**Топографическая карта с точки зрения географии.**

**1.Относительно большая и малая площади земной поверхности. Методы проектирования.**

 Топографическая карта — уменьшенное и обобщенное изображение земной поверхности, созданное по единой математической основе и оформлению, передающее размещение и свойства основных природных и социально-экономических объектов местности.

Карты в зависимости от масштабов условно подразделяют на следующие типы:

крупномасштабные — 1:100 000 и крупнее;

среднемасштабные — от 1:200 000 до 1:1 000 000;

мелкомасштабные — менее 1:1 000 000.

Чем меньше знаменатель численного масштаба, тем крупнее масштаб. Планы составляют в крупных масштабах, а карты — в мелких. В картах учитывается «шарообразность» земли, а в планах — нет. Из-за этого планы не должны составляться для территорий площадью свыше 400 км² (то есть участков земли примерно 20×20 км).

Относительно большой территорией земного шара считается территория > 484 км2

Относительно малой территорией земного шара считается территория ≤ 484 км2

Картографи́ческая прое́кция — математически определенный способ отображения поверхности эллипсоида на плоскости.

Суть проекций связана с тем, что фигуру Земли — эллипсоид, не развертываемый в плоскость, заменяют на другую фигуру, развёртываемую на плоскость. При этом с эллипсоида на другую фигуру переносят сетку параллелей и меридианов. Вид этой сетки бывает разный в зависимости от того, какой фигурой заменяется эллипсоид.

В любой проекции существуют искажения, они бывают четырёх видов:

-искажения длин

-искажения углов

-искажения площадей

-искажения форм

На различных картах искажения могут быть различных размеров: на крупномасштабных они практически неощутимы, но на мелкомасштабных они бывают очень велики.

*Искажения длин*

Искажение длин — базовое искажение. Остальные искажения из него логически вытекают. Искажение длин означает непостоянство масштаба плоского изображения, что проявляется в изменении масштаба от точки к точке, и даже в одной и той же точке в зависимости от направления.

Это означает, что на карте присутствует 2 вида масштаба:

Главный, он на карте подписывается, но на самом деле это масштаб исходного эллипсоида, развертыванием которого в плоскость карта и получена.

Частный масштаб — их бесконечно много на карте, он меняется от точки к точке и даже в пределах одной точки.

Для наглядного изображения частных масштабов вводят Эллипс искажения.

*Искажения площадей*

Искажения площадей логически вытекают из искажения длин. За характеристику искажения площадей принимают отклонение площади эллипса искажений от исходной площади на эллипсоиде.

*Искажения углов*

Искажения углов логически вытекают из искажения длин. За характеристику искажений углов на карте принимают разность углов между направлениями на карте и соответствующими направлениями на поверхности эллипсоида.

*Искажения формы*

Искажения формы — графическое изображение вытянутости эллипсоида.

**Классификация проекций по характеру искажений.**

Равноугольные проекции.

Равноугольные проекции — проекции без искажений углов. Весьма удобны для решения навигационных задач. Масштаб зависит только от положения точки и не зависит от направления. Угол на местности всегда равен углу на карте, линия прямая на местности, прямая на карте. Главным примером данной проекции является поперечно-цилиндрическая Проекция Меркатора (1569 г.) и до сих пор она используется для морских навигационных карт.

Равновеликие (равноплощадные) проекции.

В равновеликих проекциях отсутствуют искажения площадей, но при этом сильны искажения углов и форм, (материки в высоких широтах сплющиваются). В такой проекции изображаются экономические, почвенные и другие мелкомасштабные карты.

Произвольные проекции.

В произвольных проекциях имеются искажения и углов, и площадей, но в значительно меньшей степени, чем в равновеликих и равноугольных проекциях, поэтому они наиболее употребляемые.

Частным случаем произвольных проекций являются равнопромежуточные проекции, в которых сохраняются расстояния по некоторым выбранным направлениям: например, прямая азимутальная проекция, в которой правильно изображаются расстояния от полюса.

**Классификация проекций по виду параллелей и меридианов нормальной сетки.**

Цилиндрические проекции.

