

Автономная некоммерческая организация высшего образования
Национальный открытый институт г. Санкт-Петербург

Кафедра
геодезии и дистанционного зондирования

■ ГЕОДЕЗИЯ

- Направление подготовки 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»
 - Профиль подготовки «Инфраструктура пространственных данных»
 - - Квалификация: бакалавр
 - Форма обучения: очная, заочная
-
-

2020-2021

ГЕОДЕЗИЯ



Национальный
открытый институт
г. Санкт-Петербург

Лекция
Николашин Сергей Юрьевич-
доцент ,
кандидат технических наук
+79112702026
nicolashins_65@mail.ru

Список литературы

■ Список основной и дополнительной литературы

■ Основная литература

1. Кравченко, Ю. А. Геодезия : учебник / Ю.А. Кравченко. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 344 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Текст : электронный. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1074178>
2. Гиршберг, М. А. Геодезия : учебник / М.А. Гиршберг. – Изд. стереотип. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 384 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/773470>

■ Дополнительная литература

1. Геодезия [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. Г. Юнусов, А. Б. Беликов, В. Н. Баранов, Ю. Ю. Каширкин. – Электрон. текстовые данные. – М. : Академический Проект, 2015. – 416 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/36299.html>
2. Поклад, Г. Г. Геодезия [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Г. Г. Поклад, С. П. Гриднев. – Электрон. текстовые данные. – М. : Академический Проект, 2013. – 544 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60128.html>

■ Нормативные и регламентирующие документы

1. ГОСТ Р 53864-2010. «Глобальные спутниковые навигационные системы. Сети геодезические спутниковые. Термины и определения».
2. ГОСТ 19223-90. «Светодалномеры геодезические. Общие технические условия».

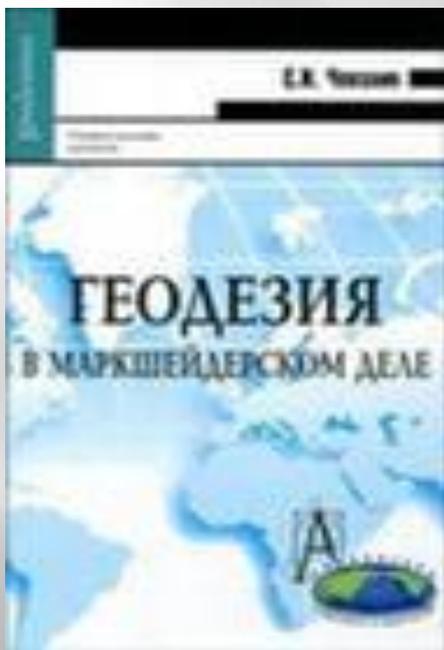
Интернет-ресурсы

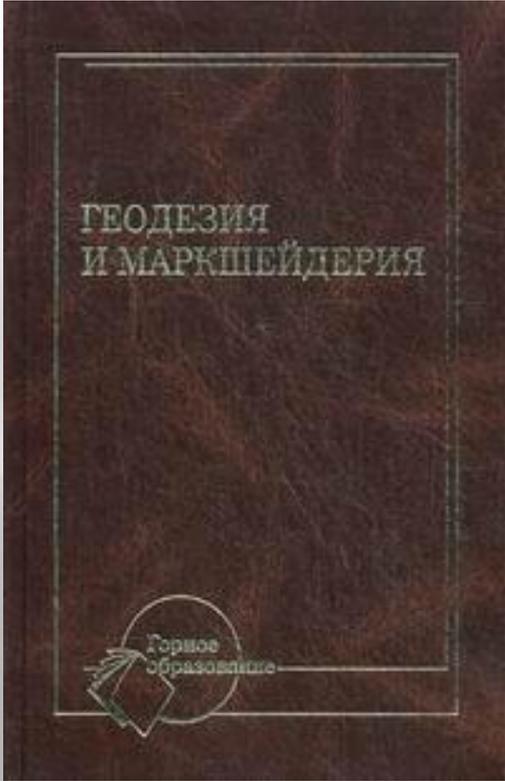
- 1. Официальный сайт Международного общества содействия развитию фотограмметрии и дистанционного зондирования. – Режим доступа: <http://www.isprs.org>
- 2. Сайт научного электронного журнала по геодезии, картографии и навигации. – Режим доступа: <http://www.geoprofi.ru>
- 3. Сайт Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК). – Режим доступа: <http://www.miigaik.ru/sitemap>
- 4. Российская астрономическая сеть. – Режим доступа: <http://astronet.ru>
- 5. Сайт Центрального научно-исследовательского института геодезии, аэросъемки и картографии (ЦНИИГАиК). – Режим доступа: <http://geodesist.ru>
- 6. Сайт Сибирского Государственного университета геосистем и технологий, г. Новосибирск. – Режим доступа: <http://sgugit.ru>
- 7. Проект «Астрогалактика». – Режим доступа: <http://astrogalaxy.ru>
- 8. Официальный сайт Росреестра Российской Федерации. – Режим доступа: <http://www.kadastr.ru>
- 9. Официальный сайт некоммерческого партнерства «Кадастровые инженеры». – Режим доступа: <http://www.roscadastre.ru>
- 10. Астрофорум – астрономический портал. – Режим доступа: <http://astronomy.ru>
- 11. Астрономия 21 век. – Режим доступа: <https://astro21vek.ru>
- 12. Сайт компании Геокосмос. – Режим доступа: <http://www.geokosmos.ru>
- 13. Официальный сайт Федерального космического агентства РФ. – Режим доступа: <http://www.federalspace.ru>
- 14. Сайт Государственного университета по землеустройству. – Режим доступа:

И

Рекомендуемая литература ОСНОВНАЯ:

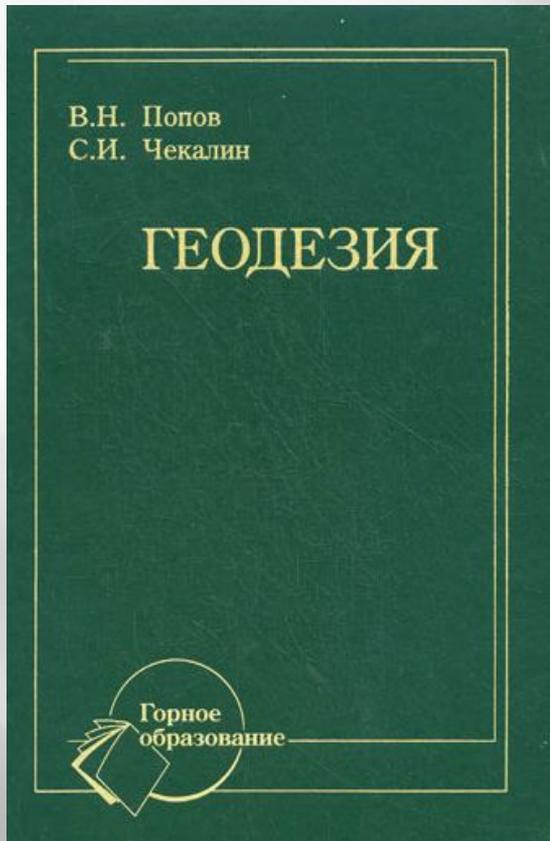
1. Чекалин С.И. Геодезия в
маркшейдерском деле. Учебное
пособие для вузов.- М.;
Парадигма;2012





ГЕОДЕЗИЯ
И МАРКШЕЙДЕРИЯ

2. Попов В. Н. Букринский В.А..
Бруевич П. Н. и др.
Геодезия и маркшейдерия.
(Под ред. Попова В.Н.,
Букринского В.А)- М.;МГГУ, 2004



3. Попов В. Н., С. И. Чекалин.
ГЕОДЕЗИЯ. М. Горное образование, 2007

4. Попов В. Н., Букринский В.А.,
Бруевич П. Н. и др. Геодезия и
маркшейдерия (Под ред.
Попова В.Н., Букринского В.А)-
М.; МГГУ, 2004

Дополнительная

5. Гиршберг М.А.. Геодезия. Задачник. Учебник М.; ИМФРА-М;2014

6. Ходоров С.Н. Геодезия-это очень просто. Учебное пособие. М.; .; ИМФРА-ИНЖЕНЕРИЯ;2013

Тема 1. Основные
сведения о геодезии.
Определение
положения точек на
земной поверхности.
Ориентирование на
местности.

Лекция №1.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы, рассмотренные по курсу «Геодезия», являются одними из основных для различных, но родственных специальностей: геодезия, прикладная геодезия, топография, геодезия в строительстве, маркшейдерское дело, земельный и городской кадастр и др. В связи с этим изучение многих вопросов, которые связаны с производством геодезических работ различного назначения, распределено практически на весь период обучения: *геодезические приборы; геодезические работы в строительстве; геодезические разбивочные работы; методы наблюдений за деформациями сооружений; уравнивание геодезических построений* и др

Вопрос №1 «Предмет геодезии и её связь с другими науками».

ГЕОДЕЗИЯ – слово греческого происхождения, её название образовано из двух греческих слов "gê" – "гео" – "земля" и "daizo" – "дайдзо" – "разделяю", что в переводе означает «Землеразделение».

Такое буквальное определение геодезии говорит только лишь о том, что она является одной из древнейших наук о Земле.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Геодезия - наука об измерениях на земной поверхности и в околоземном пространстве, а также о вычислениях и графических построениях, проводимых для:

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



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Поверхность Земли характеризуется многообразием форм. На ней находятся всевозможные объекты естественного и искусственного происхождения, геометрическое моделирование которых имеет для человека исключительно важное значение. Для производства измерений на земной поверхности используют различные приборы и инструменты, в создании которых применяют научные достижения физики, химии, механики, оптики, электроники и других наук.





САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ



Рис. 1. Физическая поверхность Земли



Задачи курса «ГЕОДЕЗИЯ»:

- * Овладеть приемами работы с геодезическими приборами.
- * Получить понятия о выполнении основных видов съёмок земной* поверхности;
- * Научиться свободно читать графические материалы: карты, планы, профили и разрезы
- * Уметь при помощи графических материалов выносить необходимые данные проекта в натуру

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

В процессе своего развития геодезия
разделилась на ряд научных дисциплин:

Высшая геодезия

Топография

Инженерная геодезия

Космическая геодезия

Фотограмметрия



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Высшая геодезия изучает форму и размеры Земли, движение её коры и определяет:

- вид и размеры Земли (как планеты);
- внешнее гравитационное поле Земли (значение и направление силы тяжести в земном пространстве и на поверхности);
- взаимное расположение значительно удалённых друг от друга геодезических пунктов;
- точность изображения пунктов на плоскости в проекции с учётом искажений из-за кривизны земной поверхности.

Топография изучает методы изображения участков земной поверхности по материалам съёмочных работ и создания на их основе топографических карт и планов.

Инженерная геодезия изучает методы и способы геодезического обеспечения при разработке проектов, строительстве и эксплуатации разнообразных сооружений, а также при освоении и охране природных ресурсов.

Космическая геодезия рассматривает теорию и методы решения научных и практических задач на земной поверхности по наблюдениям небесных тел (Луна, Солнце, ИСЗ) и по наблюдениям Земли из космоса. Космическая геодезия включает в себя глобальные навигационные системы, являющиеся основой применяемых в настоящее время координатных систем, и системы космического дистанционного зондирования



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Фотограмметрия решает задачи измерений по аэрофото- и космическим снимкам для различных целей: создания карт и планов, проектирования и строительства сооружений, обмеров и определения площадей застроек, лесных массивов и т. п.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Вопрос №2.

Краткий исторический очерк развития
российской геодезии

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



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- В России первые геодезические работы, зафиксированные документально, выполнялись в XI веке при измерении князем Глебом ширины Керченского пролива между Керчью и Таманью. Начало картографии было положено составлением в XI веке карты всего Московского государства.
- Интенсивное развитие геодезии в России связано с именем Петра I. В 1745 г. был издан «Первый атлас России», созданный по материалам планомерной инструментальной топографической съемки всего государства, начатой по указу Петра I в 1720 г. Первые в России астрономо-геодезические и картографические работы возглавил И.К. Кирилов.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- В 1779 г. по указу Екатерины II была открыта землемерная школа, которая в 1819 была преобразована в Константиновское землемерное училище, а в 1835 – в Константиновский межевой институт, ныне – крупное высшее учебное заведение по подготовке геодезистов и картографов МИИГАиК – Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъёмки и картографии. В 1809 г. Санкт-Петербурге был учрежден институт Корпуса инженеров путей сообщения, в 1822 г. – корпус военных топографов, выполнявший впоследствии большую часть топографо-геодезических работ в стране.
- В 1816 под руководством русского военного геодезиста К. И. Теннера и астронома В. Я. Струве в западных пограничных губерниях России были начаты большие астрономо-геодезические работы, которые в 1855 завершились градусным измерением огромной (более 25° по широте) дуги меридиана, простирающейся по меридиану 30° от устья Дуная до берегов Северного Ледовитого океана.

Развитие геодезии в России влияние оказали начавшиеся в XIX в. изыскания и строительство железных дорог. На Кавказе были выполнены первые опытные наземные фотосъемки, а в 1898 г. инженер П.И. Шуров применил ее при изысканиях линии, соединяющей Маньчжурскую и Забайкальскую железные дороги. Инженер Р.Ю. Тилле впервые выдвинул идею применения аэрофотосъемки при железнодорожных изысканиях. В 1908 – 1909 г. г. он опубликован труд «Фотография в современном развитии», сыгравший огромную роль в развитии аэрофотосъемки в России.

В 1928 советский геодезист Ф. Н. Красовский разработал схему и программу построения опорной геодезической сети, предусматривающую создание астрономо-геодезической сети на всей территории СССР. В ходе построения этой сети были усовершенствованы теория, методы и инструменты астрономических определений и геодезических измерений.

В 1940 г. Ф.Н. Красовский и А. А. Изотов определили новые размеры земного эллипсоида, которые по настоящее время используются для картографо-геодезических работ в России и ряде других стран.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Вопрос №3 – «Задачи инженерной геодезии. Понятие о форме и размерах Земли Проектирование земной поверхности. Системы координат».

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

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



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- определение отклонений геометрической формы и размеров возведенного сооружения от проектных (исполнительные съемки);
- изучение деформаций (смещений) земной поверхности под сооружением, самого сооружения или его частей под воздействием природных факторов и в результате действий человека



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Инженерно-геодезические изыскания проводят для создания карт, планов, цифровых моделей местности, на которых по результатам наземных и аэрокосмических съемок изображают то, что находится на местности. Созданную топографо-геодезическую основу используют для проектирования сооружения – разработки его проекта.

При строительстве с помощью геодезических измерений выполняют обратное геометрическое преобразование – переносят проект сооружения на местность, т.е. определяют на местности то место, где сооружение должно располагаться по проекту. Данный процесс называют *геодезическим сопровождением строительства.*



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

По виду выполняемых работ инженерная геодезия подразделяется на:

- ▣ наземную;
- ▣ подземную (маркшейдерское дело);
- ▣ воздушную;
- ▣ подводную.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Понятие о форме и размерах Земли.

- В геодезии для обозначения формы земной поверхности используют термин «фигура Земли».
- Знание фигуры и размеров Земли необходимо во многих областях и прежде всего для определения положения объектов на земной поверхности и правильного её изображения в виде карт, планов и цифровых моделей местности.
- Физическая поверхность Земли состоит из :
подводной (70,8 %) и
надводной (29,2 %) частей.

Подводная поверхность включает в себя систему срединно-океанических хребтов, подводные вулканы, океанические желоба, подводные каньоны, океанические плато и абиссальные равнины.





САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- Представление о фигуре Земли в целом можно получить, вообразив, что вся планета ограничена мысленно продолженной поверхностью океанов в спокойном состоянии.
- Уровенных поверхностей, огибающих Землю, можно вообразить множество. Та из них, что совпадает со средним уровнем воды океанов в спокойном состоянии, т.е. в момент полного равновесия всей массы находящейся в ней воды под влиянием силы тяжести, называется *основной уровенной поверхностью Земли*.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Математическая поверхность Земли

- Рассмотрим любую материальную точку A на физической поверхности Земли (рис. 3).
- На эту точку оказывают влияние две силы: сила притяжения $F_{\text{п}}$, направленная к центру Земли, и центробежная сила вращения Земли вокруг своей оси $F_{\text{ц}}$, направленная от оси вращения по перпендикуляру. Равнодействующая этих сил называется силой тяжести $F_{\text{т}}$.

