

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра кадастр недвижимости, землеустройства и геодезии

ОБЩАЯ КАРТОГРАФИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к проведению лабораторных занятий

для студентов направления

21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»

(профиль «Геодезия») всех форм обучения

Воронеж 2021

УДК 528.59 (075)
ББК 26.17я7

Составители: С. А. Макаренко, Ю. С. Нетребина, Н. В. Ершова,
Я. В. Вобликова

Общая картография: методические указания к проведению лабораторных занятий для студентов по направлению подготовки 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование». / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: С. А. Макаренко, Ю. С. Нетребина, Н. В. Ершова, Я. В. Вобликова. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 36 с.

В методических указаниях рассматриваются состав, содержание, последовательность выполнения лабораторных работ.

Предназначено для студентов направления подготовки 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ Общая картография_ЛР.pdf.

Ил. 9. Табл. 3. Библиогр.: 20 назв.

УДК 528.59 (075)
ББК 26.17я7

Рецензент – Н. И. Самбулов, доцент кафедры кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Понятие о географической карте. Свойства карты и ее элементы.....	5
Глава 2. Определение номенклатуры для территории района в различных масштабах и составление схем (1:1000000,1:200000,1:300000,1:100000,150000 и 1:25000).....	7
Глава 3. Разработка математической основы топографической карты для заданного административного района в масштабе 1:200000.....	13
Глава 4. Оформление математической основы.....	18
Глава 5. Составление макета компоновки для сельскохозяйственной карты района и оформление всех его элементов.....	21
Глава 6. Разработка тематической карты.....	23
Библиографический список.....	35

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Общая картография» предназначена для обучения студентов теоретическим основам картографии, современным методам и технологиям создания, проектирования и использования планов и карт природных (земельных) ресурсов и имеет своей целью подготовку специалистов, которые должны знать входную и выходную планово-картографическую документацию, необходимую для ведения работ по геодезии, землеустройству, кадастру недвижимости; основы организации картографического производства, а так же уметь практически создавать и использовать планы и карты с применением графических пакетов программного обеспечения (COREL, AUTOCAD и др.).

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование основных навыков владения картографическими способами и методами, а так же средствами получения, хранения, переработки информации, навыкам работы с графическим редактором, как средством управления информацией.

Целью данной дисциплины является обучение студентов теоретическим и практическим основам картографии, современным методам и технологиям создания, проектирования и использования географических, тематических цифровых планов и карт, а так же картографических документов, применяемых в землеустройстве и земельном кадастре.

Задачами дисциплины «Общая картография» являются овладение способами и основами разработки, оформления, построения и преобразования картографического изображения, а так же применения картометрических методов при решении различного рода инженерных задач по картам.

Для выполнения практических работ разработаны задания по темам, в соответствии с теоретическим курсом обучения и практических навыков работы с программой векторной графики.

ГЛАВА 1. ПОНЯТИЕ О ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ

Свойства карты и ее элементы

Географическая карта - это есть уменьшенное, математически определенное, образно-знаковое и генерализированное изображение земной поверхности или небесных тел и приуроченных к ним объектов и явлений на плоскости.

В самом определении обозначены основные свойства и особенности карты.

Первая особенность - применение картографической проекции, которая обеспечивает переход от физической поверхности Земли к ее изображению на плоскости по строгим математическим законам. Это позволяет изучать на картах с необходимой геометрической точностью пространственные отношения и формы изображаемых объектов, обеспечивать карты такими свойствами, как метричность, однозначность, обзорность.

Вторая особенность - использование условных знаков. Она дает возможность сильно уменьшать изображение земной поверхности, показывая на карте необходимые объекты независимо от их величины. Условные знаки дают возможность передать качественные и количественные характеристики изображаемых объектов (явлений), что достигается изменением рисунка, размера и цвета условных обозначений, а это в конечном итоге придает наглядность карте.

Третья особенность – генерализированное изображение, позволяющее подчеркнуть на карте общие существенные признаки и исключить несущественные детали за счет отбора и обобщения изображаемых явлений. Эта особенность связана с такими свойствами карты, как абстрактность, избирательность, синтетичность.

Четвертая особенность - это системность изображения объектов и явлений на карте. Карта характеризует их внутреннюю структуру и взаимосвязи между ними; также она передает иерархию картографируемых геосистем.

На любой карте следует различать математическую основу, картографическое изображение, вспомогательные и дополнительные элементы [15].

Все картографическое изображение строится **на математической основе**, элементами которой являются картографическая проекция, координатная сетка, масштаб и опорная геодезическая сеть, компоновка.

Картографическое изображение включает в себе совокупность сведений о показанных на карте природных и социально-экономических объектах (явлениях), их размещении, свойствах, взаимосвязях, динамике.

Картографическое изображение общегеографической карты включает следующие элементы содержания: населенные пункты, социально-экономические и культурные объекты, пути сообщения и средства связи, рельеф, гидрографию, растительность и грунты, политико-административные границы.

На тематических картах различают тематическое содержание и географическую основу, т. е. общегеографическую часть содержания, которая служит для нанесения и привязки элементов тематического содержания. Главными элементами тематического содержания могут быть как один из элементов об-

шегеографической карты, так и животный мир, почвы, климат, полезные ископаемые и т. д.

Всякая карта имеет **вспомогательные элементы**, которые облегчают ее чтение и использование. К вспомогательным элементам принадлежит легенда карты - система использованных на карте условных знаков и текстовые пояснения, раскрывающие содержание.

В число вспомогательных элементов входят также различные справочные сведения, выходные данные, графики для измерений по картам (расстояний, углов и т. д.).

К дополнительным элементам относятся карты-врезки, диаграммы, графики, профили, текстовые или цифровые данные, дополняющие и поясняющие картографическое изображение.

Классификация географических карт

Многообразие карт вызывает необходимость их **классификации**, т. е. деления карт на однородные группы по тем или иным признакам. Классификации карт обеспечивают удобство инвентаризации и хранения карт, облегчают составление списков и каталогов карт, что упрощает потребителю поиск нужной карты. Классификации карт лежат в основе создаваемых в настоящее время банков картографических данных и картографических информационно-справочных систем. Как правило, классификации карт осуществляются по следующим признакам: территориальному охвату, масштабу, содержанию, назначению, способу использования [8, 16].

По территориальному охвату различают карты материков и океанов, отдельных стран и морей, карты отдельных районов страны, проливов, заливов и т. д. Деление материков на страны, а стран на районы можно производить по политико-административному или физико-географическому принципу.

Классификация карт по масштабу носит относительный характер. Деление карт на крупно- (крупнее 1 : 200 000), средне- (от 1 : 200 000 до 1 : 1 000 000 включительно) и мелкомасштабные (мельче 1 : 1 000 000) в значительной степени условно и обычно применяется для общегеографических карт.

По содержанию карты делятся прежде всего на общегеографические и тематические. **Общегеографические карты** изображают земную поверхность с расположенными на ней объектами. Эти карты широко используются в народном хозяйстве и военных целях. В соответствии с масштабом они делятся на топографические (от 1 : 10 000 до 1 : 100 000 включительно), обзорно-топографические (от 1 : 200 000 до 1 : 1 000 000 включительно) и обзорные (мельче 1 : 1 000 000).

Тематические карты - это карты, основное содержание которых определяется конкретной темой. На этих картах показывается какое-либо одно или группа взаимосвязанных между собой явлений, изображаемых с максимальной подробностью в неразрывной связи с географической средой (например, климат, почвы, транспорт, события истории и т. п.).

Тематические карты в свою очередь подразделяются на карты природы и социально-экономические. **Карты природы** содержат изображение физико-географических явлений и делятся по компонентам географической среды на геологические, почвенные, климатические и т. д. **Социально-экономические карты** характеризуют явления общественной жизни и подразделяются на карты населения, экономики и промышленности, культуры, исторические и другие [5].

В связи с активным воздействием человека на окружающую среду быстро развивается тематика карт, изображающая совместно природные и социально-экономические явления. Примерами могут быть карты окружающей среды и природных ресурсов, характеризующие не только их современное состояние (с учетом антропогенного воздействия), но и меры по охране среды и воспроизводству природных ресурсов. Например, это экологические карты. Таким образом выделился новый промежуточный класс карт - **природно-социально-экономические карты**.

В тематических картах, наряду с видами карт, то есть их группировкой **по тематике**, различают и типы карт: **по широте темы** (частные и общие), **по приемам исследования** картографируемых явлений (аналитические, синтетические и комплексные), **по степени объективности** (документальные, гипотетические, прогнозные, тенденциозные), **по практической направленности** (констатационные, оценочные, прогнозные, рекомендательные).

Классификация карт по назначению отражает разнообразие задач, решаемых с использованием карт того или иного типа. Достаточно четко выделяются учебные, агитационно-пропагандистские, оперативно-хозяйственные, туристские, кадастровые, технические, навигационные, проектные и другие.

Классификация карт по способу использования: **настенные и настольные**.

ГЛАВА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ РАЙОНА В РАЗЛИЧНЫХ МАСШТАБАХ И СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМ (1:1000000,1:200000,1:300000,1:100000,150000 И 1:25000)

Деление топографических карт

Система деления карты на отдельные листы называется **разграфкой карты**, а система обозначения (нумерации) листов - их **номенклатурой**.

Деление топографических карт на отдельные листы линиями меридианов и параллелей удобно тем, что рамки листов точно указывают положение на земном эллипсоиде участка местности, изображённого на данном листе, и его ориентировку относительно сторон горизонта. Стандартные размеры листов карт различных масштабов указаны в табл. 1:

Таблица 1

Размеры листов топокарт различных масштабов

Масштабы карт	Размеры листа		На местности соответствуют	
	По широте (мин.)	По долготе (мин.)	Длине боковой рамке листа, км	Площади листа, кв. км
1 : 25 000	5	7,5	9	75
1 : 50 000	10	15	18	300
1 : 100 000	20	30	37	1200
1 : 200 000	40	60	74	5000
1 : 500 000	120	180	220	44000
1 : 1 000 000	240	360	440	175000

Схема разграфки карты масштаба 1:1 000 000 показана на рис. 1.

