	 3
6.16	Пещеры	 3
6.17	Водопады	 4
6.18	Перевалы	 5
6.19	Кладбища	 3
6.20	Служебные наделы	 3
6.21	Поляны для отдыха	 5
6.22	Ландшафтные поляны	 5
6.23	Лагеря отдыха	 4
6.24	Лесные питомники, древесные школы	 2,5
6.25	Мусоросборники	 2



№ пп	Наименование объекта	Изображение
6.26	Пляжи	
6.27	Видовые точки	
6.28	Входы в лагерь	
6.29	Спортивные площадки	
6.30	Указатели	
6.31	Контрольные пункты на въезде в лес	
6.32	Телефоны	
6.33	Телефоны	
6.34	Водозаборы	
6.35	Шлагбаумы	
6.36	Туристические площадки	
6.37	Барьеры	
6.38	Теплицы	
6.39	Участки леса, не выражающиеся в масштабе карты	
6.40	Трансформаторные будки	
6.41	Бензоколонки, АЗС	
6.42	Дендросады	
6.43	Сооружения парковые	
6.44	Стоянки транспорта	
6.45	Базы производственные	
6.46	Ж/д переезд	
6.47	Укрытие от дождя	
6.48	Аэродром	
6.49	Антенно-мачтовое сооружение	
6.50	Установка комплексной подготовки газа	
6.51	Пункт подготовки нефти	
6.52	Отключающее устройство (задвижка на трубопровод)	


















## Прочие объекты и уголья на лесных картах

№ ПП	Наименование объекта	Изображение
1.	Болота чистые	
2.	Болота с древесной растительностью (знак меняется в зависимости от породы)	
3.	Питомники лесные Древесные школы	
4.	Плانتации древесные и кустарниковые	
5.	Дендросады	
6.	Теплицы	
7.	Гари. Насаждения погибшие	
8.	Ветровальники	
9.	Лесосеки текущего года	
10.	Вырубки	
11.	Прогалины. Поляны	
12.	Пустыри	
13.	Земли рекультивированные	
14.	Сенокосы:	
14.1	суходольные	
14.2	заливные	
14.3	заболоченные	
15.	Ремизы	
16.	Пашни	
17.	Луга пойменные	
18.	Ягельники	
19.	Сады фруктовые	
20.	Ягодники культурные	
21.	Пасеки (пчельники)	

## Продолжение прилож. В

№ пп	Наименование объекта	Изображение
22.	Огороды	02.
23.	Стадионы. Площадки спортивные, игровые	
24.	Базы производственные	
25.	Пляжи	
26.	Стоянки транспортные	
27.	Кладбища	
28.	Галечники, россыпи Гольцы	
29.	Солоди	
30.	Солончаки	
31.	Тундра, моховая растительность	
32.	Нарушенные земли	
33.	Торфоразработки	
34.	Мусоросборники (свалки)	
35.	Маточные участки	
36.	Растительность травяная степная (ковыль, типчак и др.)	
37.	Насаждения по сырым и мокрым местам	
38.	Кедровый стланик	
39.	Саксаул	
40.	Луга субальпийские	
41.	Пастбища:	
41.1	суходольные	
41.2	заливные	
41.3	заболоченные	
42.	Пески	
43.	Снежники Ледники	
44.	Оползни	
45.	Нефтеразливы	

## Условные знаки дикорастущих сырьевых ресурсов на лесных картах

№ пп	Наименование объекта	Изображение
<b>1. ЯГОДНИКИ</b>		
1.1.	Шиповник	
1.2.	Костяника	
1.3.	Брусника	
1.4.	Голубика	
1.5.	Земляника	
1.6.	Клюква	
1.7.	Виноград	
1.8.	Черемуха	
1.9.	Морошка	
1.10.	Черника	
1.11.	Смородина	
1.12.	Малина	
1.13.	Рябина	
1.14.	Облепиха	
<b>2. ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ</b>		
2.1.	Багульник болотный	
2.2.	Бадан толстолистный	
2.3.	Борец высокий	
2.4.	Борщевик	
2.5.	Валериана	
2.6.	Вейник	
2.7.	Гравилат городской	
2.8.	Ежа сборная	
2.9.	Родиола розовая (Золотой корень)	

## Продолжение прилож. Г

№ пп	Наименование объекта	Изображение
2.10.	Кипрей	
2.11.	Кислица	
2.12.	Крапива	
2.13.	Кровохлебка	
2.14.	Лабазник	
2.15.	Майник двулистный	
2.16.	Мох гребенчатый	
2.17.	Папоротник орляк	
2.18.	Перловник	
2.19.	Скерда сибирская	
2.20.	Сныть обыкновенная	
2.21.	Солодка	
2.22.	Страусник	
2.23.	Хвощ полевой	
2.24.	Чина Гмелина	
2.25.	Щитовник мужской	

