

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»**

Факультет аграрных технологий

Кафедра землеустройства

Картография

Учебно-методическое пособие



Майкоп 2016

УДК 528,9 (07)

ББК 26,1

К-27

Печатается по решению учебно-методической комиссии по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

Составитель: **Астахова И.А.**, канд. экон. наук, доцент кафедры землеустройства

Картография: учебно-методическое пособие / И.А. Астахова. – Майкоп, 2016.

В учебно-методическом пособии изложены основные сведения по картографии. Рекомендуется для студентов направления подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

Майкоп,
МГТУ, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение в картографию	4
1.1. Предмет и структура картографии.....	4
1.2. История развития картографии.....	5
1.3. Понятие – карта. Классификация карт.....	9
1.4. Элементы карты.....	11
2. Теоретические основы картографии	13
2.1. Картографические проекции.....	13
2.1.1. Искажения на карте. Эллипс искажений.....	13
2.1.2. Классификация проекций по характеру искажений.....	16
2.1.3. Классификация проекций по виду нормальной картографической сетки.....	16
2.1.4. Проекция Гаусса-Крюгера.....	22
2.2. Картографическая информация.....	24
2.2.1. Элементы содержания карты.....	24
2.2.2. Картографические знаки и способы изображения тематического содержания.....	25
2.3. Картографическая генерализация.....	33
2.3.1. Смысл картографической генерализации.....	33
2.3.2. Факторы генерализации.....	34
2.3.3. Виды и способы генерализации.....	35
2.4. Использование карт.....	38
3. Технология создания карт	40
3.1. Виды картографических технологий.....	40
3.2. Проектирование карт.....	40
3.2.1. Основные этапы создания карт.....	40
3.2.2. Картографические источники.....	41
3.2.3. Анализ и оценка карт как источников.....	44
3.2.4. Программа карты.....	46
3.3. Составление и оформление карт.....	47
3.4. Подготовка к изданию и издание карт.....	50
3.5. Компьютерные технологии создания карт.....	52
3.5.1. Общее понятие.....	52
3.5.2. Функциональные возможности программного обеспечения.....	55
3.5.3. Технологическая схема создания и подготовки к изданию карт и атласов с применением компьютерной техники.....	56
4. Карты в землеустройстве и кадастрах	59
Список литературы.....	62

1. Введение в картографию

1.1. Предмет и структура картографии

Картография – это область науки, техники и производства, основным направлением которой является изучение, создание и использование различных картографических произведений, или – это наука о географических картах, методах их создания и использования.

Современная картография представляет собой разветвленную систему научных дисциплин и технических отраслей, все они тесно связаны между собой и со многими другими отраслями науки и техники. Основные картографические дисциплины следующие:

1. **Общая теория картографии (картоведение)** – изучает предмет и метод картографии как науки, вопросы методологии создания и использования карт. Картоведение – это общее учение о картографических произведениях.

2. **История картографии** – изучает историю идей, представлений, методов картографии, развитие картографического производства, а также старые картографические произведения.

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

4. **Проектирование и составление карт** – изучает и разрабатывает методы и технологию лабораторного (камерального) изготовления и редактирования карт.

5. **Картографическая семиотика** – разрабатывает язык карты, теорию и методы построения систем картографических знаков, правила их использования.

6. **Оформление карт или картографический дизайн** – изучает теорию и методы художественного проектирования картографических произведений их штрихового и красочного оформления, в том числе средствами компьютерной графики.

7. **Экономика и организация картографического производства** – изучает проблемы оптимальной организации и планирования производства.

8. **Издание карт** – техническая дисциплина, разрабатывающая технологию печатания карт, атласов и другой картографической продукции.

9. **Использование карт** – разрабатывает теорию и методы применения картографических произведений (карт, атласов, глобусов и др.) в различных сферах практической, научной, культурной, образовательной деятельности.

10. **Картографическое источниковедение** – изучает и разрабатывает методы оценки и систематизации картографических источников (карт, снимков, статистических данных и других документов), используемых для составления карт.

11. **Картографическая информатика** – изучает и разрабатывает

методы сбора, хранения и предоставления информации о картографических произведениях и источниках. Раздел занимающийся систематизацией изданных карт и атласов, составлением указателей, списков, обзоров, называется **картобиблиографией**.

12. Картографическая топонимика – изучает географические названия, их смысловое значение с точки зрения правильной передачи на картах.

Система картографических дисциплин развивается, появляются новые отрасли картографии. Например, появление глобальных позиционирующих систем (ГПС) привело к появлению в математической картографии нового направления – **спутникового позиционирования**.

В системе картографии сложилось множество отраслей, различных по тематике: общегеографическое, геологическое, почвенное, этнографическое картографирование и др. С появлением новых отраслей знания возникают все новые разделы тематической картографии. Примерами могут служить недавно сформировавшиеся геоэкологическое, экогеохимическое и радиоэкологическое картографирование. Кроме того, достаточно четко выделяются такие отрасли как учебное, научное, туристическое, навигационное картографирование.

Виды картографирования можно подразделить:

1) по объекту – астрономическое, планетное и земное картографирование. В свою очередь земное можно разделить на картографирование суши и океанов;

2) по методу – наземное, аэрокосмическое, подводное;

3) по масштабу – крупно-, средне- и мелкомасштабное;

4) по уровню обобщения – аналитическое, комплексное и синтетическое;

5) по степени автоматизации – ручное, автоматизированное и автоматическое;

6) по оперативности – базовое и оперативное.

1.2. История развития картографии

Создателем первой географической карты считают древнегреческого ученого Анаксимандра. В VI в. до н.э. он начертил первую карту известного тогда мира, изобразив Землю в форме плоского круга, окруженного водой.

В III в. до н.э. древнегреческий ученый Эратосфен написал книгу "Географика", впервые применив термины "география", "широта" и "долгота".

Наиболее древние из уцелевших картографических изображений созданы в Вавилонии и Египте в 3—1-м тыс. до н. э.

Свои первые научные основания картография получила в Древней Греции, где были созданы географические карты, учитывавшие шарообразность Земли. Знаменитое "Руководство по географии Клавдия Птолемея" (2 в.)

было по существу руководством к составлению географических карт. Оно включало карту мира и 16 карт крупных подразделений Земли.

После Птолемея картография на Западе пришла в упадок, хотя римляне вели большие работы по съемке земель и составлению дорожных карт.

В начале 14 в. в картографии появился новый тип карт. Это были морские карты – портоланы, служившие навигационным целям; их создание стало возможным благодаря появлению в Европе магнитного компаса. В некоторых отношениях вершиной средневековой картографии можно считать небольшой глобус, изготовленный Мартином Бехаймом в 1492 и показывающий мир таким, каким он представлялся перед открытием Америки. Это самый старый глобус.

Великие географические открытия европейцев во второй половине 15 в. предоставили картографам эпохи Возрождения новый материал. В то же время ученые повторно открыли и перевели с древнегреческого работы Птолемея, распространение которых стало возможным благодаря книгопечатанию. Герард Меркатор (1512–1594) уточнил положение многих пунктов на карте мира, разработал картографические проекции и создал капитальный атлас, опубликованный уже после его смерти. Первым атласом в современном смысле было собрание карт, опубликованное фламандцем Абрахамом Ортелием под названием «Зрелище земного шара». Успех этих предприятий привел к расцвету торговли картами; в последующие века эта отрасль пришла в упадок из-за недостатка новых идей.

Новый толчок развитию картографии был дан в 17 в. в результате деятельности вновь образованных научных обществ, таких, как Лондонское королевское общество или Королевская академия наук в Париже. Эти организации финансировали научные экспедиции, а также прилагали немало усилий для более точного определения формы Земли и местоположения отдельных пунктов, что способствовало значительному прогрессу картографии. Существенную роль в развитии топографической картографии сыграли изобретение теодолита, мензулы, барометра и маятниковых часов, а также разработка новых способов изображения (изолинии, штриховка и пр.).

В 19 в. отмечаются заметные успехи в мелкомасштабном картографировании и особенно в развитии количественной картографии. В конце 19 в. немецкий географ Альбрехт Пенк выступил на Международном географическом конгрессе с предложением создания Международной карты мира. Этот проект удалось осуществить в 20 в. В нашем столетии широко распространилось использование аэрофотоснимков. Представления о строении земной поверхности и форме Земли существенно обогатились благодаря наблюдениям с искусственных спутников, с которых были получены материалы для картографирования и других небесных тел.

Замечательный памятник русского летописания "Повесть временных лет" Нестора (около 1113 г.) свидетельствует о широте историко-географического кругозора летописца Древней Руси. Последующее раздробление русских княжеств ограничило интерес к географическим знаниям о карте. Монголо-

татарское иго XIII - XV вв., принесшее русскому народу неисчислимые бедствия, задержало экономическое и культурное развитие Руси.

Положение изменилось лишь в конце XV века, когда образовалось Русское централизованное государство. Этот процесс сопровождался ликвидацией феодальной раздробленности отдельных земель и княжеств, быстрой централизацией управления и активизацией внешней политики. В таких условиях стала ощущаться острая необходимость в изучении страны и в создании её подробной карты.

Как правило, служилым людям, работавшим на окраинах, а равно всем посольствам, отправлявшимся в чужие страны, поручалось составлять чертежи новооткрытых или посещенных земель. Такие съемки должны были быть примитивными. Но именно эти работы открыли культурному миру обширную страну, единственным источником для познания которой, кроме легенд античных авторов, служили смутные указания Марко Поло и других западноевропейских путешественников в Монголию.

Разнообразие и многочисленности картографических работ выполнявшихся XVI веке в связи с военными, административными, хозяйственными и дипломатическими надобностями, свидетельствует опись архива Ивана IV, составленная около 1575 г. Она перечисляет несколько ящиков с находившимися в них "чертежами" - картами, отдельные из которых относились к первой четверти XVI века, но большинство было порождено позднейшими событиями - активной внешней политикой Ивана IV, в частности Ливонской войной и завоеванием Казанского царства. Изготовление чертежей побуждалось Москвой и выполнялось местной администрацией, посылавшей служилых людей для непосредственного описания местности.

Русской картографии с момента ее зарождения были свойственны две замечательные черты: реальный, "полевой" характер исходных материалов и государственная направленность картографической деятельности. Русские карты XVI и XVII вв. являлись государственным достоянием и не служили, как это было на западе, предметом торговли и вообще коммерческого интереса.

Вершиной русской картографии XVI в. был "Большой Чертеж всему Московскому государству", составленный, по-видимому, около 1600 г.

Русские карты XVI и XVII вв. размножались рукописно, т. е. в единичных экземплярах. Большинство из них стало жертвой времени: пожары, постоянно опустошавшие русские города, разорение Москвы польскими интервентами, небрежное хранение в архивах потерявших практическую ценность документов - все это способствовало утере карт. Тем не менее, некоторые карты XVII в., сохранились до наших дней

Петр I считал делом государственной важности составление карты России, которая помогла бы в освоении малоизвестных районов страны. По личному указу Петра I два геодезиста - Федор Лужин и Иван Евреинов были посланы в 1719 г. на Северо-Восток (Дальний Восток). Им, как известно из письменного указа, надлежало выяснить, "сошлась ли Америка с Азией". До

этого, отправляя в Персию Волынского (1715 г.), Петр I приказал ему выяснить, "нет ли какой реки из Индии", которая впадала бы в Каспийское море, а гвардии майору И. Лихачеву исследовать (1718 г.) Иртыш, озеро Зайсан, Черный Иртыш.

Рождение российской современной картографии сопровождалось одновременной организацией картоиздания, подготовки кадров для съемок и составления карт, экспедиций для картографирования речных систем и морей и, в конечном счете, первой государственной съемки огромного пространства страны (1717-1752 гг.). Во всех этих начинаниях отчетливо прослеживается непосредственное участие Петра I.

Последующий период развития российской картографии (до начала 1760-х годов) раскрыл действенность петровских замыслов и начинаний. Государственная съемка осуществлялась получившими геодезическое образование выпускниками Московской математико- навигацкой школы и Петербургской Морской академии. По традиции их называют петровскими геодезистами.

Деятельность геодезистов и организация исследовательских экспедиций контролировалась Сенатом и непосредственно обер-секретарем Сената И.К. Кириловым - выдающимся русским картографом и географом XVIII столетия. Под его руководством геодезистами была создана первая генеральная карта Российской империи (1734 г.) и первый выпуск «Атласа Всероссийской империи» из 37 карт, напечатанный на личные средства Кириллова. В 1739 году был создан Географический департамент Академии наук, ставший основным картографическим центром страны. Под руководством великого математика Л. Эйлера в 1745 году был завершён академический "Атлас Российский" - первый русский национальный атлас, покрывший своими картами всю территорию России. В нем были сведены съемки петровских геодезистов и результаты многих географических исследований предшествующих лет. Однако по причине содержащихся в нем неточностей Атлас 1745 года не мог полностью удовлетворить потребностей эпохи, и одновременно с его выходом в свет началась работа по совершенствованию карт атласа.

При Горном училище в 1792 году был напечатан полноценный национальный атлас России - «Российский атлас из сорока четырех карт состоящий и на сорок на два наместничества Империю разделяющий», который достаточно полно и реально отражал пространство огромной империи. Горное училище с 1784 года находилось в ведении Кабинета Екатерины II, где с 1786 года существовал специальный аппарат для разработки атласа, получивший название Географического департамента Кабинета Ее Императорского Величества. Составителем карт атласа, отражающего новое административное деление империи, был А.М. Вильбрехт (1756-1823).

Говоря о «веке Екатерины» в картографии, можно заметить, что почти все стороны ее государственной деятельности находят свое отражение в картографии. Постепенно карта входит в бытовой обиход. Более того, во

второй половине XVIII века становится модным украшать табакерки, фарфоровые изделия, памятные медали и другие предметы картографическими изображениями.

В 19 в. интересы военного дела вызвали надобность в подробных топографических картах местности. В этот период картографию считали либо отделом геодезии, либо ограничивали её научные интересы картографическими проекциями и отчасти способами измерения по картам, т. е. конкретными и относительно узкими математическими проблемами. Между тем дифференциация наук и потребности практики во 2-й половины 19 в. обусловили разработку большого числа разнообразных тематических карт — геологических, климатических, почвенных, экономических и др.; чисто геометрическая трактовка картографии того времени препятствовала её развитию.

Новые взгляды на картографию установились ранее всего в СССР, где плановое хозяйство нуждалось в разностороннем картографировании страны: уже в 30-х гг. под картографией стали понимать науку о методах и процессах составления и воспроизведения карт, что было прогрессивным явлением по сравнению с прежним представлением о картографии. Однако в тени ещё оставались изучение существа карт и разработка методов их использования.

Создание в СССР в 1937 г. Большого Советского атласа мира потребовало заполнения этого пробела и разработки соответствующих разделов картографии, что привело к её сегодняшнему положению. Великая отечественная война наложила свой отпечаток на развитие картографии. После победы приступили к завершению работ по созданию топографических карт масштаба 1:1000000 на всю территорию страны.

В 1954 г. Вышел Справочный атлас Мира, который завоевал всеобщее признание и был переиздан в 1967 г. Среди выдающихся картографических произведений 60 –х гг. можно также выделить Физико-географический атлас мира и Атлас народов мира.

В настоящее время почти ежегодно выпускаются новые крупные картографические произведения. Всё большее значение приобретают технологии создания карт с помощью географических информационных систем (ГИС) и средств компьютерной графики. Появляется и развивается новая отрасль – оперативная картография, позволяющая в кратчайшие сроки создавать великолепные по дизайну и самые современные по состоянию картографические произведения.

Изучение истории картографии позволяет понять её современное положение и задачи, яснее видеть перспективы её последующего развития.

1.3. Понятие – карта. Классификация карт.

