

Direction and Inclination

Модуль 1 - Введение

Module 1 - Introduction

Schlumberger Confidential



D&M Learning Centers
Updated Mar 14th, 2007

Schlumberger

Задачи модуля

Module Objectives

- По окончании этого модуля инженер должен уметь:
At the end of this module you should be able to
 - Объяснить важность измерений D&I для D&M
Explain why D&I is important to D&M
 - Перечислить различные типы профиля скважин
List different types of well profiles
 - Перечислить назначения направленных скважин
List the applications of directional wells
 - Перечислить и объяснить различные координатные системы
List and explain the common oilfield mapping systems
 - Находить точки в зонах UTM по заданным координатам
Be able to plot points in UTM zones given the Northings and Eastings
 - Объяснить максимальные значения конвергенции в координатной системе UTM
Understand the maximum possible Grid Convergence limit in the UTM coordinate system.

Важность инклинометрии

The Importance of D&I

- Что относится к главным сферам деятельности D&M
What are the core D&M businesses
 - Направленное бурение
Directional Drilling
 - Инклинометрия – D&I
Measurements While Drilling – D&I
 - Каротаж в процессе бурения
Logging While Drilling
- В какой сфере в случае неудачи потенциальный финансовый ущерб может быть наибольшим?
Which has the biggest monetary impact if we get it wrong?

Важность инклинометрии

The Importance of D&I

- Выдержка из рекламного сайта D&M:

Taken from the D&M external website:

«Наш сервис позволяет оптимизировать направленный контроль с момента набора параметров и заканчивая проектной глубиной, сокращая сроки и затраты на бурение.

[...]

Независимо от сложности траектории, мы проведем любую скважину – вертикальную, наклонную или горизонтальную точно туда, куда требуется»

“Our drilling services optimize directional control from kickoff to total depth, reducing drilling time and cost.

[...]

Short section or extended reach, we can place your well path where you want it—vertically, tangentially, or horizontally.”

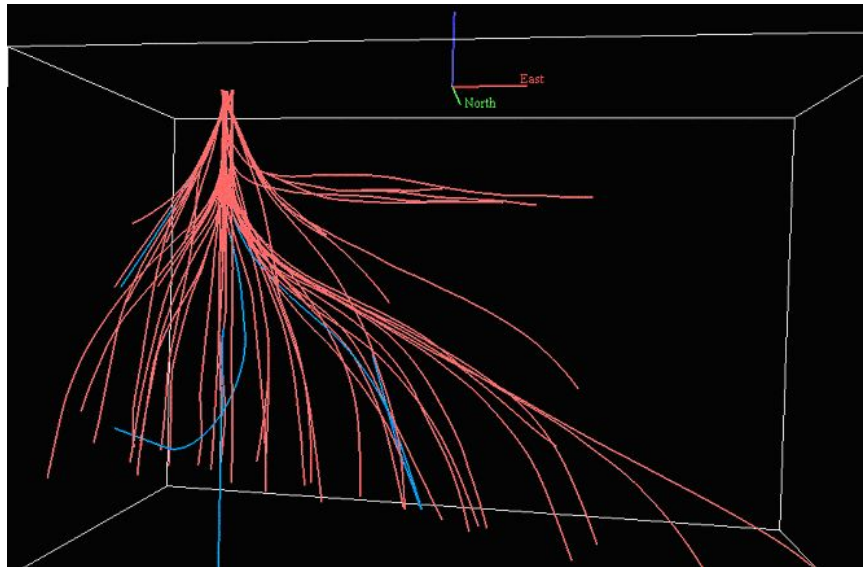
Зачем нужна инклинометрия

Why do we need D&I

- В чем заключается важность инклинометрии?

Why are direction & inclination so important?