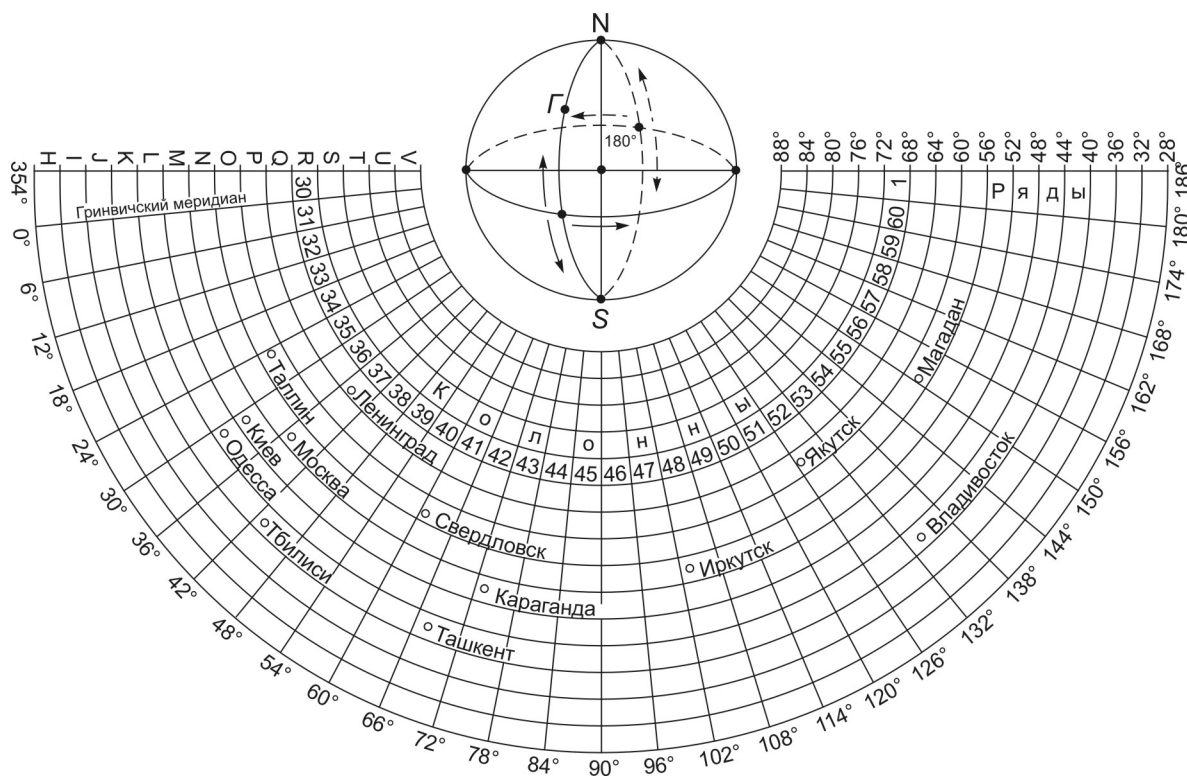


Рис. 1. Разграфка и номенклатура листов карты масштаба 1: 1 000 000

Из табл. 1 и рисунков видно, что листу миллионной карты соответствует целое число листов остальных масштабов, кратное четырём - 4 листа карты масштаба 1:500 000, 36 листов карты масштаба 1:200 000, 144 листа масштаба 1:100 000 и т.д.

В соответствии с этим установлена и номенклатура листов, единая для топографических карт всех масштабов. Номенклатура каждого листа указана

над северной стороной его рамки, как правило, в верхнем правом углу листа.

В основу обозначения листов топографических карт любого масштаба положена номенклатура листа миллионной карты.

Ряды листов этой карты обозначаются заглавными буквами латинского алфавита (от А до V) и счёт их ведётся от экватора к полюсам. Колонны же листов нумеруются цифрами от 1 до 60. Счёт колонн ведётся от нулевого или 180 меридиана с запада на восток.

Номенклатура листа карты масштаба 1:1 000 000 складывается из указания ряда (буквы) и колонны (цифры), в пересечении которых он расположен, например, лист карты г. Смоленск (рис. 1). имеет номенклатуру N-36

Колонны листов миллионной карты совпадают с шестиградусными координатными зонами, на которые разбивается поверхность земного эллипсоида при вычислении координат и составлении карт в проекции Гаусса. Различие заключается лишь в их нумерации: так как счёт координатных зон ведётся от нулевого (Гринвичского) меридиана, а счёт колонн листов миллионной карты от меридиана 180, то номер зоны отличается от номера колонны на 30. Поэтому, зная номенклатуру листа карты, легко определить, к какой зоне он относится. Например, лист M-35 расположен в 5-й зоне (35-30), а лист K-29- в 59-й зоне (29+30).

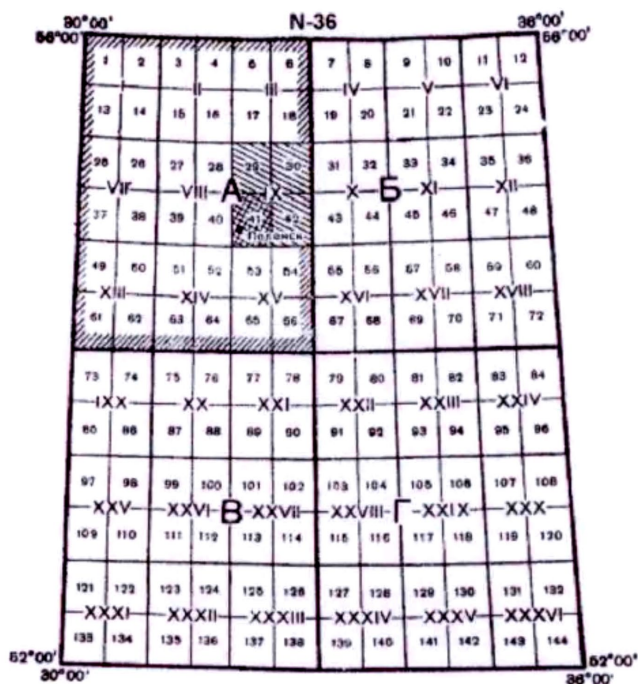


Рис. 2. Схема расположения, порядок нумерации и обозначения листов карты масштабов 1 : 50 000 – 1 : 500 000 на листе миллионной карты

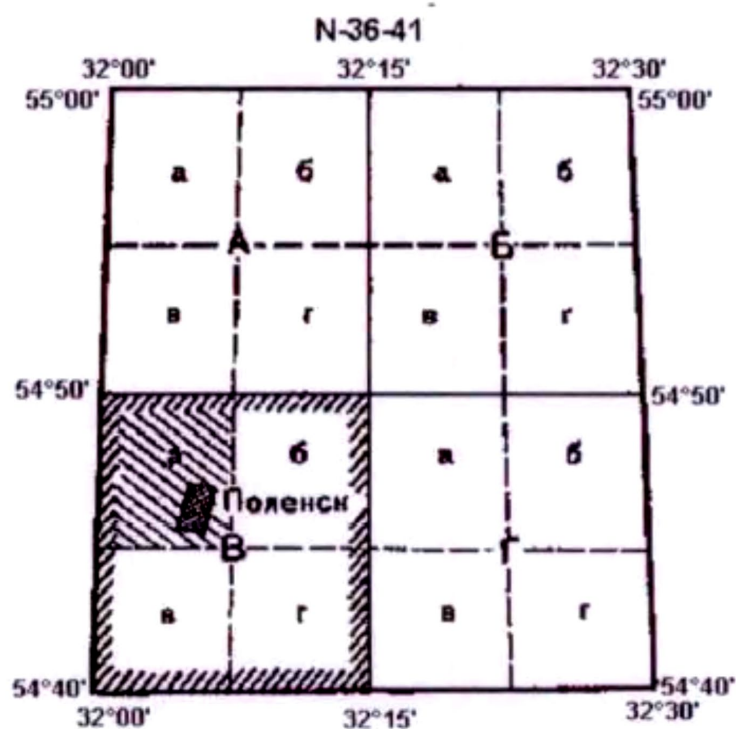


Рис. 3. Схема разграфки и номенклатуры листов карт масштаба 1 : 50 000 и 1 : 25 000

Номенклатура листов карт масштабов 1:100 000- 1:500 000 складывается из номенклатуры соответствующего листа миллионной карты с добавлением к ней цифры (цифр) или буквы, указывающей расположение на нём данного листа.

Как видно, из рисунка 2, счёт листов всех масштабов ведётся слева направо и сверху вниз, при этом:

- листы масштаба 1:500 000 (4 листа) обозначаются русскими прописными буквами А, Б, В, Г. Следовательно, если номенклатура листа миллионной карты будет, например, N-36, то лист масштаба 1:500 000 с г. Поленек имеет номенклатуру N-36-А (рисунок 2);
- листы масштаба 1:200 000(36 листов) обозначаются римскими цифрами от I до XXXVI. Таким образом, номенклатура листа с г. Поленек будет N-36-IX;
- листы масштаба 1:100 000 нумеруются цифрами от 1 до 144. Например, лист с г.Поленек имеет номенклатуру N-36-41;
- листу карты масштаба 1:100 000 соответствуют 4 листа масштаба 1:50 000, обозначаемые русскими прописными буквами "А, Б, В, Г", а листу масштаба 1:50 000 - 4 листа карты 1:25 000, которые обозначаются строчными буквами русского алфавита "а, б, в, г" (рисунок 3).

В соответствии с этим номенклатура листов карты 1:50 000 складывается из номенклатуры листа масштаба 1:100 000, а листов карты 1:25 000- из номенклатуры листа масштаба 1:50 000 с присоединением к ней буквы, указывающей

данный лист. Например, N-36-41-B обозначает лист масштаба 1:50 000, а N-36-41-B-a- лист масштаба 1:25 000 (рисунок 3).