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

Понятие карта включает ряд стандартных терминов:

1. *Географическая карта* – карта поверхности Земли;
 2. *Общегеографическая карта* – географическая карта, содержащая основные элементы местности;
 3. *Топографическая карта* – подробная карта местности, дающая как плановое так и высотное положение точек;
 5. *Топографический план* – карты в масштабах 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000. Составляется в ортогональной проекции. Кривизна Земли не учитывается;
 6. *Тематические карты* – все виды природных и социально-экономических карт – геологические, климатические, почвенные, экономические, зоогеографические, геоботанические и др.
4. *Картографическое произведение*. Различают следующие картографические произведения:
- глобусы* (шарообразные модели Земли, планет с нанесенным на них картографическим изображением);
 - атласы* (систематическое собрание карт);
 - рельефные карты* (карты, дающие объемное трехмерное изображение местности);
 - блок-диаграммы* (трехмерные плоские картографические рисунки, совмещающие изображение какой-либо поверхности с продольными и поперечными вертикальными разрезами);
 - анаглифические карты (анаглифы)* (карты, отпечатанные двумя взаимно-дополняющими цветами (например, зеленым и красным) с параллактическим смещением так, чтобы оба изображения образуют стереопару. При рассмотрении таких карт через специальные очки, изображение воспринимается как черно-белое объемное стереоскопическое изображение);
 - фотокарты* (карты совмещенные с фотоизображением);
 - карты-транспаранты* (карты, отпечатанные на прозрачной пленке и предназначенные для проектирования на экран);
 - цифровые карты* (это цифровые модели объектов, они широко используются в картографии в основном для формирования базы данных и автоматического составления карт);
 - электронные карты* (цифровые карты, визуализированные в компьютерной среде с использованием программных и технических средств в принятых проекциях, условных знаках);
 - картографические анимации* (передают на экран компьютера динамику, эволюцию изображаемых объектов и явлений, их перемещение во времени и пространстве, например движение атмосферных фронтов и т.п.).

Классификация карт

В качестве основания для классификации можно избрать любое свойство карты: масштаб, тематику, эпоху создания, язык, способ графического оформления и издания карты и т.п.

При **классификации карт по масштабу** их подразделяют на четыре основные группы:

- 1) планы – 1:5 000 и крупнее;
- 2) крупномасштабные – 1:10 000-1:2 00 000;
- 3) среднемасштабные – 1:300 000-1:1 000 000 включительно;
- 4) мелкомасштабные – мельче 1:1 000 000.

При **классификации карт по пространственному охвату** их подразделяют на карты: Солнечной системы; Планеты (Земли); Полушарий; Материков и океанов; Стран; Республик, областей и др. административных единиц; Промышленных и сельскохозяйственных районов; Отдельных территорий (заповедников, туристских, курортных районов); Населенных пунктов (городов, поселков); Городских районов и т.д. Карты океанов подразделяются на карты морей заливов, проливов, гаваней.

При **классификации карт по содержанию** их подразделяют на:

1. **Общегеографические карты** – изображаются все объекты, видимые на местности с равной степенью подробности. Их делят на:

- а) топографические – в масштабах 1:100 000 и крупнее;
- б) обзорно-топографические – в масштабах 1:200 000 - 1:1 000 000;
- в) обзорные - мельче 1:1 000 000.

2. **Тематические карты** – это наиболее обширная и разнообразная категория карт природных и общественных (социально-экономических) явлений. Содержание карт определяется той или иной конкретной темой. Например: карты геологические; геофизические; почвенные; медико-географические; общие физико-географические; карты населения; науки и культуры; исторические; и т.д.

3. **Специальные карты** – это группа карт для решения определенного круга задач и рассчитаны они на определенный круг пользователей. Чаще всего это карты технического назначения: карты навигационные; кадастровые; технические; проектные; учебные, агитационно-просветительные экскурсионные, спортивные и др.;

1.4. Элементы карты.

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

Основной элемент – это **картографическое изображение**, то есть содержание карты, совокупность сведений об объектах и явлениях, их размещении, свойствах, взаимосвязях, динамике.

Общегеографическая карта имеет следующее содержание: гидрографию, населенные пункты, пути сообщения, рельеф, растительность и грунты, социально-экономические и культурные объекты, политико-административные границы. На тематических картах различают две составные части картографического изображения:

- 1) географическая основа, т.е. общегеографическая часть содержания, которая служит для нанесения и привязки элементов тематического содержания, а также для ориентировки по карте;
- 2) тематическое содержание, например, геологическое строение территории или навигационная обстановка.

Важнейший элемент всякой карты – это легенда. **Легенда** – система используемых на карте условных обозначений и текстовых пояснений к ним. Для топографических карт существуют специальные таблицы условных знаков. Они стандартны, разработаны по каждому масштабу и обязательны к применению. На тематических картах условные обозначения не унифицированы, поэтому легенда разрабатывается индивидуально для создаваемой карты и размещается на самом листе карты. Она содержит разъяснения истолкование условных знаков, отражает логическую основу картографируемых явлений.

Картографическое изображение строится на **математической основе**. В математическую основу карты входят:

- 1) картографическая проекция;
- 2) координатная сетка;
- 3) масштаб;
- 4) геодезическая основа.

С математической основой тесно связана **компоновка карты**, т.е. взаимное размещение в пределах рамки изображаемой территории, названия карты, легенды, дополнительных карт и других данных.

Вспомогательное оснащение карты облегчает чтение и пользование ею. Оно включает картометрические графики (шкала кривизны для определения уклонов рельефа), схемы изученности картографируемой территории и использованных материалов, разнообразные справочные сведения.

В **дополнительные данные** входят карты-врезки, фотографии, диаграммы, графики, профили, цифровые и текстовые данные. Они дополняют и поясняют карту.

2. Теоретические основы картографии.

2.1. Картографические проекции.

2.1.1. Искажения на карте. Эллипс искажений.

Подобное уменьшенное изображение сферической земной поверхности можно получить только на глобусе. Переход от физической поверхности Земли к плоскому изображению на карте осуществляется в два этапа. Сначала ситуация и рельеф проектируется на эллипсоид или шар, затем эллипсоид или шар разворачиваются на плоскость с помощью картографической проекции.

Картографические проекции – это математические способы изображения на плоскости поверхности эллипсоида или шара. Она устанавливает соответствие между географическими координатами точек Земного эллипсоида и прямоугольными координатами тех же точек на плоскости. Число возможных проекций не ограничено.

Математическая картография занимается разработками теории картографических проекций, разрабатывает методы изысканий новых проекций для разных территорий, создает приемы и алгоритмы анализа проекций, оценки распределения искажений, методы учета искажений при измерениях по картам. Компьютерные технологии позволяют рассчитывать проекции с заданными свойствами.

Исходная аксиома при изыскании любых картографических проекций состоит в том, что сферическую поверхность земного эллипсоида (шара) нельзя развернуть на плоскости карты без искажений. Неизбежно возникают деформации – сжатия и растяжения различные по величине и направлению. Именно поэтому на карте возникает непостоянство масштабов длин и площадей.

Иногда искажения картографических проекций очень заметны, например очертания материков выглядят непривычно вытянутыми или сплюснутыми, а другие части изображения становятся раздутыми. Есть карты, на которых Гренландия больше Южной Америки, хотя в действительности, она меньше ее в восемь раз, а Антарктида иногда вообще занимает весь юг карты. Искажаются не только размеры, но и формы объектов.

В картографических проекциях могут присутствовать следующие виды искажений:

- а) искажения длин – вследствие чего масштаб карты непостоянен в разных точках и по разным направлениям, а длины линий и расстояния искажены;
- б) искажения площадей – масштаб площадей в разных точках карты различен, что является прямым следствием искажений длин и нарушает размеры объектов;
- в) искажения углов – углы между направлениями на карте искажены относительно тех же углов на местности;

г) искажения форм – фигуры на карте деформированы и не подобны фигурам на местности, что прямо связано с искажениями углов.

В теории картографических проекций доказано, что любая бесконечно малая окружность на поверхности эллипсоида (шара) изображается на плоскости бесконечно малым эллипсом. Эллипс графически выражает искажения на проекции и называется **эллипсом искажений**. Его размеры и форма отражают искажения длин, площадей и углов (рис.2).

Большая ось эллипса искажений характеризует наибольшее растяжение в данной точке, а малая ось – наибольшее сжатие, отрезки вдоль меридиана и параллели соответственно характеризуют частные масштабы по меридиану m и параллели n .

Эллипс искажений показывает, что из точки его центра масштаб изображения меняется с изменением направления, причем наибольший масштаб (a) будет по направлению его большой оси, а наименьший (b) – малой оси. Эти масштабы называются **главными**, они принимаются равными единице, а частные масштабы длин выражают в долях главного. Масштаб, величина которого отлична от главного масштаба карты, называют **частным масштабом**.

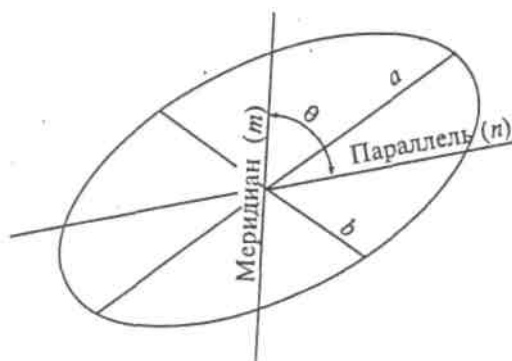


Рис.1. Эллипс искажений, характеризующий искажения масштабов в данной точке (в центре эллипса). a – направление наибольшего растяжения масштаба; b – направление наибольшего сжатия масштаба; m – масштаб по меридиану; n – масштаб по параллели.

Если главный масштаб принять за единицу, то отклонения частных масштабов от единицы будут характеризовать величину искажений изображения на карте.

Отклонения частных масштабов от главного называют относительными искажениями. В ряде проекций существуют линии и точки, где искажения отсутствуют и сохраняется главный масштаб карты – это **линии и точки нулевых искажений**.

Существуют руководства по выбору проекций, в них приведены таблицы, или графики распределения искажений по большому перечню проекций (например, атлас для выбора картпроекции, издан в 1997г.; дополнение к атласу, 1999г.). Таблицы и графики характеризуют величины искажений в зависимости от географического положения точек через определенные

интервалы по широте и долготе (или в зависимости от z-зенитного расстояния).

В последнее время созданы электронные атласы проекций, с помощью которых легко отыскать подходящую сетку, сразу оценить ее свойства, а при необходимости провести в интерактивном режиме те или иные модификации или преобразования.

Наглядное представление о величине и характере распределения искажений на проекции дают **изоколы** - линии соединяющие точки с одинаковыми значениями искажений. Изоколы наносятся на специальные карты изокол по данным вычислений искажений. Учитывая расположение на проекциях изокол, можно наиболее удачно подобрать проекцию в соответствии с размерами изображения территории.

В математической картографии доказывается, что при изображении конкретных территорий наименьшие искажения обеспечиваются проекциями, у которых изоколы по своей форме близки к общему контуру картографируемой территории.

В нормальной цилиндрической проекции изоколы располагаются параллельно экватору. Такие проекции целесообразно применять для изображения экваториальной зоны и территорий вытянутых вдоль экватора.

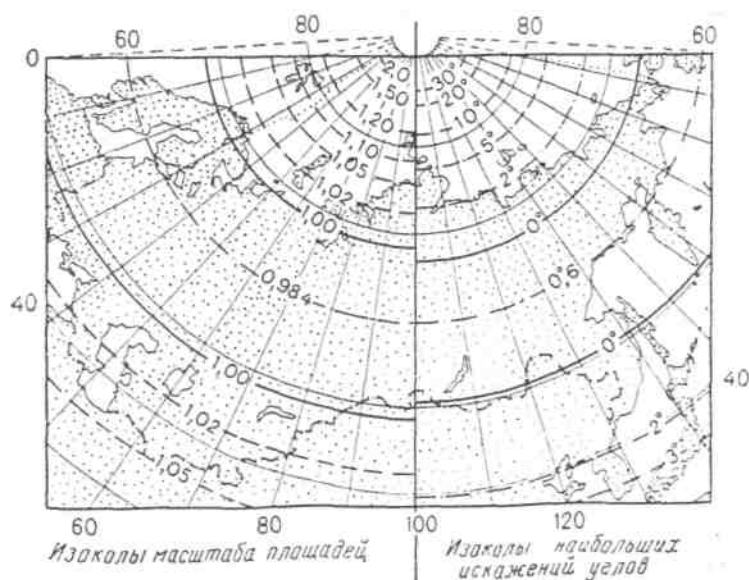


Рис. 2. Пример изокол в прямой конической равнопромежуточной проекции Ф. И. Красовского.

При отсутствии таблиц и графиков и карт изокол, а также в случае, когда проекция исследуемой карты неизвестна, искажения можно определить путем некоторых измерений на карте с последующим вычислением по измеренным величинам или с помощью номограмм.

2.1.2. Классификация проекций по характеру искажений.

По характеру искажения проекции делят на равновеликие (эквивалентные), равноугольные (конформные), произвольные и равнопромежуточные. Рассмотрим их по порядку.

Равновеликие проекции – сохраняют площади без искажений. Элементарные кружки эллипсоида изображаются на карте эллипсами везде одинаковой площади, но различными по форме. Масштаб длин меняется в зависимости от направлений и при переходе из одной точки в другую, но среднее значение масштабов в любой точке на проекции одинаково. Такие проекции удобны для измерения площадей объектов, однако, в них значительно нарушены углы и формы, что особенно заметно для больших территорий.

Равноугольные проекции – на карте углы и формы контуров изображаются без искажений. Масштаб длин в точке по всем направлениям остается одинаков. При переходе от точки к точке значение масштаба длин меняется. Элементарная окружность эллипсоида в таких проекциях остается окружностью на плоскости, но размер ее сильно меняется в разных точках плоскости. Такие проекции особенно удобны для определения направлений и прокладки маршрутов по заданному азимуту, поэтому их всегда используют на навигационных картах. Однако карты, составленные в равноугольных проекциях, имеют значительные искажения площадей.

Произвольные проекции – это проекции, в которых в тех или иных произвольных соотношениях искажаются и площади и углы (формы). При их построении стремятся найти наиболее выгодное для каждого конкретного случая распределение искажений, достигая как бы некоторого компромисса. Например, выбирают проекции с минимальными искажениями в центральной части карты "сбрасывая" все сжатия и растяжения к краям.

Равнопромежуточные проекции – это произвольные проекции, в которых масштаб длин по одному из главных направлений постоянен и обычно равен главному масштабу карты. Различают проекции равнопромежуточные по меридианам – в них без искажений остается масштаб вдоль меридианов, и равнопромежуточные по параллелям – в них сохраняется постоянным масштаб вдоль параллелей. В таких проекциях присутствуют искажения площадей и углов, но они как бы уравниваются.

2.1.3. Классификация проекций по виду вспомогательной поверхности и ее ориентировке (по виду нормальной картографической сетки).

Картографические сетки карт получают в современном производстве аналитическим путем. При переходе от эллипсоида или шара к карте используются вспомогательные поверхности – цилиндр, конус, плоскость и некоторые другие фигуры. Картографическая сетка, имеющая для данной проекции наиболее простой вид (сеть вертикалов и альмукантаратов) называется **нормальной**.

По виду нормальной картографической сетки проекции подразделяются на цилиндрические, конические, азимутальные, условные, псевдоцилиндрические, псевдоконические, поликонические, псевдоазимутальные, многогранные и др. Рассмотрим эти проекции по порядку.

Цилиндрические проекции – проектирование эллипсоида или шара ведется на поверхность касательного или секущего цилиндра, а затем боковая поверхность цилиндра разворачивается в плоскость. Различают нормальные (прямые), поперечные и косые цилиндрические проекции.

Нормальная (прямая) цилиндрическая проекция – ось цилиндра совпадает с осью вращения Земли, а его поверхность касается шара по экватору и сечет его по параллелям. В такой проекции меридианы нормальной сетки представляют собой равноотстоящие параллельные прямые, а параллели – прямые, перпендикулярные к ним. В прямых цилиндрических проекциях меньше всего искажений в тропических и приэкваториальных областях.