- Избежать столкновение с другими скважинами
Avoid other wells (Anticollision)
- Предотвратить пересечение границ лицензионных участков
Prevent crossing lease lines, boundaries or borders
- Попасть в цель
Hit the Target



Schlumberger Confidential

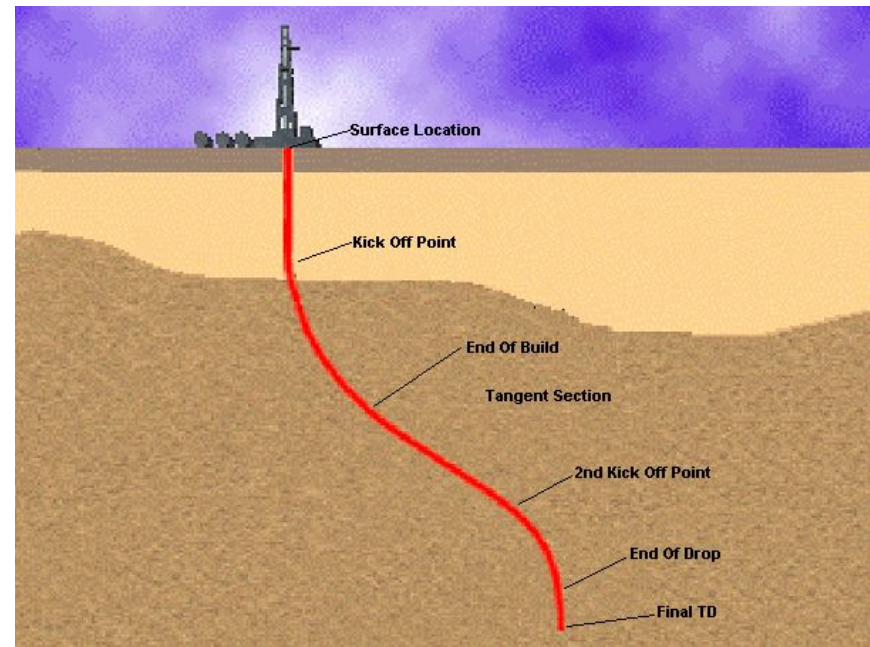
Основные типы профиля скважин

Basic Well Profiles

■ Элементы профиля скважины

Features of a Well Profile

- Координаты устья
Surface location
- Точка начала набора параметров
Kick Off Point-Build
- Конец участка набора параметров
End Of build/curve
- Интервал стабилизации
Tangent Section
- Точка начала сброса параметров
Drop Off Point
- Конец участка сброса параметров
End of Drop/curve
- Проектная глубина
TD – Total Depth



Schlumberger Confidential

Основные типы профиля скважин

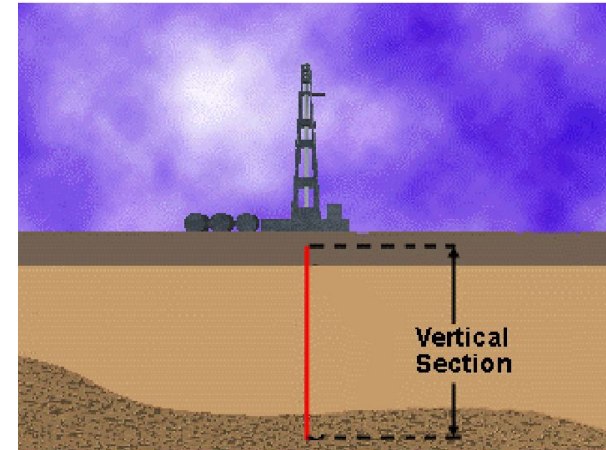
Basic Well Profiles

■ Основные типы профиля

Basic Profiles

– Вертикальная скважина

Straight Well (Vertical)



– S-образная скважина

S-Type Well

- Прямой участок

Hold

- Набор

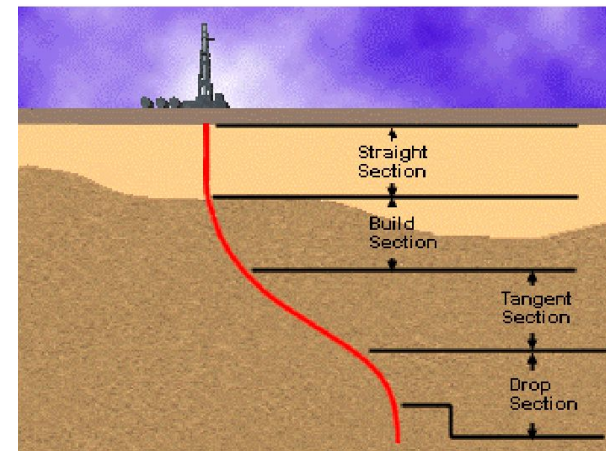
Build

- Стабилизация

Tangent

- Сброс

Drop



Основные типы профиля скважин

Basic Well Profiles

■ Основные типы профиля

Basic Profiles

– Наклонная (J-образная) скважина

Slant Well (J-Type)