Отвесная линия

Поверхность Земли

Геоид

$F_{ц}$

b

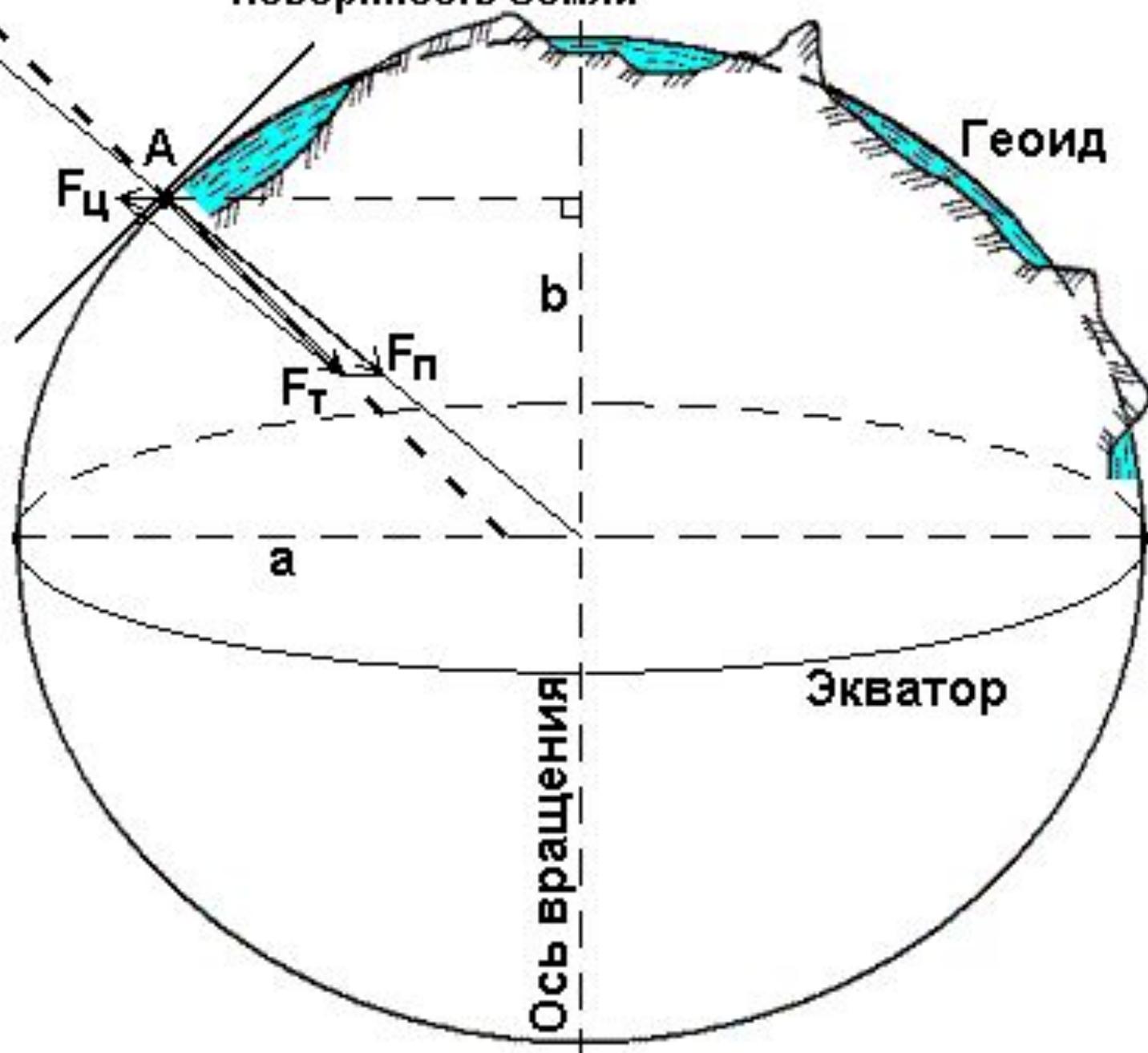
$F_{г}$

$F_{п}$

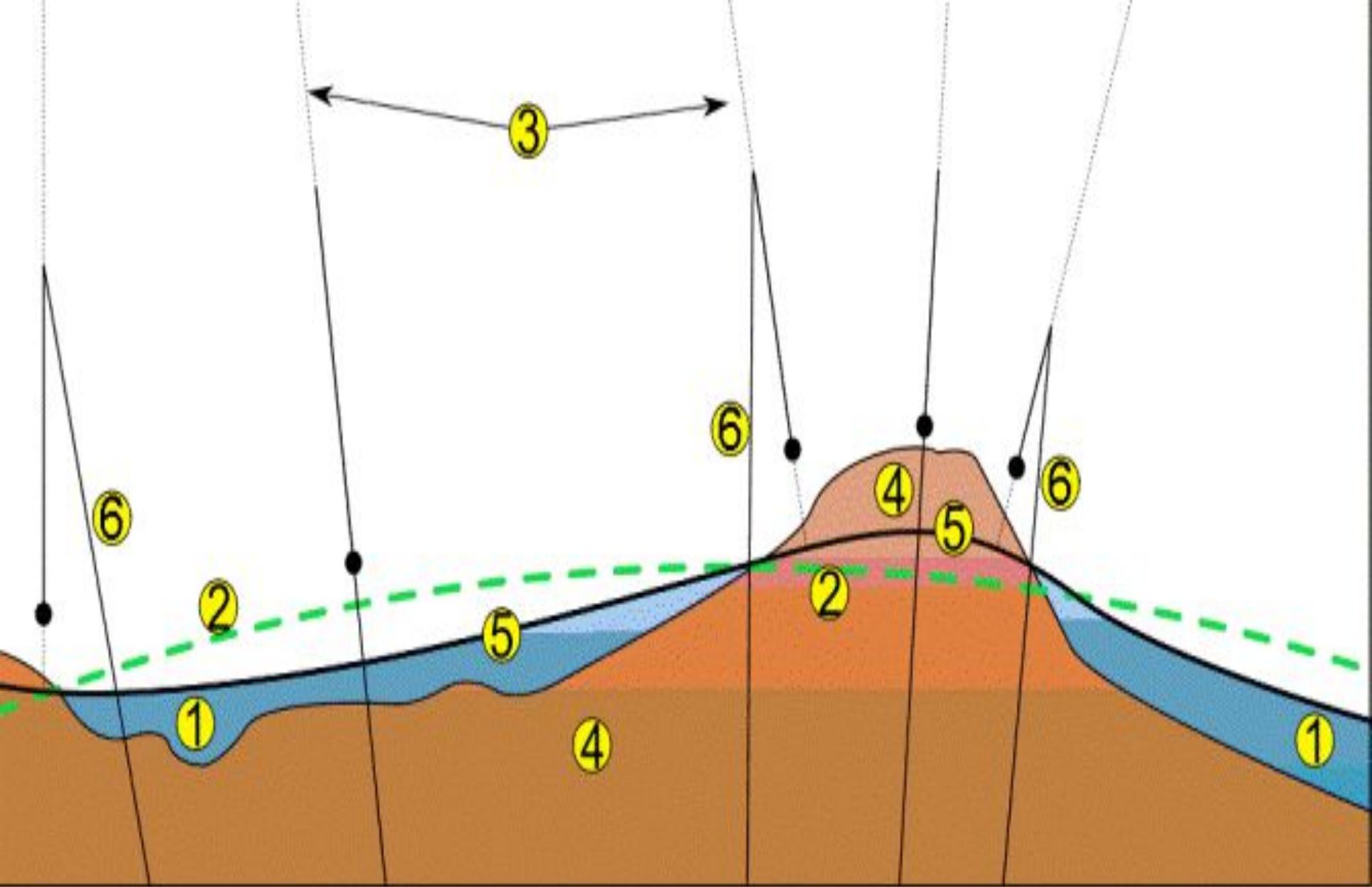
a

Ось вращения

Экватор



- Если через точку A построить замкнутую поверхность, которая в каждой своей точке будет перпендикулярна отвесной линии (направлению силы тяжести), то данную поверхность можно принять в качестве математической при решении некоторых частных задач в геодезии. Такая поверхность получила название *уровенной* или *горизонтальной*. Её недостаток в том, что она содержит элемент неопределенности, т. е. через любую точку можно провести свою уровенную поверхность, и таких поверхностей будет бесчисленное множество.

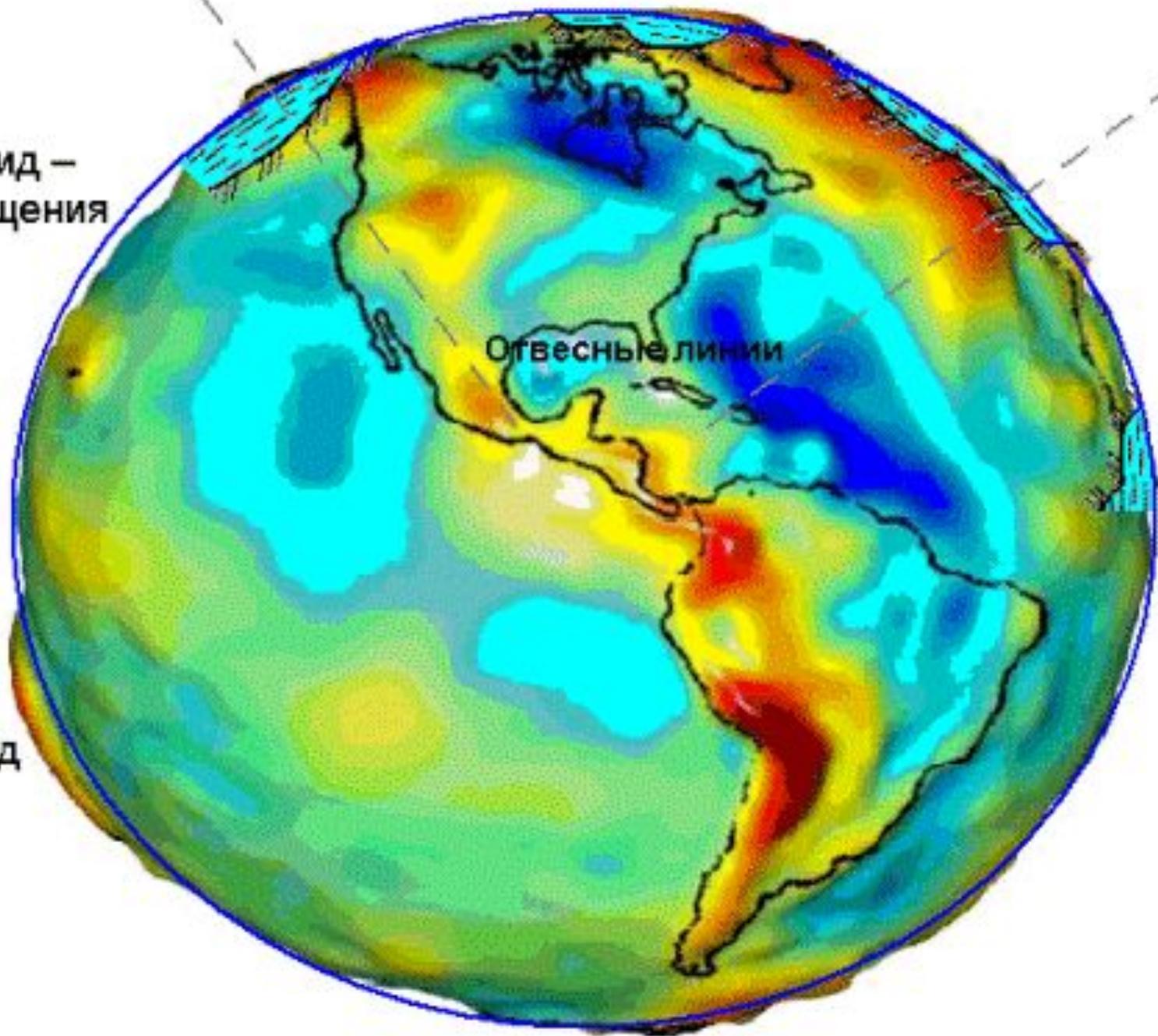


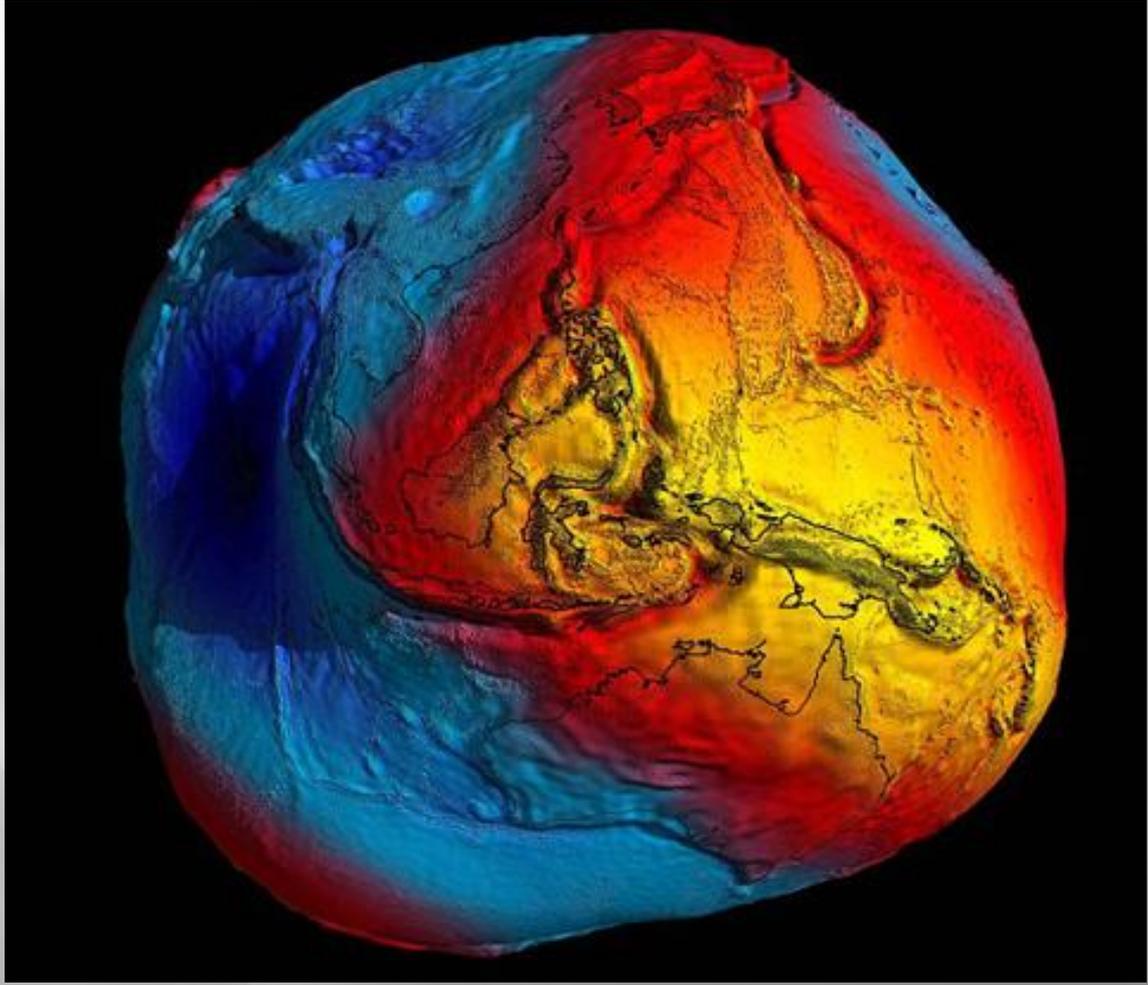
1 - мировой океан, 2 - земной эллипсоид, 3 - отвесные линии,
4 - тело Земли, 5 - геоид, 6 - нормаль к земному эллипсоиду

Земной сфероид –
эллипсоид вращения

Геоид

Отвесные линии





Поверхность рельефа, сфероид и геоид



Поверхность рельефа, сфероид и геоид

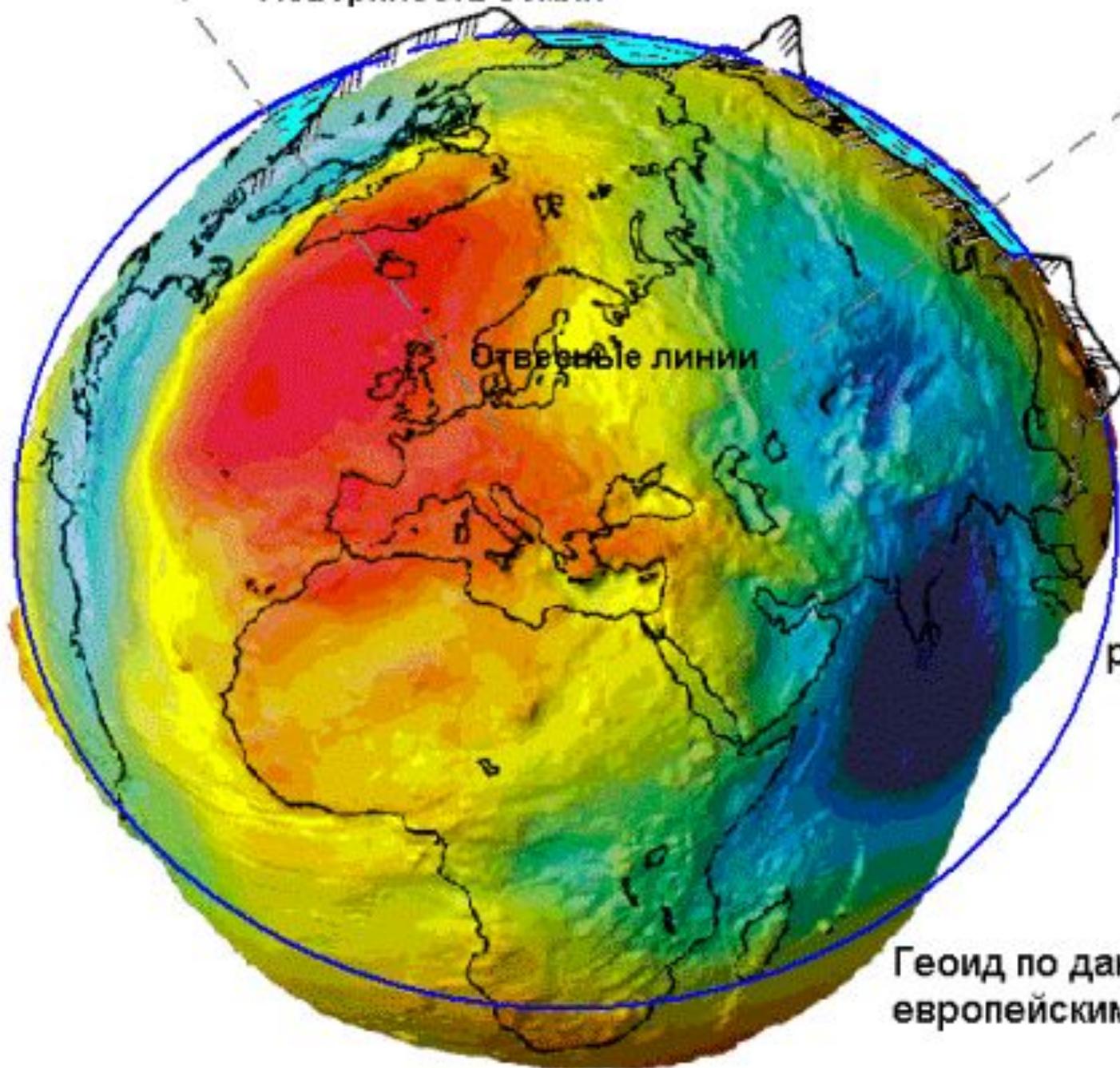


Поверхность Земли

Отвесные линии

референц-эллипсоид

Геоид по данным, переданным европейским спутником GOCE





САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- Для устранения этой неопределенности при решении общих геодезических задач принимается так называемая *общая математическая поверхность*, т.е. *уровенная поверхность*, которая в каждой своей точке совпадает со средним уровнем морей и океанов в момент полного равновесия всей массы воды под влиянием силы тяжести.