В прямых цилиндрических проекциях параллели и меридианы изображаются двумя семействами параллельных прямых линий, перпендикулярных друг другу. Таким образом задается прямоугольная сетка цилиндрических проекций

Промежутки между параллелями пропорциональны разностям долгот. Промежутки между меридианами определяются принятым характером изображения или способом проектирования точек земной поверхности на боковую поверхность цилиндра. Из определения проекций следует, что их сетка меридианов и параллелей ортогональна. Цилиндрические проекции можно рассматривать как частный случай конических, когда вершина конуса в бесконечности.

По свойствам изображения проекции могут быть равноугольными, равновеликими и произвольными. Применяются прямые, косые и поперечные цилиндрические проекции в зависимости от расположения изображаемой области. В косых и поперечных проекциях меридианы и параллели изображаются различными кривыми, но средний меридиан проекции, на котором располагается полюс косой системы, всегда прямой.

Существуют разные способы образования цилиндрических проекций. Наглядным представляется проектирование земной поверхности на боковую поверхность цилиндра, которая затем развертывается на плоскости. Цилиндр может быть касательным к земному шару или секущим его. В первом случае длины сохраняются по экватору, во втором — по двум стандартным параллелям, симметричным относительно экватора.

Цилиндрические проекции применяются при составлении карт мелких и крупных масштабов — от общегеографических до специальных. Так, например, аэронавигационные маршрутные полетные карты чаще всего составляются в косых и поперечных цилиндрических равноугольных проекциях (на шаре).

В прямых цилиндрических проекциях одинаково изображаются одни и те же участки земной поверхности вдоль линии разреза — по восточной и западной рамкам карты (дублируемые участки карты) и обеспечивается удобство чтения по широтным поясам (например, на картах растительности, осадков) или по меридиональным зонам (например, на картах часовых поясов).

Косые цилиндрические проекции при широте полюса косой системы, близкой к полярным широтам, имеют географическую сетку, дающую представление о сферичности земного шара. С уменьшением широты полюса кривизна параллелей увеличивается, а их протяжение уменьшается, поэтому уменьшаются и искажения (эффект сферичности). В прямых проекциях полюс показывается прямой линией, по длине, равной экватору, но в некоторых из них (проекции Меркатора, Уэтча) полюс изобразить невозможно. Полюс представляется точкой в косых и поперечных проекциях. При ширине полосы до 4,5° можно использовать касательный цилиндр, при увеличении ширины полосы следует применять секущий цилиндр, то есть вводить редукционный коэффициент.

Конические проекции.

По характеру искажений конические проекции могут быть различными. Наибольшее распространение получили равноугольные и равнопромежуточные проекции. Образование конических проекций можно представить как проектирование земной поверхности на боковую поверхность конуса, определенным образом ориентированного относительно земного шара (эллипсоида).

В прямых конических проекциях оси земного шара и конуса совпадают. При этом конус берется или касательный, или секущий.

После проектирования боковая поверхность конуса разрезается по одной из образующих и развертывается в плоскость. При проектировании по методу линейной перспективы получаются перспективные конические проекции, обладающие только промежуточными свойствами по характеру искажений.

В зависимости от размеров изображаемой территории в конических проекциях принимаются одна или две параллели, вдоль которых сохраняются длины без искажений. Одна параллель (касательная) принимается при небольшом протяжении по широте; две параллели (секущие) — при большом протяжении для уменьшения уклонений масштабов от единицы. В литературе их называют стандартными параллелями.

Азимутальные проекции.

В азимутальных проекциях параллели изображаются концентрическими окружностями, а меридианы — пучком прямых, исходящих из центра

Углы между меридианами проекции равны соответствующим разностям долгот. Промежутки между параллелями определяются принятым характером изображения (равноугольным или другим) или способом проектирования точек земной поверхности на картинную плоскость. Нормальная сетка азимутальных проекций ортогональна. Их можно рассматривать как частный случай конических проекций.

Применяются прямые, косые и поперечные азимутальные проекции, что определяется широтой центральной точки проекции, выбор которой зависит от расположения территории. Меридианы и параллели в косых и поперечных проекциях изображаются кривыми линиями, за исключением среднего меридиана, на котором находится центральная точка проекции. В поперечных проекциях прямой изображается также экватор: он является второй осью симметрии.