- Прямой участок

Hold

- Набор

Build

- Стабилизация

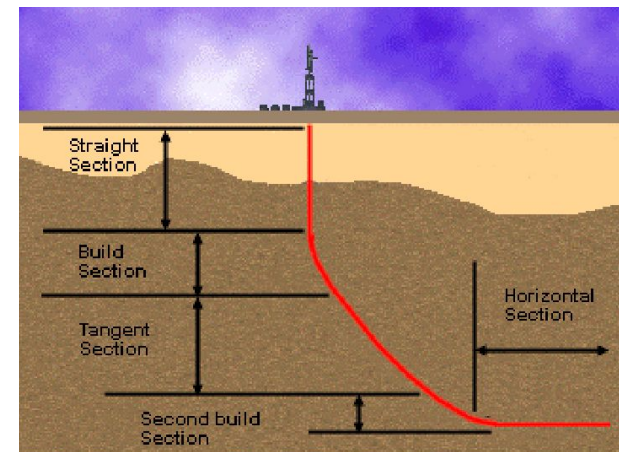
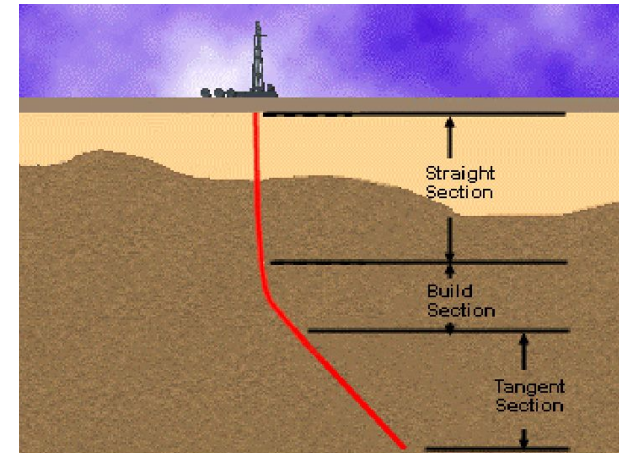
Tangent

– Горизонтальная скважина

Horizontal Well

- Различные конфигурации

Various configurations



Schlumberger Confidential

Основные типы профиля скважин

Basic Well Profiles

■ Назначения направленных скважин

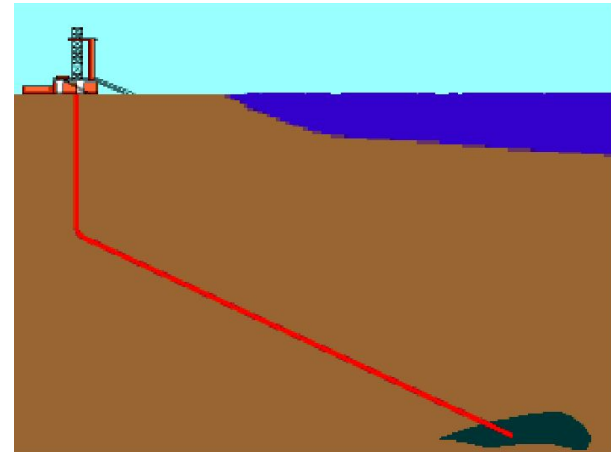
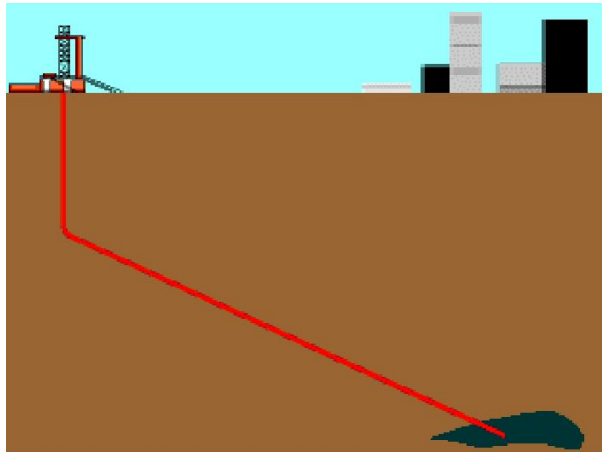
Applications for deviated wells