Такая поверхность носит название *общей фигуры Земли или поверхности геоида*.

- *Геоид – выпуклая замкнутая поверхность, совпадающая с поверхностью воды в морях и океанах в спокойном состоянии и перпендикулярная к направлению силы тяжести в любой её точке*
- Фигура геоида зависит от распределения масс и плотностей в теле Земли. Из-за неравномерного распределения масс внутри Земли геоид не имеет правильной геометрической формы, и в математическом отношении его поверхность характеризуется слишком большой сложностью. Поэтому там, где это допустимо, поверхность геоида заменяется приближенными математическими моделями, в качестве которых принимается в одних случаях **земной сфероид**, в других – **земной шар**, а при топографическом изучении незначительных по размеру территорий – **горизонтальная плоскость**, т.е. плоскость, перпендикулярная к вертикальной линии в данной точке.
- **Земной сфероид – эллипсоид вращения** получается вращением эллипса вокруг его малой оси b совпадающей с осью вращения Земли, причем центр эллипсоида совмещается с центром Земли.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- Размеры эллипсоида подбирают при условии наилучшего совпадения поверхности эллипсоида и геоида в целом (общеземной эллипсоид) или отдельных его частей (референц-эллипсоид).
- Фигура референц-эллипсоида наилучшим образом подходит для территории отдельной страны или нескольких стран. Референц-эллипсоиды принимают для обработки геодезических измерений законодательно.
- Наиболее удачная математическая модель Земли в виде референц-эллипсоида была предложена проф. Ф. Н. Красовским с большой полуосью $a=6378245$ м, малой – $b=6356863$ м и коэффициентом сжатия у полюсов $a = (a-b)/a = 1/298.3 \sim 1/300$. Отклонения эллипсоида Красовского от геоида на территории СНГ не превышают 150 м.
- Постановлением Совета Министров СССР № 760 от 7 апреля 1946 года эллипсоид Красовского принят для территории нашей страны в качестве математической поверхности Земли.
- В инженерной геодезии для практических расчетов за математическую поверхность Земли принимают шар со средним радиусом $R=6371.11$ км. Объем шара равен объему земного эллипсоида.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Физическая поверхность Земли

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

В свою очередь местность разделяют на ситуацию и рельеф.

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



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- Рельеф складывается из положительных (выпуклых) и отрицательных (вогнутых) форм (рис. 4) и образуется главным образом в результате длительного одновременного воздействия на земную поверхность эндогенных (внутренних) и экзогенных (внешних) процессов.
- Рельеф изучает геоморфология.
- Основными формами рельефа являются гора, котловина, хребет, лощина.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Проектирование земной поверхности. Системы координат.

Топографическое изучение земной поверхности заключается в определении положения ситуации и рельефа относительно математической поверхности Земли, т.е. в определении пространственных координат характерных точек. Для построения моделей местности в геодезии применяют *метод проекций и различные системы координат.*



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- *Метод горизонтальной проекции* заключается в том, что изучаемые точки (A, B, C, D, E) местности с помощью вертикальных (отвесных) линии проектируются на уровенную поверхность U (рис. 5), в результате чего получают горизонтальные проекции этих точек (a, b, c, d, e). Отрезки Aa, Bb, Cc, Dd, Ee называются высотами точек, а численные их значения – отметками.
- Высота точки является одной из её пространственных координат. Отметка называется *абсолютной*, если в качестве уровенной поверхности принимается геоид, и *относительной* или *условной*, если для этого принимается произвольная уровенная поверхность.

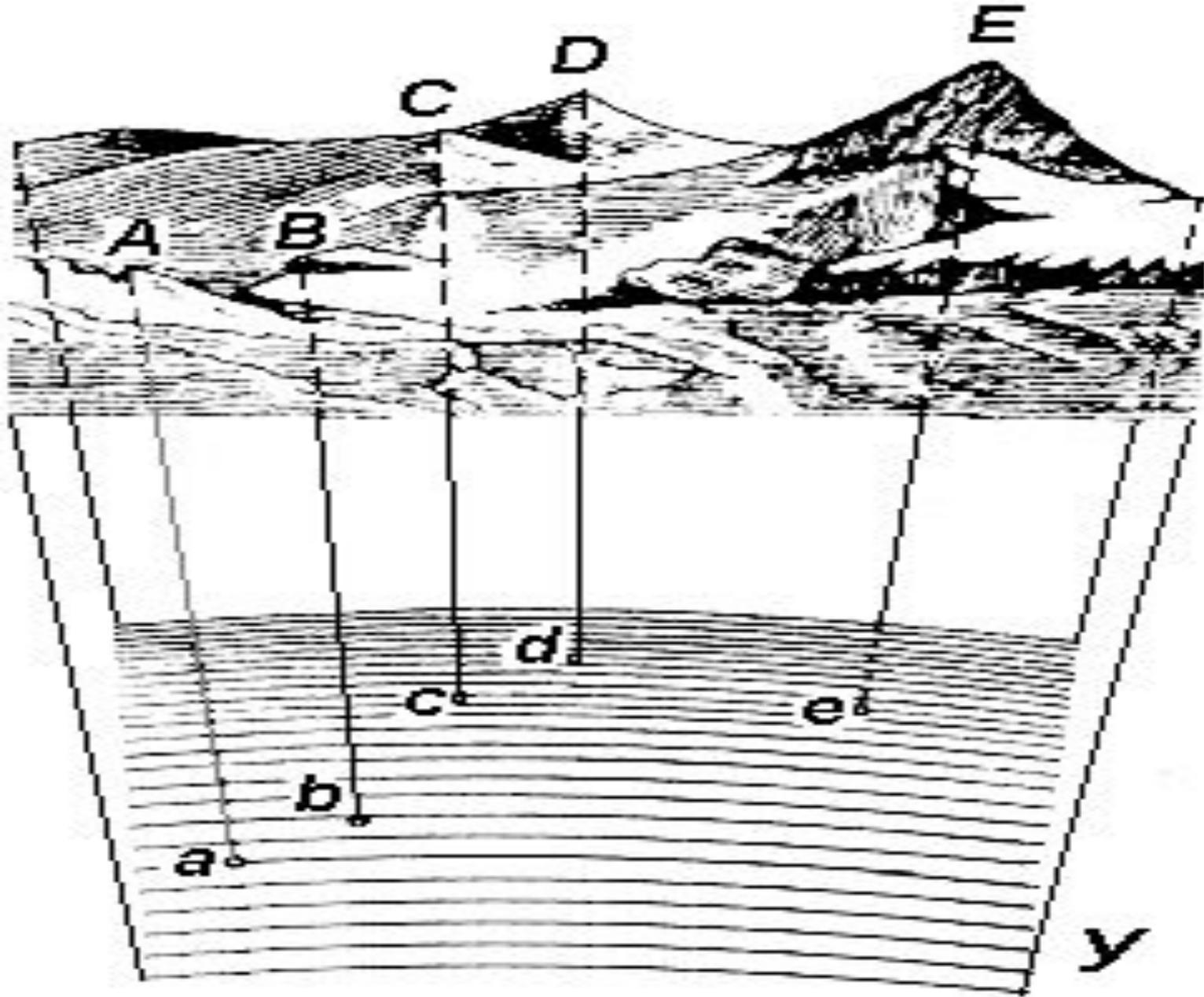


Рис. 4. Проектирование точек местности на уровенную поверхность Земли



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Две другие недостающие координаты точки определяются с помощью системы координат, построенной на математической поверхности Земли (рис. 5).

Через любую точку поверхности референц-эллипсоида можно провести две взаимно перпендикулярные плоскости:

плоскость геодезического меридиана – плоскость, проходящая через ось вращения Земли PP' ;

плоскость геодезической широты, которая перпендикулярна плоскости геодезического меридиана.

Следы сечения поверхности референц-эллипсоида этими плоскостями называют меридианом (M) и параллелью.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- Меридиан, проходящий через астрономическую обсерваторию в Гринвиче, называется **начальным** или **нулевым** (M_0).
- Параллель, плоскость которой проходит через центр Земли O , называется **экватором** (\mathcal{E}).
- Плоскость, проходящая через центр Земли O перпендикулярно к её оси вращения PP' называется **экваториальной**



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ



Основой для всех систем координат являются плоскости меридиана и экватора

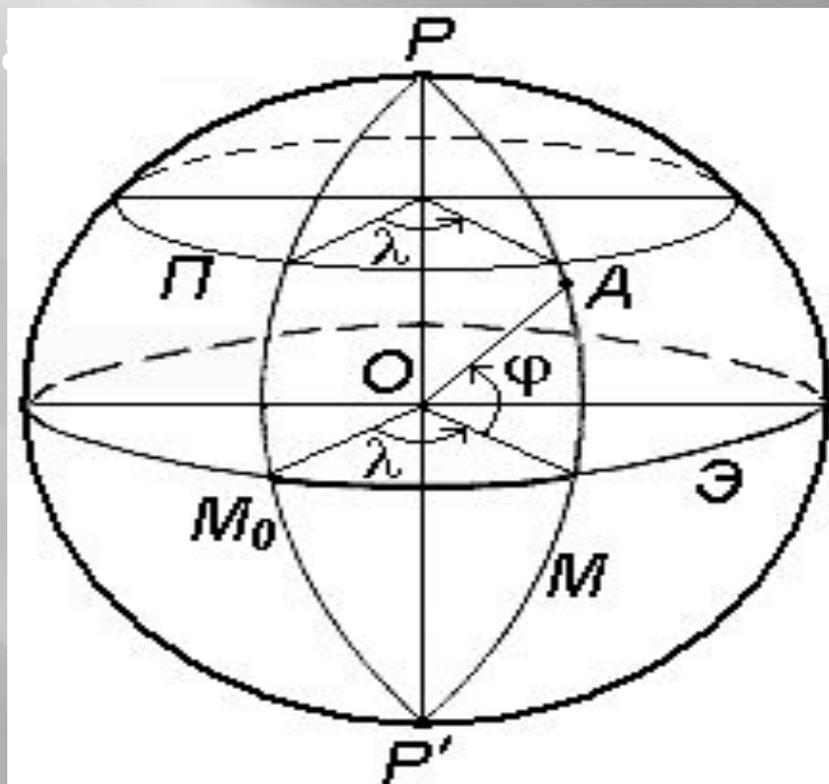


Рис. 5. Система географических координат



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- Системы координат подразделяются на угловые, линейные и линейно – угловые.

Примером угловых координат являются географические координаты (рис.5): широта j и долгота l . Вдоль соответствующих параллели и меридиана широта и долгота точек постоянны.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

В геодезии применяются следующие системы координат:

- *геодезические;*
- *астрономические;*
- *географические;*
- *плоские прямоугольные геодезические (зональные);*
- *полярные;*
- *местные.*



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ



Геодезические координаты

Геодезические координаты определяют положение точки земной поверхности на референц-эллипсоиде (рис.6).

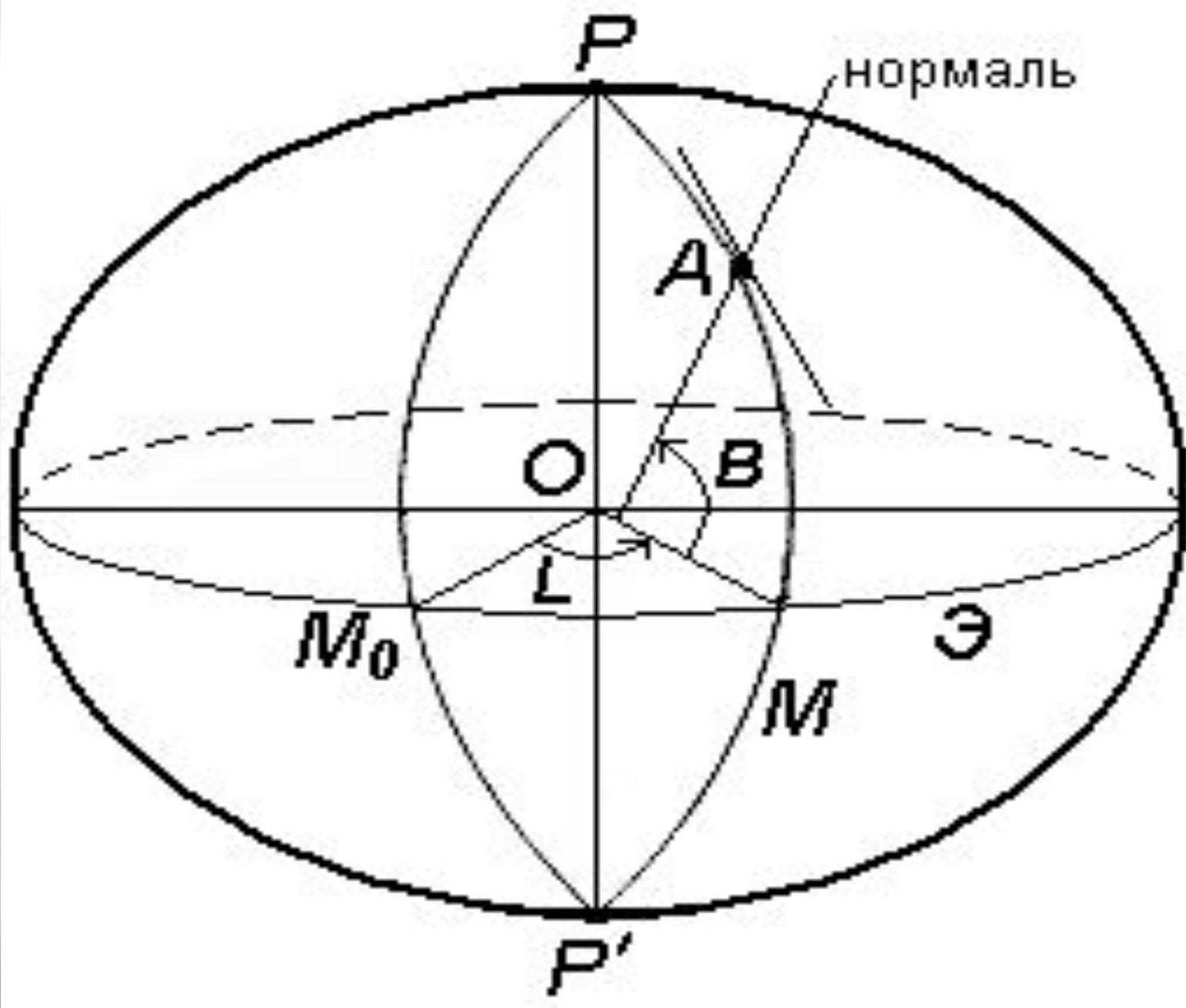


Рис.6. Система геодезических координат



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- ▣ *Геодезическая широта B* – угол, образованный нормалью к поверхности эллипсоида в данной точке и плоскостью его экватора. Широта отсчитывается от экватора к северу или югу от 0° до 90° и соответственно называется северной или южной широтой.
- ▣ *Геодезическая долгота L* – двугранный угол между плоскостями геодезического меридиана данной точки и начального геодезического Гринвичского меридиана.

Долготы точек, расположенных к востоку от начального меридиана, называются восточными, а к западу – западными.



САКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Астрономические координаты (для геодезии)

Астрономическая широта φ и долгота λ определяют положение точки земной поверхности относительно экваториальной плоскости и плоскости начального астрономического меридиана (рис.7).

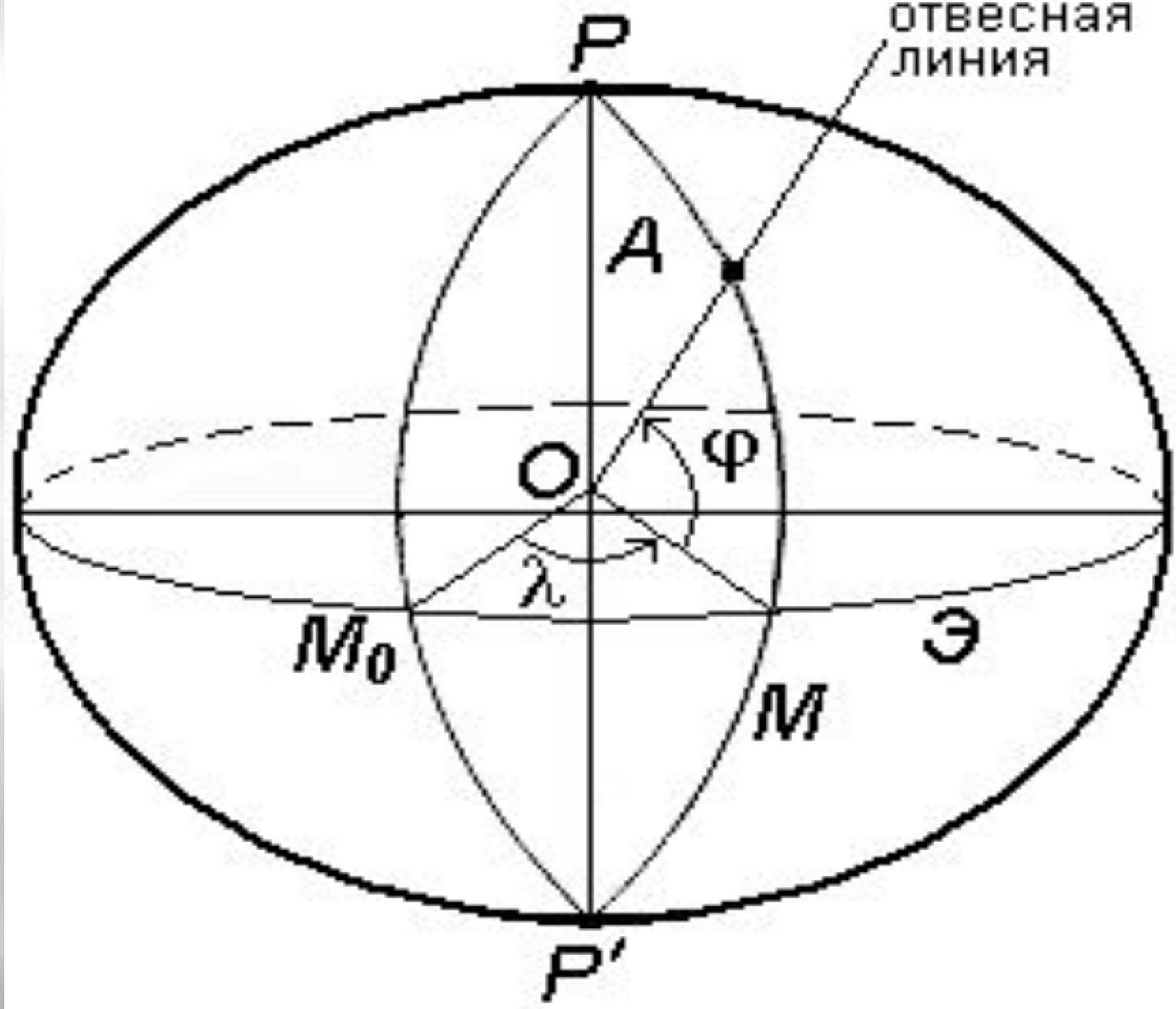


Рис. 7. Система астрономических координат



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Астрономическая широта φ – угол, образованный отвесной линией в данной точке и экваториальной плоскостью.