## Требования к надписям и образцов шрифтов

Надписываемые объекты	Наименование шрифта	Размер	Изображение	
Подписи исключений	Arial Cyr, ж	7	К-286 255 / 9 / 9 - красный	
Названия островов	Times New Roman Cyr	10	о.Малый 224 / 56 / 9 – темно-оранжевый	
ОБРАЗЦЫ ШРИФТОВ НАДПИСЕЙ НА ПЛАНШЕТЕ				
Номера кварталов	TimesNew	28	725	
Площади кварталов	RomanCyr	18	2408	
Номера выделов, таксационная формула	Arial Cyr	8	6	6-3-2 1,6-4
Названия населённых пунктов	Arial Cyr	14-16	п.Саранпауль	
Названия городов	Times New Roman Cyr	16-18	Мурманск	
Подписи объектов гидрографии	Times New Roman Cyr	12	р.Хулга 0 / 64 / 192 - синий	
Названия смежеств:				
а)краев, областей, районов, лесничеств, участковых лесничеств, урочищ, прочих землепользователей и т.п.	Times New RomanCyr	18	Березовское лесничество	
б) смежных планшетов	Arial Cyr	18	Планшет №12	
ОБРАЗЦЫ ШРИФТОВ НАДПИСЕЙ НА ПЛАНЕ				
Номера и площади кварталов	Arial Cyr, ж	14 12	75 120	
Номера выделов	Arial Cyr, ж	7	10	
Названия населённых пунктов	Arial Cyr	12-14	п. Маринино	
Названия городов	Times New Roman Cyr	16	Красноярск	
Подписи объектов гидрографии	Times New Roman Cyr	10	р.Хулга 0 / 64 / 192 синий	
Названия смежеств: и т.п.				
а) краев, областей, районов, лесничеств, участковых лесничеств, урочищ, прочих землепользователей и т.п.	Times New Roman Cyr	16	Березовское лесничество	
б) смежных листов плана	Arial Cyr	16	Лист 1	
ОБРАЗЦЫ ШРИФТОВ НАДПИСЕЙ НАСХЕМЕ				
Номера кварталов	Arial Cyr, ж	10-14 <sup>2</sup>	75	

Надписываемые объекты	Наименование шрифта	Размер	Изображение
Названия населённых пунктов	Arial Cyr	10-14 <sup>2</sup>	п.Кедровый
Названия смежных: краев, областей, районов, лесничеств, участковых лесничеств, урочищ, прочих землепользователей и т.п.	Times New Roman Cyr	12-16 <sup>2</sup>	Березовское лесничество
Подписи объектов гидрографии	Times New Roman Cyr	8-10	р.Хулга 0 / 64 / 92 - синий
Номера участковых лесничеств	Arial Cyr, ж	20-30 *	③ 224 / 0 / 112 пурпурный
Номера урочищ	Arial Cyr, ж	20-30 *	③ 0 / 128 / 0 зелёный

## ОБРАЗЦЫ НАДПИСЕЙ ЗАРАМОЧНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ПЛАНШЕТОВ

Изображение	Наименование шрифта	Размер
Экземпляр №1	Arial Cyr, ж	7
<b>ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ РЕГИОНСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО ЛАНГЕПАССКОЕ УЧАСТКОВОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО ПОЙМЕННОЕ УРОЧИЩЕ</b>	ArialCyr, ж	11
<b>ПЛАНШЕТ №15</b>	TimesNew RomanCyrж	22
<b>ЛЕСОУСТРОЙСТВО 2009 г.</b>	ArialCyr, ж	8
<b><i>Масштаб 1:25 000</i></b>	TimesNew RomanCyrж, к	16
<b>Общая площадь 6115 га</b>	Times New Roman Cyr ж	11
Составлен на основе спектрозональных аэрофотоснимков и топографических карт М 1:25 000 Ориентирован по истинному меридиану	Arial Cyr, ж	7
Главный специалист Гопонько СВ. Инженер-таксатор Лисенкова Л.В.	Arial Cyr, ж	7
<b>ФИЛИАЛ ФГБУ «РОСЛЕСИНФОРГ»</b>	Arial Cyr, ж	8
<b>«ЗАПСИБЛЕСПРОЕКТ»</b>	Arial Cyr, ж	11
<b>Отдел лесоустройства, лесного планирования и проектирования</b>	Arial Cyr, ж	11
Тираж экз.	ArialCyr, ж	7
ОБРАЗЦЫ НАДПИСЕЙ ЗАРАМОЧНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ПЛАНОВ И КАРТ-СХЕМ		
Инвентарный № 65 Экземпляр № 1	Arial, ж	9
<b>ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА КОМИТЕТ ЛЕС- НОГО ХОЗЯЙСТВА КУРСКОЙ ОБЛАСТИ</b>	Arial, ж	12
<b>ОБЗОРНЫЙ</b>	Times New Roman Cyr ж	26
<b>ПЛАН</b>	Times New Roman Cyr ж	52