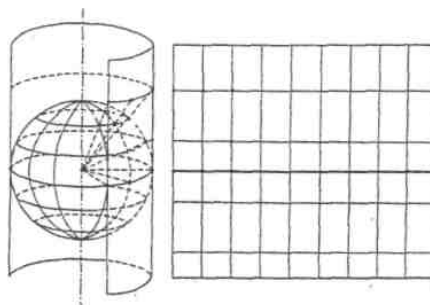


Рис 3. Развертка нормальной цилиндрической проекции (проектирование на касательный цилиндр)

Поперечная цилиндрическая проекция – ось цилиндра расположена в плоскости экватора. Цилиндр касается шара по меридиану. Искажения вдоль меридиана касания отсутствуют. В таких проекциях наиболее выгодно изображать территории, вытянутые с севера на юг.

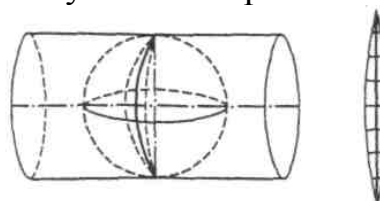


Рис. 4. Поперечная цилиндрическая проекция на касательном цилиндре (особенно удобна для проектирования геодезических зон).

Косая цилиндрическая проекция – ось цилиндра расположена под углом к плоскости экватора. Она удобна для вытянутых территорий, ориентированных на северо-запад или северо-восток.

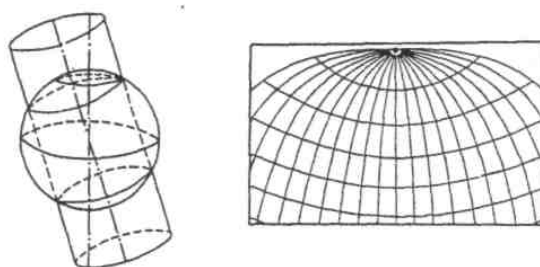


Рис. 5. Косая цилиндрическая проекция на секущем цилиндре.

Конические проекции – поверхность шара (эллипсоида) проектируется на поверхность касательного или секущего конуса. Затем конус как бы разрезается по образующей и разворачивается в плоскость. Как и в цилиндрической проекции, различают нормальную, поперечную и косую проекции.

Нормальная (прямая) коническая проекция – ось конуса совпадает с осью вращения Земли, меридианы представляют собой прямые, расходящиеся из точки полюса, а параллели – дуги концентрических окружностей.

Поперечная коническая проекция – ось конуса лежит в плоскости экватора.

Косая коническая проекция – ось конуса наклонена к плоскости экватора. Воображаемый конус касается земного шара или сечет его в районе средних широт, поэтому в такой проекции удобнее всего картографировать территории вытянутые с запада на восток в средних широтах (России, Канады, США).

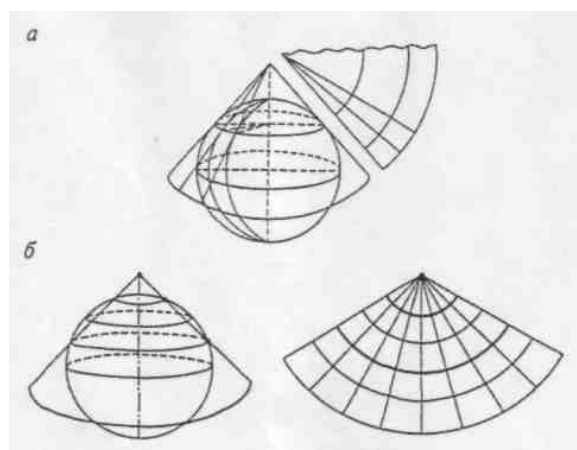


Рис. 6. Нормальная коническая проекция.

a – проекция на касательный конус и развертка; *б* – проекция на секущий конус и развертка.

Азимутальные проекции – поверхность земного шара (эллипсоида) переносится на касательную или секущую плоскость.

Нормальная (полярная) азимутальная проекция – плоскость перпендикулярна к оси вращения Земли. Параллели в ней являются концентрическими окружностями, а меридианы – радиусы этих окружностей. В таких проекциях всегда картографируют полярные области нашей и других планет.

Поперечная (экваториальная) азимутальная проекция – плоскость проекции перпендикулярна к плоскости экватора, всегда используется для карт полушарий.

Косая азимутальная проекция – проектирование выполнено на касательную или секущую вспомогательную плоскость, находящуюся под любым углом к плоскости экватора.

Можно допустить, что азимутальная проекция является предельным случаем конической, когда угол при вершине конуса равен 180° .

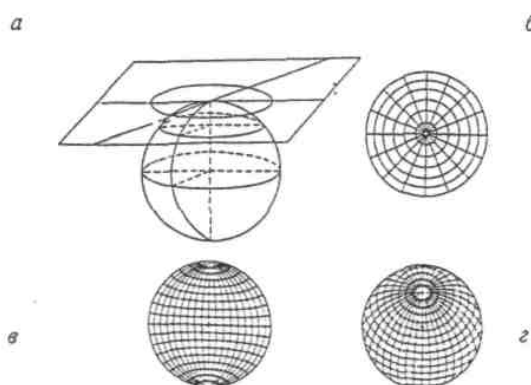


Рис. 7. Азимутальные проекции.

a – нормальная или полярная проекция на плоскость; *б* – сетка в полярной проекции; *в* – сетка в поперечной (экваториальной) проекции; *г* – сетка в косой азимутальной проекции.

В зависимости от положения точки, из которой ведется проектирование шара на плоскость различают:

1. ортогональные проекции – когда точка находится в бесконечности;
2. внешние – точка находится за пределами шара на продолжении диаметра;
3. стереографические – точка находится на противоположном конце диаметра;
4. гномонические – точка расположена в центре шара.

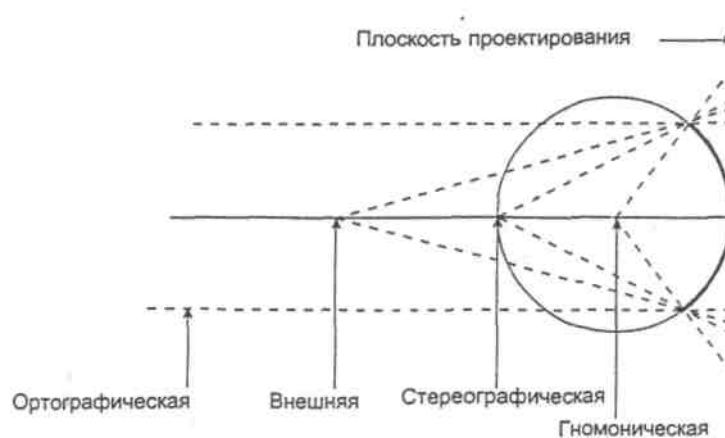


Рис. 8. Положение центра проектирования для азимутальных проекций

Поликонические проекции – это проекции, получаемые в результате проектирования шара (эллипса) на множество конусов. Средний меридиан в

проекции – прямая линия, остальные меридианы – кривые симметричные относительно среднего. Параллели – дуги разноцентренных окружностей. Центры этих окружностей лежат на среднем меридиане. Т.о. параллели проводят из разных центров различными радиусами. Очевидно, что по среднему меридиану расстояния между параллелями равны, а по мере удаления от среднего меридиана они увеличиваются. Проекция удобна для изображения территорий вытянутых вдоль меридианов. Простая поликоническая проекция положена в основу проекции принятой для международной карты мира масштаба 1:1000000. Применяется как многогранная.

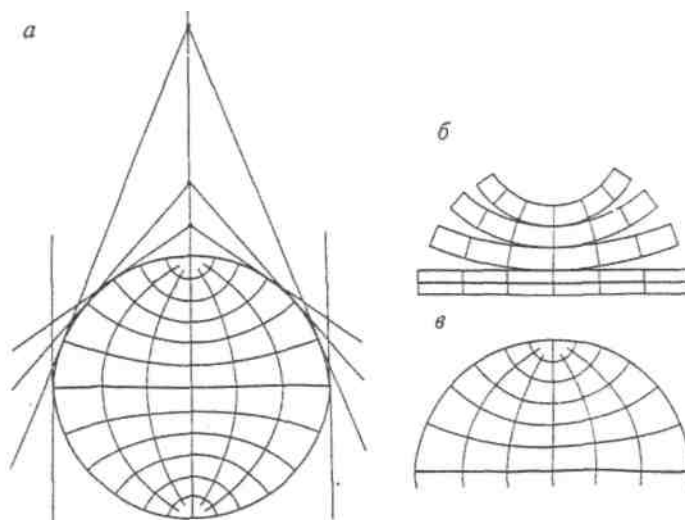


Рис. 9. Принцип построения поликонической проекции.
а – положение конусов; *б* – полосы; *в* – развертка.

Условные проекции – это проекции, для которых нельзя подобрать простых геометрических аналогов. Их строят, исходя из каких-либо заданных условий, например: желательного вида географической сетки; того или иного распределения искажений на карте; и др. В частности, к условным принадлежат: псевдоцилиндрические, псевдоконические, псевдоазимутальные и другие проекции, полученные путем преобразования одной или нескольких исходных проекций.

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

Псевдоконические проекции – это проекции, в которых все параллели изображаются дугами концентрических окружностей (как в нормальных конических), средний меридиан – прямая линия, а остальные меридианы –

кривые, причем кривизна их возрастает с удалением от среднего меридиана. Применяются они для карт России, Евразии, других материков.

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

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

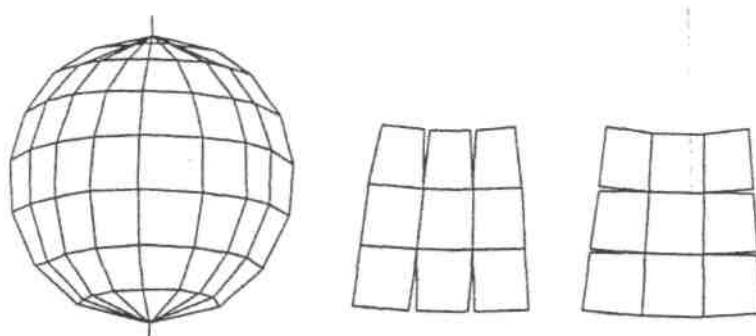


Рис. 10. Схема многогранной проекции и расположение листов карт.

Разновидностью многогранных являются многополюсные проекции, причем полосы могут "нарезаться" и по меридианам, и по параллелям. Такие проекции выгодны тем, что искажения в пределах каждой грани или полосы совсем невелики, поэтому их всегда используют для многолистных карт. Рамка каждого листа, составленного в многогранной проекции, представляет собой трапецию, образованную линиями меридианов и параллелей. За это приходится "расплачиваться" – блок листов карт нельзя совместить по общим рамкам без разрывов.

На рис. 11 приведены виды сеток меридианов и параллелей в разных картографических проекциях.

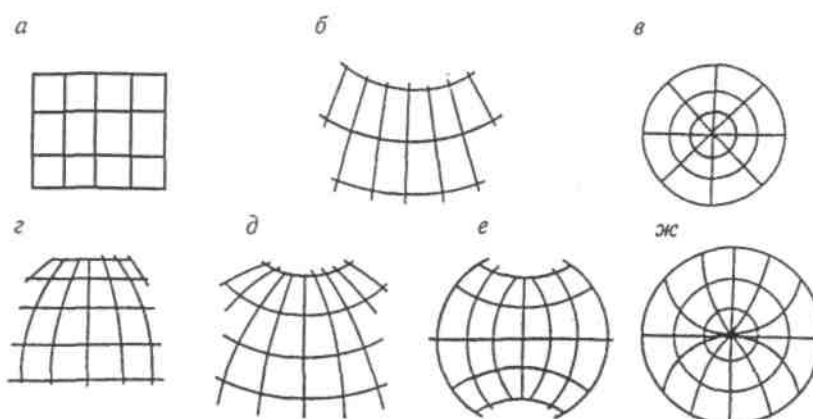


Рис. 11. Виды сеток меридианов и параллелей в разных картографических проекциях.
a – цилиндрическая; *b* – коническая; *в* – азимутальная; *г* – псевдоцилиндрическая;
д – псевдоконическая; *e* – поликоническая; *ж* – псевдоазимутальная.

2.1.4. Проекция Гаусса – Крюгера.

Топографические карты в России создают в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера. Главное требование к проекции топографических карт – это искажения расстояний и углов должны быть меньше точности измерений по карте. Проекция Гаусса-Крюгера вполне отвечает этим требованиям.

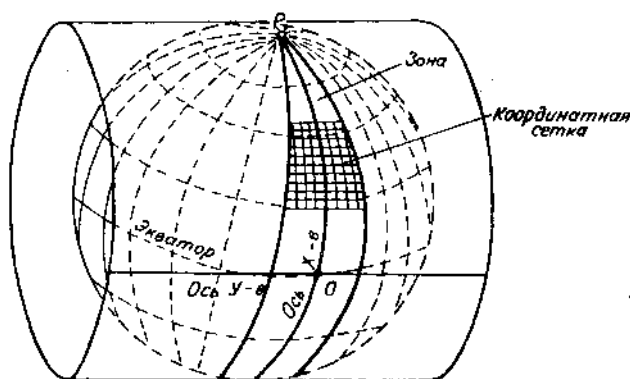


Рис. 12. Поперечная цилиндрическая проекция Гаусса-Крюгера

Систему Гаусса-Крюгера иногда называют **зональной**, потому что поверхность Земли делят меридианами на зоны и в каждой зоне принимается своя система координат.

Последовательность построения равноугольной поперечной цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера:

Поверхность эллипсоида условно делят меридианами на 6° -ые зоны, всю земную поверхность охватывает 60 6° -ых зон. Каждую зону проецируют на внутреннюю боковую поверхность цилиндра, каждая зона имеет вид двугольника, ограниченного двумя меридианами. Поверхность цилиндра разрезают и разворачивают в плоскость. При этом осевой меридиан изобразится без искажений, его принимают за ось абсцисс ХХ; экватор также изобразится прямой, перпендикулярной к осевому меридиану, – его принимают за ось ординат УУ. Начало координат в каждой зоне в точке пересечение экватора и осевого меридиана.

На топографических картах и планах прямоугольные координаты Х и У представлены прямоугольной координатой (километровой) сеткой. Положительным направлением абсцисс считается направление от экватора к северу, положительным направлением ординат – направление от осевого

меридиана на восток. Для всех точек на территории нашей страны абсциссы имеют положительный знак. Для того чтобы ординаты точек также были только положительными, в каждой зоне ординату начала координат принимают равной 500 км. Для однозначного определения положения точки перед каждой приведенной ординатой ставится номер зоны.

Масштаб изображения в проекции вдоль осевого меридиана сохраняется и равен 1. Проекция - равноугольная, т.е. нет искажений углов и форм контуров. Искажения длин увеличиваются по мере удаления от среднего меридиана. На расстоянии 200 км - 0,0005, 350 км - 0,0015.

Для удобства в работе смежные зоны имеют перекрытия. Западная зона перекрывает восточную на 30', восточная западную на 7'30" по долготе. Точки триангуляции, попадающие на эти территории, вычисляются в координатах обеих зон.

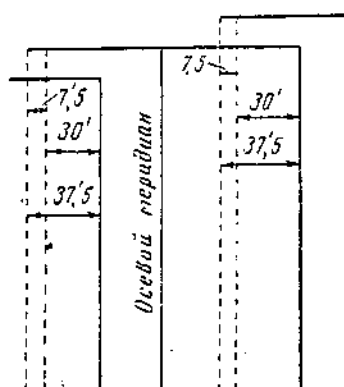


Рис. 13. Перекрытия зон проекции Гаусса–Крюгера.

Сетка прямоугольных координат состоит из прямых линий, параллельных экватору и осевому меридиану. В масштабах 1:10000, 1:25000, 1:50000 координатные линии проводят через 1 км; в масштабах 1:100000 - через 2 км; в масштабах 1:200000 - через 4 км; в масштабах 1:300000 и 1:500000 сетка не проводится, но даются ее выходы на рамке через 10 км. Сетку прямоугольных координат называют километровой.

В пределах одной зоны координатные линии соседних листов карты строк образуют единую координатную сетку. На стыках соседних зон километровые линии располагаются под некоторым углом друг к другу, так как осевые меридианы зон не параллельны друг другу.

Решение задач в прямоугольных координатах для точек разделенных крайними меридианами зоны становится затруднительным. Возникает необходимость в вычислении поправок за счет изменения начала координат и поворота осей.