Астрономическая долгота λ – двугранный угол между плоскостями астрономического меридиана данной точки и начального астрономического меридиана.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- Астрономическая широта φ и долгота λ определяются астрономическими наблюдениями.
- Геодезические и астрономические координаты отличаются (имеют расхождение) из-за отклонения отвесной линии от нормали к поверхности эллипсоида. При составлении географических карт этим отклонением пренебрегают



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ



Географические координаты

Географические координаты – величины, обобщающие две системы координат: геодезическую и астрономическую, используют в тех случаях, когда отклонение отвесных линий от нормали к поверхности не учитывается (рис.8).

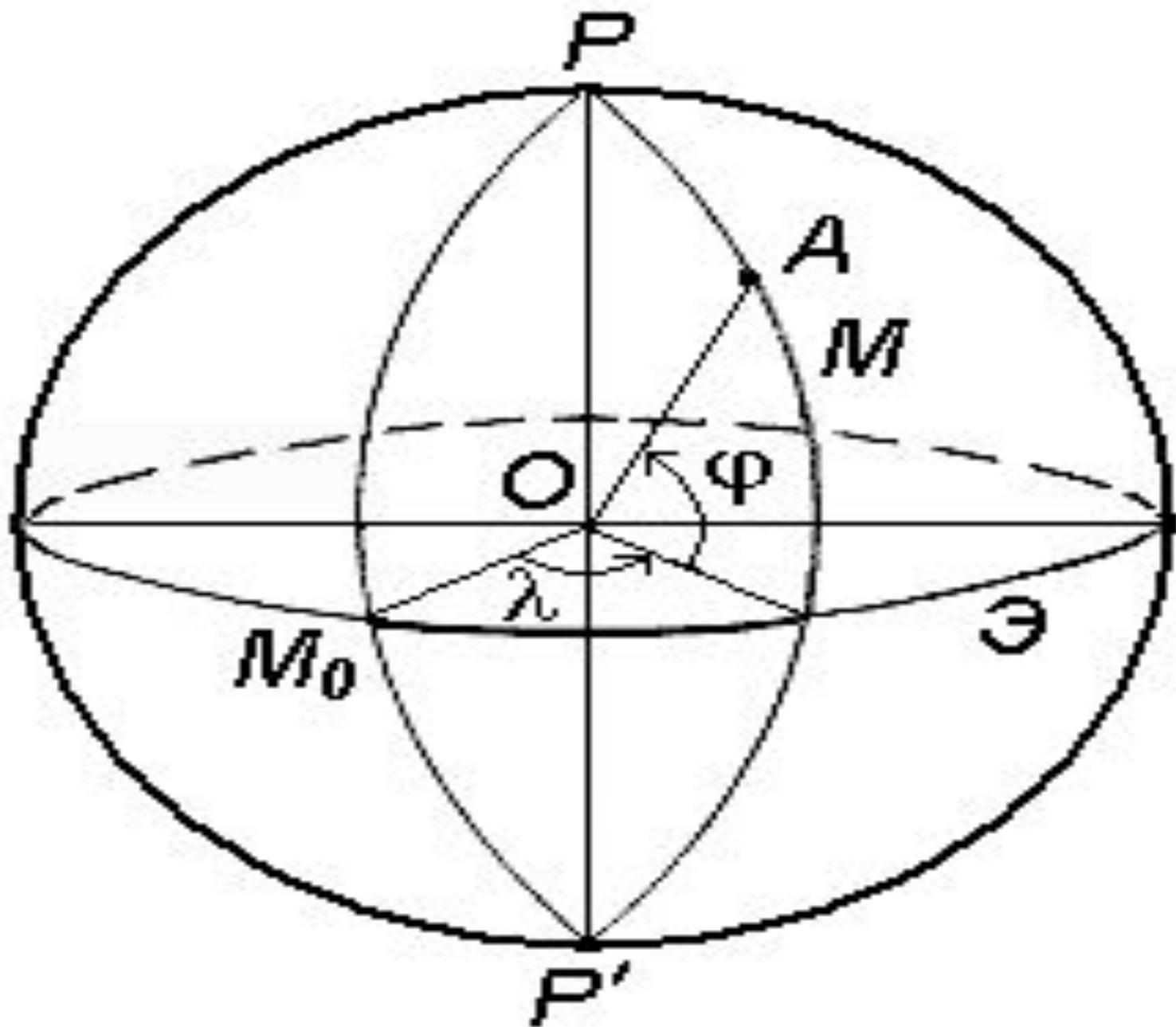


Рис. 8. Система географических координат



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Плоские прямоугольные геодезические координаты (зональные).

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

Для определения положения точек в плоской прямоугольной геодезической системе координат используют горизонтальную координатную плоскость XOY (рис. 9), образованную двумя взаимно перпендикулярными прямыми. Одну из них принимают за ось абсцисс X , другую – за ось ординат Y , точку пересечения осей O – за начало координат.

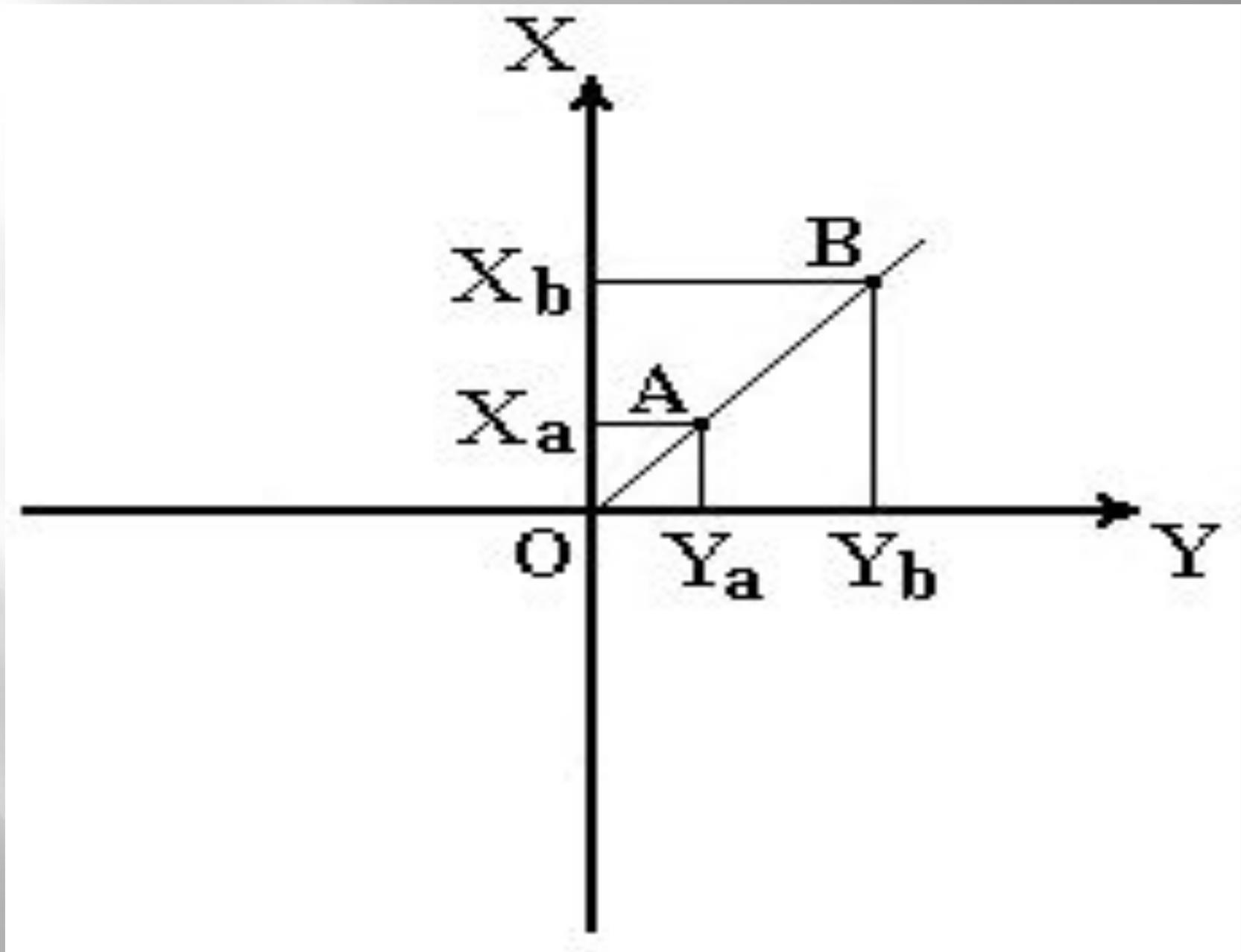


Рис. 9. Плоская прямоугольная система координат



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- Изучаемые точки проектируют с математической поверхности Земли на координатную плоскость XOY . Так как сферическая поверхность не может быть спроектирована на плоскость без искажений (без разрывов и складок), то при построении плоской проекции математической поверхности Земли принимается неизбежность данных искажений, но при этом их величины должным образом ограничивают.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Для этого применяется равноугольная картографическая *проекция Гаусса – Крюгера* (проекция названа по имени немецких ученых, предложивших данную проекцию и разработавших формулы для её применения в геодезии), в которой математическая поверхность Земли проектируется на плоскость по участкам – зонам, на которые вся земная поверхность делится меридианами через 6° или 3° , начиная с начального меридиана (рис. 10).

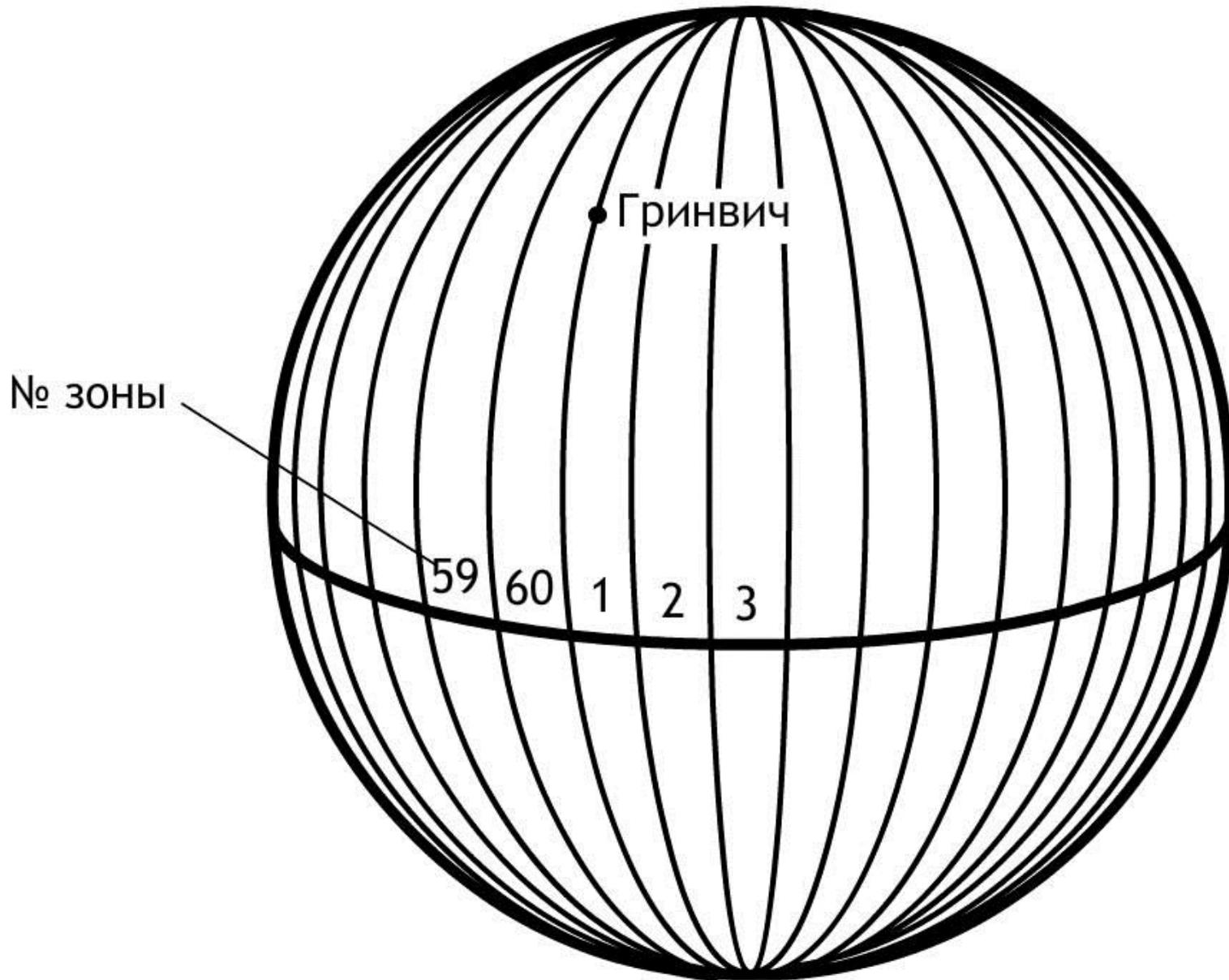


Рис. 10. Деление математической поверхности Земли на шестиградусные зоны



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- В пределах каждой зоны строится своя прямоугольная система координат. С этой целью все точки данной зоны проецируются на поверхность цилиндра (рис. 11, а), ось которого находится в плоскости экватора Земли, а его поверхность касается поверхности Земли вдоль среднего меридиана зоны, называемого осевым. При этом соблюдается условие сохранения подобия фигур на земле и в проекции при малых размерах этих фигур