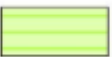
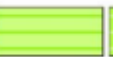


































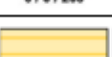
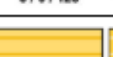
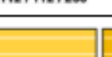





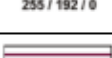








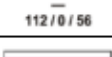
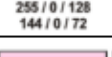
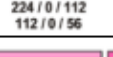
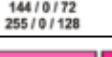
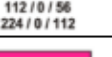




Продолжение прилож. Д

<b>КАРТА-СХЕМА</b>	Times New Roman Cyr ж	52
<b>ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ</b> <small>0 / 126 / 0 – зеленый</small>	Arial Cyr, к	20
<b>противопожарных мероприятий</b> <small>255 / 0 / 0 – красный</small>	Arial Cyr, к	31
<b>СОВЕТСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА</b>	Arial Cyr, ж	21
<b>Курской области</b>	Arial Cyr, ж	18
<b>Лесоустройство 2009 г.</b>	Arial Cyr, ж	14
<b>Масштаб 1: 25 000</b>	Roman Cyr ж, к	13
Начальник отдела В.И. Солодько Главный специалист П.П. Катрань Инженер-таксатор Р.Ф. Ярулин Р.Ф.	Times New Roman Cyr ж	10
<b>ФИЛИАЛ ФГБУ «РОСЛЕСИНФОРГ»</b>	Arial Cyr, ж	10
<b>(ЗАПСИБЛЕСПРОЕКТ)</b>	Arial Cyr, ж	14
<b>Отдел лесоустройства, лесного планирования и проектирования</b>	Arial Cyr, ж	11
<b>Тираж экз.</b>	Times New Roman Cyr ж	11
<b>ОБРАЗЦЫ НАДПИСЕЙ ЗАРАМОЧНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ФОТОПЛАНШЕТОВ</b>		
Инвентарный №43 Экземпляр №1	Arial Cyr, ж	7
<b>ХАНТЫ-МАНСКИЙ АУТОНОМНЫЙ ОКРУГ</b> <b>ХАНТЫ-МАНСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО</b> <b>ТРОИЦКОЕ УЧАСТКОВОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО</b> <b>ТРОИЦКОЕ УРОЧИЩЕ</b>	Arial Cyr, ж	11
<b>ФОТОПЛАНШЕТ №15</b>	Times New Roman Cyr ж	14-16
<b>ЛЕСОУСТРОЙСТВО 2009 г.</b>	Arial Cyr, ж	8
<b>Масштаб 1:25 000</b>	Times New Roman Cyr ж, к	16
<small>Составлен на основе спектрорадиальных аэрофотоснимков Ориентирован по истинному меридиану</small>	Arial Cyr, ж	5
Главный специалист П.П. Катрань Инженер-таксатор Р.Ф. Ярулин	Arial Cyr, ж	7
<b>ФИЛИАЛ ФГБУ «РОСЛЕСИНФОРГ»</b>	Arial Cyr, ж	6
<b>«ЗАПСИБЛЕСПРОЕКТ»</b>	Arial Cyr, ж	6
<b>Отдел лесоустройства, лесного планирования и проектирования</b>	Arial Cyr, ж	5
<b>Тираж экз.</b>	Arial Cyr, ж	4
<b>Смежества</b>	Arial Cyr	16







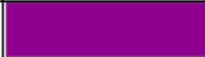
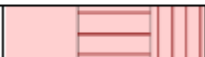
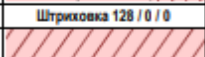
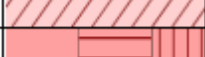
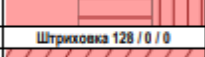

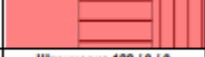
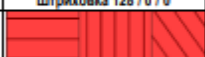
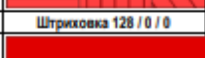






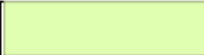





















Тематическая окраска лесных карт – культуры, редины, подрост и II ярус  
(по преобладающим породам)