Правила и порядок образования топографических карт всех масштабов

Правила и порядок образования топографических карт всех масштабов приведены в табл. 2:

Таблица 2

Образование топографических карт

Виды карт	Масштабы карт	Типы карт	Порядок образования листа карты	Схема образования листа карты	Размер листа карты	Пример номенклатуры	
Оперативные	1:1 000 000	мелкомасштабные	Деление земного эллипсоида меридианами и параллелями	6° 4°	4°×6°	С-3	
	1:500 000		Деление листа миллионной карты на 4 части	А Б В Г	2°×3°	С-3-Б	
	1:200 000	Среднемасштабные	Деление листа миллионной карты на 36 частей	XVI	40'×1°	С-3-XVI	
Тактические	1:100 000		Деление листа миллионной карты на 144 части	56	20'×30'	С-3-56	
	1:50 000		Крупномасштабные	Деление листа карты М 1:100 000 на 4 части	А Б В Г	10'×15'	С-3-56-А
	1:25 000			Деление листа карты М 1:50 000 на 4 части	а б в г	5'×7'30"	С-3-56-А-б
1:10 000	Деление листа карты М 1:25 000 на 4 части	1 2 3 4		2'30" × 3'45"	С-3-56-А-б-4		

Следует отметить, что **номенклатура** – это система обозначения отдельных листов карты.

На основании действующей номенклатуры карт масштаба 1:1000000, которая принята за основу на территории Российской Федерации см.схему рис.1 методички, определяются номенклатуры карт на заданный административный

район и вычерчиваются соответствующие схемы для масштабов 1:300000, 1:200000, 1:100000, 1:50000 и 1:25000.

В основу разграфки топографических карт положен лист карты масштаба 1:1000000 (миллионного). Для составления карты такого масштаба изображение земной поверхности разбивается на 60 колонн (двуугольников), начиная от Гринвичского (нулевого) меридиана через 6° по долготе.

Двуугольники нумеруются арабскими цифрами от 1 до 60 на восток от 180° -ного меридиана. В этом случае двуугольники называются не колоннами, а зонами, которые отличаются от колонн на 30 единиц в меньшую сторону.

Параллелями через 4° по широте изображение земной поверхности делится на ряды, обозначаемые прописными буквами латинского алфавита к северу и югу от экватора.

Номенклатура каждого листа включает букву ряда и номер колонны. Так, в нашем случае, лист миллионного масштаба, на котором расположен Лискинский район, имеет номенклатуру М-37, что соответствует $48^\circ - 52^\circ$ широты и $36^\circ - 42^\circ$ долготы.

Лист карты 1:1000000 является исходным для установления номенклатуры листов карт более крупного масштаба. Деление карты одного масштаба на листы карты более крупного масштаба называется **разграфкой карты**.

Лист карты масштаба 1:300000 составляет $1/9$ листа миллионной карты и обозначается римскими цифрами от I до IX, расположенными перед номенклатурой миллионного листа. Например, в нашем случае Лискинский район расположен между $50^\circ 40'$ и $52^\circ 00'$ по широте, $38^\circ 00'$ и $40^\circ 00'$ по долготе, что соответствует номенклатуре II-М-37. Разграфка листов топокарты для данного масштаба - $1^\circ 20'$ по широте и 2° по долготе.

Лист карты масштаба 1:200000 составляет $1/36$ листа миллионной карты и обозначается римскими цифрами от I до XXXVI, расположенными после номенклатуры миллионного листа. Так, наш район расположен на листе карты данного масштаба по широте между $50^\circ 40'$ и $51^\circ 20'$, по долготе между $39^\circ 00'$ и $40^\circ 00'$. Номенклатура этого листа – М-37-Х. Разграфка листов карты соответственно $1^\circ 20'$ по широте и 1° по долготе.

Лист карты масштаба 1:100000 составляет $1/144$ листа миллионной карты и обозначается арабскими цифрами от 1 до 144, расположенными после номенклатуры листа масштаба 1:1000000. Лискинский район располагается по широте между $50^\circ 40'$ и $51^\circ 20'$, по долготе между $39^\circ 00'$ и $40^\circ 00'$ и занимает уже четыре листа карты масштаба 1:100000 – М-37-31, М-37-32, М-37-43 и М-37-44, т.к. в таком масштабе разграфка листов будет составлять - $20'$ по широте и $30'$ по долготе.

Номенклатура листов карт более крупных масштабов строится на основе листа карты **масштаба 1:100000** подобно тому, как строилась номенклатура рассмотренных выше карт листа миллионной карты.

Так, лист карты масштаба 1:50000 составляет $1/4$ листа карты масштаба 1:100000 и обозначается добавлением прописной буквы А, Б, В или Г к номенклатуре листа карты стотысячного масштаба.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ ДЛЯ ЗАДАННОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО РАЙОНА В МАСШТАБЕ 1:200000

Понятие о земном эллипсоиде и сфере

Представление о форме Земли в целом можно получить, если вообразить, что вся планета ограничена поверхностью Мирового океана в спокойном состоянии, непрерывно продолженной под материками. Такая замкнутая поверхность, в каждой своей точке перпендикулярная к отвесной линии, т.е. к направлению действия силы тяжести, называется *уровенной поверхностью*.

Уровенных поверхностей, огибающих Землю, можно вообразить множество. Уровенная поверхность, совпадающая со средним уровнем воды океанов в спокойном состоянии, образует фигуру, называемую *геоидом*. Термин «геоид» был введен в 1873 г. немецким физиком И.Б.Листингом. Фигура геоида, принятая в геодезии за общую фигуру Земли, определяется направлением отвесных линий, положение которых зависит от распределения масс в земной коре.

Поверхность геоида нельзя представить каким-либо конечным математическим уравнением из-за невозможности нахождения истинного распределения масс внутри Земли. Поэтому возникла необходимость замены поверхности геоида математически правильной и возможно ближе подходящей к нему поверхностью. Обычно рассматривают две такие поверхности.

В первом приближении уровенную поверхность Земли заменяют сферой определенного радиуса.

Путем точных геодезических, астрономических и гравиметрических измерений установлено, что по форме поверхность геоида наиболее близко подходит к математической поверхности эллипсоида вращения (рис.1). Данная поверхность, образованная вращением эллипса (PEP₁E₁) вокруг его малой оси (PP₁), называется *поверхностью земного эллипсоида* или *сфероида*. Размеры земного эллипсоида характеризуются длинами его полуосей *a* (большая полуось), *b* (малая полуось) и *α* (полярным сжатием)

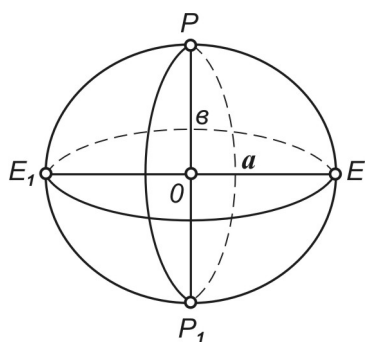


Рис. 4. Земной эллипсоид

$$\alpha = (a - b) / a.$$

Линии сечения поверхности сфероида плоскостями, проходящими через ось вращения (PP₁), называются *меридианами* и представляют собой эллипсы.

Линии сечения поверхности сфероида плоскостями, перпендикулярными к оси вращения, называются *параллелями* и являются окружностями. Параллель, плоскость которой проходит через центр сфероида, называется *экватором*.

Основной задачей изучения фигуры Земли является определение размеров полуосей и сжатия эл-

липсоида, наилучшим образом подходящего к геоиду и правильно ориентированного в теле Земли. Такой эллипсоид называется *референц-эллипсоидом*.

Величины a , b , α могут быть определены посредством градусных измерений, которые позволяют вычислить длину дуги меридиана в 1° . Зная величины таких дуг в различных местах меридиана, можно установить форму и размеры Земли.

Размеры земного эллипсоида неоднократно определялись учеными разных стран: Делаಂಬром (1800 г.), Бесселем (1841 г.), Кларком (1880 г.), Ждановым (1893 г.), Хейфордом (1909 г.) и многими другими. До 1946 года в СССР пользовались эллипсоидом, размеры которого были получены немецким астрономом Ф.В.Бесселем ($a = 6\,377\,397$ м, $b = 6\,356\,079$ м, $\alpha = 1:299,2$). Однако эллипсоид Бесселя на территории стран СНГ существенно отклоняется от поверхности геоида.

В 1940 году советскими учеными под руководством проф. Ф.Н.Красовского и А.А.Изотова были получены параметры эллипсоида, наиболее подходящие для территории нашей страны ($a = 6\,378\,245$ м, $b = 6\,356\,863$ м, $\alpha = 1:298,3$). Эллипсоид указанных размеров с 1946 года постановлением правительства принят для геодезических работ в бывшем СССР и назван эллипсоидом Красовского. Размеры эллипсоида Красовского, полученные из обработки геодезических, гравиметрических и астрономических измерений на территориях бывшего СССР, Западной Европы и США, являются наиболее обоснованными как по объему использованных материалов, так и по строгости их обработки.

Современная теория фигуры Земли получила строгое решение в трудах советских ученых, главным образом чл.-корр. АН СССР М.С. Молоденского.

В настоящее время изучение физической поверхности Земли производится путем определения положения (координат) точек местности относительно расположенной некоторым образом поверхности (поверхности относимости), за которую принимается поверхность референц-эллипсоида Красовского.

Особенности строения фигуры Земли полностью учитываются при математической обработке высокоточных геодезических измерений и создании государственных геодезических опорных сетей. Ввиду малости сжатия ($\alpha \approx 1:300$) при решении многих задач за фигуру Земли с достаточной для практических целей точностью можно принимать сферу, равновеликую по объему земному эллипсоиду. Радиус такой сферы для эллипсоида Красовского $R = 6371,11$ км.

Картографические проекции

Независимо от того, рассматривается Землю как сфера или как сфероид, необходимо преобразовать ее трехмерную поверхность в плоское изображение на карте. Это преобразование, выполняемое по математическим законам, называется картографической проекцией.

Картографическая проекция — это математически определенное отображение поверхности эллипсоида или шара (глобуса) на плоскость карты.

В картографических проекциях могут присутствовать следующие виды искажений:

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

По виду изображения сетки меридианов и параллелей картографические проекции подразделяются на **конические, цилиндрические, азимутальные** и др. Причем в пределах каждой из этих групп они могут быть разные по характеру искажений проекции (равноугольные, равновеликие и т. д.).

Геометрическая сущность конических и цилиндрических проекций заключается в том, что сетка меридианов и параллелей проектируется на боковую поверхность конуса или цилиндра с последующим разворачиванием этих поверхностей в плоскость. Геометрическая сущность азимутальных проекций заключается в том, что сетка меридианов и параллелей проектируется на плоскость, касательную к шару в одном из полюсов или секущую по какой-либо параллели.