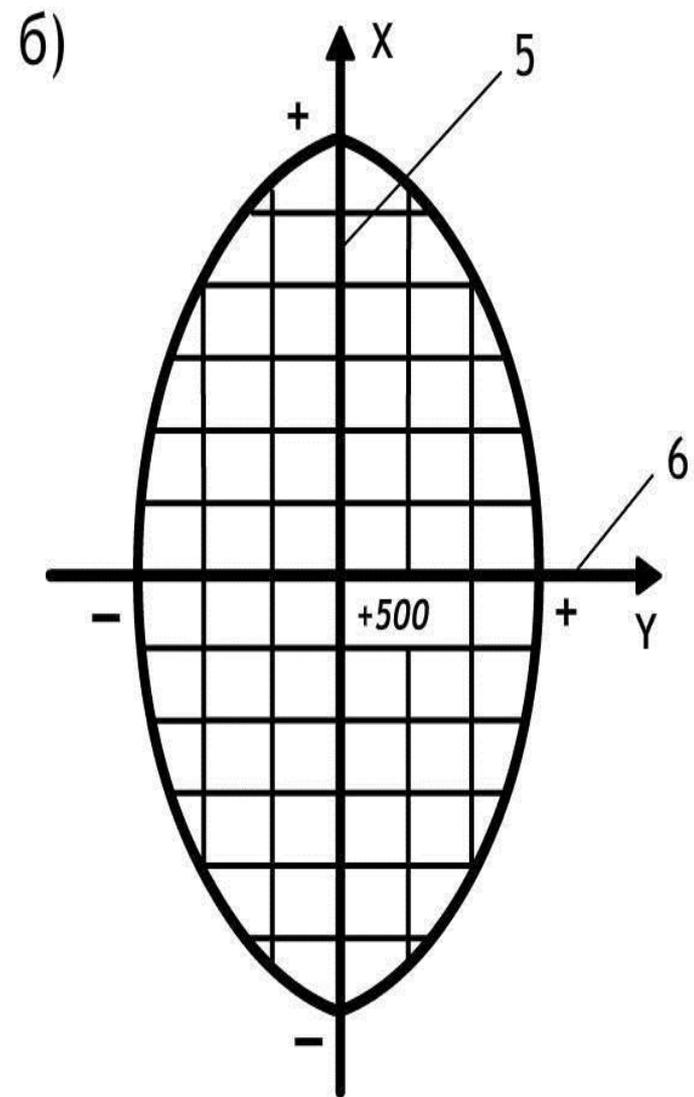
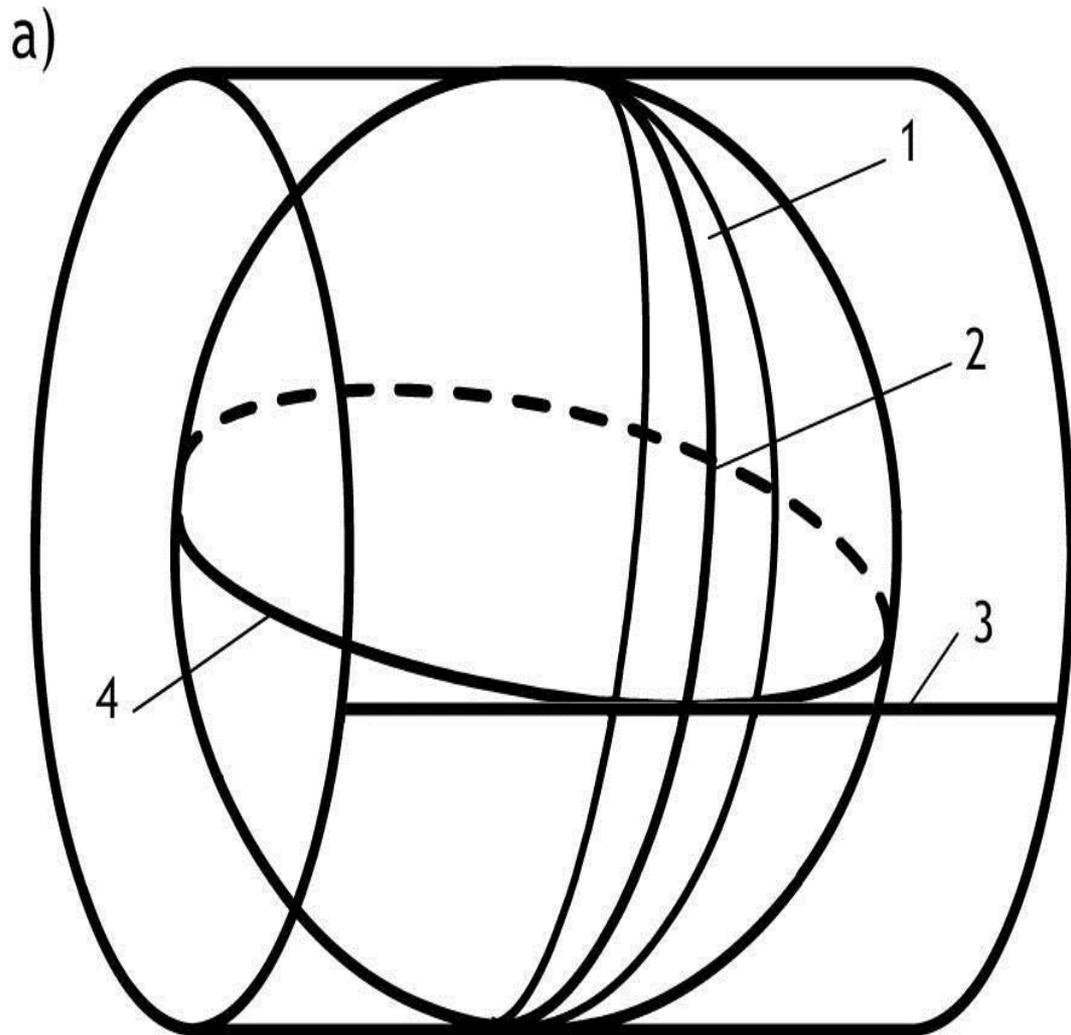


Рис. 11. Равноугольная картографическая проекция Гаусса – Крюгера (а) и зональная система координат (б):
 1 – зона, 2 – осевой (средний) меридиан зоны, 3 – проекция экватора на поверхность цилиндра, 4 – экватор, 5 – ось абсцисс – проекция осевого меридиана, 6 – ось ординат – проекция экватора



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

После проектирования точек зоны на цилиндр, он разворачивается на плоскость, на которой изображение проекции осевого меридиана и соответствующего участка экватора будет представлена в виде двух взаимно перпендикулярных прямых (рис. 11, б). Точка пересечения их принимается за начало зональной плоской прямоугольной системы координат, изображение северного направления осевого меридиана – за положительную ось абсцисс, а изображение восточного направления экватора – за положительное направление оси ординат.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Для всех точек на территории нашей страны абсциссы имеют положительное значение.

Чтобы ординаты точек также были только положительными, в каждой зоне ординату начала координат принимают равной 500 км (рис. 11, б).

Таким образом, точки, расположенные к западу от осевого меридиана, имеют ординаты меньше 500 км, а к востоку – больше 500 км. Эти ординаты называют преобразованными.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ



На границах зон в пределах широт от 30° до 70° относительные ошибки, происходящие от искажения длин линий в этой проекции, колеблются от 1 : 1000 до 1 : 6000. Когда такие ошибки недопустимы, прибегают к трехградусным зонам.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ



Четверти прямоугольной системы координат нумеруются.

Их счет идет по ходу стрелки от положительного направления оси абсцисс (рис.12).



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

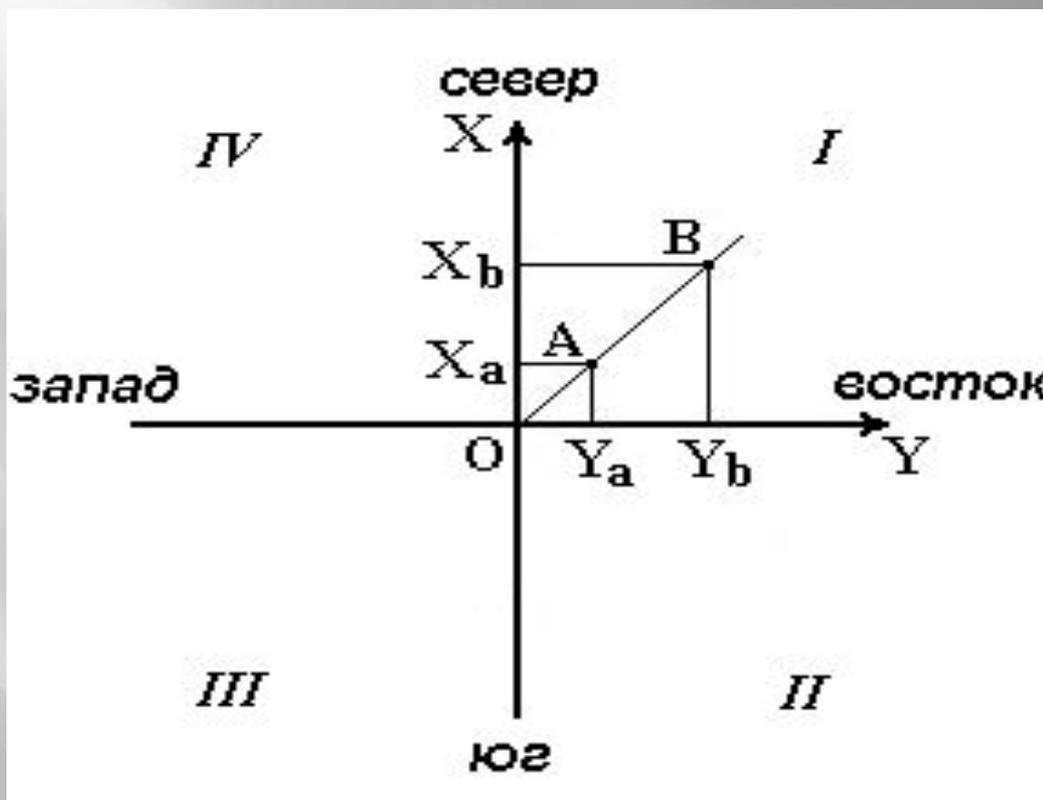


Рис. 12. Четверти прямоугольной системы координат

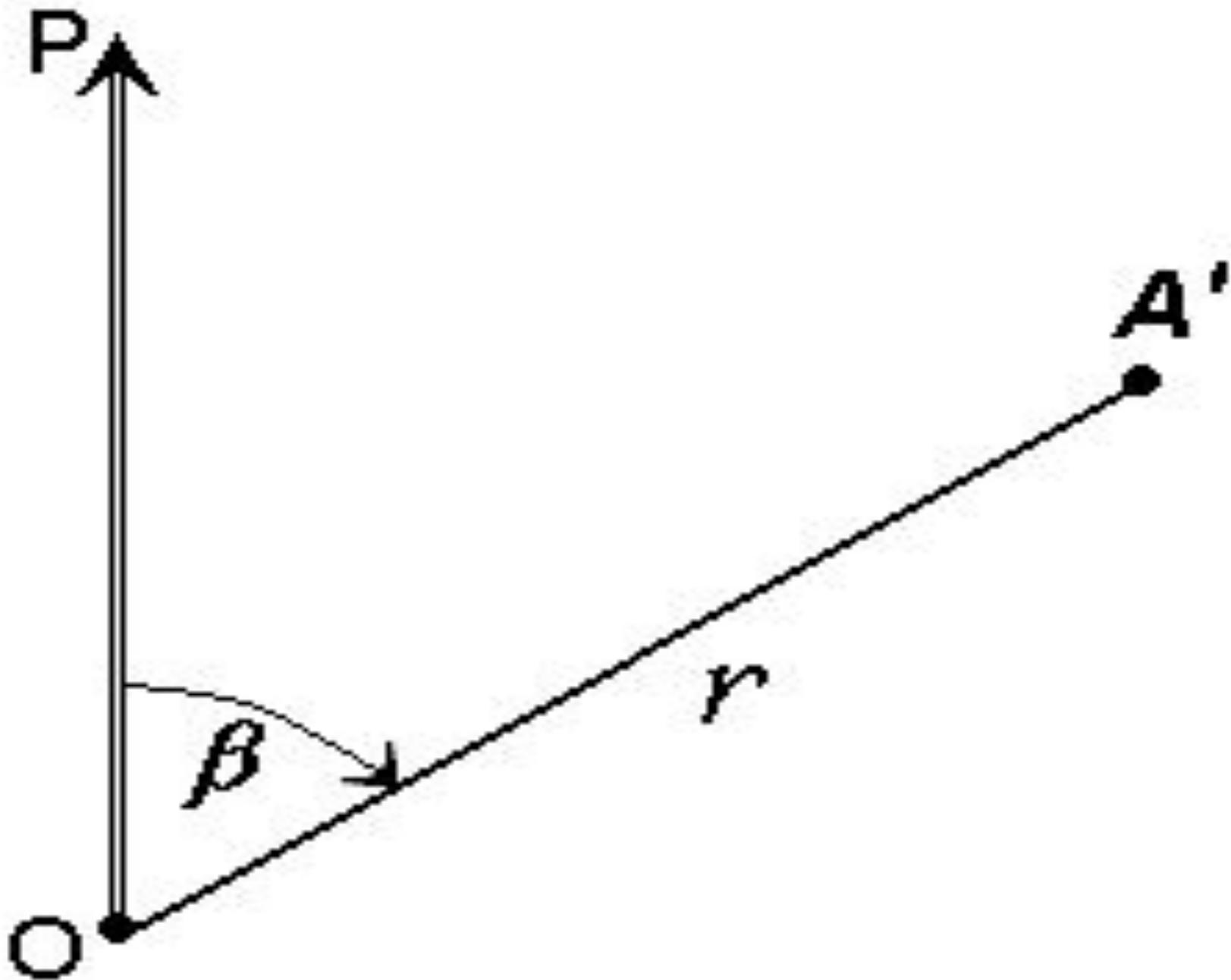


Рис. 13. Полярная система координат



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

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



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Системы высот

- Высота точки является третьей координатой, определяющей её положение в пространстве.
- В геодезии для определения отметок точек применяются следующие системы высот (рис.14):
 - ортометрическая (абсолютная);
 - геодезическая;
 - нормальная (обобщенная);
 - относительная (условная).

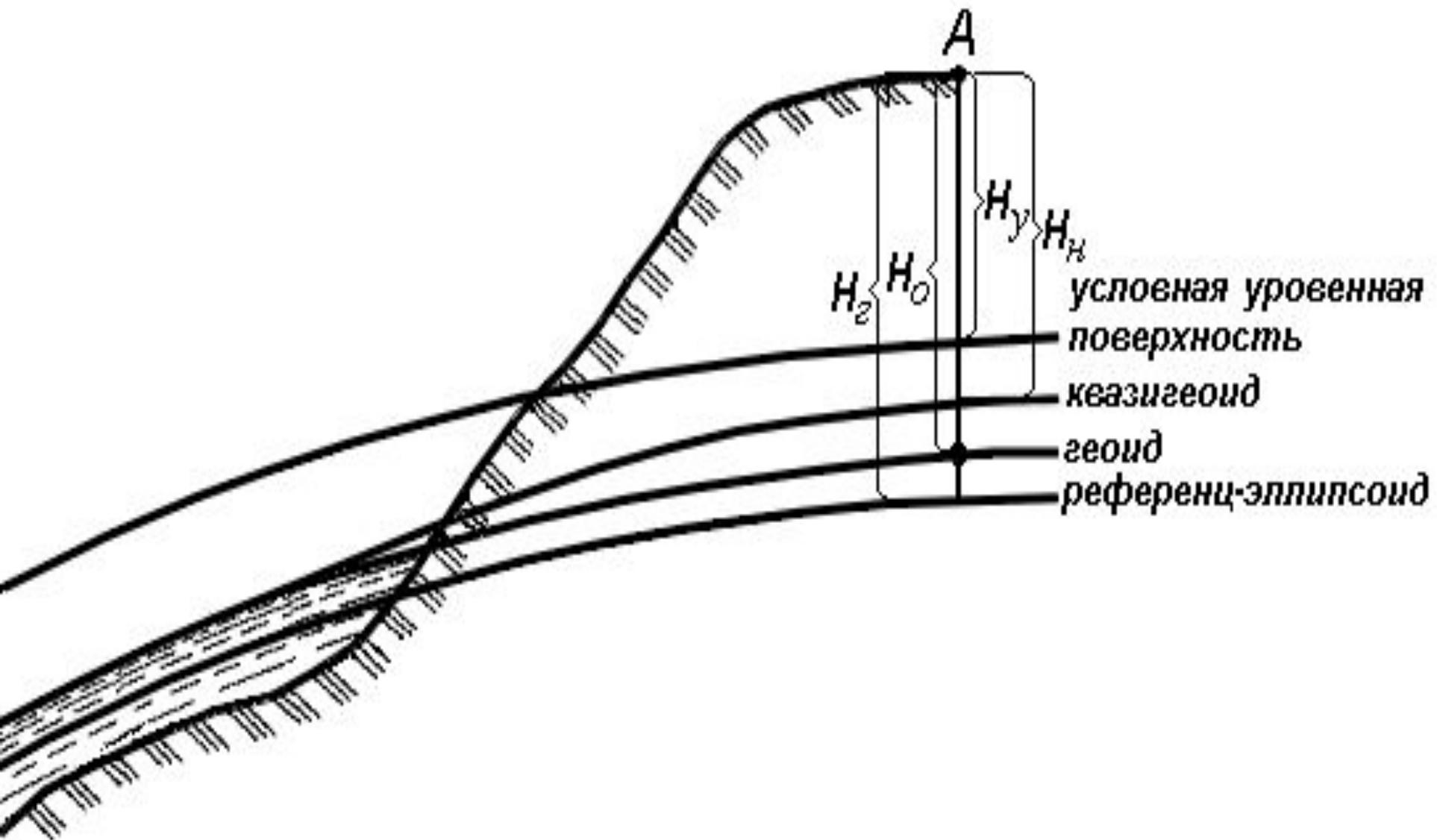


Рис. 14. Системы высот в геодезии



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- ▣ *Ортометрическая (абсолютная) высота H_0* – расстояние, отсчитываемое по направлению отвесной линии от поверхности геоида до данной точки.
- ▣ *Геодезическая высота H_2* – расстояние, отсчитываемое по направлению нормали от поверхности референц-эллипсоида до данной точки.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ



- В нашей стране все высоты реперов государственной нивелирной сети определены в нормальной системе высот. Это связано с тем, что положение геоида под материками определить сложно. Поэтому с конца 40-х годов в СССР было принято решение не применять ортометрическую систему высот.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

В нормальной системе высот отметка точки H_n отсчитывается по направлению отвесной линии от поверхности квазигеоида, близкой к поверхности геоида. Отличие реального среднего уровня моря от геоида может достигать 1 м.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ



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



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- В России абсолютные высоты точек определяются в Балтийской системе высот (БСВ) относительно нуля Кронштадтского футштока – горизонтальной черты на медной пластине, прикрепленной к устью моста через обводной канал в г. Кронштадте.
- Относительная высота H_y – измеряется от любой другой поверхности, а не от основной уровенной поверхности.

Нуль Кронштадтского футштока



FotosergS.ya.ru 2010



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ



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



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Лекция №2.

Понятие об ориентировании.

Дирекционные углы и осевые румбы,
истинные и магнитные азимуты,
зависимость между ними.

Прямая и обратная геодезические задачи.

Связь между дирекционными углами
предыдущей и последующей линий.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Понятие об ориентировании

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

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

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



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

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

Осевой (средний) истинный меридиан зоны часто принимают за основное направление. В этом случае положение линии местности относительно осевого меридиана определяет угол ориентирования, называемый дирекционным (рис. 15).