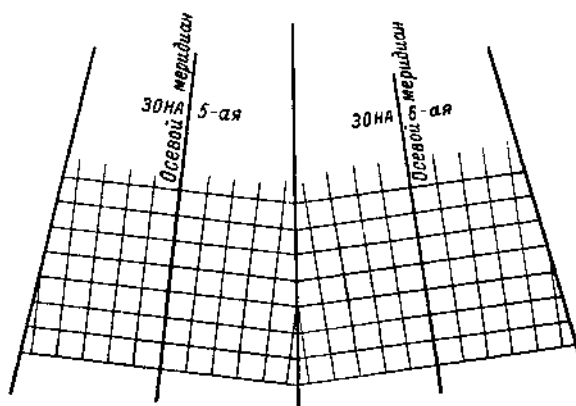


Рис. 14. Координатная сетка на стыке двух зон.

Чтобы преодолеть это затруднение листы топокарт, расположенные в пределах 2° к востоку и западу от крайнего меридиана зоны имеют дополнительную километровую сетку соседней зоны. Координатные линии дополнительной сетки обозначаются короткими штрихами за внешней рамкой карты.

Чтобы устранить затруднения с использованием координатных сеток, относящихся к разным зонам, принято в пределах полос протяжением в 2° долготы вдоль западной и восточной границ зоны показывать выходы линий координатной сетки не только своей зоны, но и ближайшей соседней.

При одновременном пользовании двумя соседними листами карты, расположенными в смежных зонах, надо на листе, имеющем выходы дополнительной сетки, провести карандашом прямые линии между противоположными выходами одноименных линий этой сетки. Относительно этих линий определяются координаты заданных точек

2.2. Картографическая информация.

2.2.1. Элементы содержания карты.

Все географические элементы карты в сочетании называются ее **содержанием**. Содержание карт различно, оно зависит от масштаба и назначения карты.

Содержание географической карты включает изображение особенностей географического ландшафта (рельеф, гидрографию, растительный покров и грунты), а также социально-экономические объекты (населенные пункты, пути сообщения, промышленные и сельскохозяйственные предприятия и др.).

Из географических элементов наиболее сложным для отображения является рельеф. Наиболее часто рельеф на картах изображается горизонталями, гипсометрическим способом (раскраской по ступеням) и способом отмывки. Каждый из этих способов имеет свои положительные и отрицательные стороны.

Гидрографические объекты — моря, океаны, озера — изображаются на картах в форме четко ограниченных контуров, закрашенных в голубой цвет. Глубины водоемов отображены изобатами с послойной окраской. Шкала глубин морей и океанов различна. Однако на всех обзорных картах указывается изобата, соответствующая 200 м. Она считается границей материковой отмели.

Реки на мелкомасштабных картах изображаются так, чтобы четко выделялись речные системы. Величина рек показана размером условного знака, а деление на судоходные и несудоходные указано особенностью шрифта. В засушливых районах показываются все мелкие реки.

Растительный покров и почвы на мелкомасштабных картах общегеографического характера изображаются обобщенно, но подробно изображаются на тематических картах этой группы.

Населенные пункты на обзорных картах изображаются со значительным обобщением и отбором. Обычно отображается лишь их незначительная часть с учетом обжитости района, вида населенного пункта и масштаба карты. В густонаселенных районах показывают лишь 2—4% пунктов, имеющих на местности. В малообжитых районах на карты наносят все населенные пункты, до отдельных дворов включительно. Крупные населенные пункты на этих картах передаются знаком, отдаленно напоминающим очертания города. Все остальные изображаются пунсонами различного размера. Тип и политико-административное значение населенных пунктов можно определить также по характеру шрифтов и подчеркиванию названий.

Пути сообщения. На обзорных картах показаны только важнейшие железные и автомобильные дороги. В малообжитых районах указывают не только все дороги, но и караванные пути и тропы.

Морские пути сообщения указывают портами и линиями паромных рейсов. На картах указана протяженность каждой линии и километрах, а иногда и в морских милях.

На всех мелкомасштабных картах показывают государственные и политико-административные границы до границ областей включительно.

2.2.2. Картографические знаки и способы изображения тематического содержания.

Основное свойство, которое отличает карту от других графических моделей (аэро- и космические снимки, панорамы и др.) это использование на ней условных знаков. Исследованием свойств знаков и знаковых систем занимается наука - семиотика. На стыке картографии и семиотики сформировался особый раздел - картографическая семиотика, которая разрабатывает общую теорию систем картографических знаков как языка карты.

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

В связи с автоматизацией и компьютеризацией картографии внимание к языку карты особенно возросло. Картографические исследования тесно связаны с общей семиотикой, машинной графикой, художественным дизайном и психологией восприятия. Они направлены на повышение качества электронных карт.

Картографические условные знаки - это графические символы, с помощью которых на карте показывают вид объектов, их местоположение, форму, размеры, качественные и количественные характеристики. До недавнего времени все знаки были статичными, однако с развитием электронных технологий появились и динамичные условные знаки.

На географических картах все объекты показывают специальными знаками, которые составлены так, что их внешний вид по своему рисунку или цвету часто напоминает характерные особенности изображаемых предметов. Однородные группы таких объектов показывают общим исходным знаком. Качественные и количественные различия предметов, входящих в определенную группу, передаются с небольшими изменениями и дополнениями основного знака, например условные знаки дорог, мостов и др. Четкое отображение объектов достигается простотой начертания знаков, их небольшими размерами и легкостью запоминания и чтения.

Для топографических карт применяют в основном три группы знаков: масштабные, внес масштабные и пояснительные.

Для передачи содержания тематических карт используют разнообразные способы показа географических объектов и явлений: способ качественного фона, точечный способ, способ изолиний, значков, ареалов, линий движения, картодиаграмм и картограмм.

1. Способ качественного фона применяют для отображения качественных различий явлений сплошного распространения по единицам территориального деления. Этот способ тесно связан с классификационным подразделением территории по какому-либо признаку, с типологическим районированием. Например, выделение районов сельскохозяйственной специализации, ландшафтов, типов почвенного покрова, растительных ассоциаций. В качестве графических средств используют цветовой фон, или штриховой фон. Иногда на картах совместно применяют оба эти средства, так, на почвенной карте генетические типы почв дают цветовым фоном, а механический их состав - наложенным поверх цвета штриховым фоном. Для удобства качественный фон сопровождают индексами, которые проставляют на карте и в легенде.



Рис. 15. Качественный фон.



Рис. 16. Количественный фон.

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

Важно сочетание качественного и количественного фонов, например, при выделении районов преобладающих конфессий (качественный фон) с дополнительной характеристикой процентного соотношения населения разного вероисповедания.

3. Картодиаграмма — способ изображения явлений с помощью диаграмм. На них показывают размещение и величину того или иного явления диаграммными условными знаками (столбики, квадраты, круги), которые отнесены к определенной территориальной единице (району, области, стране). Картодиаграммы применяют для показа таких явлений, как валовый сбор сельскохозяйственной продукции, общее число учащихся, объем промышленного производства, потребление электроэнергии в целом по административным единицам и т.п. В одной административной единице можно дать несколько диаграмм для разных видов промышленности. Однако по картограммам нельзя определить, где именно размещено то или иное производство или в каком конкретно городе потребляют больше электроэнергии, — все отнесено к району в целом. Этим способ картодиаграммы принципиально отличается от способа значков. Зато легко и наглядно можно сравнить между собой целые районы или области.



Рис. 17. Картодиаграмма.



Рис. 18. Картограмма.

4. Картограмма — графическое выражение на карте (схеме) цветом или штриховкой разной густоты степени интенсивности того или иного явления по отдельным территориальным единицам. При этом каждая такая единица считается как бы однородной по характеру развития данного явления. Если картодиаграмма передает абсолютные величины (например, количество посевных площадей по районам какой-то области), то картограмма отражает относительные показатели, скажем, различия плотности населения па карте, число детских учреждений на тысячу жителей, процент лесопокрытой площади по областям и т. п. Иногда статистические показатели берут только на ареал их распространения, например, плотность населения показывают только в обжитых районах, исключив болота или высокогорья, а показатели средней урожайности культур дают лишь в пределах контуров обрабатываемых сельскохозяйственных земель. Такой способ называют **уточненной картограммой, или дозиметрическим способом.**

Картограмма как правило имеет интервальную шкалу, в которой интенсивность цвета или плотность штриховки закономерно меняются соответственно нарастанию или убыванию значения картографируемого показателя. Иногда картограммы становятся похожи на карты количественного фона с той разницей, что количественный фон всегда отнесен к области естественного районирования, тогда как картограммы - к административным районам.

5. Способ значков употребляют для отображения на картах таких объектов, площадь которых не может быть выражена в масштабе карты. Это могут быть населенные пункты, промышленные предприятия, отдельные сооружения, ориентиры на местности и т.п. Значки позволяют характеризовать качественные и количественные особенности объектов, их внутреннюю структуру, это достигается размером знака, формой его и цветом. На картах значки лучше всего различаются по цвету, затем по размеру и, наконец, по форме.

Различают три вида значков:

а) абстрактные геометрические значки - кружки, квадраты, звездочки, ромбы и др.; размер знака отражает количественную характеристику, цвет или штриховка - качественные особенности; а структура знака передает структуру самого объекта

б) буквенные значки - буквы русского или латинского алфавитов, как правило это одна или две буквы названия явлений, например Fe, Ф, Al, обозначающие месторождение железа, фосфоритов, алюминия; размер букв может количественно характеризовать объект, хотя сравнивать их между собой сложнее, чем геометрические фигуры;

в) наглядные значки (пиктограммы) – напоминают изображаемый объект, например рисунок самолета обозначает аэропорт, туристическая палатка - кемпинг, конверт - почту, маска - театр, трактор – тракторный завод и т.д.; *такие* обозначения очень наглядны и чаще всего их используют на туристических, рекламных, пропагандистских картах.

Значки могут быть простыми и структурными. Во втором случае площадь геометрических значков разделена на части в соответствии со структурой изображаемых объектов. Например, значок промышленного пункта может быть разделен на части пропорционально удельному весу имеющихся отраслей промышленности. Легче всего делить на части круг.



Рис. 19. Значки геометрические



Рис. 20. Точечный способ.

6. Точечный способ позволяет показать не только географическое размещение того или иного явления, но также его количественную характеристику. Размещение явлений этим способом показываются точками различной величины. Их помещают именно в тех местах, где распространено картируемое явление. При этом каждой точке придают определенное количественное значение — «вес». Например, при применении этого способа на картах сельского хозяйства для показа размещения крупного рогатого скота, свиней и др. каждой точке соответствует определенное количество

голов. На картах, характеризующих размещение населения, каждая точка соответствует определенному количеству жителей. При таком методе изображения наличие точек показывает географическое размещение картируемого явления, а их подсчет дает возможность получить его количественную характеристику. Кроме того, можно применять точки разного цвета. Это дает возможность на одной карте поместить разные виды картируемого явления: на картах земледелия, например, размещение отдельных культур, на картах населения — размещение населения и их распределение по национальностям. Можно таким способом показать и динамику явления: прирост посевных площадей, увеличение поголовья скота и др. Точки на карте не должны соприкасаться.

7. Способ изолиний. Изолинии — это плавные кривые, проведенные на карте через точки с одинаковыми значениями величин, характеризующих какое-либо явление. Например, одинаковые по абсолютной высоте точки соединяют, получая горизонтали для изображения рельефа земной поверхности. В зависимости от вида картируемого явления изолинии носят различные названия. Так, изолинии, соединяющие точки с равными температурами, называются изотермами, с равными магнитными склонениями — изогонами, с одинаковым давлением — изобарами, изолинии, проведенные через пункты с одинаковой плотностью населения, — изодазами и др.

Способ изолиний позволяет определять по картам количественные характеристики: абсолютные и относительные значения явления в любой точке, уклоны и градиенты, степень расчленения и многое другое.

Для большей наглядности площади между изолиниями закрашивают, пользуясь шкалой послойной окраски, которая строится так, чтобы интенсивность окраски отражала нарастание или убывание показателя.

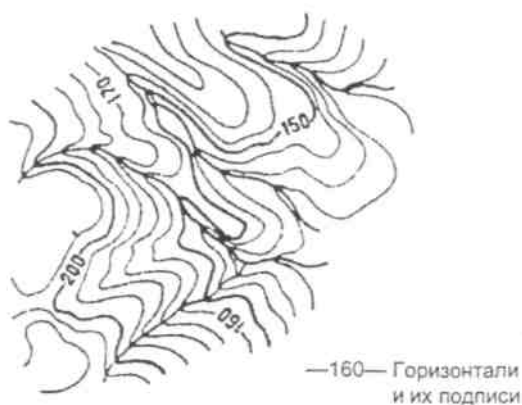


Рис. 21. Изолинии.



Рис. 22. Псевдоизолинии.

8. Псевдоизолинии - изолинии, отражающие распределение дискретных объектов. Например, псевдоизолинии плотности населения, распаханности или залесенности и т.д. Псевдоизолинии применяются для явлений, не образующих сплошное поле. Их проводят на основе статистических

показателей. Они позволяют выявить главные закономерности изменения явлений в пространстве. В отличие от изолиний, псевдоизолинии отражают не реальные, а искусственные, абстрактные поля. Например, "промышленный рельеф" - плотность объектов индустрии на единицу площади, или "поле расселения" - число жителей на 1 км².

9. Способ ареалов (area — лат., площадь, пространство). Ареал - область распространения какого-либо явления - вид растений, животных, почв и т.д. Способ заключается в том, что территория, в пределах которой распространено данное явление: залежи полезных ископаемых, размещение отдельных видов животных, растений и др., выделяется на карте. Различают *абсолютные* и *относительные* ареалы.

Абсолютными называют ареалы, за пределами которых данное явление совсем не встречается (например, нефтегазоносный бассейн, контур которого точно установлен). *Относительные* ареалы показывают лишь районы наибольшего сосредоточения явления (например, ареал лекарственного растения).

Графически средства изображения ареалов разнообразны - это могут быть границы, фоновая окраска, штриховка, значки, надписи, индексы.



Рис. 23. Ареалы.



Рис. 24. Знаки движения (векторы).

10. Линии движения передают перемещение различных явлений. Различают два вида знаков движения: векторы движения - стрелки разного цвета, формы и толщины (применяют, например, для показа теплых и холодных течений, ветров и т.д.); полосы (ленты) движения - полосы разной ширины, внутренней структуры и цвета (применяют для изображения мощности и структуры потоков (например, железнодорожных перевозок, миграции населения)). С помощью знаков движения можно отразить пути, направление и скорость перемещения, структуру перемещающегося объекта.

11. Локализованные диаграммы характеризуют явления, имеющие сплошное или полосное распространение, с помощью графиков и диаграмм, помещаемых в пунктах наблюдения этих явлений. Например, графики изменения среднемесячных температур и осадков, локализованных по метеостанциям; диаграммы загрязнения речных вод, приуроченные к

гидропостам и т.п. На карте всегда отмечают пункты, к которым отнесены графики, хотя ясно, что локализованные диаграммы характеризуют не только эти пункты, но и прилегающую территорию.

Графически средства разнообразны. Это розы-диаграммы (розы ветров), кривые и гистограммы распределения (ход температур по месяцам), циклограммы (средняя продолжительность солнечного сияния в течение года), структурные диаграммы и др.

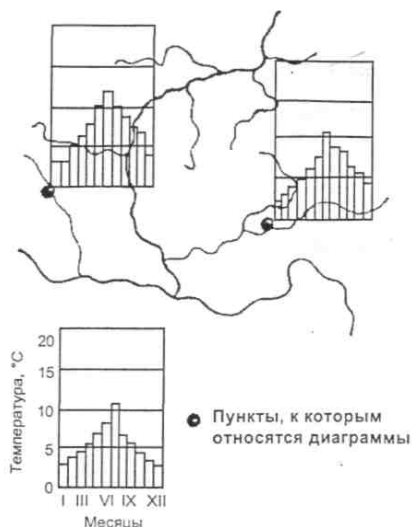


Рис. 25. Локализованные диаграммы.