Картографическую проекцию, наиболее подходящую по характеру, величине и распределению искажений для той или иной карты, выбирают в зависимости от назначения, содержания карты, а также от размеров, конфигурации и географического положения картографируемой территории. Благодаря картографической сетке все искажения, как бы велики они ни были, сами по себе не влияют на точность определения по карте географического положения (координат) изображаемых на ней объектов. В то же время картографическая сетка, являясь графическим выражением проекции, позволяет при измерениях по карте учитывать характер, величину и распределение искажений. Поэтому любая географическая карта представляет собой математически определенное изображение земной поверхности.

Проекция топографических карт России

Важным требованием, предъявляемым к топографическим картам, является установление единой картографической проекции, в которой должны составляться по возможности топографические карты всех масштабов. Это связано с тем, что использование топографических карт, составленных в разных проекциях, создает большие неудобства в работе. Выбор картографической проекции для топографических карт зависит от размеров картографируемой территории и ее географического положения. Большинство стран мира для со-

ставления топографических карт используют равноугольные проекции, сохраняющие равенство углов между направлениями на карте и на местности и подобие бесконечно малых фигур. В России для топографических карт масштабов 1:25000- 1:1 000000 принята единая равноугольная поперечно-цилиндрическая проекция Гаусса. Эта же проекция принята у нас и для обработки результатов полевых геодезических измерений при определении координат геодезических пунктов.

Геометрическую сущность проекции российских топографических карт можно представить следующим образом. Весь земной эллипсоид делят на: зоны и для каждой зоны в отдельности составляют карты. При этом устанавливают такие размеры зон, чтобы можно было каждую из них развернуть в плоскость, то есть изобразить на карте практически без заметных искажений. Для получения картографической сетки и составления по ней карты в проекции Гаусса поверхность земного эллипсоида разбивают по меридианам на 60 зон по 6° каждая (рис. 5).

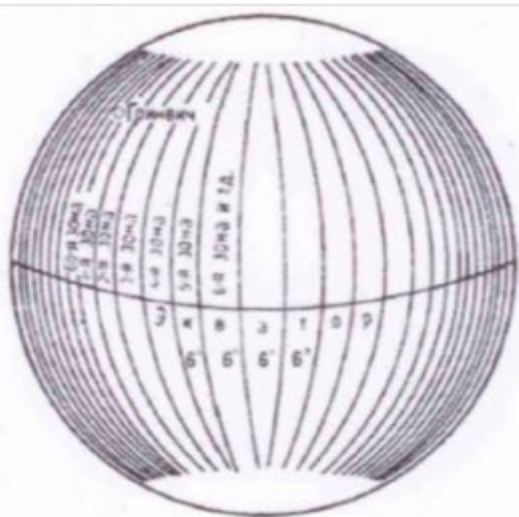


Рис. 5. Деление поверхности Земли на шестиградусные зоны

Чтобы представить, как получается на плоскости изображение зон, вообразим цилиндр, который касается осевого меридиана одной из зон глобуса (см.рис.5). Зону спроектируем по законам математики на боковую поверхность цилиндра так, чтобы при этом сохранилось свойство равноугольности изображения (равенство всех углов на поверхности цилиндра их величине на глобусе). Затем спроектируем на боковую поверхность цилиндра все остальные зоны, одну рядом с другой. Разрезав далее цилиндр по образующей AA1 или BB1 и развернув его боковую поверхность в

плоскость, получим изображение земной поверхности на плоскости в виде отдельных зон.

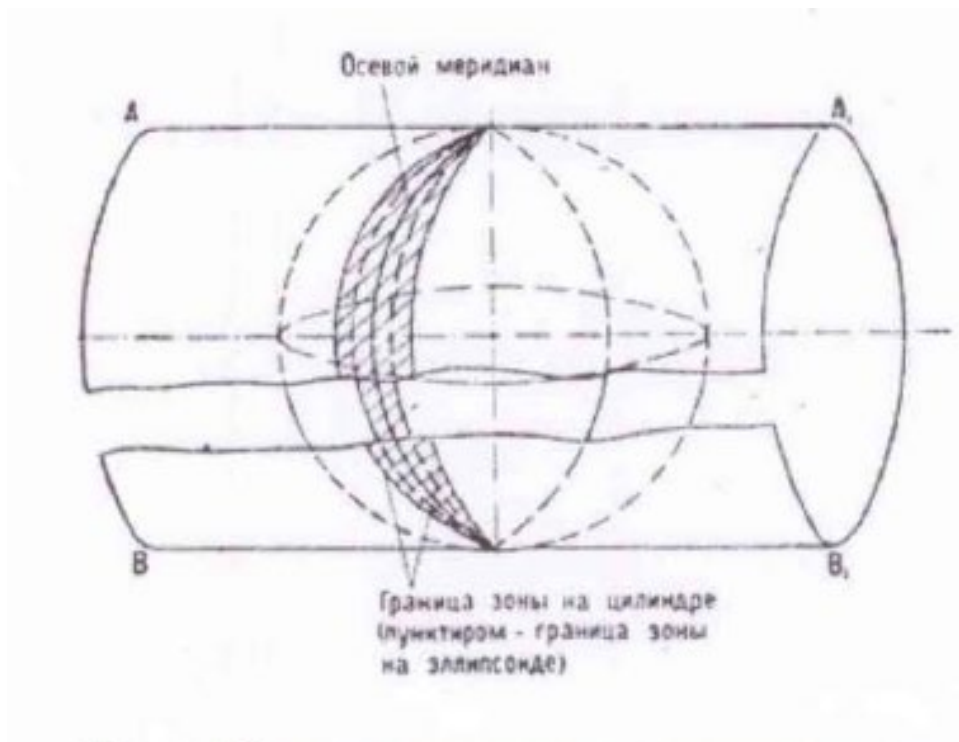


Рис. 6. Проекция зоны на цилиндр

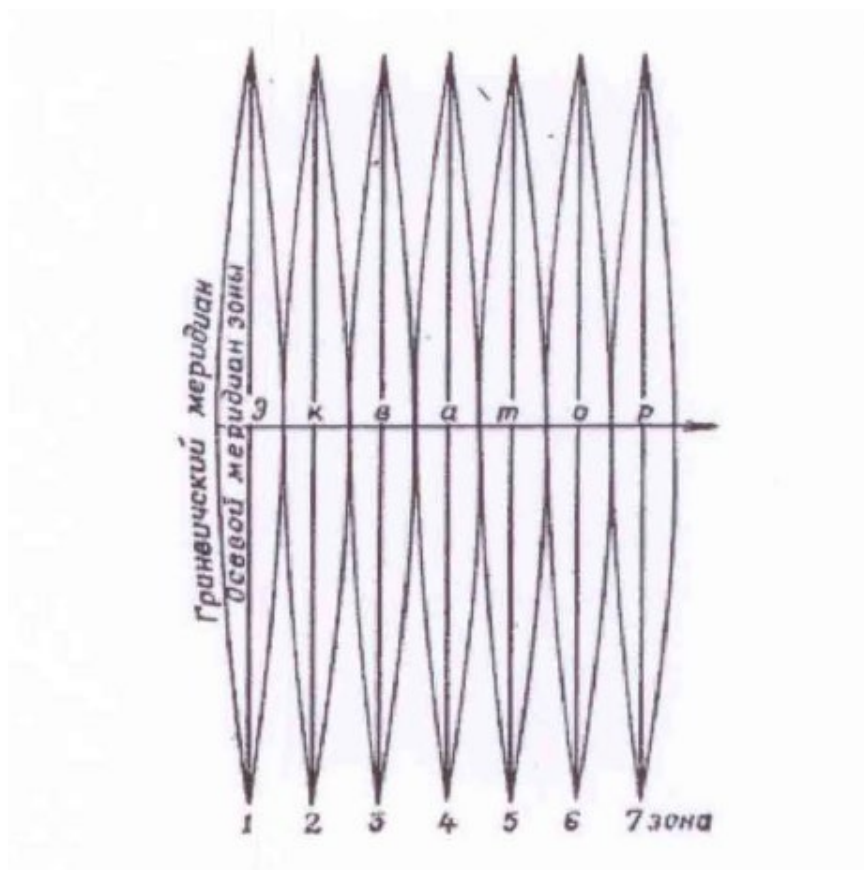


Рис. 7 Изображение зон земного эллипсоида на плоскости

Осевой меридиан и экватор каждой зоны изображаются прямыми линиями, перпендикулярными друг к другу. Все осевые меридианы зон изображаются без искажения длин и сохраняют масштаб на всем своем протяжении. Остальные меридианы в каждой зоне изображаются в проекции кривыми линиями, поэтому они длиннее осевого меридиана, то есть искажены. Все параллели также изображаются кривыми линиями с некоторым искажением. Искажения длин линий увеличиваются по мере удаления от осевого меридиана на восток или запад и на краях зоны становятся наибольшими, достигая величины порядка 1/1000 длины линии, измеряемой на карте. Например, если вдоль осевого меридиана, где нет искажений, масштаб равен 500 м в 1 см, то на краю зоны он будет равен 499,5 м в 1 см.

Отсюда следует, что топографические карты имеют искажения и переменный масштаб. Однако эти искажения при измерениях на карте очень незначительны, и поэтому считают, что масштаб любой топографической карты для всех ее участков является практически постоянным.

Благодаря единой проекции все наши топографические карты связаны с системой плоских прямоугольных координат, в которой определяется положение геодезических пунктов, а это позволяет получать координаты точек в одной и той же системе как по карте, так и при измерении на местности.

ГЛАВА 4. ОФОРМЛЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ

Географическая карта содержит математические и географические элементы. К элементам математической основы карты относят:

- 1) масштаб карты;
- 2) рамку карты, определяющую ее границы;
- 3) картографическую проекцию;
- 4) ОГС, с помощью которой точно наносят все объекты на карту по координатам;
- 5) координатную сетку;
- 6) элементы компоновки.

Масштаб карты – это степень уменьшения объектов на карте, относительно их размеров на земной поверхности (поверхности эллипсоида). Он указывается на картах в различных вариантах: численный, частный, главный. Масштаб постоянен только на плане, охватывающем небольшие участки местности. На географических картах он меняется от места к месту и даже в одной точке по разным направлениям, что связано с переходом от сферической поверхности земного шара к плоскому изображению. Поэтому различают частный и главный масштабы карты.