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

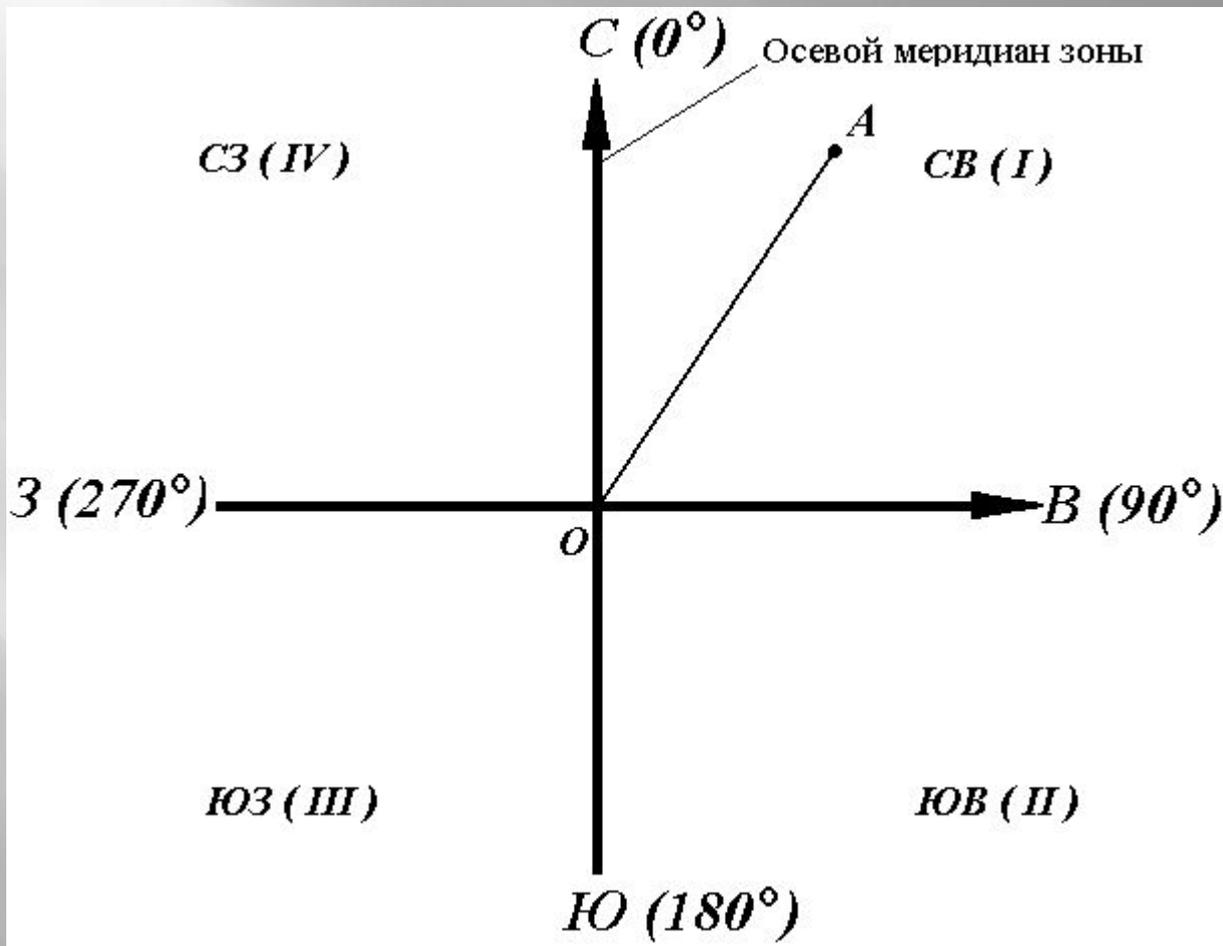


Рис. 15. Дирекционные углы



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- Для линии OA её дирекционным углом в точке O является горизонтальный угол a_{OA} между северным направлением осевого меридиана и направлением линии. Для линий OB , OE и OF – a_{OB} , a_{OE} , a_{OF} .
- Таким образом, **дирекционным углом** является угол в горизонтальной плоскости, отсчитываемый от северного направления осевого меридиана по ходу часовой стрелки до данной линии.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- В геодезии принято различать прямое и обратное направление линии (рис. 16). Так, если ВС считать прямым направлением линии, то СВ будет обратным направлением той же линии. В соответствии с этим a_{BC} является прямым дирекционным углом линии ВС в точке М, а угол a_{CB} – обратным дирекционным углом этой же линии



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

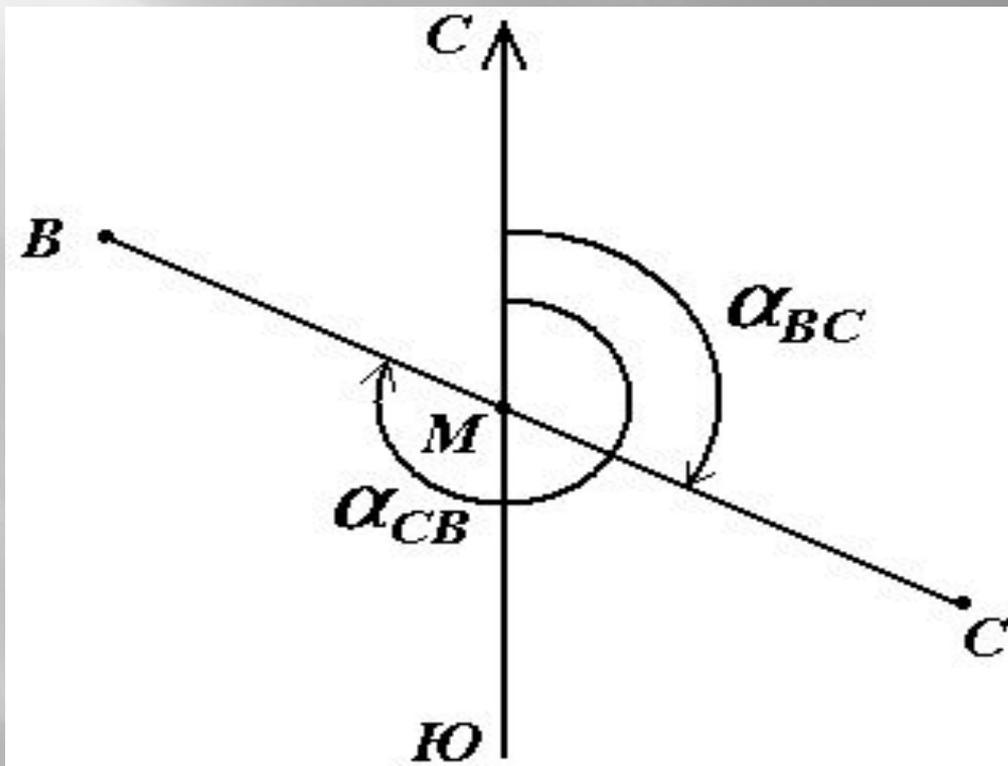


Рис. 16. Прямое и обратное направление линии



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ



- Из рисунка видно, что $a_{CB} = a_{BC} + 180^\circ$, т.е. прямой и обратный дирекционные углы отличаются друг от друга на 180° .
- Иногда для ориентирования линии местности пользуются не дирекционными углами, а румбами (рис. 17).



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

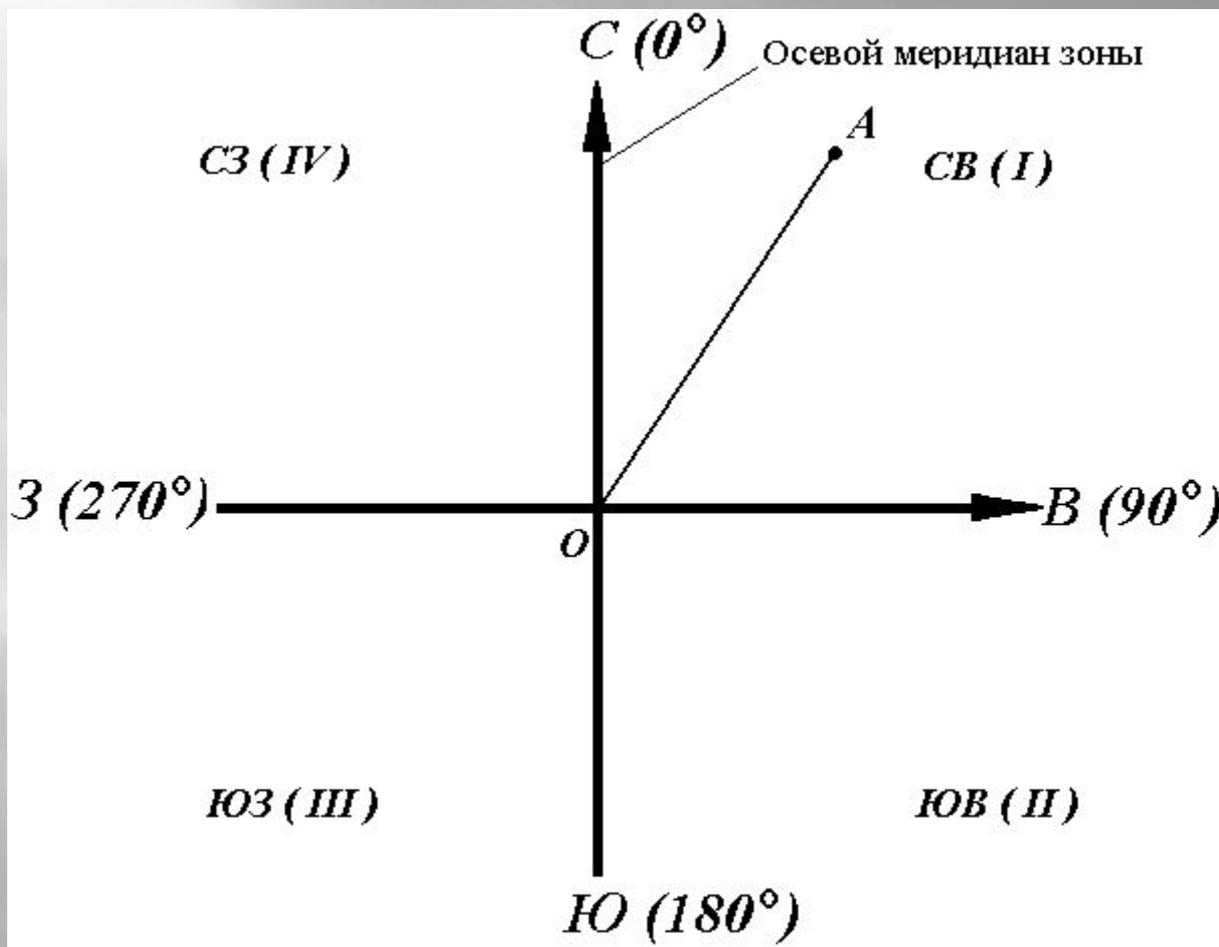


Рис. 17. Румбы и дирекционные углы

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

Название четвертей составлены из соответствующих обозначений главных точек горизонта: север (С), юг (Ю), восток (В), запад (З).



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

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

I четверть (СВ) $r = a$

II четверть (ЮВ) $r = 180^\circ - a$

III четверть (ЮЗ) $r = a - 180^\circ$

IV четверть (СЗ) $r = 360^\circ - a$

Румб в точке **М** направления **ВС** называется прямым, а противоположного направления **СВ** – обратным. Прямой и обратный румб в одной и той же точке данной линии равны по численному значению, но имеют индексы противоположных четвертей.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

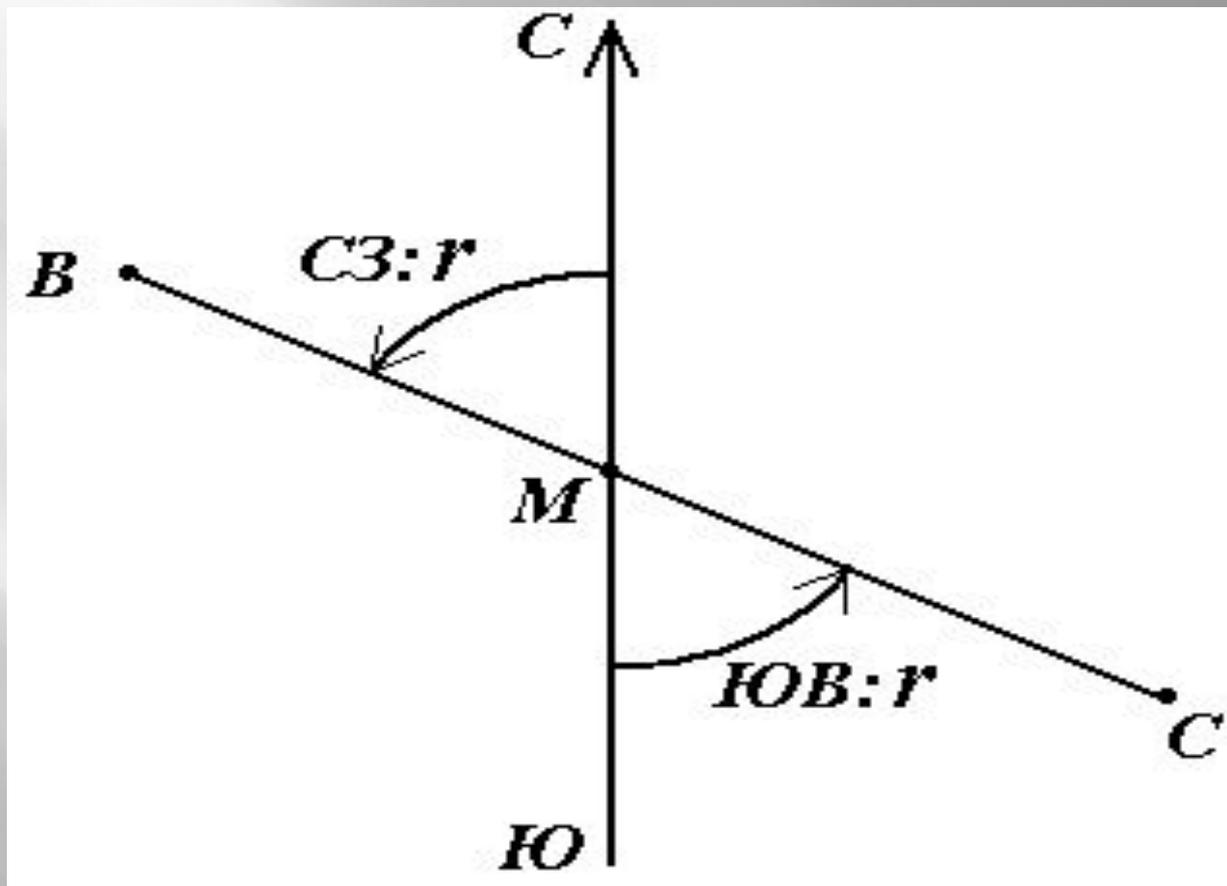


Рис. 18. Прямой и обратный румбы



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Истинные азимуты и румбы

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

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

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



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ



- ▣ *Истинный азимут линии* – угол в горизонтальной плоскости, отсчитываемый от северного направления истинного меридиана по ходу часовой стрелки до данной линии (рис. 19).
- ▣ *Истинный румб линии* – острый горизонтальный угол, отсчитываемый от ближайшего направления истинного меридиана (северного или южного) до данной линии.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

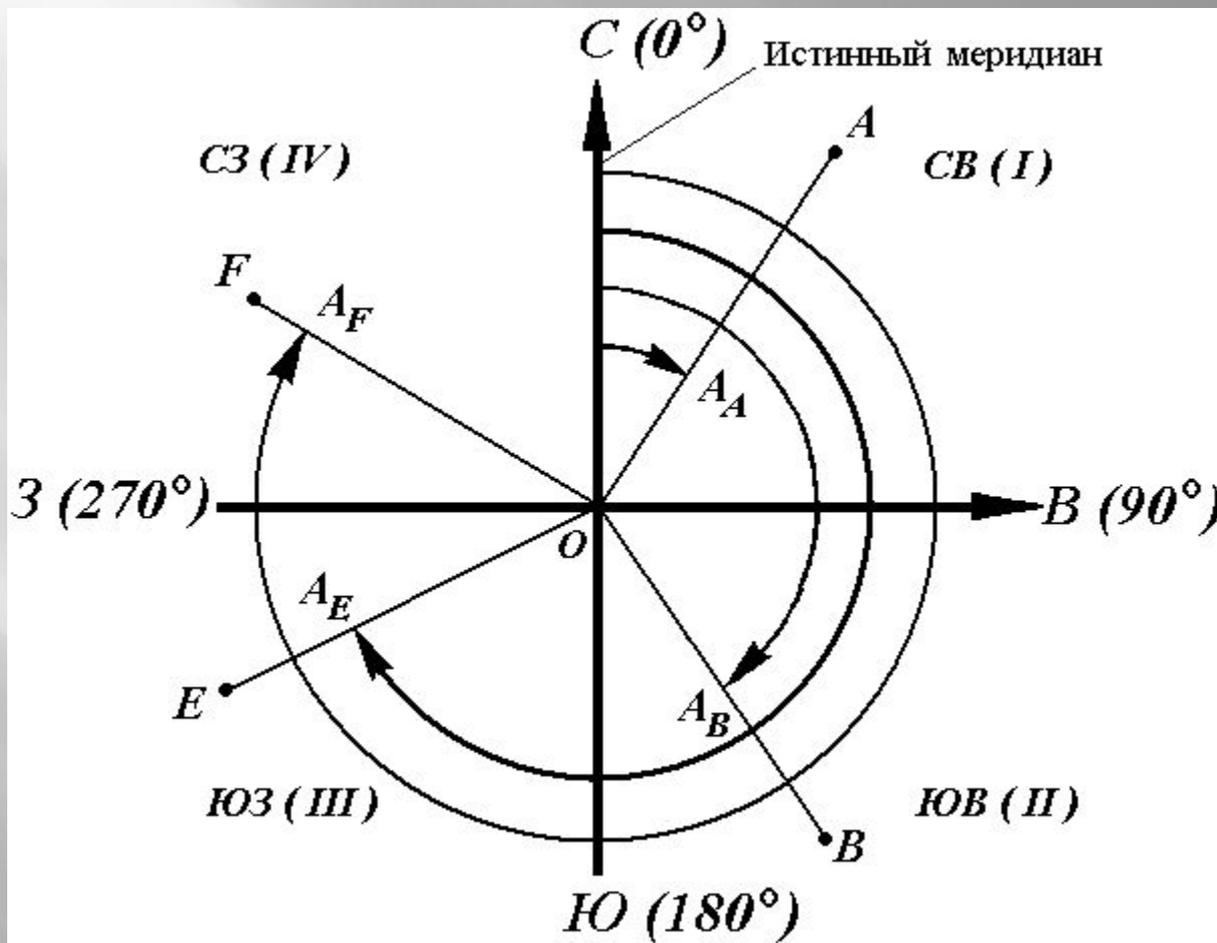


Рис. 19. Истинные азимуты



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- Истинный азимут A измеряется от 0° до 360° . Зависимость между истинными азимутами и румбами такая же, как и между дирекционными углами и осевыми румбами.
- Истинные меридианы, проходящие через точки Земли с разной долготой, не параллельны между собой и сходятся на полюсах. Поэтому азимуты одной и той же прямой линии, определяемые относительно разных истинных меридианов, отличаются на величину γ (рис. 20), которую называют углом сближения меридианов. Его приближенное значение можно рассчитать по формулам:



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

$$\gamma = 0,54 \cdot l \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad \text{или} \quad \gamma = \sin \varphi \cdot \Delta \lambda,$$

где l – длина прямой линии между точками (км); φ – средняя широта линии; $\Delta \lambda$ – разность долгот.