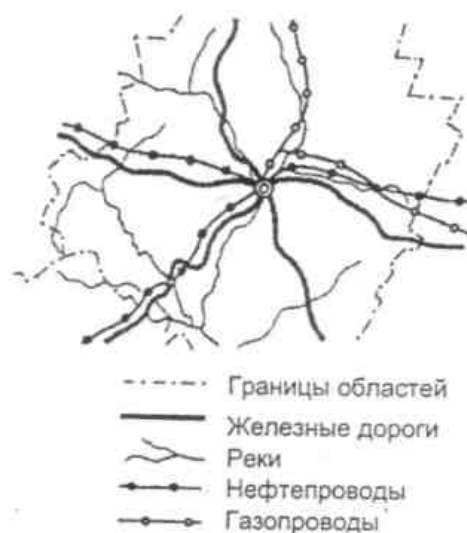


Рис. 26. Линейные знаки.

12. Линейные знаки - способ используется для изображения реальных или абстрактных объектов, локализованных на линиях. К ним относятся, например, береговые линии, разломы, дороги, атмосферные фронты, административные границы. Разный рисунок и цвет линейных знаков передают качественные и количественные характеристики объектов: тип береговой линии, число колеи железных дорог, теплые и холодные фронты и т.п. Линейный знак немасштабен по ширине, но ось его должна совпадать с положением объекта на местности. Линейными знаками можно отразить динамику объекта, например, нанести положение береговой линии морей в разные стадии трансгрессии.

13. Динамические знаки - это движущиеся, изменяющиеся знаки, используемые в компьютерных картографических анимациях. Анимации позволяют изменять форму и размер объекта, цвет и насыщенность цвета, внутреннюю структуру и само положение знака на карте. Наиболее часто применяются:

- перемещение знаков по полю карты, например отображение движения линий атмосферных фронтов на синоптических картах;

- движение стрелок, указывающее направления транспортных потоков, переноса воздушных масс и т.п.;

- дефилирование цвета, т.е. постепенное изменение или даже пульсация окраски, вибрирование цвета, например, при отображении распространения ареала инфекции или эпидемии;

- мигание знаков, привлекающее внимание к какому - либо важному объекту на карте, например к источнику радиационного загрязнения окружающей среды.

Проектирование динамических картографических обозначений - новая, быстро развивающаяся область картографической семиотики на стыке с технологиями компьютерного дизайна. Большие возможности сулит использование анимационных эффектов в сочетании с трехмерной графикой.

2.3. Картографическая генерализация.

2.3.1. Смысл картографической генерализации.

Картографическая генерализация – это отбор и обобщение изображаемых на карте объектов соответственно ее назначению, масштабу, содержанию и особенностям картографируемой территории.

Основной смысл генерализации состоит в передаче на карте основных, типичных черт объектов, их характерных особенностей и взаимосвязей.

Генерализация проводится при составлении всех картографических изображений, даже самых крупномасштабных. Уже при первичной съемке местности, например, в масштабе 1:1000, топограф решает какие детали рельефа, растительности, дорожной сети и т.д. следует нанести на съемочный планшет, а какие слишком незначительны для данного масштаба.

При камеральном составлении карт среднего и мелкого масштабов приходится постоянно «сжимать» изображение, отказываясь от деталей и потребностей. В масштабе 1:100 000 1км² местности занимает 1см² площади карты, на нем можно показать только основные населенные пункты, главную дорогу, реку. А в масштабе 1:1 000000 эта площадь сжимается до 1мм², и на ней удастся сохранить не более одного населенного пункта, а в более мелком масштабе, например 1:10 000000 не останется места и для него.

Генерализация проявляется в обобщении качественных и количественных характеристик объектов, замене индивидуальных понятий собирательными, отказе от частных и деталей ради изображения главных черт пространственного размещения.

Сам процесс генерализации во многом противоречив.

Некоторые элементы не могут быть показаны на карте по условиям пространства, но должны быть отражены на ней в силу своей содержательной значимости.

Пространственные соотношения объектов передаются верно, а геометрическая точность оказывается при этом нарушена.

В ходе генерализации происходит не только исключение деталей изображения, потеря информации, но и появление на карте новой обобщенной информации.

Процесс генерализации труднее других картографических процессов поддается формализации и автоматизации. Опыт показывает, что автоматизация картографической генерализации должна опираться на

интерактивные, диалоговые процедуры, обеспечивающие активное участие картографа.

2.3.2. Факторы генерализации.

Факторы определяют подходы к генерализации, ее условия и характер, полноту и подробность показа отдельных элементов. Факторами генерализации являются: масштаб карты; назначение; тематика и тип; особенности картографируемого объекта; его изученность; способы графического оформления карты.

Масштаб карты. Влияние масштаба проявляется в том, что при переходе от более крупного изображения к более мелкому сокращается площадь карты 1 см^2 на карте масштаба 1:1000 занимает 1 м^2 , а на карте 1:1 000000 – 1 мм^2 . Показать в мелком масштабе все детали и подробности, содержащиеся в более крупных масштабах не возможно, и поэтому неизбежны их отбор, обобщение и даже исключение. Одновременно с уменьшением масштаба увеличивается пространственный охват карты, что также сказывается на генерализации. Объекты, важные ориентиры, теряют свое значение на картах мелкого масштаба и подлежат исключению из их содержания.

Назначение карты. На карте показывают лишь те объекты, которые соответствуют ее назначению. Например, общегеографическая карта для преподавания в средней школе предназначена для демонстрации на классной доске и на ней сохраняют лишь самые важные элементы содержания (крупные города, реки, основные формы рельефа и т.д.). Их показывают крупными знаками, яркими цветами со значительным обобщением без излишней детализации, схематично. Аналогичная общегеографическая карта для справочных целей используется в настольном варианте и должна содержать максимум возможной для данного масштаба информации обо всех элементах содержания карты (о населенных пунктах, гидрографии, дорожной сети, рельефа и т.д.). Все элементы содержания изображаются точно, детально и с равной степенью подробности.

Тематика и тип карты определяют, какие элементы следует показать на карте с наибольшей подробностью, а какие можно более или менее обобщать или совсем исключать. Например, на геологических и почвенных картах очень важно детально изобразить гидрографию, так как она непосредственно связана с темой карты. Такие элементы ее содержания, как дороги, населенные пункты сильно обобщаются, они выполняют функцию ориентиров. Административные границы на таких картах не показываются совсем. На экономических картах, наоборот, необходимо подробно показать населенные пункты, пути сообщения и административное деление, а речную сеть можно дать обобщенно, сохранив лишь реки, пригодные для судоходства.

Карты разного типа также имеют разную генерализацию. Наиболее подробны аналитические карты инвентаризационного типа, а синтетические (например, карты районирования) наиболее обобщены и генерализованы.

Особенности картографируемой территории (или объекта). Влияние этого фактора сказывается в необходимости передать на карте своеобразие, примечательные характерные элементы объектов или территории. Например, в степных или полупустынных районах необходимо показать все мелкие озера, иногда даже с преувеличением, если они не «помещаются» в масштаб, - это очень важно для засушливых территорий. В тундровых ландшафтах, для которых характерно наличие тысячи мелких озер, многие из них можно исключить при генерализации, главное здесь правильно отразить общий характер озерности территории.

Принцип отбора содержания для всей карты должен быть один, но применять его следует с учетом характерных особенностей отдельных частей территории. Так если при отборе в густонаселенных местах населенных пунктов предусмотрено нанесение их до сельских советов включительно, то в горных и пустынных районах необходимо показать не только мелкие селения, но даже и временные жилища.

Решение вопроса что «характерно» и «типично», а что нет слишком субъективно. Его нельзя подвести под формальные критерии и решает это только картограф – составитель.

Изученность объекта. При достаточной изученности объекта изображение может быть максимально подробным для данного масштаба и назначения карты, а при нехватке фактического материала оно неизбежно становится обобщенным, схематичным. Фактор изученности тесно связан с качеством и полнотой источников, используемых для картографирования.

Оформление карты. Многоцветные карты позволяют показать большее количество знаков, чем карты одноцветные. Подбор фоновых окрасок, значков, штриховок позволяет отобразить большой объем информации без ущерба для читаемости. На одноцветной карте или с ограниченным набором красок необходима генерализация территории.

2.3.3. Виды и способы генерализации.

Генерализация выполняется в разных видах и формах, обычно все они присутствуют на карте одновременно в тесной комбинации. Основными являются:

1. Отбор и даже исключение изображаемых объектов.
2. Обобщение пространственных и содержательных характеристик, качественных и количественных показателей.

1. Отбор и даже исключение изображаемых объектов.

Отбор объектов – это ограничение содержания карты, т.е. на карту наносятся только объекты необходимые с точки зрения ее назначения, масштаба и тематики. Отбор производится с помощью двух количественных показателей: нормы отбора и ценза отбора.

Норма отбора – это норма представительства, количество сохраняемых на карте объектов, приходящихся на единицу площади. Нормы отбора

регулируют нагрузку карты. Норма отбора задается, например, так: «показать в тундровых ландшафтах не более 80 – 100 озер на 1 дм² карты». Такой критерий не является догмой, его размер зависит от особенностей картографируемой территории. Например:

- при переходе от топографических карт масштаба 1:200000 к картам масштаба 1:500000 норма нагрузки населенными пунктами в густонаселенных районах составляет 1/3;
- на менее заселенных территориях – 1/2;
- в районах с очень редким расселением – показывают все населенные пункты.

Ценз отбора - это ограничительный параметр, указывающий величину или значимость объектов, сохраняемых при генерализации. Примеры цензов:

- «сохранить на карте леса, имеющие площадь более 10 км²»;
- «показать все реки длиной более 1 см в масштабе карты»;
- «оставить при генерализации все районные административные центры».

Отбор содержания карты проводится не по отдельным элементам, а в совокупности. Невозможно проводить отбор дорожной сети в отрыве от населенных пунктов, или отбор рельефа без связи с гидрографией.

2. Обобщение пространственных и содержательных характеристик, качественных и количественных показателей.

Обобщение элементов – это упрощение очертаний изображаемых объектов линейных и площадных, но при обязательном сохранении особенностей характерных для этих объектов.

Обобщение очертаний означает снятие мелких деталей изображения, отказ от небольших изгибов контуров, спрямление границ и т.п. Это проявляется в сглаживании небольших извилин рек и береговых линий, исключении изгибов горизонталей, упрощении геологических границ, и т.п. При этом следят за тем, чтобы обобщение очертаний не было механическим, не сводилось к формальному сглаживанию. Генерализованное изображение непременно должно сохранять географически правдоподобный рисунок объекта, например морфологию побережья, типы эрозионного расчленения, характер складчатости. Некоторые, даже очень небольшие, детали сохраняются, если они типичны для объекта. Скажем, фьорды очень типичны для скандинавского побережья и их показывают даже в самых мелких масштабах.

Объединение контуров – означает группировку, слиянием контуров. Выделы на карте объединяются, во-первых, в результате обобщения качественных и количественных подразделений в легенде, а во-вторых, вследствие соединения нескольких мелких контуров в один крупный. Так, отдельные небольшие ареалы месторождений могут быть объединены в один ареал. Мелкие контуры леса объединяются в один общий контур, и его можно

обозначить условным знаком редкого леса или же мелкие контуры можно присоединить к крупному контуру и т.п.

Смещение элементов изображения связано обычно с обобщением очертаний и объединением контуров, при которых неизбежны небольшие сдвиги некоторых объектов относительно их истинного положения. Например, спрямление береговой линии и исключение мелких заливчиков приводит к тому, что ряд прибрежных поселков оказываются отодвинутыми от берега, тогда необходимо их сместить и придвинуть к морю. Смещение часто происходит при рисовке рельефа, когда укрупняют высоту сечения рельефа.

Утрирование распространенный прием обобщения в картографии. Для передачи характерных очертаний контурных элементов можно часть мелких деталей исключить, но за их счет несколько преувеличить другие, более характерные. Примерами могут служить небольшие, но характерные излучины рек, небольшие по площади выходы геологических пород, мелкие озера, характерные для озерных ландшафтов тундровой полосы, или засушливых степей. При механической разгрузке озер при уменьшении масштаба можно вообще получить из озерного края безводную равнину.

Обобщение качественных характеристик происходит за счет сокращения качественных различий объектов. Это достигается путем обобщения и укрупнения классификационных признаков, с переходом от простых понятий к сложным. Например:

- на топографических картах существуют условные знаки хвойного, лиственного и смешанного леса. На обзорных мелкомасштабных картах эти знаки заменяются единым условным знаком леса.
- многоколейные железнодорожные пути, при отображении в более мелких масштабах, изображаются единым знаком железной дороги.
- различные болота: проходимые, непроходимые, камышовые, кустарниковые и т.п. изображаются в мелком масштабе одним условным знаком болот или заболоченной местности.
- на геологических картах при переходе от крупных масштабов к более мелким обобщают стратиграфические подразделения: свиты и ярусы объединяются в отделы, затем отделы – в системы.
- на почвенных картах подвиды объединяются в виды, типы почв и т.д.

Важно отметить, что обобщение качественных характеристик картографируемого явления – это, прежде всего обобщение его классификации. Поэтому данный вид генерализации начинается с легенды карты, с перехода от вида к родам, от отдельных явлений – к их группам, от дробных таксономических единиц – к более крупным.

Обобщение количественных характеристик проявляется в укрупнении шкал, переходе от непрерывных шкал к более обобщенным ступенчатым, от равномерных – к неравномерным.

Примерами могут служить увеличение высоты сечения рельефа при генерализации топографических карт. Еще один пример обобщения количественных характеристик это укрупнение градаций картограмм. На картах, выполненных точечным способом, обобщение количественной характеристики проявляется в увеличении веса точки. Например, на карте животноводства одна точка изображает 500 голов крупного рогатого скота, а после генерализации – 1000 голов скота.

2.4. Использование карт.

Карты – одно из важных средств познания действительности. С их помощью решаются многие научные и практические народнохозяйственные задачи, связанные с планированием, строительством, рациональным использованием природных ресурсов и размещением производительных сил, обороной государства, освоением новых земель, поиском полезных ископаемых, изучением окружающей нас среды и ее мониторингом.

Многообразие приемов научного познания, прогноза явлений, анализа по географическим картам называют **картографическим методом исследований**.

Выделяют следующие основные приемы использования карт при картографическом методе исследования:

1. Визуальный анализ или зрительное исследование по картам отображаемых явлений. Целью является выявление наличия на карте исследуемых объектов и явлений, их свойств, особенностей их размещения и взаимосвязей. Результатом является качественное представление об изучаемой действительности.

2. Графические приемы анализа карт. Используют для отображения в наглядной форме каких-либо особенностей явлений, представленных на карте. К графическим приемам относится построение по картам профилей и разрезов, блок-диаграмм, графиков и т.д.

3. Картометрия и морфометрия. Картометрические работы включают в себя определение координат, расстояний, длин, высот, площадей, объемов и других количественных характеристик. Многие морфометрические показатели относительны. Они могут выражать соотношение между длинами и площадями, длинами и высотами, плотность явления и т.д.

4. Математико-статистический анализ, применяемый: для исследования по картам однородных явлений (урожайности, плотности населения и т.д.), их размещения и временных изменений, определяемых факторами с их неизвестной зависимостью;

для определения формы и тесноты связей между различными явлениями посредством корреляционных коэффициентов зависимости.

5. Преобразование карт для получения производных карт, предназначенных и удобных для конкретного исследования.

6. Картографическое моделирование, понимаемое как система создания, анализа и преобразования картографических произведений в пространственные модели реальных объектов, явлений и процессов.

Выявление характерных особенностей карты дает возможность оценить пригодность ее использования для решения какой-либо конкретной задачи. С этой целью карта предварительно подвергается анализу и оценке.

Анализ карты – это процесс всестороннего рассмотрения ее элементов и свойств в целях выяснения степени пригодности карты к использованию в конкретных целях.

Оценка карты осуществляется на основании ее анализа и является выводом о качестве карты.

Анализ общегеографических карт выполняется в следующей последовательности:

1. Выходные сведения картографического издания: заглавие; содержание; назначение; авторы; место и год выпуска; издательство; наименование организации, издающей карту; особенности оформления (число красок и т.д.).