Главный масштаб показывает, во сколько раз линейные размеры на карте уменьшены по отношению к земному шару (эллипсоиду). Этот масштаб обычно подписывается на карте, но имеется ввиду, что он справедлив лишь для отдельных точек и линий, где отсутствуют искажения.

Частный масштаб определяет соотношение размеров объектов на карте и эллипсоиде в данной точке. Частный масштаб длин показывает отношение длины бесконечно малого отрезка на поверхности шара или эллипсоида по отношению к плоскости.

Численный масштаб представляет собой дробь с единицей в числителе и показывает, во сколько раз длины на карте меньше соответствующих длин на местности.

Именованный масштаб указывает, какое расстояние на местности соответствует 1 см на карте.

Линейный масштаб (графический масштаб) дается на полях карты в виде линейки, разделенной на равные части (см) с подписями, означающими соответствующие расстояния на местности.

В данной работе приведены линейный и численный масштабы на математической основе карты за пределами рамки.

Рамку карты составляет одна или несколько линий, ограничивающих картографическое изображение. Рамки по своему назначению делятся на внутреннюю и внешнюю.

Внутренняя рамка (0,2 мм) является основной и представлена градусной или минутной сеткой. По форме бывает прямоугольной, трапециевидной, криволинейной. Основная рамка ограничивает картографическое изображение, а минутная рамка вычерчивается параллельно основной или примыкает к ней (состоит из двух сближенных линий). Она позволяет с наибольшей точностью определить координаты того или иного пункта и нанести на карту точку по данным географическим координатам.

В нашем случае внутренняя рамка представлена градусной сеткой, по форме она трапециевидная. Граница минутной рамки чертится на расстоянии 7 мм от границы трапеции (внутренней рамки). Расстояние от внутренней до минутной рамки – 7 мм. В масштабе 200000 минутная рамка трапеции содержит 60' по основаниям и 40' по боковым сторонам. Внешняя рамка служит украшением карты. Ее толщина составляет 1,0 мм.

Величина рамки в нашем случае определяется размером изображаемой территории и масштабом карты.

Картографическая проекция – это математическое обоснованное определенное отображение поверхности эллипсоида на плоскость. Проекция устанавливает однозначное соответствие между геодезическими координатами (широтой и долготой) и их прямоугольными координатами на карте.

Геодезическая основа карты представлена **опорными пунктами** – точками, закрепленными на земной поверхности определенными знаками. Это астрономические, пункты, пункты ГГС, пункты полигонометрии, нивелирные марки и реперы, т.е. пункты, координаты которых известны в какой-либо системе координат.

координаты опорных пунктов определяются графически с карты Воронежской области масштаба 1:500000.

Координатная сетка бывает картографической, прямоугольной, километровой и др.

Картографическая сетка – это изображение параллелей и меридианов на карте, их пересечения. Прямоугольная сетка – это координатная сетка в системе плоских прямоугольных координат X, Y в данной картографической проекции. Километровая сетка – это координатная сетка, линии которой проведены на карте через определенные интервалы, соответствующие определенному количеству километров.

В данной работе использовалась километровая сетка, проведенная через каждые 4 км толщиной линии - 0,1 мм.

Элементы компоновки – это размещение картографируемой территории на формате листа относительно рамок, а так же названия карты, дополнительных карт-врезок (картограммы, графики, таблицы, диаграммы, номенклатура – система обозначения отдельных листов).

В этой работе из элементов компоновки были использованы название карты, которое оформляется прямым рубленным шрифтом и номенклатурные листы масштаба карты 1:25000, которые подписываются также прямым рубленным шрифтом.

Также на территории картографируемого района нами был показан пунсоном г. Лиски. Пунсон имеет диаметр 5 мм (красным цветом).

В зарамочном оформлении показывается схема сближения меридианов - 0°46', а над внешней рамкой в правом верхнем углу – номенклатура листа карты масштаба 1:200000 – М-37-Х.

Все построения и подписи выполняют черной тушью, за исключением номенклатурных листов масштаба 1:25000 и пунсона, которые оформляются красной тушью. Пунсон имеет красную заливку.

Стоит отметить, что предварительно ксерокопия географической карты масштаба 1:500000 с административными границами районов и областей подлечит разбивке на номенклатурные листы карты масштаба 1:25000, которые оформляются красной тушью (для наглядности). Также на ксерокопии показано направление осей координат (x и y), узловые и опорные точки, обведена маркером граница района, а также подписаны выходы координатной сетки. Все построения и надписи оформляются черной тушью.

ГЛАВА 5. СОСТАВЛЕНИЕ МАКЕТА КОМПОНОВКИ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КАРТЫ РАЙОНА И ОФОРМЛЕНИЕ ВСЕХ ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ

На первом этапе производится расчет масштаба будущей карты. Для этого определяется коэффициент увеличения:

$$K_{ув} = \frac{M_c}{M_б}, \text{ где}$$

$K_{ув}$ - коэффициент увеличения;

M_c - масштаб существующей карты;

$M_б$ - масштаб будущей карты.

$$\text{Так, } K_{ув} = \frac{500000}{250000} = 2$$

Таким образом, нам необходимо создать карту на листе формата в 2 раза большего, чем на копии карты масштаба 1:500000.

Найдем размеры будущей карты:

$$\begin{aligned} AB' &= AB * K_{ув}, \\ ВД' &= ВД * K_{ув}, \end{aligned} \text{ где}$$

AB' - будущая ширина карты;

$ВД'$ - будущая длина карты;

AB - существующая ширина карты;

$ВД$ - существующая длина карты;

$K_{ув}$ - коэффициент увеличения.

$$\text{Так, } \begin{aligned} AB' &= 11,5 * 2 = 23 \text{ см} \\ ВД' &= 11,75 * 2 = 23,5 \text{ см} \end{aligned}$$

Следовательно, нам подойдет лист формата А3.

Перед перенесением границ территории района производят компоновку разрабатываемой карты.

Компоновкой карты называют взаимное и компактное рациональное размещение на листе бумаги картографируемой территории, дополнительного содержания и вспомогательного оснащения карты (заголовка, условных знаков и др.). Чертеж, на котором выполняется компоновка, называют макетом компоновки, он служит графическим приложением к этому разделу задания.

Карта компоуется с таким расчетом, чтобы на ней в пределах рамки разместились:

1. Картографируемая территория (территория заданного административного района);
2. Административная карта заданного района – обязательная дополнительная карта;
3. Вспомогательное оснащение (заголовки, экспликация, легенда, таблица

условных обозначений, описание смежеств).

При этом, следует придерживаться требования минимального размера формата листа карты.

Размеры карты связаны с размерами прямоугольника, соответствующего размерам границ района. Для этого к каждой стороне прямоугольника прибавляем приблизительно по 3 сантиметра. Получим измененные величины AB' и BD' соответственно 26,0 см и 26,5 см.

Толщина внутренней рамки и рамок врезок – 0,1 мм, а внешней – до 1 мм. Расстояние между рамками 5-10 мм. Во внутреннюю рамку должны вписываться все указанные выше элементы карты(врезки). Ширина внешней рамки должна составлять 0,01 от полупериметра листа карты:

$$d = 0,1 * (AB' + BD'),$$

где

d - ширина внешней рамки;

AB' - будущая ширина карты;

BD' - будущая длина карты.

Приведем соответствующие расчеты:

$$d = 0,01 * (26,0 + 26,5) = 0,525 \text{ см или } 5,25 \text{ мм.}$$

Пределы высоты букв заглавной надписи на чертежах для лучшего зрительного восприятия составляют то $1/20$ до $1/50$ длины вертикальной стороны листа. Так, в нашем случае, размер букв названия карты определяется как $1/30$ от AB , он равен 0,86 см.

Название карты (его еще называют «заголовок») подписывают прямым рубленным шрифтом.

Во врезках подписывается название и масштаб врезанных карт. Он определяется исходя из размеров территории района, определенных выше и размеров участка, отведенного для врезанной карты.

Врезки, должны примыкать к друг к другу и к внутренней рамке карты.

Административная карта в нашем случае имеет масштаб 1:500000, что требует хорошая компоновка. Показаны границы смежеств отмывкой 1,5 мм а также наименования административных центров соответствующих смежных районов.

Оформление макета компоновки также включает изображение на территории района:

- административного центра пунсоном красного цвета диаметром 5 мм;
- дорожной сети, которая показана двойной линией с заливкой коричневого цвета (толщина линии 0,8-1,0 мм);
- гидрографической сети синим цветом (толщина рек 0,3-0,5 мм).

Граница района изображается штрихпунктирной линией толщиной 0,5 мм красным цветом. Размер штриха – 5 мм, промежуток – 2 мм.

Все построения и подписи выполняют черным цветом, за исключением пунсона населенного пункта(красным), дорожной сети(коричневым) и гидрографии(синим).

Внешняя рамка макета компоновки носит декоративный характер и может быть оформлена с элементами художественных вставок.

ГЛАВА 6. РАЗРАБОТКА ТЕМАТИЧЕСКОЙ КАРТЫ

Разработка тематической карты осуществляется в два этапа:

1-й Разработка общегеографической основы карты;

2-й разработка тематической основы.

Разработка общегеографической основы карты

1) Определение основных параметров математического обоснования: масштаба, проекции, компоновки, формата.

При выполнении задания мы принимали следующее:

- масштаб в 1,5-2 раза мельче исходной карты (масштаб исходной карты 1:100000, рассчитанный масштаб составит 1:200000);

- проекция – проекция исходной карты (проекция Гаусса-Крюгера);

- компоновка – в соответствии с приведенными ранее регламентами;

- формат – лист формата А4.

2) Генерализация и нанесение общегеографической части

При составлении общегеографической части показываются предварительно согласованные генерализированные элементы отображения основных форм административных границ, дорожной сети, населенных пунктов, растительности и гидрографии.

Общегеографическая часть тематической карты наносится на подложку в определенной последовательности, выбор цвета элементов в зависимости от тематики карты.