– Недоступные участки

Inaccessible locations

– Бурение с берега под морское дно

Onshore to Offshore locations



Основные типы профиля скважин

Basic Well Profiles

■ Назначения направленных скважин

Applications for deviated wells

– Второй ствол

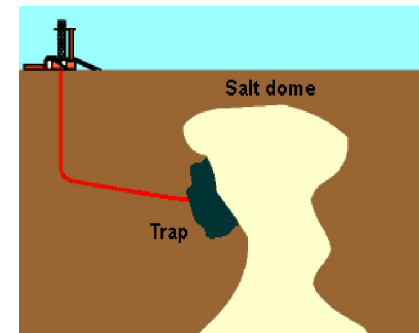
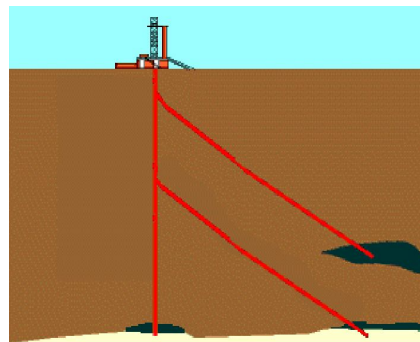
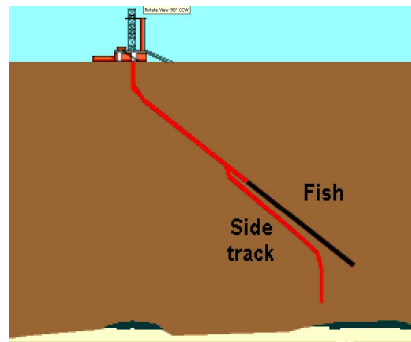
Sidetracking

– Разведочные скважины с несколькими стволами

Multiple exploration wells – Geological sidetrack

– Бурение под соляной купол

Salt dome drilling



Основные типы профиля скважин

Basic Well Profiles

■ Назначения направленных скважин

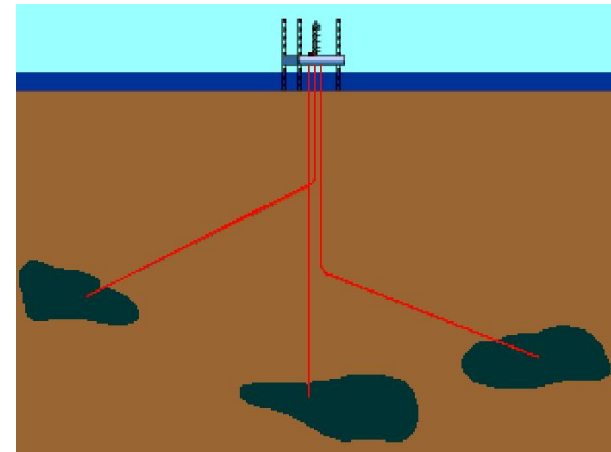
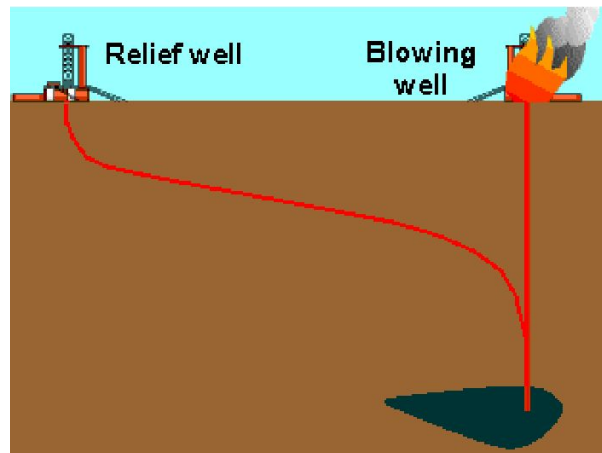
Applications for deviated wells