При $l = 1$ км и широте Хабаровска
 $\varphi = 48^{\circ}28'$ угол сближения меридианов
 $\gamma = 0,6' = 36''$.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

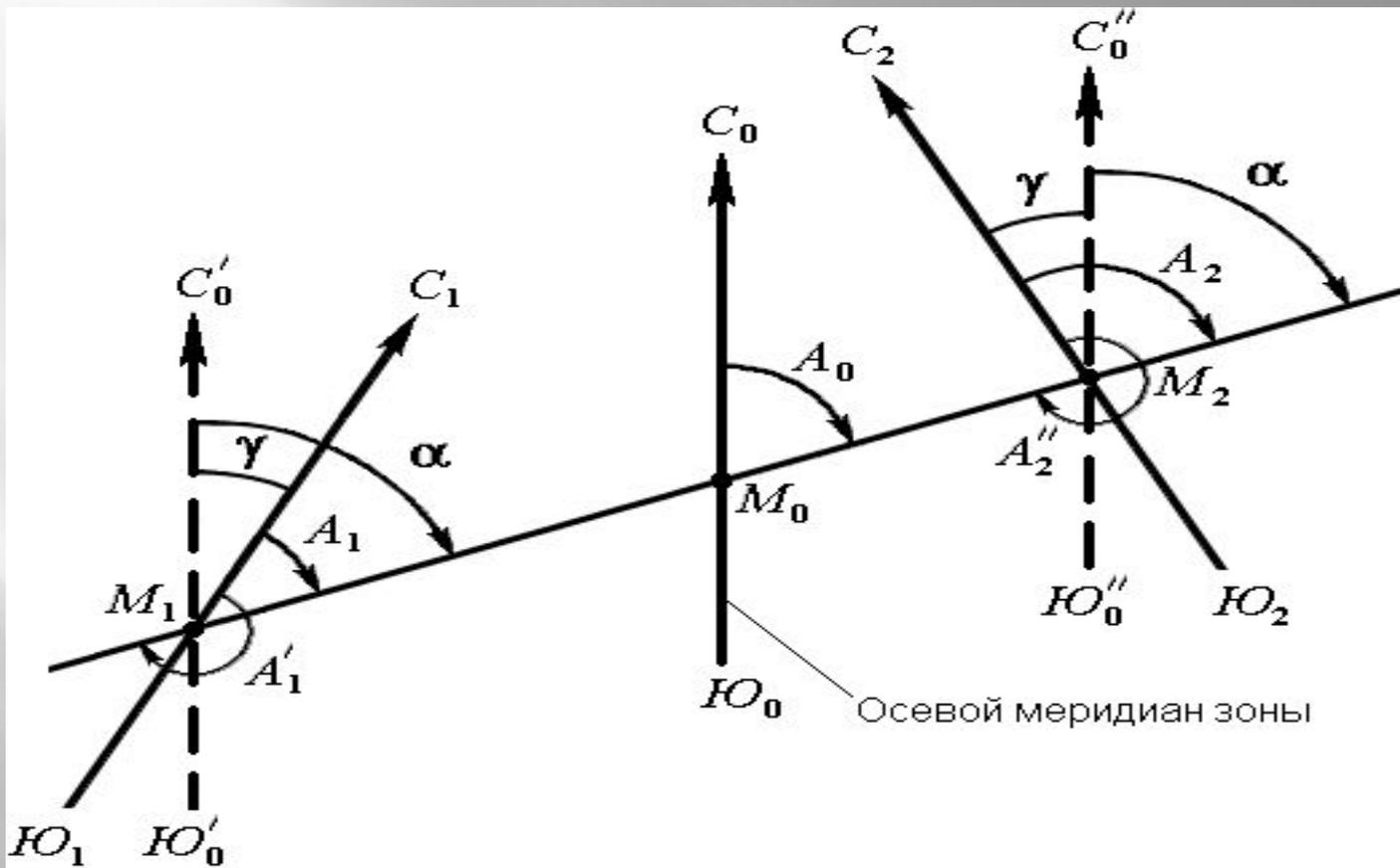


Рис. 20. Зависимость между истинным азимутом и дирекционным углом



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- Для перехода от дирекционного угла к истинному азимуту и наоборот необходимо знать угол сближения γ между осевым и истинным меридианом (рис. 21).
Зависимость между истинным азимутом и дирекционным углом следующая

$$A = a + \gamma .$$



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- Если точка расположена к западу от осевого меридиана, то величину угла сближения γ между осевым и истинным меридианом принято считать отрицательной, если к востоку – положительной (рис. 21). Например, истинные азимуты линии при дирекционном угле $a = 70^\circ$ и углах сближения $\gamma = -0^\circ 50'$ для западной точки **М1**, $\gamma = 0^\circ 50'$ для восточной – **М2** соответственно равны

$$A_1 = 70^\circ - 0^\circ 50' = 69^\circ 50',$$

$$A_2 = 70^\circ + 0^\circ 50' = 70^\circ 50'.$$



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Магнитные азимуты и румбы

- При ориентировании линий местности за основное направление может также приниматься **направление магнитного меридиана.**
- Магнитная стрелка на концах имеет точки, в которых сосредоточены магнитные массы. Соединяющая их линия называется **магнитной осью стрелки.**
- Вертикальная плоскость, проходящая через магнитную ось стрелки, является **плоскостью магнитного меридиана.**
- Линия пересечения плоскости магнитного меридиана с горизонтальной плоскостью дает **направление магнитного меридиана**



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Горизонтальный угол, отсчитываемый от северного направления магнитного меридиана по ходу часовой стрелки до данной линии, называется *магнитным азимутом* A_M (рис. 22)

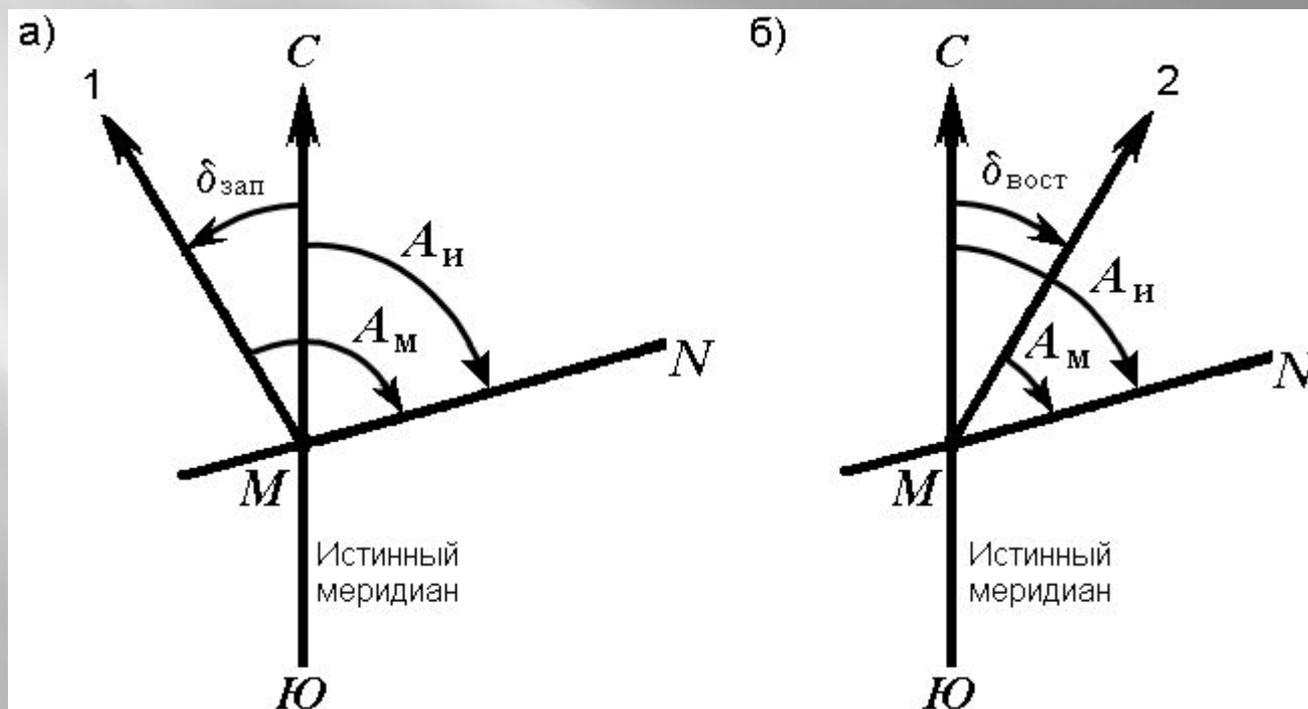


Рис. 22. Магнитный азимут и склонение магнитной стрелки: а) западное; б) восточное



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- В каждой точке на поверхности Земли магнитный и истинный меридианы образуют между собой угол, называемый **склонением магнитной стрелки δ** (рис. 21). Северный конец магнитной стрелки может отклоняться от истинного меридиана к западу или востоку. В зависимости от этого различают западное и восточное склонения. Восточное склонение принято считать положительным, западное – отрицательным:

$$A_u = A_m + \delta_{\text{вост}},$$
$$A_u = A_m - \delta_{\text{зап}}.$$



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

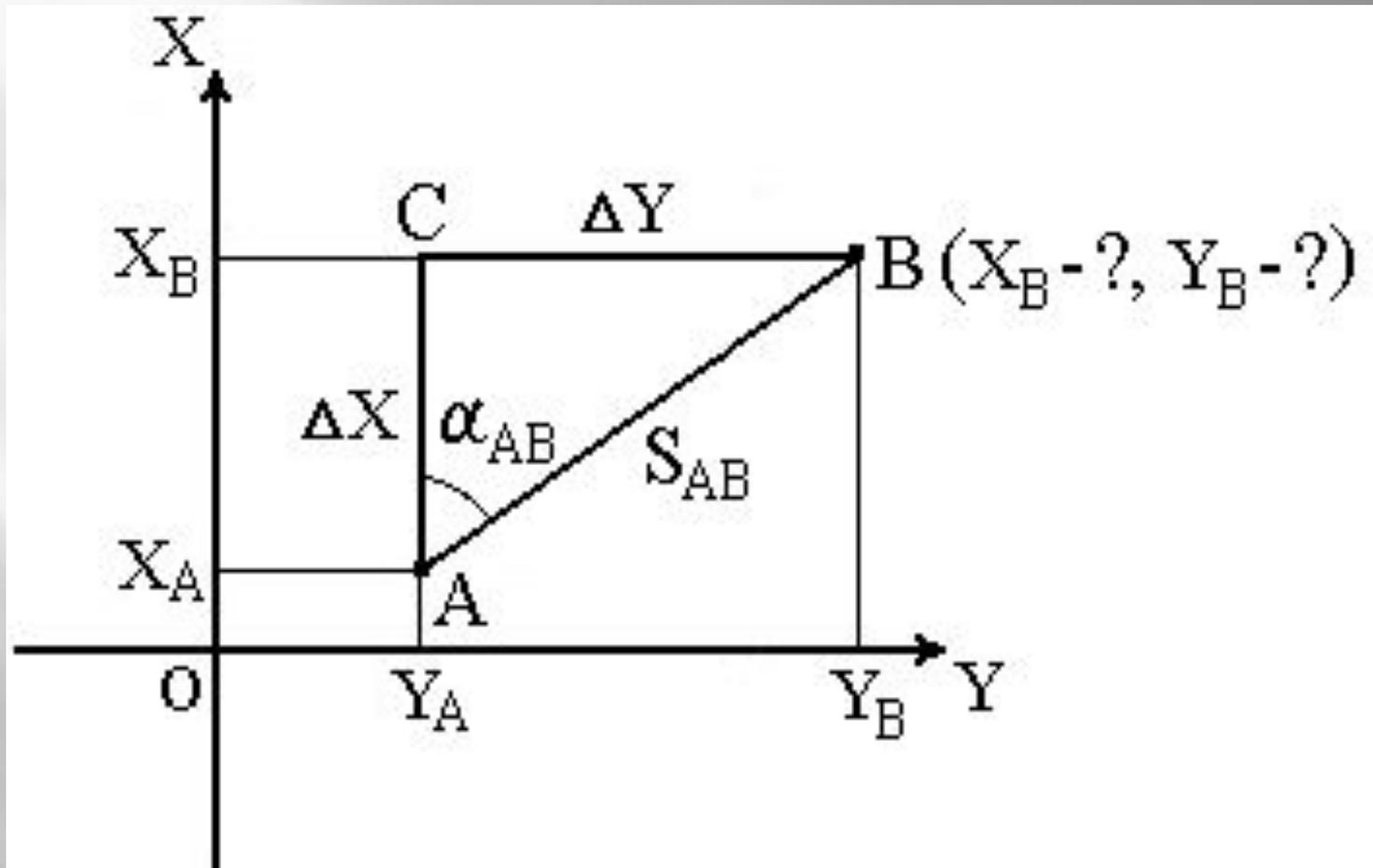


Рис. 23. Прямая геодезическая задача



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

2.3. Прямая и обратная геодезические задачи

■ 2.3.1. Прямая геодезическая задача

В геодезии часто приходится передавать координаты с одной точки на другую. Например, зная исходные координаты точки **A** (рис.23), горизонтальное расстояние S_{AB} от неё до точки **B** и направление линии, соединяющей обе точки (дирекционный угол a_{AB} или румб r_{AB}), можно определить координаты точки **B**. В такой постановке передача координат называется **прямой геодезической задачей**.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- Для точек, расположенных на сфероиде, решение данной задачи представляет значительные трудности. Для точек на плоскости она решается следующим образом.

Дано: Точка $A(X_{A'}, Y_{A})$, S_{AB} и a_{AB} .

Б Найти: точку $B(X_{B'}, Y_{B})$.

Непосредственно из рисунка имеем:

$$\Delta X = X_B - X_A ;$$

$$\Delta Y = Y_B - Y_A .$$



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Разности ΔX и ΔY координат точек последующей и предыдущей *называются приращениями координат*. Они представляют собой проекции отрезка AB на соответствующие оси координат. Их значения находим из прямоугольного треугольника ABC :

$$\begin{aligned}\Delta X &= S_{AB} \cdot \cos a_{AB}; \\ \Delta Y &= S_{AB} \cdot \sin a_{AB}.\end{aligned}$$

Так как в этих формулах S_{AB} всегда число положительное, то знаки приращений координат ΔX и ΔY зависят от знаков $\cos a_{AB}$ и $\sin a_{AB}$. Для различных значений углов знаки ΔX и ΔY представлены в табл.1.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ



Таблица 1.

Знаки приращений координат ΔX и ΔY

Приращения координат	Четверть окружности в которую направлена линия			
	I (СВ)	II (ЮВ)	III (ЮЗ)	IV (СЗ)
ΔX	+	-	-	+
ΔY	+	+	-	-



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- При помощи румба приращения координат вычисляют по формулам:

$$\Delta X = S_{AB} \cdot \cos r_{AB} ;$$
$$\Delta Y = S_{AB} \cdot \sin r_{AB} .$$

- Знаки приращениям дают в зависимости от названия румба.
- Вычислив приращения координат, находим искомые координаты другой точки:

$$X_B = X_A + \Delta X ;$$
$$Y_B = Y_A + \Delta Y .$$

Таким образом можно найти координаты любого числа точек по правилу: координаты последующей точки равны координатам предыдущей точки плюс соответствующие приращения



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ

КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ



Обратная геодезическая задача

- Обратная геодезическая задача заключается в том, что при известных координатах точек $A(X_A, Y_A)$ и $B(X_B, Y_B)$ необходимо найти длину S_{AB} и направление линии AB :
румб r_{AB} и дирекционный угол a_{AB} (рис.24).