2. Математическая основа: главный масштаб, картографическая проекция (название, свойства, искажения и т.д.).

3. Географическое содержание: гидрография, рельеф, растительность и грунты, социально-экономические объекты, политико-административное деление, культурно-экономические объекты, пути сообщения, надписи.

4. Элементы оснащения: легенды, масштаб, картографическая сетка, рамки, зарамочное оформление.

5. Элементы дополнительной характеристики территории: врезные карты, профили, текстовые данные.

6. Компонировка карты: расположение картографируемой территории, ее границы, средний меридиан и т.д.

3. Технология создания карт

3.1. Виды картографических технологий.

Создание топографических и тематических карт осуществляется следующими путями.

1. Проведение полевых топографических съемок, т.е. съемочно-картографических работ.

2. Камеральное составление карт по источникам.

Полевое топографическое картографирование выполняют государственные топографо-геодезические службы силами производственных подразделений. Топографические съемки во всех масштабах регламентируются стандартными положениями, руководствами и инструкциями.

Тематические съемки (геологические, почвенные, геоботанические и др.) ведут министерства, ведомства, научные организации. Они также выполняются по государственным и ведомственным инструкциям, определяющим требования к картам, их содержание и весь порядок ведения съемочных работ.

Топографические съемки на территории России выполняют в масштабах 1:25000, 1:10000, 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. Основные методы съемок - это стереотопографический и комбинированный. Результаты топографических съемок могут быть представлены в графической форме - это топографические планы и карты в цифровой форме - это цифровые модели местности.

Камеральное картографирование выполняется, как правило, в средних и мелких масштабах и состоит в обобщении крупномасштабных карт, синтезе источников в соответствии с содержанием и назначением создаваемой карты. Камеральное картографирование ведется по принципу от частного к общему. По картам крупных масштабов путем генерализации создаются карты более мелких масштабов в определенной последовательности.

3.2. Проектирование карт.

3.2.1. Основные этапы создания карт

Основные этапы при камеральном составлении карт следующие:

1. Редакционно-подготовительные работы – проектирование карты, разработка ее концепции, составление программы, подготовка всей необходимой документации. Этот этап завершается созданием проекта (программы) карты и включает следующие процессы:

- формулировка назначения и определение требований к карте;
- подбор, анализ и оценка источников для составления;
- изучение территории и особенностей картографируемых явлений;
- подготовка программы карты.

2. Составление карты, т.е. комплекс работ по изготовлению составительского оригинала карты. Составление выполняют в избранных проекции, компоновке, масштабе, принятой системе условных знаков с заданным уровнем генерализации. Данный этап включает такие процессы:

- подготовка и обработка источников;
- разработка математической основы карты;
- разработка содержания карты и легенды;
- техническое составление оригинала и проведение генерализации;
- оформление карты;
- редактирование карты и корректура на всех стадиях составления.

3. Подготовка к изданию и издание карты, размножение ее в печатной (полиграфической или компьютерной) форме. Они охватывают следующие процессы:

- изготовление издательских оригиналов для обеспечения полиграфических процессов;
- изготовление печатных форм и получение проб;
- печатание (тиражирование) карт;
- редактирование и корректура на всех стадиях подготовки и издания карты.

Все работы по созданию карты осуществляет коллектив специалистов. В нем картографы сотрудничают с геоинформатиками, специалистами по теме карты (геологами, экологами, географами), инженерно-техническими работниками, полиграфистами.

3.2.2. Картографические источники.

Картографические источники для создания карт - это разнообразные документы, по которым ведется составление карт. К ним принадлежат:

- астрономо - геодезические данные;
- картографические источники;
- кадастровые данные, планы и карты;
- данные дистанционного зондирования;
- данные непосредственных натуральных наблюдений и измерений;
- данные гидрометеорологических наблюдений;
- экономико-статистические данные;
- литературные (текстовые) источники;
- теоретические и эмпирические закономерности.

Астрономо - геодезические данные необходимы для создания координатной основы карты, для вычисления фигуры Земли и расчета параметров земного эллипсоида. К ним относятся результаты астрономических наблюдений, гравиметрических измерений, данные триангуляции и трилатерации. В последние годы для создания геодезических сетей широко привлекаются глобальные позиционирующие системы (ГПС). Их называют также системами спутникового позиционирования.

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

Картографические источники. Общегеографические карты служат основой для нанесения тематического содержания карт, они обеспечивают географическую достоверность картографирования. Топографические, обзорно - топографические карты - это надежные и достоверные источники, которые создают по государственным инструкциям, в стандартной системе условных знаков с определенными требованиями к точности.

Тематические картографические материалы - основной источник для составления тематических карт. К ним относятся результаты полевых тематических съемок (крупномасштабные планы, схемы, абрисы, маршрутные и стационарные съемки и т.п.), тематические карты разного масштаба и назначения, схемы землепользования, лесоустроительные планы. Тематические карты крупных масштабов всегда служат источниками для создания мелкомасштабных карт. Карты одной тематики часто используют при составлении карт смежной тематики.

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

Данные дистанционного зондирования получают в результате неконтактных съемок с летательных воздушных и космических аппаратов, судов и подводных лодок, наземных станций. Главные качества дистанционных изображений, особенно полезны для составления карт - это их высокая детальность, одновременный охват обширных пространств, возможность получения повторных снимков и изучения труднодоступных территорий. Данные дистанционного зондирования используют в картографии для составления и обновления топографических и тематических карт, картографирования малоизученных и труднодоступных мест. Аэро- и космические снимки служат для создания фотокарт. Кроме одиночных снимков в качестве источников используют стереопары, монтажи, фотосхемы, фотопланы, панорамные снимки и фотопанорамы, фронтальные (вертикальные) фотоснимки.

Данные натуральных наблюдений и измерений - важнейший фактический материал для составления любых тематических карт. Наблюдения подразделяются на точные, выполненные в отдельных пунктах, на скважинах и т.п., маршрутные - вдоль по избранному направлению (по профилю, дороге, реке и др.) и площадные, охватывающие всю изучаемую территорию. Особенно выделяют стационарные наблюдения, например на геофизических полигонах, биостанциях и т.п. Стационары существуют десятки лет. Данные

ряды наблюдений необходимы для картографирования динамики явлений и процессов.

Гидрометеорологические наблюдения. Для многих видов картографирования используют результаты наблюдений, проводимых на метеорологических, гидрологических и океанологических станциях и постах. Это данные регулярных измерений температуры, давления, осадков, солнечного сияния, ветра, облачности, гидрологического режима рек, озер, водохранилищ, физико-химических характеристик морских и океанических вод и др. Наблюдения ведутся в пунктах гидрометеорологической сети, равномерно распределенных по земному шару, с борта судов и с буев. Результаты измерений регулярно публикуются.

Экономико-статистические данные. При создании карт социально-экономической тематики основными источниками служат данные о состоянии промышленности, сельского хозяйства, транспорта, энергетики, финансов и других отраслей народного хозяйства, населения, образования, культуры, сферы обслуживания. К основным экономико-статистическим источникам принадлежат материалы государственной статистики и данные, публикуемые международными организациями (ООН). Специальные автоматизированные системы осуществляют сбор, хранение, обработку и распространение данных государственной статистики.

Текстовые источники – это геологические, исторические и др. описания, полученные в ходе непосредственных наблюдений или в процессе теоретических исследований. Отчеты экспедиций, монографические труды, статьи, содержащие фактический материал и теоретические положения, необходимые для истолкования многих других источников, привлекаемых при картографировании.

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 строят линии изотерм в труднодоступных высокогорных районах.

В зависимости от тематики и назначения создаваемой карты одни из источников выступают как основные, а другие оказываются дополнительными и вспомогательными.

Различают источники современные, отражающие нынешнее состояние картографируемого объекта, и старые, показывающие его прошлое состояние. Кроме того, источники подразделяют на первичные, получаемые в ходе прямых измерений и наблюдений, и вторичные, являющиеся результатом обработки первичных материалов. Первичные и вторичные источники различают по достоверности, точности, уровню обобщения, степени генерализации и др.

3.2.3. Анализ и оценка карт как источников

Анализ и оценка карт - это исследование их свойств и качества, пригодности для решения каких-либо задач, возможности служить источниками для картографирования. Основными критериями при этом выступают:

- оценка математической основы;
- научная достоверность карты и логичность построения легенды;
- полнота и современность содержания;
- геометрическая точность положения объектов в плане и по высоте;
- качество оформления карты;
- качество печати и др.

Оценка математической основы состоит в том, чтобы выяснить целесообразность принятого масштаба, пригодность используемой проекции с точки зрения величины и характера распределения искажений и, главное, возможность использования данной карты для количественных определений с заданной точностью.

В свою очередь, выбор масштаба и проекции должен отвечать географическому положению территории на земном шаре, назначению и тематике карты, условиям ее использования и т.д.

Все перечисленные требования неразрывно сопряжены друг с другом, приходится принимать во внимание многие факторы и даже эстетические критерии.

Оценка научной достоверности карты предполагает установление ее соответствия принятым научным концепциям. Это зависит от обоснованности принятых классификаций и правильного построения легенды; от соблюдения правил генерализации.

Кроме того, научная достоверность карты определяется принятой концепцией картографирования. Например, тектонические карты могут составляться или на основе геосинклинальной концепции, или теории литосферных плит — в результате получатся совсем разные изображения. При их оценке нужно учесть принадлежность автора к той или иной школе, новизну используемых им идей.

При оценке социально-экономических карт необходимо учитывать идеологическую направленность карт, влияние политических интересов составителя.

Оценка полноты и современности карты, прежде всего, касается объема информации, ее нагрузки. Главную роль здесь играют два фактора: изученность явления и назначение карты. Одному читателю карта может дать много информации, другому - мало. Все зависит от их целей, навыков работы с картой.

Современность карты характеризуется ее соответствием определенной дате, периоду, эпохе. Например, соответствие синоптической карты конкретному дню и часу.

С оценкой современности связана проблема определения степени старения карты. Разные элементы карты стареют по - разному: природные элементы - медленно, социально-экономические - быстро.

Многое зависит от степени освоения территории. Например, разработка нефтеносных месторождений или строительство гидростанции способны за один-два года полностью изменить облик местности.

Для определения степени старения топографических карт ведут специальное дежурство и составляют дежурные карты, фиксируя на них все изменения на местности - появление новых поселков, дорог, изменение административных границ, присвоение новых названий и т.п.

Для тематических карт старение происходит вследствие накопления новых знаний об объекте, изменения концепций (например, принципов районирования), проведения новых съемок.

Периодическое сличение с дежурными картами позволяет оценить современность данной карты и провести ее обновление.

Оценка геометрической точности карты характеризует величины погрешностей, возникающих при измерении по картам длин, площадей, углов и др. картографических характеристик. Эти погрешности появляются в результате совокупного влияния:

- погрешностей положения пунктов геодезической основы;
- искажений, вносимых картографической проекцией;
- погрешностей определения планового и высотного положения объектов и контуров на источниках;
- неточностей самого процесса картографирования;
- погрешностей генерализации.

Если известны значения каждой из погрешностей, то можно рассчитать среднюю квадратическую погрешность и принять ее в качестве показателя геометрической точности карты.

На практике такую оценку получают путем сопоставления данной карты с более крупномасштабной, аэро- или космическими снимками или с заведомо более точным источником.

Оценка качества оформления и издания карты начинается с выяснения ее наглядности, легкости восприятия и различимости знаков. Для визуального восприятия важно, чтобы все детали знаков, штриховок и расцветок были четки, хорошо различимы и соответствовали легенде. Для автоматического распознавания знаки должны хорошо контрастировать с фоном, а рисунок их был геометрически прост.

Вся совокупность обозначений на карте должна быть логична и хорошо отражать соподчиненность объектов. Содержательно-значимые объекты должны выделяться на фоне других по размеру, рисунку, интенсивности цвета.

Красиво оформленная и хорошо изданная карта привлекает к себе внимание и пробуждает интерес к ее содержанию. Поэтому особое значение приобретает гармоничность картографического произведения, т.е. единство

его композиции, соразмерность и уравновешенность всех элементов, согласованность целого и деталей.

Требование гармоничности обычно применяют к произведениям искусства, его трудно уложить в систему нормативов. Критерии эстетической оценки меняются в разные эпохи. Они формируются постепенно и зависят от общей культуры и опыта читателя, развитости его художественного вкуса, а главное - от понимания содержания и конкретного назначения картографического произведения.

3.2.4. Программа карты

При проектировании карты основное внимание уделяется созданию программы карты (редакционного плана), которая включает следующие разделы: назначение карты; математическая основа; содержание карты; способы изображения и оформления; принципы генерализации; информационная база, источники и указания по их использованию; географическая характеристика территории; технология изготовления карты. Исходным моментом для разработки программы служит задание на карту, в нем указывается ее название, масштаб территория и назначение. Отсюда вытекают требования к проектируемой карте.

Разработка содержания карты предусматривает:

- 1) формулировку общих принципов картографирования;
- 2) определение конкретных элементов содержания;
- 3) выбор способов их качественной и количественной характеристики.

В программе конкретно указываются *способы изображения* и оформления каждого элемента содержания, градации шкал, цвета и оттенки цвета, шрифты и размеры надписей и др. Разрабатываются образцы оформления типичных участков. Разработка способов изображения и оформления карт называется ***картографическим дизайном***. Привлечение методов компьютерной графики повышает эстетические качества и выразительность карт.

Указания по генерализации дают с учетом назначения и характера использования карты. Соответственно определяют цензы и нормы отбора. Генерализация находится в тесной связи с особенностями территории, поэтому в программу включают краткое географическое описание и районирование территории. Это позволяет обосновывать параметры генерализации.

Особое внимание в программе занимают *оценка источников и указания по их использованию*. Программа должна содержать конкретный перечень источников, характеристику их надежности и доступности, последовательность использования.

Особое внимание уделяется приемам и способам изображения информации на слабоизученных территориях.

В заключительном разделе программы карты регламентируются *технические приемы* составления и издания, используемые технологии и программное обеспечение.

Программа содержит ряд приложений:

1. Макет компоновки карты. Отражает взаимное расположение основных частей карты — картографического изображения, элементов оснащения, дополнительных карт, профилей, диаграмм и т.п.;
2. Легенду карты, содержащую условные знаки, шрифты, применяемые на карте.
3. Схему районирования.
4. Схему использования картографических источников. Иногда выполняют две схемы для основных источников и дополнительных.
5. Макеты генерализации карты:
 - а) макет гидрографии;
 - б) макет населенных пунктов;
 - в) макет путей сообщения;
 - г) орографическую схему основных форм рельефа;
 - д) макеты элементов специального содержания.
6. Образцы оформления карты.

Кроме того, к программе прилагаются: списки всех используемых картографических материалов и других источников, перечень всех географических объектов (рек/озер, населенных пунктов и т.д.), подлежащих отображению на карте.

В разработке программы, в частности тематических карт, наряду с картографами участвуют географы и другие специалисты по теме карты и по картографируемой территории. Такое сотрудничество обеспечивает высокое качество программы и успешное ее претворение в жизнь при создании карты. Ведущий инженер-картограф, отвечающий за весь процесс реализации программы и претворения ее содержания в карту, является ее редактором.

3.3. Составление и оформление карт.

Прежде всего проводят подготовку источников. При необходимости выполняют масштабирование, изменение проекции или даже системы координат, преобразование классификаций легенды. Проводят обработку таблиц и текстовых материалов. Определяют, что и в каком порядке будет наноситься с источников на составляемую карту.

При подготовке математической основы необходимо:

- а) вычислить координаты точек пересечения меридианов и параллелей;
- б) вычислить координаты углов внутренней рамки карты;
- в) построить картографическую сетку (сеть меридианов и параллелей) и рамки карты;
- г) нанести опорные пункты;
- д) проверить построение математической основы.

При построении математической основы карты применяют специальные приборы и инструменты: линейку Дробышева; штангенциркуль; координатограф; нормальную (женевскую) линейку; набор лекал.