В зависимости от искажений, азимутальные проекции подразделяются на равноугольные, равновеликие и с промежуточными свойствами. В проекции масштаб длин может сохраняться в точке или вдоль одной из параллелей (вдоль альмукантарата). В первом случае предполагается касательная картинная плоскость, во втором — секущая. В прямых проекциях формулы даются для поверхности эллипсоида или шара (в зависимости от масштаба карт), в косых и поперечных — только для поверхности шара.

Азимутальную равновеликую проекцию называют также стереографической. Она получается проведением лучей из некоторой фиксированной точки поверхности Земли на плоскость, касательную к поверхности Земли в противолежащей точке.

Особый вид азимутальной проекции — гномоническая. Она получается проведением лучей из центра Земли к некоторой касательной к поверхности Земли плоскости. Гномоническая проекция не сохраняет ни площадей, ни углов, но зато на ней кратчайший путь между любыми двумя точками (т. е. дуга большого круга) всегда изображается прямой линией; соответственно меридианы и экватор на ней изображаются прямыми линиями.

Псевдоконические проекции.

В псевдоконических проекциях параллели изображаются дугами концентрических окружностей, один из меридианов, называемый средним — прямой линией, а остальные — кривыми, симметричными относительно среднего.

Примером псевдоконической проекции может служит равновеликая псевдоконическая проекция Бонна.

Псевдоцилиндрические проекции.

В псевдоцилиндрических проекциях все параллели изображаются параллельными прямыми, средний меридиан — прямой линией, перепендикулярной параллелям, а остальные меридианы — кривыми. Причём средний мередиан является осью симметрии проекции.

Поликонические проекции.

В поликонических проекциях экватор изображается прямой, а остальные параллели изображаются дугами эксцентрических окружностей. Меридианы изображаются кривыми, симметричными относительно центрального прямого меридиана, перпендикулярного экватору.

Кроме вышеперечисленных встречаются и другие проекции, не относящиеся к указанным видам.

**2. Геометрическая сущность и математическая основа карт.**

Фигура Земли как планеты издавна интересовала ученых. Для геодезистов установление ее фигуры и размеров является одной из основных задач.

На вопрос "Какую форму имеет Земля?" большинство людей отвечает: "Земля имеет форму шара!". Действительно, если не считать гор и океанических впадин, то Землю в первом приближении можно считать шаром. Она вращается вокруг оси и согласно законам физики должна быть сплюснута у полюсов, поэтому во втором приближении Землю принимают за эллипсоид вращения. В специальных исследованиях ее считают трехосным эллипсоидом.

На поверхности Земли встречаются равнины, котловины, возвышенности и горы разной высоты; если же принять во внимание рельеф дна озер, морей и океанов, то можно сказать, что форма физической поверхности Земли очень сложная. Для ее изучения можно применить широко известный способ моделирования, с которым школьники знакомятся на уроках информатики.

При разработке модели какого-либо объекта или явления учитывают только его главные характеристики, имеющие значение для успешного решения данной конкретной задачи; все другие характеристики, как несущественные для данной задачи, во внимание не принимаются.

В модели шарообразной Земли поверхность Земли имеет сферическую форму; здесь важен лишь радиус сферы, а все остальное - морские впадины, горы, равнины – несущественно. В этой модели используется геометрия сферы, теория которой сравнительно проста и очень хорошо разработана.

Модель эллипсоида вращения имеет две характеристики: размеры большой и малой полуосей. В этой модели используется геометрия эллипсоида вращения, которая намного сложнее геометрии сферы, хотя разработана также достаточно подробно.

Если участок поверхности Земли небольшой, то иногда оказывается возможным применить для этого участка модель плоской поверхности; в этой модели применяется геометрия плоскости, которая по сложности (а точнее, по простоте) несравнима с геометрией сферы, а тем более с геометрией эллипсоида.

В одном из учебников по высшей геодезии написано: "Понятие фигуры Земли неоднозначно и имеет различную трактовку в зависимости от использования получаемых данных". При решении геодезических задач можно иногда считать поверхность участка Земли либо частью плоскости, либо частью сферы, либо частью поверхности эллипсоида вращения и т.д.

Какое направление вполне однозначно и очень просто можно определить в любой точке Земли без специальных приборов? Конечно же, направление силы тяжести; стоит подвесить на нить груз, и натянутая нить зафиксирует это направление. Именно это направление является в геодезии основным, так как оно существует объективно и легко и просто обнаруживается. Направления силы тяжести в разных точках Земли непараллельны, они радиальны, почти совпадают с направлениями радиусов Земли.