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

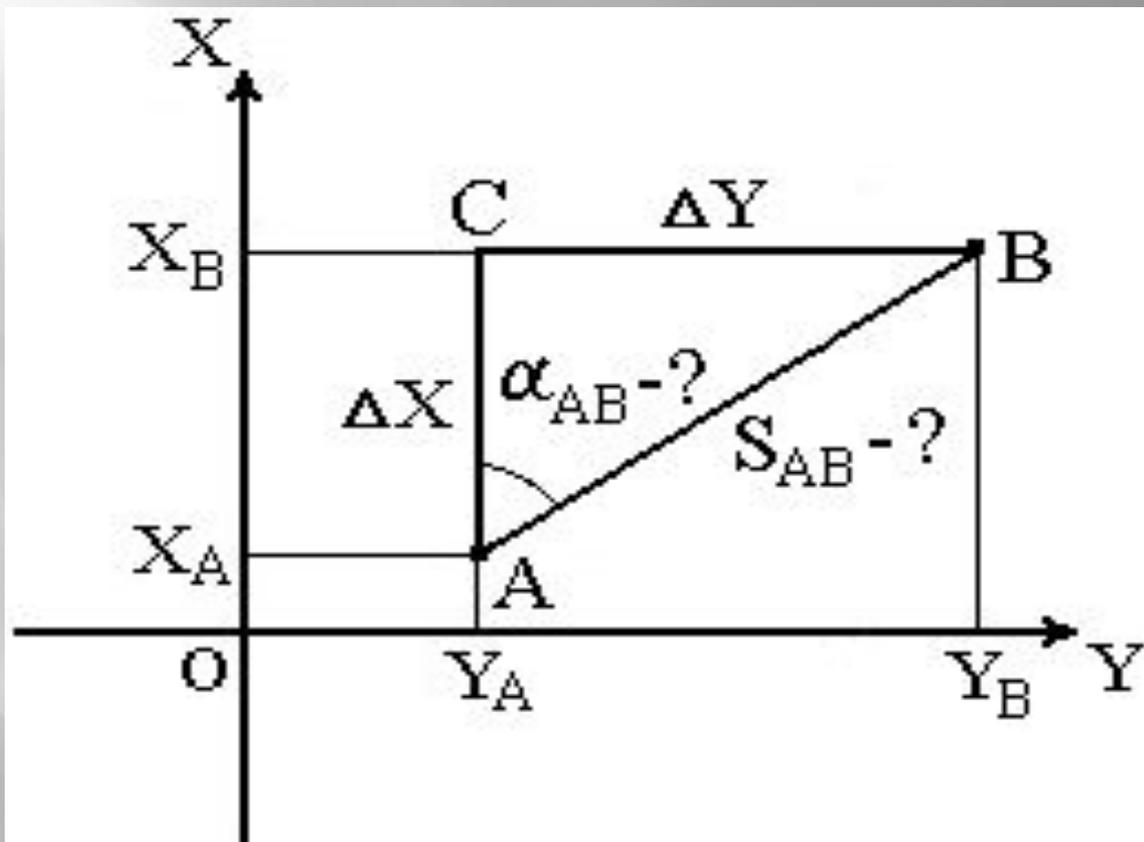


Рис. 24. Обратная геодезическая задача



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

- Данная задача решается следующим образом. Сначала находим приращения координат:

$$\Delta X = X_B - X_A;$$

$$\Delta Y = Y_B - Y_A.$$

Величину угла r_{AB} определяем из отношения

$$\Delta Y / \Delta X = \operatorname{tg} r_{AB}$$

По знакам приращений координат вычисляют четверть, в которой располагается румб, и его название. Используя зависимость между дирекционными углами и румбами, находим a_{AB} .



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Связь между дирекционными углами предыдущей и последующей линий

На рис. 25 представлена схема определения дирекционных углов сторон теодолитного хода АВ. Известен дирекционный угол исходной стороны a_0 и измерены геодезическим прибором теодолитом углы $\beta_1, \beta_2, \beta_3$, лежащие справа по ходу от А к В.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

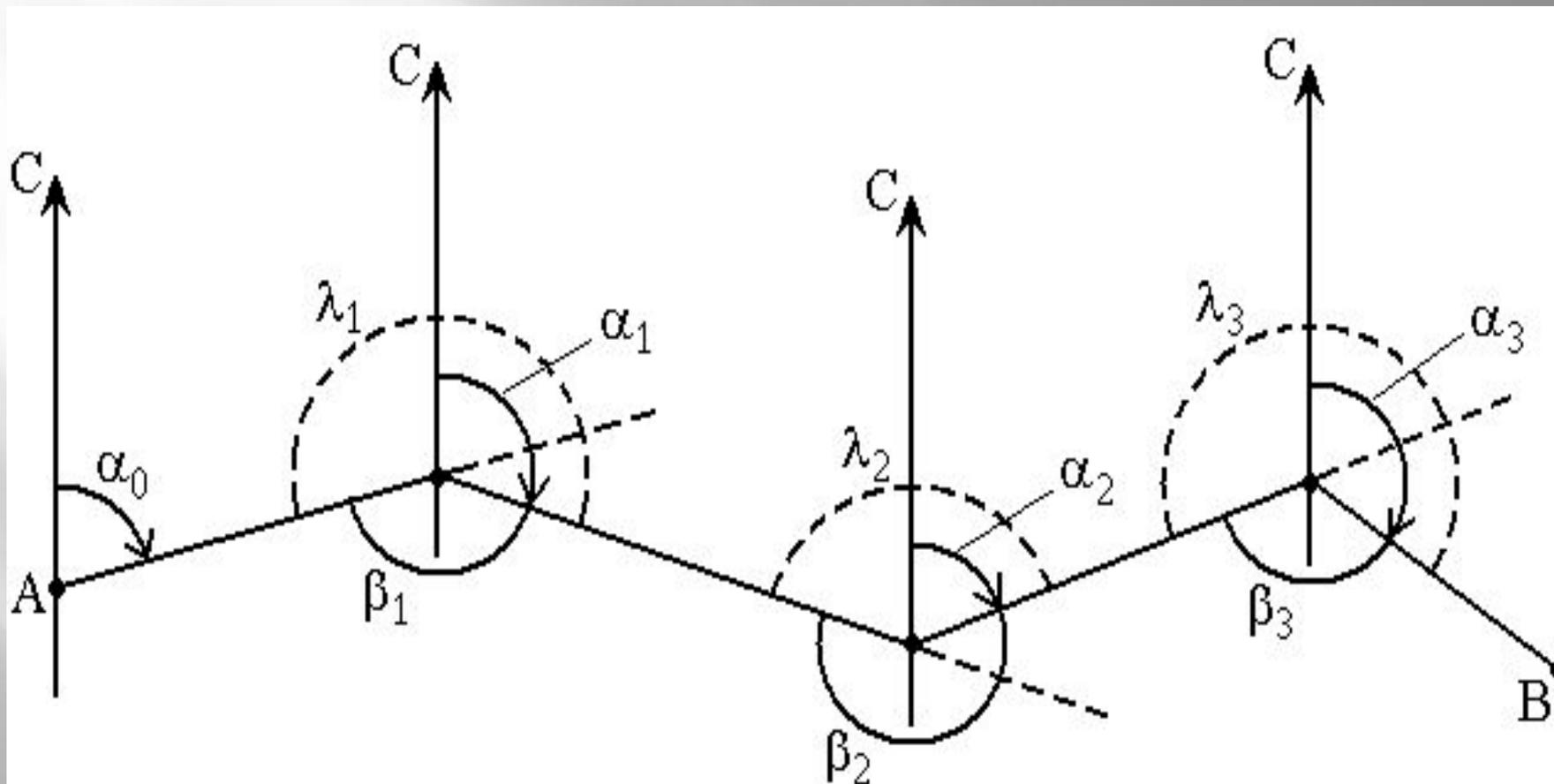


Рис. 25. Схема определения дирекционных углов сторон теодолитного хода



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Найдём дирекционные углы a_1, a_2, a_3 остальных сторон хода.
На основании зависимости между прямыми и обратными дирекционными углами можем написать:

$a_1 + \beta_1 = a_0 + 180^\circ$ из данного выражения следует, что
 $a_1 = a_0 + 180^\circ - \beta_1$ (1).

Аналогично вычисляются дирекционные углы последующих сторон теодолитного хода:

$$a_2 + \beta_2 = a_1 + 180^\circ \rightarrow a_2 = a_1 + 180^\circ - \beta_2$$
 (2)

$$a_3 + \beta_3 = a_2 + 180^\circ \rightarrow a_3 = a_2 + 180^\circ - \beta_3$$
 (3)

.....

$$a_n + \beta_n = a_{n-1} + 180^\circ \rightarrow a_n = a_{n-1} + 180^\circ - \beta_n$$
 (n)

То есть, дирекционный угол последующей стороны равен дирекционному углу предыдущей стороны плюс 180° и минус угол, лежащий справа по ходу



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Для получения контрольной формулы в выражение (2) подставим значение a_1 , из выражения (1)

$$a_2 = a_0 + 2 \cdot 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2) .$$

Если продолжить аналогичные действия для последующих сторон теодолитного хода, то получим

$$a_n = a_0 + n \cdot 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \dots + \beta_n) .$$

или

$$a_n - a_0 = n \cdot 180^\circ - \sum \beta .$$

или

$$a_0 - a_n = \sum \beta - n \cdot 180^\circ .$$

Эта формула может служить контрольной при вычислении дирекционных углов по увязанным углам β .

- Если же вместо суммы исправленных углов подставить сумму измеренных углов $\sum\beta$, то та же формула позволит определить невязку f_β измеренных углов теодолитного хода, если дирекционные углы a_0 и a_n начальной и конечной сторон хода известны

$$f_\beta = \sum\beta - n \cdot 180^\circ - (a_0 - a_n).$$

Иногда дирекционные углы вычисляют по углам, лежащим слева по ходу от **A** до **B** ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$).

$$\beta_1 = 360^\circ - \lambda_1$$

$$\beta_2 = 360^\circ - \lambda_2$$

.....

$$\beta_n = 360^\circ - \lambda_n$$

Подставим эти значения в выражения (1), (2), ..., (n) получим

$$a_1 = a_0 - 180^\circ + \lambda_1$$

$$a_2 = a_1 - 180^\circ + \lambda_2$$

.....

$$a_n = a_{n-1} - 180^\circ + \lambda_n.$$

- Для проверки правильности вычисления дирекционных углов по углам λ , лежащим слева по ходу, используют выражения

$$a_n - a_0 = \sum \lambda - n \cdot 180^\circ$$

ИЛИ

$$a_n - a_0 = \sum \lambda + n \cdot 180^\circ.$$

- Тогда невязка f_β определяется по формуле

$$f_\beta = \sum \lambda + n \cdot 180^\circ - (a_n - a_0).$$

Тема 6. Топографические съёмки местности.

- Виды топографической съёмки
- Топографическая съёмка земельных участков осуществляется в разных масштабах, но самыми популярными и востребованными являются:
 - - топографическая съёмка участков масштаба 1: 500 (составляет основной спрос на данный вид услуг);
 - - топографическая съёмка участков масштаба 1 :1000;
 - масштаба 1 :2000; 1: 5000.



- Топографическая съемка масштаба 1 500
- Геоподоснова (инженерно-топографические планы) нанесении на топографический план подземных коммуникаций.
- Следует отметить, что топографические планы со временем устаревают и нуждаются в обновлении. Это важный момент, так как для правильного принятия управленческого решения необходимы актуальные топографические планы той местности на которой планируется проведение строительных работ.

СПУТНИКОВЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- спутниковые геодезические измерения
- Методика спутниковых измерений заключается в том, что определяется расстояние от приемника навигационной системы (GPS/ГЛОНАСС) до спутника. Полученные данные корректируются, учитывая поправки. Спутниковые измерения проводятся в двух режимах:
 - - статические методы (приемники неподвижно расположены на точках, координаты которых известны, и на заранее определенных точках; эти методы более точные, но длительные);
 - - кинематические методы (менее точные, но более быстрые; предполагают два приемника – один стоит на месте с известными координатами, а другой передвигается от точки к точке; на оба приемника устанавливается модем, что позволяет в реальном времени использовать режим кинематики).
- Первая группа методов используется при построении геодезических сетей, а вторая – при топографической съемке и межевании.
- На сегодняшний день спутниковые методы измерений часто используются в таких инженерно-геодезических работах как проектирование, эксплуатация инженерных построек и сооружений, кадастровые съемки, съемки для топографических целей



Тема 7. Основы планирования и организации производства.

- **Инженерно-геологические изыскания**
- При планировании любого вида строительства (жилого дома, промышленного объекта или автозаправки) необходимо проводить инженерно-геологические изыскания. Именно с инженерно-геологических изысканий и геологических исследований и начнется возведение любых крупных капитальных конструкций и сооружений.

Инженерные изыскания

- На исследуемой местности геологи берут пробы грунта, таким образом осуществляют геологическое исследование грунта. Для этого в определенном месте они бурят скважину, из которой извлекают образцы грунта для его дальнейшего изучения в лаборатории. Кроме лабораторных исследований, грунт также изучается в месте бурения. Только так можно оценить его «поведение» и свойства в естественных условиях, что очень важно для будущего строения. Также на месте проводится изучение подземных вод.
- Полученные разными методами данные о грунте и водах сопоставляются в итоге с действующими в строительстве нормами и правилами. Исходя из этого, инженеры-геологи составляют технический отчет для заказчика, в котором содержатся все выводы и сформулированные на их основе рекомендации. На основании этих данных определяются глубина и тип заложения фундамента, близость грунтовых вод, агрессивность грунта по отношению к бетону и стали.

Землеустройство

- Землеустройство - термин довольно обширный, включающий в себя совокупность действий по рациональному и эффективному распределению земель, а также их охране. Без работ по землеустройству невозможно оформить юридическое право на землю, приватизировать ее и так далее.
- Говоря о наиболее рациональном использовании земель, мы имеем в виду необходимость учета различных ее особенностей, таких как: географическое расположение, ландшафтные, климатические особенности, специфика почвы. Кроме этого, учитывается потребность в комфортной, а главное – в безопасной жизнедеятельности на этой земле, а также ее охрана. Все это осуществляется благодаря мероприятиям по землеустройству.

Этапы работ по землеустроительному процессу

- 1) Первый этап является подготовительным, здесь изучаются условия, собирается информация, рабочая документация по проекту, идет подготовка и составление планов, карт и других графических материалов.
- 2) Второй этап землеустройства является основным, в него входит составление самого землеустроительного проекта, в котором определяется перечень документов по созданию и предложению новых форм землеустройства и их обоснование.
- 3) Третий этап по работ по землеустройству является завершающим, здесь утверждается разработанный проект, который впоследствии утверждается уполномоченными органами государственной власти и только после этого проект выносится на местность путем межевания и установки межевых знаков.



МИНИСТЕРСТВО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ,
 КАДАСТРА И КАРТОГРАФИИ

ЛИЦЕНЗИЯ

№ 78-00124Ф от "19" декабря 2016 г.

На осуществление геодезической и картографической деятельности
(указывается вид лицензируемой деятельности)

Лицензия выдается в виде документа, осуществляемого лично составом бюро, именуем(ой) Приказной комиссией в лице председателя комиссии. Лицензия выдается, и также при осуществлении государственной и муниципальной деятельности, и лицензирование

www.ggsrb.org

- 3. Создание государственных геодезических сетей *(указывается вид деятельности и наименование и название работ (сетей), выполняемых заявителем)*
- 4. Создание государственных нивелирных сетей *(указывается наименование вида деятельности)*
- 6. Создание геодезических сетей специального назначения, в том числе сетей дифференциальных геодезических станций
- 7. Установление, изменение и уточнение прохождения государственной границы Российской Федерации
- 8. Установление и изменение границ между субъектами Российской Федерации и границ муниципальных образований

Настоящая лицензия предоставлена *(указывается полное и (в случае, если имеется) сокращенное наименование)*
 Обществу с ограниченной ответственностью «Гильдия Геодезистов»
(указывается наименование и в том числе фирменное наименование)
 ООО «Гильдия Геодезистов»
организационно-правовая форма юридического лица,
фирменное и (в случае, если имеется) отчетное наименование предоставляется, наименование и фамилия директора, удостоверяющего подлинность)

Основной государственный регистрационный номер юридического лица
(индивидуального предпринимателя) (ОГРН) 1127847621604
 Идентификационный номер налогоплательщика 7811536469



Инженерно-экологические изыскания

- Инженерно-экологические изыскания для строительства отдельная категория инженерных изысканий, которые всегда проводятся перед началом строительства различного рода. Под ними подразумевается проведение комплексного обследования экологического состояния природной среды на сегодняшний день и составление прогнозов ее состояния в будущем.
- Инженерно-экологические изыскания в строительстве предполагают проведение совокупности работ, которые осуществляются с такими целями как:
 - - изучение загрязненности исследуемой территории и оценка его характера;
 - - изучение пространственных характеристик загрязнения (таких как размеры, границы его распространения, состав веществ, образующих это загрязнение и т.д.);
 - - разработка рекомендаций для обеспечения правильного и безопасного использования почвы на данной территории в ходе строительства;
 - - составление плана необходимых действий для снижения или устранения вредного воздействия со стороны опасных элементов, патогенных микроорганизмов и прочих вредных факторов.

Основные вопросы связанные с кадастром

- История земельных отношений и землеустройства □ Введение в ГИС □ Теория математической обработки геодезических измерений □ Геодезическое инструментоведение □ Цифровое картографирование земель □ Электрооптические и спутниковые измерения □ Типология объектов недвижимости □ Метрология, стандартизация и сертификация □ Геодезия □ Картография □ Фотограмметрия и дистанционное зондирование территории □ Инженерное обустройство территорий □ Основы землеустройства □ Основы кадастра недвижимости □ Основы градостроительства и планировки населенных мест □ Правовое обеспечение землеустройства и кадастров □ Основы лесного, садово-паркового и приусадебного хозяйства □ Геоинформационные и земельные информационные системы □ Компьютерные технологии в фотограмметрии □ Кадастры природных ресурсов □ Земельный кадастр и мониторинг земель □ Основные положения о сделках с недвижимостью с основами наследственного права □ Прогнозирование и планирование использования городских территорий □ Прикладная фотограмметрия □ Геодезическое обеспечение земельного и городского кадастров □ Прикладная геодезия □ Техническая инвентаризация объектов недвижимости

Вопросы для подготовки к экзамену

- Тема 1. Теоретические основы геодезии.
- 1. Основные параметры земного эллипсоида.
- 2. Координаты точки в геоцентрической прямоугольной системе координат.
- 3. Координаты точки в геодезической эллипсоидальной системе координат.
- 4. Пределы изменения геодезических эллипсоидальных координат.
- 5. Длина дуги меридиана.
- 6. Сущность проекции Гаусса-Крюгера.

Продолжение вопросов к экзамену

- 7. Ширина зоны проецирования в проекции Гаусса-Крюгера.
- 8. Шестиградусные зоны в системах координат СК-42 и СК-95, долготы осевых меридианов, смещения начал координат.
- 9. Отличие астрономических координат от геодезических эллипсоидальных.
- 10. Прямая и обратная геодезические задачи на плоскости.
- 11. Применение формул Юнга, Гаусса, Герона.