Порода	Лесные культуры						Под- рост под поло- гом леса, редины	II ярус	
	Несомкнувши- еся	сомкнувшиеся				под поло- гом леса			Созд. рекон- струкции
		молодняки	средне-воз- растные	приспе- ваю- щие	спелые и перестойные				
Кедр	 — 192 / 0 / 0	 255 / 208 / 208 255 / 80 / 80	 255 / 160 / 160 192 / 0 / 0	 255 / 80 / 80 255 / 208 / 208	 192 / 0 / 0 255 / 160 / 160	 — 192 / 0 / 0	 — 192 / 0 / 0	 — 192 / 0 / 0	
Сосна	 — 208 / 104 / 0	 255 / 232 / 208 255 / 152 / 48	 255 / 208 / 160 208 / 104 / 0	 255 / 152 / 48 255 / 232 / 208	 208 / 104 / 0 255 / 208 / 160	 — 208 / 104 / 0	 — 208 / 104 / 0	 — 208 / 104 / 0	
Лиственница	 — 134 / 53 / 20	 219 / 192 / 178 168 / 99 / 69	 196 / 150 / 127 134 / 53 / 20	 168 / 99 / 69 219 / 192 / 178	 134 / 53 / 20 196 / 150 / 127	 — 134 / 53 / 20	 — 134 / 53 / 20	 — 134 / 53 / 20	
Ель	 — 144 / 0 / 144	 255 / 160 / 255 224 / 0 / 224	 255 / 64 / 255 144 / 0 / 144	 224 / 0 / 224 255 / 160 / 255	 144 / 0 / 144 255 / 64 / 255	 — 144 / 0 / 144	 — 144 / 0 / 144	 — 144 / 0 / 144	
Пихта	 — 160 / 64 / 255	 232 / 208 / 255 192 / 128 / 255	 216 / 176 / 255 160 / 64 / 255	 192 / 128 / 255 232 / 208 / 255	 160 / 64 / 255 216 / 176 / 255	 — 160 / 64 / 255	 — 160 / 64 / 255	 — 160 / 64 / 255	
Береза	 — 0 / 128 / 192	 208 / 240 / 255 64 / 192 / 255	 160 / 224 / 255 0 / 128 / 192	 64 / 192 / 255 208 / 240 / 255	 0 / 128 / 192 160 / 224 / 255	 — 0 / 128 / 192	 — 0 / 128 / 192	 — 0 / 128 / 192	
Осина	 — 0 / 128 / 0	 208 / 255 / 208 0 / 208 / 0	 160 / 255 / 160 0 / 128 / 0	 0 / 208 / 0 208 / 255 / 208	 0 / 128 / 0 160 / 255 / 160	 — 0 / 128 / 0	 — 0 / 128 / 0	 — 0 / 128 / 0	
Тополь	 — 0 / 160 / 80	 176 / 255 / 216 0 / 255 / 128	 112 / 255 / 184 0 / 160 / 80	 0 / 255 / 128 176 / 255 / 216	 0 / 160 / 80 112 / 255 / 184	 — 0 / 160 / 80	 — 0 / 160 / 80	 — 0 / 160 / 80	
Ива древ.	 — 0 / 128 / 128	 176 / 255 / 255 0 / 208 / 208	 112 / 255 / 255 0 / 128 / 128	 0 / 208 / 208 176 / 255 / 255	 0 / 128 / 128 112 / 255 / 255	 — 0 / 128 / 128	 — 0 / 128 / 128	 — 0 / 128 / 128	
Дуб	 — 48 / 80 / 0	 125 / 208 / 0 77 / 128 / 0	 96 / 160 / 0 48 / 80 / 0	 77 / 128 / 0 125 / 208 / 0	 48 / 80 / 0 96 / 160 / 0	 — 48 / 80 / 0	 — 48 / 80 / 0	 — 48 / 80 / 0	
Липа									

Порода	Лесные культуры						Под- рост под поло- гом леса, редины	II ярус	
	Несомкнувши- еся	сомкнувшиеся				под поло- гом леса			Созд. рекон- струкции
		молодняки	срeдне-воз- растные	приспе-ваю- щие	спелые и перестойные				
Заливка Штриховка	 — 144 / 240 / 0	 224 / 255 / 176 179 / 255 / 64	 205 / 255 / 128 144 / 240 / 0	 179 / 255 / 64 224 / 255 / 176	 144 / 240 / 0 205 / 255 / 128		 — 144 / 240 / 0		
Клен Заливка Штриховка	 — 80 / 20 / 0	 224 / 56 / 0 112 / 28 / 0	 160 / 40 / 0 80 / 20 / 0	 112 / 28 / 0 224 / 56 / 0	 80 / 20 / 0 160 / 40 / 0		 — 80 / 20 / 0		
Вяз Заливка Штриховка	 — 80 / 80 / 0	 192 / 192 / 0 112 / 112 / 0	 160 / 160 / 0 80 / 80 / 0	 112 / 112 / 0 192 / 192 / 0	 80 / 80 / 0 160 / 160 / 0		 — 80 / 80 / 0		
Ясень Заливка Штриховка	 — 0 / 0 / 128	 112 / 112 / 255 0 / 0 / 208	 48 / 48 / 255 0 / 0 / 128	 0 / 0 / 208 112 / 112 / 255	 0 / 0 / 128 48 / 48 / 255		 — 0 / 0 / 128		
Ольха Заливка Штриховка	 — 255 / 192 / 0	 255 / 236 / 176 255 / 208 / 64	 255 / 220 / 112 255 / 192 / 0	 255 / 208 / 64 255 / 236 / 176	 255 / 192 / 0 255 / 220 / 112		 — 255 / 192 / 0		
Граб Заливка Штриховка	 — 112 / 0 / 56	 255 / 0 / 128 144 / 0 / 72	 224 / 0 / 112 112 / 0 / 56	 144 / 0 / 72 255 / 0 / 128	 112 / 0 / 56 224 / 0 / 112		 — 112 / 0 / 56		
Яблоня Заливка Штриховка	 — 255 / 32 / 144	 252 / 208 / 232 255 / 96 / 176	 255 / 160 / 208 255 / 32 / 144	 255 / 96 / 176 252 / 208 / 232	 255 / 32 / 144 255 / 160 / 208		 — 255 / 32 / 144		