– Скважины для глушения

Relief wells

– Кустовое бурение

Offshore Multi-well drilling



Основные типы профиля скважин

Basic Well Profiles

■ Назначения направленных скважин

Applications for deviated wells

— Горизонтальные скважины

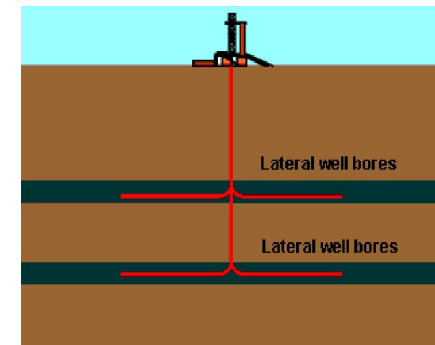
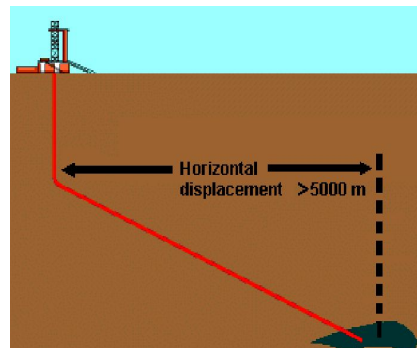
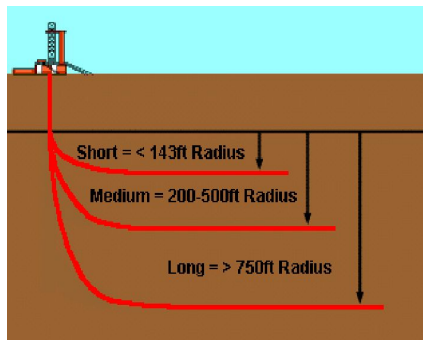
Horizontal wells

— Скважины с большим отходом от вертикали

Extended Reach Drilling (ERD wells)

— Многоствольные скважины

Multilateral



Планирование скважин

Planning Wells

- Клиент заключает контракт с подрядчиком по направленному бурению на разработку профиля скважины

When a client wants a well planned then a DD company is contracted to design the well plan.

- Одной из задач разработчика является перенос 3-мерного профиля скважины на 2-мерный план, что вызывает необходимость использования координатной системы для точного составления плана.

This involves designing a 3D well plan on 2D paper. Therefore a mapping system is used to ensure that the map is as accurate as possible

- Азимут скважины должен быть определен по отношению к используемому северу, будь то:

The well has to be planned to the proper north reference.

- Магнитный север
Magnetic North
- Географический север
True North
- Координатный север
Grid North

Картографические проекции

Map Projection

■ Картографические проекции

Map Projections

- **Картографическая проекция – математическая модель**
The Map Projection is a mathematical definition
- **Она определяет точку на изогнутой поверхности Земли с помощью широты и долготы**
It takes a point on the surface of the curved earth and defines it by Latitude and Longitude
- **Далее эта точка может быть нанесена на карту с помощью соответствующей координатной системы**
This can then be plotted on a flat piece of paper defined by a North and East grid

Картографические проекции

Projection Models

Две широко применяемые картографические проекции:

Two Common Projection Models:

■ Универсальная поперечная проекция Меркатора

Universal Transverse Mercator (UTM) Grid System

- Делит поверхность Земли на 60 равных меридианных зон
Divides world into 60 equal longitudinal zones
- Ширина каждой зоны равна 6 градусам
Each zone is 6 deg wide
- Погрешность увеличивается по мере отдаления от экватора
Distortion increases north & south of the equator

■ Коническая равноугольная проекция Ламберта

Lambert Conformal Conic Projection

- Параллели являются дугами концентрических окружностей
Parallels of latitude that are unequally spaced arcs of concentric circles
- Погрешность увеличивается по мере приближения к краям
Distortion increases toward the edges

Универсальная поперечная система Меркатора (1)

Universal Transverse Mercator (1)