Следующий процесс составления - это составление легенды. В основу ее кладут ту или иную классификацию картографируемых явлений, устанавливают вид и размер знаков градации и цветовую гамму шкал, выбирают фоновые окраски, вид шрифтов и т.п. Легенда организует все содержание карты, определяет состав изображаемых элементов, определяет детальность качественных и количественных характеристик.

Далее приступают к нанесению на математическую основу содержания карты. При составлении тематической карты в первую очередь наносят общегеографические элементы в облегченном виде - береговую линию, гидрографическую сеть, населенные пункты, административные границы, дороги, иногда рельеф.

Далее приступают к нанесению на основу тематического содержания одним из существующих способов.

Для составления карт применяются следующие способы:

- 1) фотомеханический;
- 2) с помощью проектора;
- 3) составление по клеткам;
- 4) пантографирование;
- 5) при помощи пропорционального циркуля;
- 6) компьютерное составление;
- 7) аэрокосмические методы.

Сущность *фотомеханического способа* состоит в следующем. Картографический материал фотографируется в нужном масштабе и с полученного негатива изготавливают на чертежной бумаге копию бледно - синего цвета. Если картографические проекции картматериала и составляемой карты различны, то выполняется трансформирование изображения картоисточника. Полученную копию монтируют на подготовленный оригинал карты, содержащий математическую основу.

Для составления карт можно применять оптические приборы типа эпископ и диаскоп. Эпископ служит для проектирования изображения на экран. Диаскоп служит для проектирования изображения на экран с прозрачного материала. Масштаб проектируемого изображения устанавливают изменяя расстояние от экрана до объекта и от объекта до картисточника.

Оптическое проектирование изображения производится на составительский оригинал отражением с карт источника или на просвет с негатива или диапозитива.

Техника *составления по клеткам* проста и не требует никаких специальных приспособлений. Картисточник и составительский оригинал разбивают на клетки. Размеры сторон клеток на составительском оригинале 3-5 мм. Их размер на картисточнике зависит от степени его уменьшения. В пределах каждой клетки рисунок с картисточника на составительский оригинал

переносят на глаз. Процесс составления очень трудоемкий и применяется в исключительных случаях:

- а) когда проекция картосточника и составляемой карты резко отличаются и нет возможности провести трансформирование;
- б) при наличии большой и неравномерной деформации картосточника;
- в) когда часть элементов содержания карты (например, гидрография, населенные пункты, дороги) нанесена с одного материала, а другая часть (например, рельеф) составляется по другим материалам.

Пантографирование производится с помощью пантографа. Этим методом можно получить уменьшенное или увеличенное изображение картосточника. Пантограф применяется, когда проекции карт источника и новой карты одинаковы. Установив и выверив пантограф, под его обводной шпиль укладывают рисунок, предназначенный к перерисовке, а под карандаш — подготовленную основу карты. Рисунок и оригинал взаимно ориентируют и обводным шпилем обводят контуры на картосточнике, а карандаш в это время рисует на оригинале изображение этого контура.

Пропорциональный циркуль применяют для перенесения отдельных элементов с карт с источника на составляемую карту. Пропорциональный циркуль состоит из двух циркульных ножек, соединенных между собой подвижным шарниром таким образом, что в обе стороны от шарнира образуются циркули – измерители.

Шарнир движется в прорезах ножек и может быть закреплен в любом месте. Передвигая шарнир можно получить любое соотношение линий ad и AB , т.е. переносить изображение в любой масштаб.

При компьютерном составлении предварительно вычисляется или сканируется географическая основа. Затем она выводится на экран в укрупненном масштабе, на нее накладывают тематическую информацию с имеющихся картосточников.

содержания изображают сразу в принятой легенде. Одновременно на карте размещают надписи, следя за тем, чтобы они хорошо соответствовали элементам содержания.

В процессе составления карты ведется генерализация изображения и *согласование элементов содержания*, которое предполагает учет разных географических закономерностей и взаимосвязей (зональных, гипсометрических, структурно-геологических, ландшафтных), увязку элементов содержания вдоль границ, природных рубежей и структурных линий.

Составление карты чаще всего выполняют не только картографы, но и специалисты по теме карты. Они готовят и представляют исходные материалы, которые затем подвергаются картографической обработке.

Различают следующие виды авторских и составительских документов:

Авторский эскиз — первоначальный набросок, отражающий общую идею карты и легенды. Он выполняется схематично, без соблюдения некоторых картографических правил, с возможными отступлениями от принятых условных знаков.

Авторский макет - карта, выполненная на географической основе и точно передающая содержание, но составленная не в строгом соответствии с техническими требованиями графического изображения.

Авторский оригинал - рукописная карта, выполненная в полном соответствии с легендой, с необходимой точностью, полнотой и детальностью.

Составительский оригинал - точный и полный по содержанию оригинал карты, составленный с учетом всех правил и требований и с высоким графическим качеством. Составительский оригинал выполняется на пластике или ватмане, наклеенном на алюминий или авиационную фанеру. Составительский оригинал содержит штриховые элементы карты. Фоновая окраска не дается за исключением зеркала вод, которое закрашивается голубым цветом. Штриховые элементы и надписи вычерчиваются цветами, принятыми для издания карты, только синий цвет заменяется зеленым.

На всех этапах составления карты осуществляется редактирование, т.е. руководство и контроль за всеми процессами создания карты.

Редактор карты следит за правильным построением математической основы, точным нанесением и взаимным согласованием элементов содержания и географических названий, правильным применением условных знаков и способов оформления, соблюдением правил генерализации.

3.4. Подготовка к изданию и издание карт.

Если карта остается рукописной, т.е. она не подлежит изданию (размножение печатанием в картографическом производстве), то процессами проектирования и составления ограничивается весь объем работ по ее созданию. Но если оригинал карты подлежит изданию, то возникает необходимость в осуществлении еще одного этапа работ — подготовки карты к изданию. Это диктуется тем, что составленные первоначальные оригиналы не всегда удовлетворяют специальным требованиям полиграфического производства, направленным в первую очередь на создание качественных печатных форм. Создание издательских оригиналов карт, учитывающих технологические требования полиграфического производства, определяет сущность этого этапа.

Издание карты завершает весь цикл работ по ее созданию от начального замысла до его воплощения в жизнь в виде готовой изданной карты.

Первичный составительский оригинал карты представляет собой карту, на которой элементы содержания представлены штриховым рисунком в цвете.

Так как при создании карты используется несколько издательских оригиналов, а по ним изготавливается столько же печатных форм, то проверка их взаимной согласованности и качества воспроизведения осуществляется посредством *штриховых проб* — совмещенных оттисков с этих печатных форм. Для передачи постепенных, плавных переходов от светлых (слабых) тонов одного цвета к насыщенным (более интенсивным) тонам (например, при отмывке рельефа) выполняют полутоновый оригинал карты.

Фоновая расцветка карты, как уже отмечалось, не производится на составительском оригинале. Оттиск штриховой пробы с фоном, раскрашенной акварелью в цветах, которыми должна быть отпечатана карта, называется *красочным оригиналом*. Красочный оригинал служит образцом для подбора фоновых расцветок печатающейся карты. Он также используется для выполнения красочных макетов, способствующих изготовлению печатных форм фоновых красок.

Подготовка карты к изданию (изготовление штриховых издательских, красочного и полутонового оригиналов и печатных проб) завершается печатанием *красочной пробы* — совмещенного оттиска, полученного со всех штриховых, полутоновой и фоновых печатных форм. Красочная проба дает представление об окончательном виде карты, который она будет иметь после ее издания. Красочная проба является эталоном при печати и приемке изданных карт.

Фотографированием со всех издательских оригиналов получают негативы, используемые для изготовления печатных форм. Они создаются путем перенесения рисунка с оригинала карты на поверхность печатной формы. Печатание на бумаге, пластике или другой основе осуществляется посредством оттиска на ней печатной формы, заранее покрытой краской.

В картоиздании в зависимости от строения печатной формы печать может быть плоской, глубокой и высокой.

Плоская печать является в настоящее время основным способом печати в картоиздании. Ее название происходит от того, что как печатающие, так и пробельные элементы печатающей формы лежат в одной плоскости. Лист алюминия или цинка покрывают светочувствительным слоем. Он экспонируется с наложенным на него негативом рисунка карты. Под воздействием света точки, линии, площади рисунка карты на печатной форме сильно воспринимают жирную типографскую краску и становятся невосприимчивыми к воде (ее отталкивают). Пробельные места (не занятые рисунком) печатной формы в результате экспонирования и последующей химической обработки воспринимают воду, но не воспринимают краску.

При глубокой печати на пластину (из латуни, меди, стали), покрытую светочувствительным составом, фотографическим путем переносят рисунок карты, который химически вытравливается, и в полученные углубления закатывают краску. Печатную форму покрывают листом бумаги, которая под влиянием прессы несколько вдавливаются в углубления, залитые краской, и воспринимает таким образом рисунок карты.

При высокой печати на печатной форме из металла или линолеума рисунок делают выпуклым. Рельефные элементы формы покрывают краской, углубленные места не закрашены. При печатании краска с выпуклых элементов формы переходит на бумагу, передавая рисунок; пробельные места (промежутки) остаются незакрашенными. Высокая печать применяется в основном для печатания текста.

Как известно, при непосредственной печати (контактной) оттиск на бумаге воспроизводит зеркальное отображение рисунка.

Офсетный способ печати, при котором краска сначала передается с печатной формы на промежуточную поверхность резинового полотна ротационного валика, а затем с нее на бумагу, дает возможность получить прямое изображение карты. Печатная форма в ротационных (В переводе с латинского языка «ротация» — круговращение) офсетных машинах укрепляется на формном цилиндре. На офсетном цилиндре натянута резина, а на другом цилиндре прикреплен лист бумаги для получения оттиска прямого изображения карты. На печатную форму в процессе печатания наносится краска из красочного аппарата, которая последовательно при взаимодействии (соприкосновении) цилиндров переходит с формного на офсетный и с него на печатный цилиндр, на котором прикреплен лист бумаги (будущая карта). Самонакладчик подает бумагу на печатный цилиндр и после восприятия краски снимает с него и укладывает в самоприемник.

Современные *офсетные машины* осуществляют печатание несколькими красками, что устраняет необходимость пропускать каждый лист бумаги через несколько машин, каждая из которых наносит на карту только одну краску. Такие машины имеют производительность от 4000 до 7000 оттисков в час. Печатные формы на офсетных машинах годны для получения от 15 000 до 100 000 оттисков.

3.5. Компьютерные технологии создания карт.

3.5.1. Общее понятие

На современном этапе развития картографического производства в процессе составления и подготовки карт и атласов к изданию широко используются компьютерные программные и аппаратные средства, позволяющие значительно повысить качество выпускаемой картографической продукции и снизить ее себестоимость.

В наши дни информатизация коснулась всех сторон жизни общества: промышленности, сельского хозяйства, науки, культуры, образования. Картография, как наука об отображении и исследовании явлений природы и общества посредством картографических изображений является одной из тех областей, в которых внедрение компьютерной техники привело к значительным изменениям технологий.

Возникло новое явление в картографии - компьютерная картография, которое объединило в себе различные направления: геоинформационное картографирование, цифровое картографирование, трехмерное моделирование, интернет-технологии, компьютерные издательские системы и т.д.

Появлению новых технологий в области составления и подготовки к изданию карт способствовали в первую очередь следующие достижения научно-технического прогресса:

- создание персональных ЭВМ, достаточно мощных для работы с большими объемами графических данных;

- разработка программных средств, позволяющих вести комплексные составительско-оформительские работы;
- развитие сканирующей техники, появление цветных и большеформатных сканеров;
- создание и совершенствование фотонаборных комплексов, способных осуществлять вывод высококачественных цветоделенных фотоформ из различных графических пакетов;
- развитие средств оперативной полиграфии (принтеры, копировальные аппараты, ризографы).

Применение компьютерных методов позволяет значительно упростить и формализовать целый ряд приемов выполнения графических работ. Так, за последние годы существенно изменился инструментарий картографа. Вышли из употребления такие чертежные материалы и принадлежности, как: тушь, краски, чертежные бумаги и пластики, линейки и трафареты различного типа и назначения, чертежные перья и ручки, рейсфедеры, кисти и другие традиционные чертежные инструменты и приспособления. Их функции успешно выполняют вычислительная техника, специализированные программные средства и высокопроизводительное оборудование. Картограф, владеющий приемами компьютерной графики, может оперативно выполнять сложные картосоставительские работы с высоким графическим качеством.

С внедрением компьютерной технологии объединились процессы составления, оформления и ввода сеток и заливок. Тем самым устранено дублирование графических работ, присущее традиционной ручной технологии. Компьютерные издательские системы позволяют на одном рабочем месте проводить полный цикл работ по созданию оформительского и издательского оригиналов карты с возможностью внесения исправлений в компьютерный оригинал карты без ухудшения его качества.

Современные средства оперативной полиграфии обеспечивают издание карт небольшими тиражами в короткие сроки. Для подготовки карт к тиражированию офсетным способом применяется специализированное оборудование - фотонаборные автоматы и системы прямого экспонирования печатных форм. Фотоформы и печатные формы, полученные с применением лазерных технологий, имеют очень высокое полиграфическое качество. При этом исключаются многочисленные процессы копирования на пластиках.

Преимуществами компьютерных технологий являются: прежде всего высокие точность и качество графических работ, разнообразнейшие оформительские возможности, значительное увеличение производительности труда и снижение производственных затрат, повышение полиграфического качества картографической продукции. Поэтому составление и подготовку карт к изданию необходимо выполнять путем комплексного использования средств компьютерной картографии.

Для хранения и отображения картографической информации в цифровом виде могут использоваться два принципиально различных метода представления графических изображений: растровый (точечный) и векторный.

Растровое изображение представляет собой матрицу элементов - пикселей. Каждый пиксел характеризуется размером, тоновым значением, глубиной цвета и позицией. Редактирование растровых изображений заключается в изменении цвета определенной группы пикселей, тем самым достигается изменение формы объектов (рис. 27, а).

Наиболее часто растровые изображения получают путем сканирования оригиналов (фотографий, слайдов, рисунков) и используются затем в оформлении картографических произведений. Основными достоинствами растровой графики является легкость автоматизации ввода изобразительной информации и фотореалистичность. Недостатками - большие объемы файлов, невозможность увеличения размеров изображения без потери информации.

В картографии широко используются растровые копии картографических материалов (отсканированные бумажные карты), такие изображения служат картографической основой для ведения составительско-оформительских работ, являющихся по сути своей преобразованием растровых данных в векторные - векторизацией.

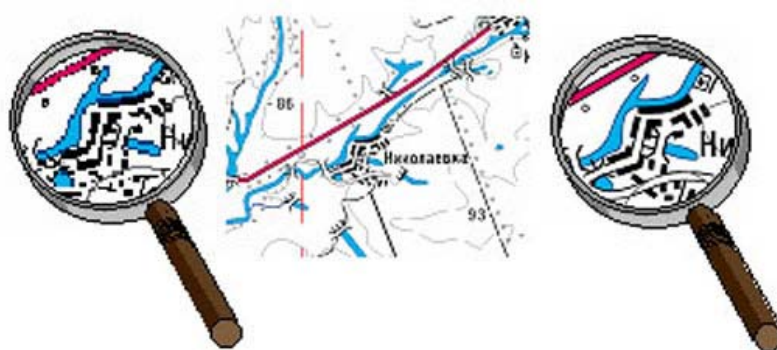


Рис. 27. Методы представления графических изображений.
а - растровое представление; б - векторное представление

В векторном представлении изображения строятся с помощью математических описаний объектов (так называемых примитивов), в качестве которых могут выступать линии, дуги, окружности, кривые Безье, текст и т.п. Векторную графику называют также "объектно-ориентированной", так как файл изображения формируется из дискретных, не связанных между собой элементов изображения, размеры, форма и цвет которых могут быть независимо друг от друга изменены быстро и без потери качества (рис. 27, б). Практическими преимуществами векторного представления являются сравнительно небольшой объем файлов, независимость от разрешения устройства вывода и удобство редактирования.

Следует отметить, что каждый векторный редактор сохраняет данные в своем внутреннем формате, поэтому изображение, созданное в одном векторном редакторе, как правило, неконвертируется в формат другой программы без погрешностей.