Тематическая окраска лесных карт – проектируемые хозяйственные мероприятия

Наименование мероприятия	Классификаци- онный код	Изображение	Значение RGB		
ЗАГОТОВКА ДРЕВЕСИНЫ ПРИ РУБКЕ СПЕЛЫХ И ПЕРЕСТОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ					
Сплошная рубка	1211		144	32	255
Рубка по состоянию	1269		200	144	255
Равномерно-постепенная рубка	1222		176	96	255
Группово-выборочная рубка	1230		255	176	255
Добровольно-выборочная рубка	1260		255	112	255
Длительно-постепенная рубка	1250		255	0	255
Узколесосечная рубка (чересполосная)	1216		144	0	144
РУБКИ УХОДА ЗА ЛЕСОМ					
Осветление (1-я, 2-я, 3-я очереди)	1411, 1412, 1413		255	208	208
		Штриховка 128 / 0 / 0			
Осветление химическим методом	1414		255	208	208
Уход за молодняком (прочистки) (1-я, 2-я, 3-я очереди)	1421, 1422, 1423		255	160	160
		Штриховка 128 / 0 / 0			
Прочистки химическим методом	1424		255	160	160
Прореживание (1-я, 2-я, 3-я очереди)	1431, 1432, 1433		255	128	128
		Штриховка 128 / 0 / 0			
Проходная рубка (2-я, 3-я, 4-я очереди)	1441, 1442, 1443		255	64	64
		Штриховка 128 / 0 / 0			
Рубка переформирования	1445		224	0	0
Рубка обновления	1446		144	0	0
САНИТАРНЫЕ РУБКИ					
Сплошная санитарная рубка	1601		224	112	0
Выборочная санитарная рубка	1605		255	168	80
Уборка захламленности	1621		255	216	176

Наименование мероприятия	Классификационный код	Изображение	Значение RGB		
Уборка сухостоя	1611		255	192	128
<b>ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ</b>					
<b>Искусственное лесовосстановление</b>					
Создание культур лесовосстановит.	3211		224	255	176
Создание культур декоративных	3202		205	255	128
Создание культур ландшафтных	3203		179	255	64
Создание культур под пологом леса	3212		125	208	0
Создание лесных культур на площадях сплошных реконструктивных рубок	3223		96	160	0
<b>Комбинированное лесовосстановление</b>					
Создание частичных л/к на участках с недостат. естеств. воз. ценных пород	3221		160	255	160
Создание культур рекон. на площадях частичных реконструктивных рубок	3222		0	255	0
<b>Мероприятия по естественному лесовосстановлению</b>					
Минерализация поверхности почвы	3271		144	255	200
Огораживание площадей	3272		96	255	176
Уход за подростом	3273		0	224	112
Сохранение подроста при рубках с H <sub>2,5</sub> м и менее	3284		0	160	80
Сохранение подроста при рубках с H>2,5 м	3270		0	96	48
Рубка с сохранением подроста	1212		176	255	216
<b>ДРУГИЕ МЕРОПРИЯТИЯ</b>					
Рубка формирования оптим. густоты	1460		80	197	255
Ландшафтная рубка форм, пород, состава	1556		0	171	255
Ландшафтная рубка декоративная	1555		144	219	255
Рубка реконструктивная частичная	1705		0	128	192
Рубка реконструктивная сплошная	1701		0	96	144
Рубка верхнего полога	1711		208	240	255
Рубка единичных деревьев	1301		160	192	255
Рубка насаждений под строительство, реконструкцию и эксплуат. объектов	1805		112	160	255
Обрезка сучьев	1455		64	128	255

## Продолжение прилож. Ж

Наименование мероприятия	Классификационный код	Изображение	Значение RGB		
Уход за подлеском	1551		80	80	255
Уход за опушками	1552		128	128	255
Уход за плодоношением	1800		192	192	255
Очистка территории от мусора	2887		0	0	160
Разрубка кварт, просек, п/п разрывов	1845		255	0	0
Расчистка квартальных просек	1881		255	0	0
Заготовка недревесных ресурсов (орехов, лек. сырья, пневого осмола, ягод и	2224,2222 2115,2230 2231		176	57	119
Улучшение сенокосов					
Коренное улучшение лес. сенокосов	4345		240	240	0
Поверхностное улучш. лес. сенокосов	4351		255	255	144
Подсев трав	4321		176	176	0
Срезка кочек	4331		255	192	0
Срезка кустарников и мелколесья	4335		255	220	112
Внесение удобрений	4211		192	144	0
Рекультивация нарушенных участков	3148		128	96	0