- Стандартная система Меркатора увеличивает погрешность по направлению к полюсам

Standard Mercator causes distortion towards the poles

- Поперечная система Меркатора уменьшает погрешность по направлению к полюсам

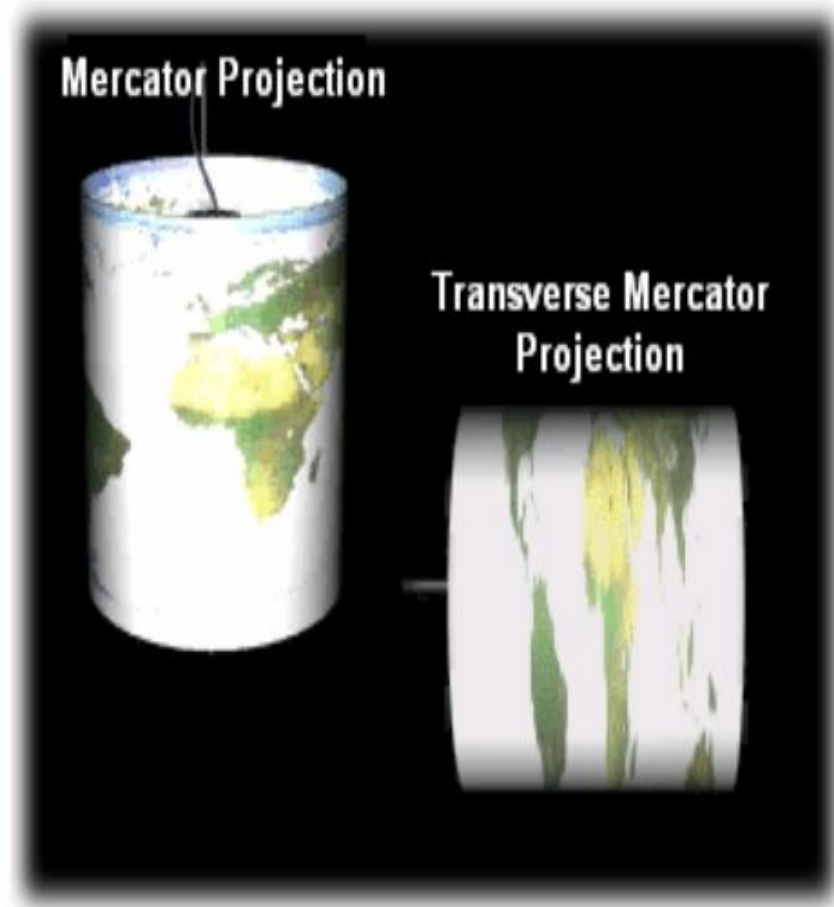
Transverse Mercator minimizes distortion towards the poles

- УТМ применяется в ~60 странах

UTM is preferred in ~ 60 countries

- Применяется в странах, вытянутых с севера на юг

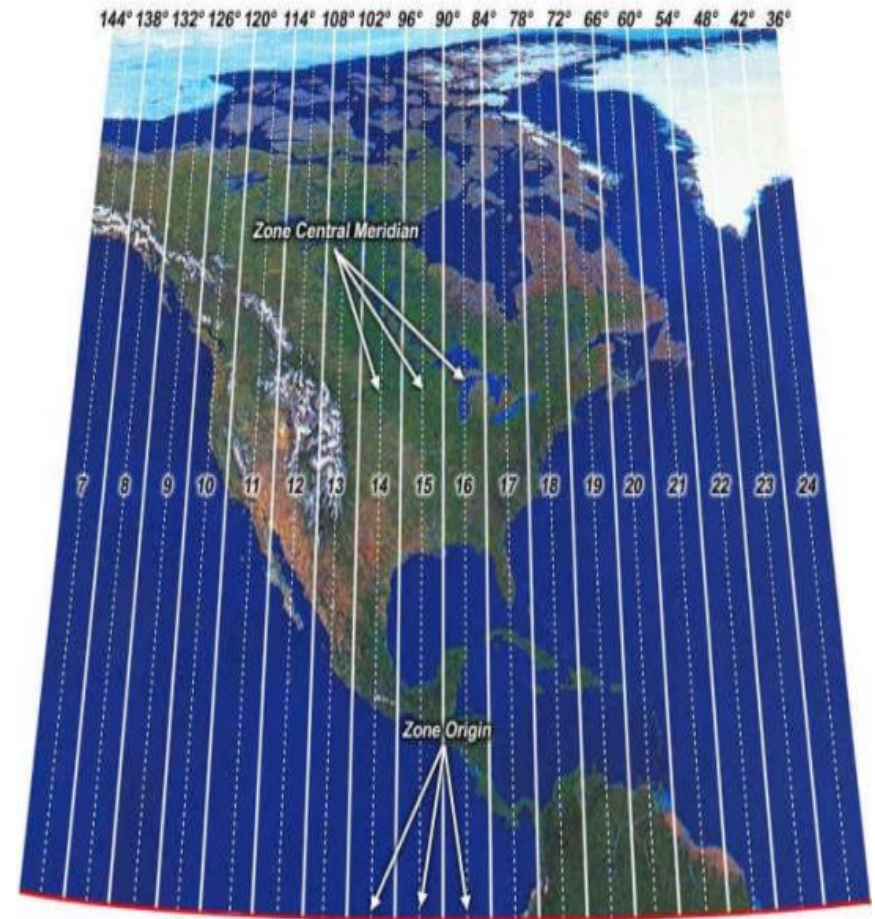
Used in countries/areas that run primarily North