Поверхность, всюду перпендикулярная направлениям силы тяжести, называется уровенной поверхностью. Уровенные поверхности можно проводить на разных высотах; все они являются замкнутыми и почти параллельны одна другой.

Уровенная поверхность, совпадающая с невозмущенной поверхностью Мирового океана и мысленно продолженная под материки, называется основной уровенной поверхностью или поверхностью геоида.

Если бы Земля была идеальным шаром и состояла из концентрических слоев различной плотности, имеющих постоянную плотность внутри каждого слоя, то все уровенные поверхности имели бы строго сферическую форму, а направления силы тяжести совпадали бы с радиусами сфер. В реальной Земле направления силы тяжести зависят от распределения масс различной плотности внутри Земли, поэтому поверхность геоида имеет сложную форму, не поддающуюся точному математическому описанию, и не может быть определена только из наземных измерений.

В настоящее время при изучении физической поверхности Земли роль вспомогательной поверхности выполняет поверхность квазигеоида, которая может быть точно определена относительно поверхности эллипсоида по результатам астрономических, геодезических и гравиметрических измерений. На территории морей и океанов поверхность квазигеоида совпадает с поверхностью геоида, а на суше она отклоняется от него в пределах 2 м (рисунок 1).



Рисунок 1. - Физическая поверхность Земли.

За действительную поверхность Земли принимают на суше ее физическую поверхность, на территории морей и океанов - их невозмущенную поверхность.

Что значит изучить действительную поверхность Земли? Это значит определить положение любой ее точки в принятой системе координат. В геодезии системы координат задают на поверхности эллипсоида вращения, потому что из простых математических поверхностей она ближе всего подходит к поверхности Земли; поверхность этого эллипсоида называется еще поверхностью относимости. Эллипсоид вращения принятых размеров, определенным образом ориентированный в теле Земли, на поверхность которого относятся геодезические сети при их вычислении, называется референц-эллипсоидом.

Для территории РФ еще постановлением Совета Министров СССР N 760 от 7 апреля 1946 г. принят эллипсоид Красовского: большая полуось a = 6 378 245 м, малая полуось b = 6 356 863 м, полярное сжатие

a = (a - b) / b = 1 / 298.3

Применяемые в разных странах референц-эллипсоиды могут иметь неодинаковые размеры; существует и общеземной эллипсоид, размеры которого утверждают Международные геодезические организации. Так, в системе WGS-84 (World Geodetic System) большая полуось a = 6 378 137.0 м, полярное сжатие

a = (a - b) / b = 1 / 298.2566 = 0.003352810665

Малая полуось b вычисляется через a и α.

Для многих задач геодезии поверхностью относимости может служить сфера, которая в математическом отношении еще проще, чем поверхность эллипсоида вращения, а для некоторых задач небольшой участок сферы или эллипсоида можно считать плоским.

Все измерения происходят на земной поверхности и околоземном пространстве. Землю мы принимаем за эллипсоид вращения. Наша задача с земной поверхности отобразить предметы на эллипсоиде, а потом уже перенести на топографическую карту. При переносе происходит, без сомнения, искажение.

Под масштабом изображения понимают степень уменьшения предмета по отношении к его действительным размерам.

Степень уменьшения линий на карте относительно горизонтальных проложений (рисунок 2), соответствующих линий на местности называются масштабом карты.

Горизонтальное проложение – это линия земной поверхности, спроектированная на эллипсоид.

Рисунок 2. - Геометрическая сущность горизонтального проложения.

**3. Географическое содержание топографических карт (планов), его пояснение.**

В основе разграфки и номенклатуры карт лежит Международная карта мира масштаба 1:1.000.000, листы которой образуют 4° ряды по параллелям и 6° колонны — по меридианам. Колонны нумеруются от 180° меридиана. Ряды обозначаются заглавными буквами латинского алфавита от экватора к югу и северу, начиная с буквы A. Колонны нумеруются арабскими цифрами с запада на восток. Первая колонна начинается со 180° меридиана.

Номенклатура листа масштаба 1:1 000 000 состоит из буквы ряда и номера колонны. Для карты южного полушария после номенклатуры записывается «Ю.П.».