## Приложение И

Тематическая окраска лесных карт – целевое назначение лесов,  
категории (подкатегории) защитности лесов

Целевое назначение лесов, категории (подкатегории) защитных лесов	Окраска	Значение RGB
<b>ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСА</b>		
Леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях		115, 192, 0
Леса, расположенные в водоохранных зонах		255, 128, 0
<b><i>Леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов</i></b>		
Леса, расположенные в зонах санитарной охраны источников водоснабжения <sup>27</sup>		176, 176, 208
Защитные полосы лесов, расположенные вдоль дорог <sup>28</sup>		255, 96, 176
Зеленые зоны		144, 255, 200
Лесопарковые зоны		0, 208, 104
Городские леса		196, 150, 127
Леса, расположенные в зонах санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов <sup>29</sup>		255, 80, 255
<b><i>Ценные леса</i></b>		
Государственные защитные лесные полосы		208, 208, 255
Противоэрозионные леса		255, 220, 112
Леса, расположенные в пустынных, полупустынных, лесостепных, лесотундровых зонах, степях, горах		192, 192, 0
Леса, имеющие научное или историческое значение		192, 48, 0
Орехово-промысловые зоны		255, 80, 80
Лесные плодовые насаждения		112, 112, 0
Ленточные боры		200, 144, 255
Запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов		0, 149, 224
Нерестоохранные полосы лесов		176, 229, 255
<b>ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЛЕСА</b>		
Эксплуатационные леса		255, 216, 176
<b>РЕЗЕРВНЫЕ ЛЕСА</b>		
Резервные леса		255, 176, 255

## Приложение К

Тематическая окраска лесных карт – классы природной пожарной  
опасности лесов

Классы природной пожарной опасности лесов	Окраска	Значение RGB
1 класс		255, 64, 64
2 класс		255, 128, 0
3 класс		255, 255, 0
4 класс		154, 255, 0
5 класс		176, 229, 255

## Приложение Л

Тематическая окраска лесных карт – типы древостоев и открытых пространств  
при ландшафтной таксации

Классификация типов древостоя и открытых пространств		Окраска	Значение RGB
группы	типы		
Закрытые древостой	Закрытые древостой горизонтальной сомкнутости с полнотой 0,6 и более		255, 128, 255
	Закрытые древостой вертикальной сомкнутости с полнотой 0,6 и более		80, 255, 80
Полуоткрытые-древостой	Полуоткрытые древостой с равномерным размещением деревьев с полнотой 0,3-0,5		255, 32, 32
	Полуоткрытые древостой с групповым размещением деревьев		255, 128, 128
Открытые пространства	Рединные древостой		64, 192, 255
	Участки с единичными деревьями		80, 255, 255
	Участки без древесной растительности		255, 255, 0



## Приложение М

## Тематическая окраска лесных карт – разряды такс

Разряды такс	Окраска	Значение RGB
1 разряд		255, 64, 64
2 разряд		255, 255, 0
3 разряд		154, 255, 0
4 разряд		144, 219, 255
5 разряд		200, 144, 255
6 разряд		144, 255, 200
7 разряд		208, 208, 208

## Приложение Н

## Тематическая окраска лесных карт – степень увлажнения почв






























Степень увлажнения почв	Окраска	Значение RGB
Сухие		225, 152, 48
Свежие		255, 176, 255
Влажные		80, 255, 80
Сырые и мокрые		128, 255, 255



Тематическая окраска лесных карт – эксплуатационный фонд по группам запаса

Порода	Окраска	Значение RGB	Диапазон групп запаса, м <sup>3</sup> /га
Сосна		255, 232, 208	100 и менее
		255, 208, 160	101-130
		255, 152, 48	131-170
		208, 104, 0	171-200
		155, 75, 0	201 и более
Лиственница		219, 192, 178	100 и менее
		196, 150, 127	101-130
		168, 99, 69	131-170
		134, 53, 20	171-200
		100, 40, 15	201 и более
Ель		255, 160, 255	100 и менее
		255, 64, 255	101-130
		224, 0, 224	131-170
		184, 0, 184	171-200
		144, 0, 144	201 и более
Пихта		232, 208, 255	100 и менее
		216, 176, 255	101-130
		192, 128, 255	131-170
		160, 64, 255	171-200
		140,30, 255	201 и более
Береза		208, 240, 255	100 и менее
		160, 224, 255	101-130
		64, 192, 255	131-170
		0, 150,220	171-200
		0, 128, 192	201 и более
Осина		208, 255, 208	100 и менее
		160, 255, 160	101-130
		0, 208, 0	131-170
		0,170, 0	171-200
		0, 128, 0	201 и более
Тополь		176, 255, 216	100 и менее
		112, 255, 184	101-130
		0, 255, 128	131-170
		0, 160, 80	171-200
		0, 160, 80	201 и более