Генерализация границ

Границы показывают с минимальным обобщением, обусловленным масштабом карты. С особой тщательностью отрабатывают повороты и изгибы границы, прямолинейные участки проводят по линейке. На тех участках, где нельзя выдержать графическую точность нанесения, границу изображают так, чтобы сохранить верное ее положение относительно других элементов содержания карты. Ценз отбора для создаваемой карты – 0,2 мм в масштабе разрабатываемой карты (в нашем случае 300 м).

Генерализация изображения населенных пунктов

Она осуществляется путем отбора и сокращения выявленных содержательных и пространственно-структурных признаков населенных пунктов. При генерализации используются следующие способы:

- обобщение качественных признаков и количественных характеристик

населенных пунктов;

- выявление и отбор населенных пунктов;

- обобщение внешней формы и внутренней пространственной структуры населенных пунктов;

- замена отдельных элементов, формирующих структуру населенного пункта их собирательными пространственными понятиями.

Обобщение качественных признаков и количественных показателей осуществляется путем сокращения числа признаков, по которым характеризуются населенные пункты при переходе к картам более мелких масштабов, укрупнением интервалов шкал по таким признакам, как тип поселения, политико-административное значение, число жителей.

Выявление и отбор населенных пунктов проводится с учетом правильной передачи характера и степени заселения. При отборе учитывается взаимосвязь населенных пунктов с другими элементами содержания карты (реками, дорогами и т.д.)

Обобщение внешней формы и внутренней пространственной структуры населенных пунктов производится путем объединения мелких кварталов в более крупные, исключая второстепенные улицы. С переходом к более мелкому масштабу внешние очертания планировки населенных пунктов все более обобщаются, и на мелкомасштабных картах населенные пункты изображаются пунсонами.

Все города и поселки городского типа показываются полностью. Сельские населенные пункты (хутора и пр.) показываются при наличии в них более 100 дворов.

Генерализация дорожной сети

Основная задача этой генерализации – правильное и наглядное отображение густоты и качественной характеристики дорожной сети, местоположения, класса, состояния и конфигурации дорог, пересечения дорог, подходов дорог к населенным пунктам, рекам, перевалам и т.д., дорожных сооружений с характеристиками.

Генерализация изображения дорог осуществляется, главным образом, за счет их отбора и обобщения характерных изгибов. Прежде всего наносят магистральные дороги, при составлении дорог более низких классов руководствуются определенными правилами их отбора. Предпочтение отдается дорогам: обеспечивающим связь населенных пунктов с железнодорожными станциями, с пристанями, с аэродромами и с дорогами высших классов; являющимся продолжением главных проездов в населенных пунктах; соединяющим населенные пункты по кратчайшему расстоянию; идущим к источникам воды, через перевалы, к государственным границам или вдоль границ.

На мелкомасштабных картах (как в нашем случае) основной целью генерализации дорог является правильное отображение их относительной густоты,

общего направления, характерных поворотов и конфигурации, связей между населенными пунктами.

Генерализация гидрографии

Проводится в последовательности, принятой для составления ее объектов: береговая линия океанов, морей, озер, водохранилищ; речная сеть; гидротехнические сооружения (плотины, каналы, порты и др.).

Правильная передача на картах речной сети зависит от учета многих ее особенностей: протяженности структуры берегов, режима рек и многих других характеристик.

Генерализация речной сети осуществляется путем отбора рек, входящих в ту или иную систему, обобщения конфигурации рек и выделения их соответственно тому значению, которое они имеют в данной системе. Реки, являющиеся единственными притоками, и реки, дающие сток озерам, изображаются на картах все.

При отборе речных систем учитывается их важность в народном хозяйстве. Перед генерализацией выявляют основные признаки, характеризующие речную сеть в целом: густоту речной сети, распределение рек по длине, характер расположения их в плане.

При генерализации озер и водохранилищ необходимо правильно передать величину и форму (плановое очертание) водоема, характер берега, постоянство уровня воды и ее качество, связь с другими элементами местности, отобразить степень густоты и характер размещения озер. Ценз отбора – отбор водных источников, имеющих важное значение для водоснабжения или рек-ориентиров.

Генерализация почвенно-растительного покрова

При генерализации обобщают их качественные признаки и количественные характеристики, осуществляют отбор и пространственное обобщение структуры (очертаний) этих элементов.

Основным критерием отбора объектов растительного покрова является занимаемая ими площадь. Цензы отбора минимальных площадей устанавливаются с учетом типа местности и масштаба карты. Особое внимание при генерализации уделяют правильному отображению границ распространения растительного покрова и характера их размещения. Отображая местность с мелкими и расчлененными контурами, допускают преувеличение размеров площадей или замену масштабного изображения их внемасштабными (условными) знаками.

Разработка тематической части карты

Составление тематической части карты связано с выбором и применением системы условных знаков, определяющих способы изображения объектов и явлений согласно выбранной или заданной тематики. Кроме плановых геометрических свойств различные объекты, явления и образуемая ими в совокупности реальная географическая действительность в целом имеют и ряд других

особенностей, в т.ч. количественных и качественных, динамических и пространственных. На данном этапе ужесточаются нормы и цензы отбора различных элементов карты и более подробно отображается заданная тематика.

Для выполнения соответствующего задания была выбрана тематика разрабатываемой карты – «Карта населенных пунктов». Приложение 4

К способам изображения каких-либо объектов или явлений на карте относятся следующие способы: значков, локализованных диаграмм, изолиний, качественного фона, количественного фона, ареалов, точечный, линейных знаков, знаков движения, картодиаграмма, картограмма.

Перечислим основные способы изображения условных картографических знаков, используемых в нашей работе.

Способ значков – применяется для изображения объектов и явлений, локализованных по пунктам с помощью тех или иных значков, размеры которых принимаются постоянными или меняются по какой-либо шкале и которые помещаются на карте по месту нахождения самих объектов. Различают значки трех видов. Геометрические значки имеют форму прямоугольника, круга или другой простой фигуры. Буквенные значки – это или несколько начальных букв названия изображаемого объекта или явления. Наглядные значки своим видом напоминают изображаемые объекты или явления. Они бывают натуралистические или символические.

Так, например, нами были использованы геометрические значки круглой (пунсон) и треугольной (пункт ГГС) формы.

Форма, внутренний рисунок или цвет значка обычно отражают качественные особенности объекта или явления, а его размер – количественную характеристику. В частности размеры пунсонов свидетельствуют о количестве жителей, проживающих в соответствующих населенных пунктах. Например, диаметр пунсона 3 мм соответствует городу с населением от 50000 до 2000 человек, а пунсон диаметром 1,5 мм – поселку городского типа с населением от 500 до 100 человек.

Способ линейных знаков – способ изображения на карте различных линейных объектов, практически не имеющих ширины (границ, водораздельных линий, линий разрывных тектонических нарушений и т.п.), объектов линейного протяжения, ширина которых не выражается в масштабе карты (реки и дорог, как в нашем случае) и линий протяженности вытянутых объектов. Для передачи качественных и количественных характеристик используют рисунок, цвет, структуру линейных знаков, а иногда и ширину.

Картограмма – способ изображения на карте средней интенсивности какого-либо явления в каждой единице территориального деления с помощью одного из площадных графических средств, например, фоновой окраски или штриховки. Карта в целом показывает изменение интенсивности данного явления в пределах изображаемой территории.

Так, для наглядного изображения плотности дорожной сети нами была создана столбчатая диаграмма с одноименным названием. Предварительно рай-

он был условно разделен на 3 зоны по существующим границам (дороги, гидрография, тальвеги и т.д.) и посчитана общая площадь дорог всех классов, а также протяженность и ширина дорог в каждой зоне. Методом пропорции были соотнесены результаты вычислений и начерчена диаграмма, показывающая, что наибольшую плотность дорожной сети имеет район №2 – 53%, на втором месте стоит район №3 – 34%, на третьем – район №1 – 13%.

Можно также воспользоваться коэффициентом густоты дорожной сети K :

$$K = \frac{L_{дор}}{S},$$

где K - коэффициент густоты дорожной сети,

$L_{дор}$ - длина дорожной сети,

S - общая площадь картографируемой территории.

Умножая соответствующий коэффициент на площадь каждой зоны, получаем в процентах величину плотности дорожной сети той или иной зоны.

Таким образом, может осуществляться сравнительный анализ дорожной сети в заданном районе.

Особенности генерализации населенных пунктов

Населенные пункты являются одним из основных элементов содержания карты и тесно связаны с другими элементами. Они очень разнохарактерны и отличаются друг от друга по многим признакам: по конфигурации, планировке, типу населения и пр. Число населенных пунктов, показываемых на карте, и степень детализации их характеристики целиком зависит от тематики и назначения карты, ее масштаба и особенностей изображаемой территории. Для удобства характеристики населенных пунктов, помещаемых на карте, применяются различные условные знаки и шрифты. Для поселений городского и сельского типа принимаются различные шрифты для надписи их названий.