Номенклатура и разграфка топографических карт более крупных масштабов строится следующим образом. Каждый лист карты масштаба 1:1 000 000 делится на 4 листа карты масштаба 1:500 000 (обозначается заглавными, русскими буквами: А, Б, В, Г), или на 36 листов масштаба 1:200 000 (обозначается римскими цифрами: I, II … XXXVI), или на 144 листа масштаба 1:100 000 (обозначается арабскими цифрами от 1 до 144).

Разграфка карты масштаба 1:1 000 000 на карты масштаба 1:300 000 делается делением листа 1:1 000 000 на 9 частей, которые обозначаются римскими цифрами (I—IX), и выносится вперед номенклатуры. Лист 1:100 000 делится меридианами и параллелями на 4 листа масштаба 1:50 000 (20″ по широте и 30″ по долготе), которые обозначаются заглавными русскими буквами: А, Б, В, Г. Лист масштаба 1:50 000 делится на 4 листа 1:25 000 (обозначаются строчными русскими буквами: а, б, в, г). Карта масштаба 1:25 000 делится на 4 листа масштаба 1:10 000 (обозначаются арабскими цифрами: 1, 2, 3, 4). Пример номенклатуры карты масштаба 1:10 000: [N-37-4-Б-а-3].

Номенклатура карт — система обозначения отдельных листов карты. Существует два вида разграфки: прямоугольная и международная.

Прямоугольная разграфка производится простым делением картографического изображения страны на листы прямоугольной формы.

В международной разграфке карт рамками листов служат линии меридианов и параллелей карты масштаба 1:1 000 000 с размерами 4° по широте и 6° по долготе (см. приложение 2). При разграфке по этой системе северное и южное полушария делятся на 60 колонн, обозначенных цифрами, и на 22 ряда, обозначенных буквами латинского алфавита.

Карты масштаба 1 : 500 000 представляют собой 1/4 листа карты масштаба 1 : 1 000 000 и обозначаются русскими буквами А, Б, В, Г. Листы карты масштаба 1 : 200 000 представляют собой 1/36 листа карты масштаба 1 : 1 000 000 и обозначаются римскими цифрами. Листы карты масштаба 1 : 100 000 представляют собой 1/144 листа карты масштаба 1 : 1 000 000 и обозначаются арабскими цифрами.

**4. Ориентирование топографической карты (плана) на местности.**

Ориентирование по карте (аэроснимку) складывается из ориентирования карты, определения на ней точки своего местонахождения (точки стояния) и сличения карты с местностью.

Что такое ориентирование карты?

Ориентированием карты называется придание ей такого положения в горизонтальной плоскости, при котором все направления на ней были бы параллельны соответствующим направлениям на местности, а верхняя (северная) сторона ее рамки обращена на север. Ориентирование карты производится главным образом по линиям местности и ориентирам. И только лишь там, где их нет или не видно, карту ориентируют по компасу.

Ориентирование карты по линиям местности и ориентирам осуществляется следующим образом. Если вы находитесь на участке местности, где имеется прямолинейный участок дороги, карту рекомендуется ориентировать по дороге. Для этого карту поворачивают так, чтобы изображение дороги на ней совпало с направлением дороги на местности, а изображение всех других местных предметов, расположенных справа и слева дороги, находились с тех же сторон и на карте.

На рисунке 51 показано два варианта ориентирования карты по дороге {а) и по направлению на ориентир (б). Преимущество такого способа ориентирования карты по дороге заключается в том, что он обеспечивает быстроту и точность ориентирования и не требует ввода поправок. Он является основным способом ориентирования при движении на автомобилях и другой технике. На закрытой (лесистой) местности, а также на местности, где мало или совсем нет линейных ориентиров, этот способ не приемлем. В этом случае ориентируют карту по направлениям на ориентир.

Если ваше местоположение на карте известно (например, перекресток дорог, мост, курган и т. п.), то карту ориентируют по направлению на любой видимый ориентир, обозначенный на карте. Для этого прикладывают линейку (или карандаш) к двум точкам на карте (точка нашего стояния — перекресток дорог на рисунке 51, б и ветряная мельница — ориентир) и, смотря вдоль линейки, поворачиваются с картой так, чтобы выбранный ориентир оказался на линии визирования.

Если и такой возможности нет на местности, то для ориентирования карты используют компас.