Тематическая окраска лесных карт – ягодники, лекарственные травы  
(процент покрытия)

Наименование	Изображение	Палитра цветов RGB	Процент проек- тивного покры- тия
<b>ЯГОДНИКИ</b>			
Черника		80, 255, 255	1-20
		64, 192, 255	21-40
		0, 171, 255	41-60
		0, 171, 255	61-80
		0, 171, 255	81-100
Брусника		255, 192, 128	1-20
		224, 112, 0	21-40
		160, 80, 0	41-60
Клюква		255, 0, 0	1-20
		192, 0, 0	21-40
		112, 0, 0	41-60
Голубика		0, 255, 0	1-20
		0, 208, 0	21-40
		0, 160, 0	41-60
Костяника		144, 255, 144	1-20
Шиповник		144, 32, 255	1-20
		96, 0, 192	21-40
		56, 0, 112	41-60
<b>ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ</b>			
Хвощ лесной		255, 128, 255	1-20
		255, 32, 255	21-40
		224, 0, 224	41-60
Багульник болот- ный		224, 0, 0	1-20
		224, 0, 0	21-40
Щитовник Линнея		255, 255, 176	1-20
Лабазник		0, 255, 0	1-20
		0, 255, 0	21-40
Кипрей		179, 255, 64	1-20
Хвощ зимующий		255, 255, 0	1-20
Валериана		224, 0, 224	1-20

## ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Автономная область (при собственном названии) .....	АО
Автономный округ (при собственном названии) .....	АОкр.
Арык (при собственном названии) .....	ар.
Аэродром .....	аэрд.
Болото (при собственном названии) .....	бол.
Бухта (при собственном названии) .....	бух.
Бывший (при собственном названии) .....	быв.
Ближний, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Ближн.
Брод .....	бр.
Большой, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Б., Бол.
Великий, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Вел.
Верхний, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Верх.
Водозаборная скважина .....	вдзб.
Водопад .....	вдп.
Водохранилище .....	вдхр.
Возвышенность (при собственном названии) .....	возвыш.
Восточный, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Вост.
Впадина (при собственном названии) .....	впад.
Второй, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	2-й, 2-я, 2-е
Выселки (часть собственного названия) .....	Выс.
Главный, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Гл.
Гора, горы (при собственном названии) .....	г.
Горный проход (при собственном названии) .....	г. прох.
Дальний, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Дальн.
Долина (при собственном названии) .....	дол.
Ерик (при собственном названии) .....	ер.
Заповедник (при собственном названии) .....	запов.
Зимняя (о дороге) .....	зим.
Землянка .....	зем.

Имени (часть собственного названия) .....	им.
Источник .....	ист.
Канал .....	к., кан.
Ключ .....	кл.
Колодец (при собственном названии) .....	к.
Колхоз (при собственном названии) .....	клх.
Край (при собственном названии) .....	кр.
Красный, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Кр., Красн.
Лагуна (при собственном названии) .....	лаг.
Левый, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Лев.
Ледник, ледники (при собственном названии) .....	ледн.
Лесничество .....	леснич.
Малый, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	М., Мал.
Мыс (при собственном названии) .....	м.
Нижний, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Ниж.
Недействующий (карьер, железная дорога и т.д.) .....	недейств., нед.
Непроходной канал .....	непрох., к.н.
Новый, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Нов.
Овраг (при собственном названии) .....	овр.
Озеро .....	оз.
Октябрьский, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Окт.
Остров, острова (при собственном названии) .....	о., о-ва
Памятник .....	пам.
Первый, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	1-й, 1-я, 1-е
Перевал .....	пер.
Пионерский лагерь .....	пионерлаг.
Питомник .....	пит.
Площадь (при собственном названии), площадка .....	пл.
Полуостров (при собственном названии) .....	п-ов
Полупроходной канал .....	к.п.
Поселок (при собственном названии) .....	п., пос.
Правый, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Прав.
Пролив (при собственном названии) .....	пр., прол.
Проселочная дорога .....	просел.
Протока .....	прот.
Пруд .....	пр.