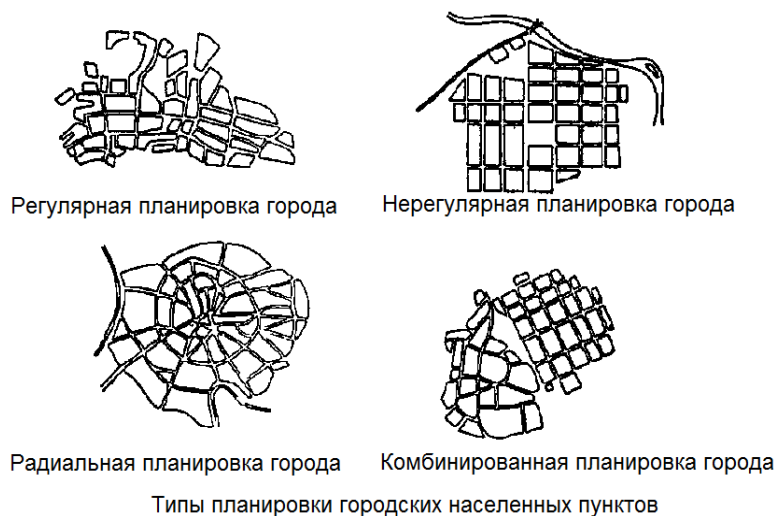
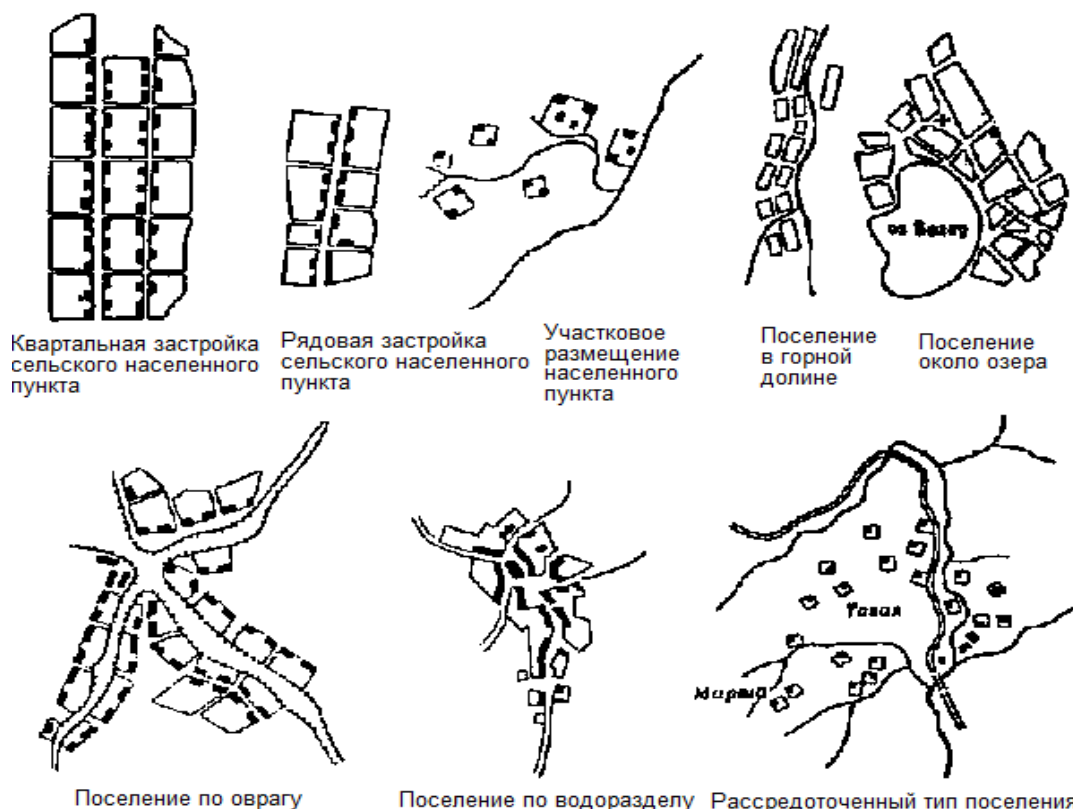


Рис. 8. Примеры генерализации населенных пунктов городского типа

Населенные пункты принято подразделять на поселения **городского** и **сельского** типа.

К **поселениям городского типа** относятся: города, рабочие, курортные поселки, поселки городского типа. Города от остальных населенных пунктов этой группы отличаются большей плотностью застройки, отсутствием приусадебного участка. Планировка городов может быть **регулярная**, когда кварталы имеют форму правильных фигур, и **нерегулярная**, когда постройки разбросаны без определенного плана по территории города. **Поселения сельского типа** состоят из застроенной части и примыкающих к ней приусадебных участков. Иногда поселения сельского типа приобретают правильную квартальную планировку, но большей частью представляют собой нерегулярную структуру.



Типы планировки населенных пунктов сельского типа

Рис. 9. Примеры генерализации населенных пунктов сельского типа

Поселения сельского типа тесно связаны с другими элементами географического ландшафта, которые сказываются на их размещении и планировке - рельефом, гидрографией и др.

Населенные пункты размещаются по долинам рек, вдоль оврагов, по берегам озер и морей, в горных районах и на ровных низменных местах. Все это сказывается на их характере и внешнем виде.

Сложна конфигурация населенных пунктов, расположенных по оврагам и балкам. Размещаясь по берегам основного оврага и его отрогов, населенный

пункт приобретает своеобразную конфигурацию.

Степень детализации характеристики населенных пунктов по численности жителей зависит от назначения карты и ее масштаба. На крупномасштабных топографических картах под названием населенного пункта ставят цифру, указывающую число домов в нем. На средне – и мелкомасштабных картах можно выделить только группы населенных пунктов от и до определенного числа жителей. В этом случае устанавливают шкалу численности, но выбор шкалы зависит не только от масштаба; играет роль и тип карты. Так, административная карта дает более детальную характеристику населенных пунктов по количеству жителей, чем карта общегеографическая или тем более климатическая, почвенная, геоботаническая или другая специальная.

Политико-административное значение населенных пунктов отражается различными способами: применением различных рисунков пунсонов, использованием различных красок для изображений населенных пунктов или их названий. Часто для выделения административных центров применяются подчерки их названий линиями различных рисунков. Генерализация населенных пунктов на картах зависит от масштаба карты и ее назначения. На картах, одной из задач которых является отражение населенности нагрузка населенными пунктами большая и детализация их характеристики более подробная. На других же картах, где населенные пункты играют лишь роль ориентиров, показываются только наиболее крупные из них, характерные своим местоположением.

Отбор населенных пунктов на всей карте должен проводиться с учетом правильной передачи характера густоты населения. Нельзя разгружать только наиболее заселенную часть территории, оставляя полностью все пункты средне населенной части. При таком отборе исказится характер заселенности всей картографируемой территории. Поэтому необходимо при отборе отразить относительную заселенность в различных частях карты. При необходимости наиболее подробно показать населенные пункты малообжитых районов применяют особые условные знаки мелких поселений.

При изображении населенных пунктов пунсонами центр пунсона должен, как правило, соответствовать центру населенного пункта. Положение пунсона должно быть увязано с окружающими элементами карты. Если населенный пункт находится на берегу моря, озера, реки, то пунсон должен касаться береговой линии.

Местоположение пунсона должно быть увязано с рельефом и почвенно-растительным покровом. В случае необходимости несколько отодвигают контур леса, болота и пр. Дороги к пунсонам должны подходить вплотную.

Названия населенных пунктов. Как правило, даются названия всех нанесенных на карту населенных пунктов, поэтому возможность размещения названий в известной мере влияет на отбор населенных пунктов. Названия могут располагаться параллельно южной и северной рамкам карты или параллельно параллелям. В отдельных случаях (при большой нагрузке) их можно располагать веерообразно. Наиболее правильно размещение названия справа от населенного пункта, против середины знака.

В случаях перегрузки данного участка карты другими элементами (реки, озера, дороги и пр.), название можно расположить слева от знака, а в исключительных случаях - над ним. Название должно быть размещено так, чтобы не возникало сомнений, к какому населенному пункту оно относится. Обычно надпись должна отстоять от населенного пункта на ширину одной строчной буквы принятого шрифта. Пример оформления тематической карты плотности населения дан в прил. 4.

Характер дорожной сети на карте

Автомобильные и грунтовые дороги. Автомобильные дороги могут быть с покрытием (автострადы, усовершенствованные шоссе и шоссе) и без покрытия (улучшенные грунтовые дороги). Наиболее существенное влияние на движение техники оказывают ширина проезжей части, тип покрытия, величины продольных уклонов и радиусов поворота, наличие и характер дорожных сооружений.

Тип покрытия определяет прочность дороги и срок ее службы. Основными типами покрытия являются асфальтобетонное, брусчатое, гравийное, щебенчатое и булыжниковое. Грунтовые, полевые и лесные дороги пригодны для движения автотранспорта в основном в сухое время года. Проходимость их во многом зависит от характера грунта и степени его увлажненности. При интенсивном движении они быстро разрушаются.

Крутизну подъемов и спусков дорог называют уклоном. Величину уклона выражают в процентах и определяют по формуле:

$$i = (h / L) * 100 \%$$

где h - высота подъема или спуска; L - длина подъема или спуска. Уклон, равный 1 %, обозначает подъем или спуск на 1 м на каждые 100 м дороги. Наибольшие продольные уклоны на автомобильных дорогах СССР не превышают 6 - 7 % на равнинной и холмистой местности и 9- 10 % в горах. Величина радиуса поворота оказывает влияние на скорость движения боевой и другой техники. Наименьший радиус поворота для автопоездов и тягачей с орудиями составляет 20 м. Как правило, поворот радиусом более 350 м автомобили пре-одолевают без снижения скорости. Наличие большого количества крутых поворотов в значительной степени ограничивает видимость на дороге и тем самым существенно снижает скорость движения.

Наличие и характер дорожных сооружений (мостов, туннелей, насыпей, труб и др.) также оказывает большое влияние на передвижение транспорта по дорогам. Автомобильные и грунтовые дороги при изображении на картах подразделяют в зависимости от их технического совершенства или проходимости на классы по признакам, указанным в табл. 3.

Автострადы, усовершенствованные шоссе и шоссе на картах показывают все. Улучшенные грунтовые дороги на картах масштабов 1:25000 и 1:50000 показывают все, а на карте масштаба 1:100000 и мельче - с отбором. Грунтовые (проселочные) дороги на карте масштаба 1:25000 показывают все, а на карте

масштаба 1:50000 и мельче - с отбором. На линиях условных знаков шоссейных и улучшенных грунтовых дорог специальными условными знаками обозначают участки с малым радиусом поворота (менее 25 м) и участки с большими, уклонами (8 % и более).

Таблица 3

Характеристика дорожной сети

Класс дорог	Характеристика
Автострады	Капитальные дороги с прочным покрытием из асфальтобетона или цементобетона толщиной до 0,5 м. Как правило, имеют от двух до пяти рядов движения в каждом направлении. Состоят из двух проезжих частей шириной от 6,5-7,5 до 15-18 м, между которыми расположена разделительная полоса шириной от 2 до 20 м. Продольные уклоны не более 4 % на равнинной местности и не более 7 % в горной. Все пересечения с другими дорогами выполнены на разный уровень.
Усовершенствованные шоссе	Дороги с твердым основанием и прочным покрытием из асфальта, цементобетона, брусчатки, клинкера, а также щебня или гравия, пропитанного вяжущими веществами. Ширина покрытой части не менее 6 м, что допускает движение в два ряда. Продольные уклоны не более 4 % на равнинной местности и не более 7 % в горной. Возможно интенсивное движение транспорта в течение все-го года.
Шоссе	Дороги с основанием из камня, песка или твердого грунта и покрытием из асфальта, гравия, щебня или шлака, уплотненных укаткой или обработанных вяжущими веществами, мостовые булыжные и из колотого камня. Ширина покрытой части 5-6 м. Продольные уклоны до 7 % на равнинной местности и до 10 % в горной. Возможно движение автотранспорта в течение всего года.
Улучшенные грунтовые дороги.	Дороги профилированные, регулярно исправляемые, не имеющие прочного основания и покрытия. Грунт проезжей части может быть улучшен разными добавками (гравием, щебнем, песком) или обработан вяжущими веществами. Продольные уклоны до 7 % на равнинной местности и до 10 % в горной. Возможно движение автотранспорта среднего тоннажа в течение большей части года.