В структуре компьютерных карт преобладает векторная форма представления изображений, на основе векторных объектов создаются все элементы карты (за исключением полутоновых иллюстраций и отмычки рельефа).

3.5.2. Функциональные возможности программного обеспечения

Среди большого многообразия программных средств наибольшее применение в области картоиздания находят следующие программы: векторные и растровые графические редакторы, программы верстки, векторизаторы, программы просмотра цветоделенных файлов, текстовые процессоры, системы автоматизированного проектирования (САПР) и геоинформационные системы (ГИС). Каждый из перечисленных типов программных средств занимает особое место в технологическом процессе составления и издания карт.

Основу программного составительско-издательского комплекса составляют векторные и растровые графические редакторы, которые не имеют картографической направленности, но включают в себя большой набор инструментальных средств, позволяющих создавать картографические изображения высокой сложности.

Широко распространенное в картографической сфере программное обеспечение ГИС и САПР не обладает развитыми издательскими функциями и поэтому картографические материалы, созданные в среде таких программ могут использоваться для вывода тиражом несколько экземпляров, или просматриваться на экране мониторе. Для подготовки таких картографических материалов к тиражированию офсетным способом необходима определенная доработка в среде издательских программ.

Векторные графические редакторы предназначены для создания и обработки векторных изображений, которые в дальнейшем могут использоваться для полиграфической печати, мультимедийных приложений и сети Internet.

Лидирующие позиции среди программ данного типа занимают: Adobe Illustrator, CorelDraw и Macromedia Free Hand. Следует отметить, что данные три программы полностью удовлетворяют всем требованиям и могут использоваться при составлении и подготовке картографических произведений к изданию.

Среди программ обработки растровой графики на протяжении многих лет бесспорным лидером по числу продаж является Adobe Photoshop, который представляет собой профессиональный инструмент для обработки и ретуши фотографических изображений, создания оригинальных битовых иллюстраций, выполнения цветоделения. Встроенный механизм многослойности позволяет создавать сложные коллажи; поддержка цветовых каналов дает возможность выполнения качественной цветовой и тоновой коррекции.

В картографии программа Adobe Photoshop может использоваться при подготовке отсканированной основы (трансформировании растра, сшивке

фрагментов, цветовой и тоновой коррекции) для последующей векторизации, оформлении отмывки рельефа и при оформлении обложек для карт и атласов и создании различных иллюстраций.

Программы верстки предназначены для размещения текста и изображений и имеют наиболее удобные инструменты форматирования больших текстовых массивов. Данный тип программ, применяется в картографии для создания многостраничных текстовых документов (указателей географических названий, списков объектов и т.п.) и тем самым функционально дополняют программы векторного графического дизайна. Наиболее применяемые пакеты верстки - Adobe PageMaker и QuarkXPress.

3.5.3. Технологическая схема создания и подготовки к изданию карт и атласов с применением компьютерной техники

С внедрением компьютерных технологий в картографическое производство во многом изменились перечень и содержание технологических этапов создания картографической продукции.

В традиционной технологии производственные работы по созданию и подготовке карты к изданию обычно осуществляются в следующих производственных подразделениях: редакция, техническая редакция, составительское, оформительское, ретушерное, копировальное, пробопечатное и фотоотделения, участок фотонабора. С ликвидацией процессов ручного фотонабора, ввода сеток и заливок, фотопроцессов полностью ликвидируются и соответствующие производственные подразделения. Объединение составительских и оформительских этапов и изменение способов их ведения, ликвидация копирования на пластике частично изменяет функции картосоставительского и копировального отделений. Появляются новые процессы: сканирование, электронный фотовывод, и, как следствие, неизбежно появление соответствующих производственных участков.

Рассмотрим подробнее содержание каждого из технологических этапов.

Редакционно-техническая подготовка включает в себя:

1. подготовку редакционно-технических указаний;
2. разработку графиков тонового оформления, которые представляют собой электронную библиотеку цветов;
3. разработку общей технологии работ;
4. изготовление макетов отбора содержания карты, компоновки, тематического содержания и других, необходимых для конкретного картографического произведения документов;
5. задание на подготовку компьютерных условных знаков и шрифтов и на создание образца оформления.

Вся документация ведется в электронном виде в текстовых редакторах, как правило, в программе Microsoft Word. Графики тонового оформления и все необходимые макеты создаются в тех векторных графических пакетах,

которые затем будут использоваться для составительско-оформительских работ.

Параллельно и во взаимосвязи с редактором и техническим редактором художником-дизайнером проводится подготовка дизайн-проекта художественного оформления картографического произведения.

После получения задания на разработку компьютерных условных знаков в программе графического векторного дизайна выполняются следующие работы:

1. Поиск хранящихся в созданных ранее библиотеках условных знаков и шрифтов необходимых элементов оформления или создание новых условных знаков с внесением их в библиотеку.
2. Разработка иерархической структуры слоев и стилей, создание электронного шаблона карты или страницы атласа, содержащего единые элементы оформления: обрезные кресты, линейный масштаб, условную сетку и т. д.
3. Создание образца оформления фрагмента карты или страницы атласа (в том случае если карта создается впервые).

После завершения подготовительных работ компьютерные условные знаки проходят стадию утверждения и последующее внесение изменений является крайне нежелательным.

Исходными материалами для создания карты могут являться: тиражные оттиски; авторские оригиналы; расчлененные позитивы; цифровые материалы в векторном и растровом виде; фотографии, слайды и различные иллюстрации.

Полученные в результате сканирования цифровые изображения передаются в программу обработки растровых изображений, в которой выполняется цветовая, тоновая, яркостная коррекция, изменение контраста, индексация цвета, устранение шумов, подчеркивание контуров.

Материалы для художественного оформления карты (фотографии, иллюстрации, слайды и т.п.) сканируются с необходимым разрешением или импортируются в цифровом виде из коллекций на компакт-дисках и из ресурсов интернет. В программе обработки растровых изображений выполняются цветовая, тоновая, яркостная коррекция, изменение контраста, художественная ретушь, применяются разнообразные художественные специальные эффекты.

После завершения сканирования картографических материалов необходимо произвести геометрическую коррекцию полученного растрового изображения и сшивку фрагментов (в случае, когда формат сканера меньше формата сканируемого материала).

Следует отметить, что в полученные в процессе сканирования цифровые изображения, как правило, имеют искажения метрики из-за погрешностей сканирования или низкого качества самих исходных материалов (заломы, неровности, ветхость). Если такие искажения могут быть устранены путем линейных преобразований (масштабирование, сдвиг, разворот), то

геометрическая коррекция и сшивка фрагментов может успешно выполняться в программе Adobe Photoshop.

В тех случаях, когда полученные сканы имеют нелинейные искажения или когда необходимо осуществить преобразования картографических проекций, то требуется применение специальных алгоритмов трансформации растра, которые не поддерживаются издательскими программами.

Оформление различных текстовых материалов (списков объектов, указателей географических названий) производится в программах верстки. Формирование списка названий осуществляется в полуавтоматическом режиме по следующей методике:

1. Выборка необходимых названий при помощи системы стилей в пределах заданного квадрата и передача их через буфер обмена в программу с функциями автоматической сортировки (например, текстовый редактор Microsoft Word).
2. Присвоение названиям выбранной группы соответствующего индекса.
3. Автоматическая сортировка текстового массива.
4. Редактирование полученного списка.
5. Экспорт данных в программу верстки.

Корректурa и редакционный просмотр производятся по распечатке, выполненной на струйном или лазерном принтере. Обычно достаточно двух - трех корректурных оттисков (большее число оттисков свидетельствует о нарушениях в технологическом процессе), единичные замечания принимаются корректором на экране монитора. Также принтерные оттиски служат основой для создания макетов специального содержания.

После завершения оформления карты или атласа производится монтаж страниц на печатный лист с учетом формата фотонаборного автомата.

С изготовленных фотоформ после проверки качества изготавливаются печатные формы, и на пробопечатном станке осуществляется печать красочных оттисков для утверждения в Контрольной редакции.

4. Карты в землеустройстве и кадастрах

Кадастровые карты представляют собой составленные на единой картографической основе тематические карты, которые создаются и поддерживаются в электронном цифровом, аналоговом графическом и ином виде. Кадастровые карты могут создаваться в виде отдельных карт, тематических серий, а также входить в состав одностомных или многостомных атласов (альбомов). Вид и формат кадастровых карт выбирается исходя из условий их использования.

Содержание кадастровых карт составляют элементы топографического и кадастрового содержания. При создании кадастровых карт элементы топографического содержания отображаются в соответствии с условными знаками, принятыми в установленном порядке для картографической основы, а элементы тематического (кадастрового) содержания – в соответствии с условными знаками, устанавливаемыми Роснедвижимостью.

В качестве картографической основы могут использоваться цифровые ортофотопланы или разгруженные топографические карты.

При использовании в качестве картографической основы ортофотопланов, она может дополняться специальным информационным слоем, на котором отображаются названия географических объектов (названия рек, озер, живых урочищ, населенных пунктов и др.), а также адреса (номера домов, названия улиц, площадей и т.п.).

При использовании в качестве картографической основы топографических карт, элементы топографического содержания показываются выборочно, выбираются долговременные объекты, легко опознаваемые на местности в качестве ориентиров, а также объекты, дающие представления о географических особенностях территории. К ним относятся в первую очередь населенные пункты, постройки и сооружения, имеющие значение ориентиров, транспортные магистрали, элементы гидрографии (реки, ручьи, озера и т.п.), отдельные элементы рельефа (балки, овраги и т.п.), элементы растительного покрова (лес, кустарник, болота и т.п.), виды угодий (пашня, сенокосы, пастбища, сады, виноградники, ягодники и т.п.), подписи названий объектов и (или) характеристик объектов.

Значение масштаба кадастровой карты определяется органом кадастрового учета в зависимости от территориального охвата и особенностей картографируемой территории.

Для кадастровых карт масштабов 1:1 000 000 и крупнее используется картографическая основа, составленная в проекции Гаусса-Крюгера. Для кадастровых карт масштабов мельче 1:1 000 000 выбирается оптимальная картографическая проекция с точки зрения задач, для решения которых создается данная карта.

Кадастровые карты создаются в государственной и местных системах координат, перечень которых, на территорию картографирования, а также значение масштабов картографической основы, определяются Роснедвижимостью.

Кадастровые карты подразделяются на дежурные, публичные и справочные. **Дежурные кадастровые карты** создаются и ведутся исключительно органом кадастрового учета в процессе внесения им в государственный кадастр недвижимости сведений о недвижимом имуществе (земельные участки, здания, сооружения, объекты незавершенного строительства) и сведений, которые отражаются в государственном кадастре недвижимости. Дежурные кадастровые карты, как правило, создаются и ведутся в электронном виде. Состав сведений: границы единиц кадастрового деления; государственная граница Российской Федерации; границы между субъектами Российской Федерации; границы муниципальных образований; границы населенных пунктов; границы зон с особыми условиями использования территорий; границы земельных участков; контуры зданий, сооружений, объектов незавершенного строительства на земельных участках; границы территориальных зон; пункты опорной межевой сети; номера контуров границ земельных участков (если границы таких земельных участков представляют собой совокупность нескольких замкнутых контуров); границы частей земельных участков.

Публичные кадастровые карты – карты, содержащие общие сведения о границах территорий и иные сведения, необходимые для ориентирования органами государственной власти, органами местного самоуправления, юридическими лицами и гражданами, в границах кадастрового квартала, района, округа в целях получения информации, содержащейся в государственном кадастре недвижимости. Публичные кадастровые карты создаются органом кадастрового учета. По договору с органом кадастрового учета подготовку публичных карт могут осуществлять иные лица. Публичные кадастровые карты могут создаваться в электронном, цифровом, аналоговом графическом и ином виде, как в форме отдельных карт на определенную территорию охвата, так и комплектом карт в форме альбома. Публичные кадастровые карты создаются на основе сведений дежурных кадастровых карт и иных сведений, включенных в государственный кадастр недвижимости, и размещаются на информационных стендах и официальных сайтах органа кадастрового учета в сети «Интернет», а также распространяются в форме печатных изданий (альбомов, атласов). Издание карты, альбома, атласа, или размещение кадастровой карты на информационном стенде или на официальном сайте в сети «Интернет» является публикацией публичной кадастровой карты. Публичные кадастровые карты создаются на картографической основе в масштабе удобном для их использования, размещения в альбомах, атласах, на информационных стендах и официальном сайте в сети «Интернет» органа кадастрового учета. По территориальному охвату публичные кадастровые карты подразделяются на карты: населенных пунктов; муниципальных образований; субъектов Российской Федерации; кадастрового района; кадастрового округа; Российской Федерации.

Состав сведений: границы единиц кадастрового деления; государственная граница Российской Федерации; границы между субъектами Российской Федерации;

Федерации; границы муниципальных образований; границы населенных пунктов; границы зон с особыми условиями использования территорий; границы земельных участков; контуры зданий, сооружений, объектов незавершенного строительства на земельных участках; номера единиц кадастрового деления; кадастровые номера земельных участков, зданий, сооружений; виды объектов недвижимости (земельные участки, здания, сооружения, объекты незавершенного строительства).

Сведения публичных кадастровых карт обновляются не реже, чем ежегодно. Периодичность актуализации (обновления) сведений публичных кадастровых карт устанавливается органом кадастрового учета.

Справочные кадастровые карты – это карты, создаваемые на основе дежурных кадастровых карт и иных сведений, включенных в государственный кадастр недвижимости, не относящиеся к публичным кадастровым картам. Справочные карты могут создаваться: в качестве приложения к кадастровой справке об объектах недвижимости, расположенных на территории, указанной в запросе территории, при необходимости графической иллюстрации; для предоставления в порядке, определенном соглашениями об информационном взаимодействии с органами государственной власти и органами местного самоуправления о предоставлении кадастровой карты территории субъекта Российской Федерации или территории муниципального образования; в целях обеспечения аналитической работы органа кадастрового учета. Справочные кадастровые карты создаются органом кадастрового учета. По договору с органом кадастрового учета подготовку справочных карт могут осуществлять иные лица. По территориальному охвату справочные кадастровые карты подразделяются на карты: населенных пунктов; муниципальных образований; субъектов Российской Федерации; кадастрового квартала или нескольких смежных кадастровых кварталов; кадастрового района; кадастрового округа; Российской Федерации. Справочные кадастровые карты могут содержать сочетания различных сведений, содержащихся в реестре объектов недвижимости, например: отображение земельных участков по категориям земель; отображение земельных участков по формам собственности; отображение объектов недвижимости в зависимости от их кадастровой стоимости; отображение земельных участков в сочетании с территориальными зонами или различными иными зонами с особыми условиями использования территорий; отображение объектов недвижимости обремененные, арендой сервитутом или ипотекой; отображение земельных участков границы, которых декларативны и требуют уточнения, а также ближайших пунктов опорной межевой сети и их идентификаторы, и различные иные сочетания информационных слоев.

Список литературы

1. Давыдов В.П. Картография: учебник / В.П.Давыдов, Д.М.Петров, Т.Ю.Терещенко/ под ред. Д-ра техн. Наук, проф. Ю.И.Беспалова. – СПб,: Проспект Науки, 2010.
2. Дубенок Н.Н., Шуляк А.С. Землеустройство с основами геодезии.– М.: КолосС, 2002.
3. Кузьмина Н.А., Чурилова Е.А., Колосова Н.Н. Картография с основами топографии. – М.: Дрофа, 2006.
4. Куштин И.Ф. Куштин В.И. Инженерная геодезия: Учебник. – Ростов-на-Дону: ФЕНИКС, 2002.
5. Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия. – М.: КолосС, 2008.
6. Раклов В.П. Картография и ГИС: Учебное пособие для вузов. – М.: Академический проект; Киров: Константа, 2011.
7. Чекалин С.И. основы картографии, топографии и инженерной геодезии: уч. пособие. – М.: Академический проект, 2009
8. Чурилова Е.А., Колосова Н.Н. Картография с основами топографии: Практикум. – М.: Дрофа, 2006.
9. Южанинов В.С. Картография с основами топографии: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 2002.