## Продолжение прилож. П

Разъезд .....	раз.
Родник .....	род.
Рукав (при собственном названии) .....	рук.
Ручей (при собственном названии) .....	руч.
Садовый участок .....	сад. уч.
Санаторий .....	сан.
Свыше .....	св.
Святой, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Св.
Северный, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Сев.
Северо-восточный .....	СВ
Северо-западный .....	СЗ
Скала, скалы (при собственном названии) .....	ск.
Скалы-останцы .....	ск.-ост.
Скважина .....	скв.
Советский, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Сов.
Совхоз .....	свх.
Средний, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Ср., Средн.
Станция .....	ст.
Старый, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Ст., Стар.
Третий, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	3-й, 3-я, 3-е
Урочище (при собственном названии) .....	ур.
Ущелье (при собственном названии) .....	ущ.
Хребет (при собственном названии) .....	хр.
Хутор (при собственном названии) .....	х., хут.
Подстанция .....	п/с
Центральный, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Ц., Центр.
Шахта (при отсутствии сведений о продукте добычи) .....	шах.
Юго-восточный .....	ЮВ
Юго-западный .....	ЮЗ
Южный, -я, -е, -е (часть собственного названия) .....	Юж.



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ПОНЯТИЕ О КАРТОГРАФИИ И ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ	5
2 КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ	11
2.1 Виды карт	11
2.2 Типы карт	15
2.3 Классификация лесных карт	17
3 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА КАРТ	26
3.1 Элементы математической основы карт	26
3.2 Геодезическая основа – форма и размеры Земли	27
3.3 Системы координат	36
3.4 Датумы в спутниковых навигаторах	45
3.5 Масштабы карт	47
3.6 Картографические проекции	49
3.6.1 Искажения в картографических проекциях	52
3.6.2 Проекции для топографических карт	54
3.6.3 Зона Гаусса-Крюгера	57
3.6.4 Зона универсальная поперечная Меркатора UTM	59
3.6.5 Соотношение зоны Гаусса-Крюгера и Меркатора UTM	61
4 НОМЕНКЛАТУРА И РАЗГРАФКА КАРТ	63
4.1 Номенклатура карты масштаба 1:1 000 000	64
4.2 Номенклатура карты масштаба 1:500 000	66
4.3 Номенклатура карты масштаба 1:200 000	67
4.4 Номенклатура карты масштаба 1:100 000	68
4.5 Номенклатура карт масштабов 1:50 000 и 1:25 000	69
4.6 Прямоугольная (километровая) сетка координат	71
4.7 Выбор картографической проекции	73
4.8 Координатные сетки и рамки карт	75
4.9 Компоновка карты	77
5 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА КАРТЕ	79
5.1 Способы картографического изображения различных явлений	82
5.2 Способы изображения рельефа	99
6 НАДПИСИ НА ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ	112
6.1 Виды надписей	112
6.2 Картографические шрифты	115
6.2.1 Основные виды шрифтов, их графические средства	116
6.2.2 Свойства шрифтов	121
6.2.3 Применение шрифтов на картах	123
6.2.4 Шрифтовая нагрузка карт	129
6.3 Размещение надписей на географических картах	130
6.4 Компьютерное размещение надписей	139

7 ИСТОЧНИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАРТЫ	142
8 ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ КАРТЫ	151
8.1 Проектирование карты	152
8.2 Составление карты	154
8.3 Подготовка к изданию и издание карты	158
9 ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНЫХ КАРТ	160
10 МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРТ	167
10.1 Картографический метод исследования	169
10.2 Система приемов анализа карт	170
10.3 Способы работы с картами	175
10.4 Надежность исследований по картам	176
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	178
Приложение А – Условные знаки линейного протяжения на лесных картах	180
Приложение Б – Точечные условные знаки на лесных картах	186
Приложение В – Прочие объекты и угодья на лесных картах	190
Приложение Г – Условные знаки дикорастущих сырьевых ресурсов на лесных картах	192
Приложение Д – Требования к надписям и образцов шрифтов	194
Приложение Е – Тематическая окраска лесных карт – культуры, редины, подрост и II ярус (по преобладающим породам)	197
Приложение Ж – Тематическая окраска лесных карт – проектируемые хозяйственные мероприятия	199
Приложение И – Тематическая окраска лесных карт – целевое назначение лесов, категории (подкатегории) защитности лесов	202
Приложение К – Тематическая окраска лесных карт – классы природной пожарной опасности лесов	203
Приложение Л – Тематическая окраска лесных карт – типы древостоев и открытых пространств при ландшафтной таксации	203
Приложение М – Тематическая окраска лесных карт – разряды такс	204
Приложение Н – Тематическая окраска лесных карт – степень увлажнения почв	204
Приложение О – Тематическая окраска лесных карт – эксплуатационный фонд по группам запаса	205
Приложение П – Тематическая окраска лесных карт – ягодники, лекарственные травы (процент покрытия)	206
Приложение Р – Перечень условных сокращений	207

ГРИДНЕВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ

## ОСНОВЫ ЛЕСНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

Учебное пособие

По специальности среднего профессионального  
образования 35.02.01 – Лесное и лесопарковое хозяйство

Электронное издание

ФГБОУ ВО Приморский государственный аграрно-технологический  
университет, 692510. г. Уссурийск, пр. Блюхера, 44