Класс дорог	Характеристика
Грунтовые (проселочные) дороги.	Дороги непрофилированные, без покрытия, накатанные, автогужевым транспортом. Обычно соединяют между собой мелкие населенные пункты или служат выездом из них на основные дороги. Проходимость их зависит от характера грунта, степени его увлажненности и сезонно-климатических условий.
Полевые и лесные дороги.	Грунтовые дороги местного значения, по которым движение автогужевого транспорта эпизодическое, главным образом в период полевых работ или лесоразработок.
Караванные пути и вьючные тропы.	Основные пути в пустынных, полупустынных и горных районах, используемые для вьючного транспорта. Некоторые караванные пути могут быть пригодны для автогужевого транспорта.
Пешеходные тропы.	Пути в труднодоступной местности (горы, тайга, болота), пригодные только для пешего движения.

Изображения автострад и шоссейных дорог сопровождаются подписью их характеристик: ширины проезжей части (для автострад- ширины одной полосы и количества полос), ширины земляного полотна (для шоссейных дорог) и материала покрытия (А - асфальт, Б - булыжник, Г - гравий, Ц- цементобетон, Щ- щебень и т. л.). Обозначают также границы смены материала покрытия.

Изображение улучшенных грунтовых дорог сопровождается подписью ширины проезжей части и материала- добавки к земляному грунту. Ширину грунтовых (проселочных) дорог подписывают в местах, где возможен проезд лишь по самой дороге, например в лесу, на болоте и т. д. В малообжитых и труднодоступных районах изображение дороги может сопровождаться подписью, характеризующей проходимость дороги или местности вне дороги для различных видов транспорта, например: «Возможно движение автотранспорта с июля по сентябрь со скоростью до 40 км/ч». Изображения строящихся дорог сопровождаются подписью «Стр . ». На картах показывают транспортные развязки на автомобильных дорогах, стоянки автотранспорта, а также номера автомобильных дорог, легкие придорожные сооружения и съезды с дорог.

Железные дороги при изображении на картах подразделяют: по ширине колеи на ширококолейные (1435 мм и более, в России- 1524 мм) и узкоколейные (менее 1435 мм); по числу путей на однопутные, двухпутные, трехпутные; по виду тяги на электрифицированные и пр. (с дизельной или паровой тягой); по состоянию на действующие, строящиеся и разобранные.

На картах показывают монорельсовые железные дороги, участки линий метрополитена, проходящие по поверхности земли, а также трамвайные линии, подвесные дороги, фуникулеры и бремсберги. Строящиеся и узкоколейные железные дороги изображают без деления по числу путей и виду тяги. Особым условным знаком изображают полотно разобранных железных дорог. Участки железных дорог с уклонами более 20% выделяют штриховым условным знаком в виде угла. Погрузочно-разгрузочные площадки длиной более 1,5 мм в масштабе карты показывают по их действительной протяженности. На картах масштабов 1 : 25000 и 1 : 50000 показывают, как правило, все станции метрополитена.

Железнодорожные станции, разъезды, платформы и остановочные пункты, не выражающиеся в масштабе карты, независимо от их класса показывают одним условным знаком. При изображении железнодорожных станций, выражающихся в масштабе карты, показывают депо, вокзалы, станционные пути, поворотные круги, пешеходные мостики через станционные пути и другие объекты. Обозначения депо, вокзалов обычно сопровождаются подписями (*депо, вокз.*). Собственные названия станций, разъездов, платформ и остановочных пунктов, расположенных вне населенных пунктов, на картах подписывают, как правило, все. При их расположении в одноименных населенных пунктах или вблизи них названия не подписывают, а подписи названий населенных пунктов (за исключением городов) подчеркивают тонкими линиями. Условные знаки разъездов, платформ и остановочных пунктов на картах сопровождаются подписью (*раз., пл., ост. п.*).

Дорожные сооружения. Мосты и путепроводы, выражающиеся в масштабе карты, длиной более 30, 60 и 120 м соответственно на картах масштабов 1 : 25000, 1 : 50000, 1 : 100000 изображают по их действительным размерам с делением по материалу постройки (мосты деревянные, металлические, каменные, железобетонные) и конструкции (мосты обыкновенные, двухъярусные, подъемные, разводные, наплавные). Остальные мосты независимо от материала постройки и особенностей конструкции показывают немасштабными условными знаками с делением на мосты длиной 3 м и более, и мосты длиной менее 3 м (мосты через незначительные препятствия, трубы для стока воды).

Обозначения железнодорожных мостов длиной 100 м и более сопровождаются подписью материала постройки, высоты низа фермы над уровнем воды (в межень) или над поверхностью земли и длины в метрах. Около обозначений мостов длиной менее 100 м дают подпись только материала постройки. Обозначения мостов на шоссейных и грунтовых дорогах сопровождаются подписью при длине моста более 3 м. При этом указывают материал постройки, длину и ширину моста в метрах, грузоподъемность в тоннах.

Туннели на железных и автомобильных дорогах показывают на картах все. Их обозначения сопровождаются подписью «Тун.» с указанием высоты, ширины и длины туннеля.

Насыпи и выемки на дорогах показывают на картах масштабов 1: 25000 1: 50000 при их высоте (глубине) 1 м и более, а на картах масштабов 1: 100000 и 1: 200000- при их высоте (глубине) соответственно 2 м, 3 м и более. Обозначения насыпей и выемок обычно сопровождаются подписью их относительной высоты (глубины) в метрах. Километровые знаки (столбы и камни) на автомобильных и грунтовых дорогах показывают на картах, создаваемых на районы, бедные ориентирами. При этом обозначения некоторых из них, расположенных в характерных местах, сопровождаются подписью числа километров, указанного на километровом знаке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берлянт, А. М. Образ пространства: карта и информация [Текст] / А. М. Берлянт. - М.: Мысль, 1986. - 238 с.
2. Берлянт, А. М. Геоинформационное картографирование [Текст] / А. М. Берлянт. - М.: Астрейя, 1997. - 64 с.
3. Берлянт, А. М. Картография: учебник для вузов [Текст] / А. М. Берлянт. - М.: Аспект-Пресс, 2001. - 336 с.
4. Бугаевский, Л. М. Математическая картография [Текст] / Л. М. Бугаевский. - М.: Златоуст, 1996. - 400 с.
5. Вахрамеева, Л. А. Картография [Текст] / Л. А. Вахрамеева. - М.: Недра, 1981. - 224 с.
6. Вахрамеева, Л. А. Математическая картография [Текст] / Л. А. Вахрамеева, Л. М. Бугаевский, З. Л. Казакова. - М.: Недра, 1986. - 286 с.
7. Востокова, А. В. Оформление карт. Компьютерный дизайн [Текст] / А. В. Востокова, С. М. Кошель, Л. А. Ушакова. - М.: Аспект-Пресс, 2002. - 288 с.
8. Егоров, В. В. Составление и редактирование карт. учеб. пособие [Текст] / В. В. Егоров, О. В. Соколов, Л. Ф. Тарновский. - М.: Изд-во геодез. лит., 1962. - 229 с.
9. Картография с основами топографии: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов [Текст] / Под редакцией Г. Ю. Грюнберга. - М.: Просвещение, 1991. - 368 с.
10. Маликов, Б. Н. Экологическое картографирование: учеб. пособие [Текст] / Б. Н. Маликов. - Новосибирск: СГГА. 2000. - 54 с.
11. Николаева О.Н. Основы экологического картографирования: учебно-методическое пособие [Текст] / О.Н. Николаева, Л.А. Ромашова. - Новосибирск: СГГА, 2006. - 28 с.
12. Поклад, Г. Г. Геодезия [Текст] / Г. Г. Поклад. - М.: Недра, 1988. - 304 с.
13. Пурсаков, С. И. Математические методы в составлении и использовании карт [Текст] / С. И. Пурсаков. - Новосибирск: СГГА, 1994. - 95 с.
14. Руководство по картографическим и картоиздательским работам. Ч. 1. Составление и подготовка к изданию топографических карт масштабов 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 [Текст]. - М.: РИО ВТС, 1978. - 130 с.
15. Салищев, К. А. Картоведение [Текст] / К. А. Салищев. - М.: МГУ, 1982. - 408 с.
16. Салищев, К. А. Картография [Текст] / К. А. Салищев. - М.: Высшая школа, 1982. - 272 с.
17. Сваткова, Т. Г. Атласная картография: учеб. пособие [Текст] / Т.Г. Сваткова. - М.: Аспект-Пресс, 2002. - 203 с.
18. Топчилов, М. А. Аналитические исследования свойств картографических проекций: метод. указания по выполнению контрольной работы для студентов заочного факультета [Текст] / М. А. Топчилов, Л. А. Ромашова, О. Н. Николаева. - Новосибирск, СГГА. - 2006. - 25 с.
19. Топчилов, М. А. Картография: практикум [Текст] / М. А. Топчилов, Л. А. Ромашова. - Новосибирск, СГГА, 2001. - 51 с.
20. Условные знаки для топографических карт масштабов 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 [Текст]. - М.: ВТУ ГШ, 1983. - 91 с.

ОБЩАЯ КАРТОГРАФИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к проведению лабораторных занятий
для студентов направления
21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»
(профиль «Геодезия») всех форм обучения

Составители:

Макаренко Светлана Александровна,
Ершова Наталья Викторовна,
Нетребина Юлия Сергеевна,
Вобликова Яна Витальевна

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 19.11.2021.
Уч.-изд. 2,3.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14