Универсальная поперечная система Меркатора (2)

Universal Transverse Mercator (2)

- Мир делится на 60 зон UTM
The world is divided into 60 UTM Zones
- Расстояния определяются в метрах
Length is defined in meters
- Координаты в сетке UTM должны включать в себя:
UTM Grid Reference must include:
 - Номер зоны
Zone Number
 - Полушарие (С или Ю)
Hemisphere (N or S)
- Масштаб
Scale factor
 - Зависит от координат
Function of position in zone
 - Линии масштаба 1:1 находятся на расстоянии ~180 км по обе стороны от центрального меридиана
 - Lines of true scale (1:1) lie ~180 km either side of central

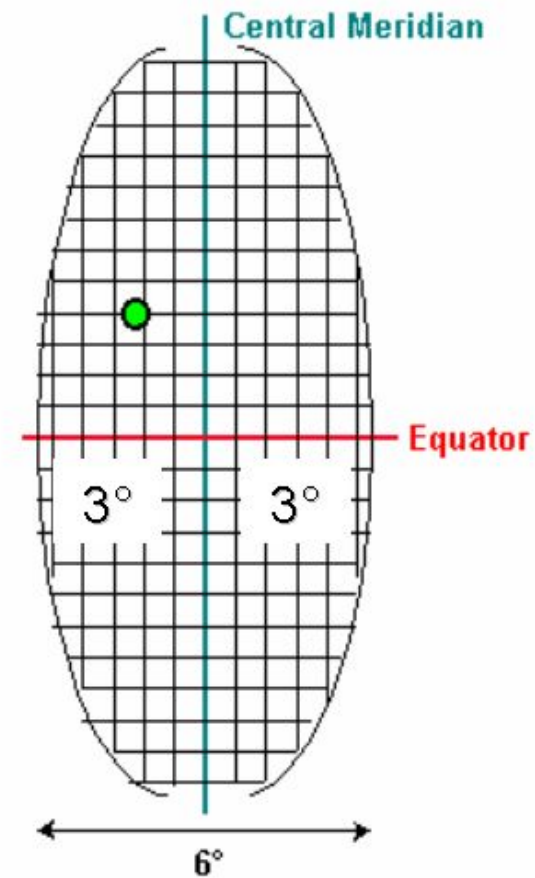


Schlumberger Confidential

Построение зоны UTM

UTM Zone Configuration

- Экватор проходит с востока на запад
Equator runs East → West
- Центральный меридиан проходит с севера на юг
Central Meridian runs North → South
- Прямоугольная сетка координат наложена на зону для построения проекции
Rectangular Grid system superimposed on zone for mapping purposes
- Позволяет определять координаты по «северному удалению» и «восточному удалению»
Allows points to be defined as Northings and Eastings



Зоны UTM – восточное удаление

UTM Zone - Eastings

- Для избежания отрицательных восточных удалений центральному меридиану произвольно присваивается удаление 500 000 м

To avoid negative Eastings the Central Meridian is assigned a false Easting of 500,000m

- На экваторе зона имеет ширину примерно 600 000 м

At the Equator the zone is ~600,000m wide

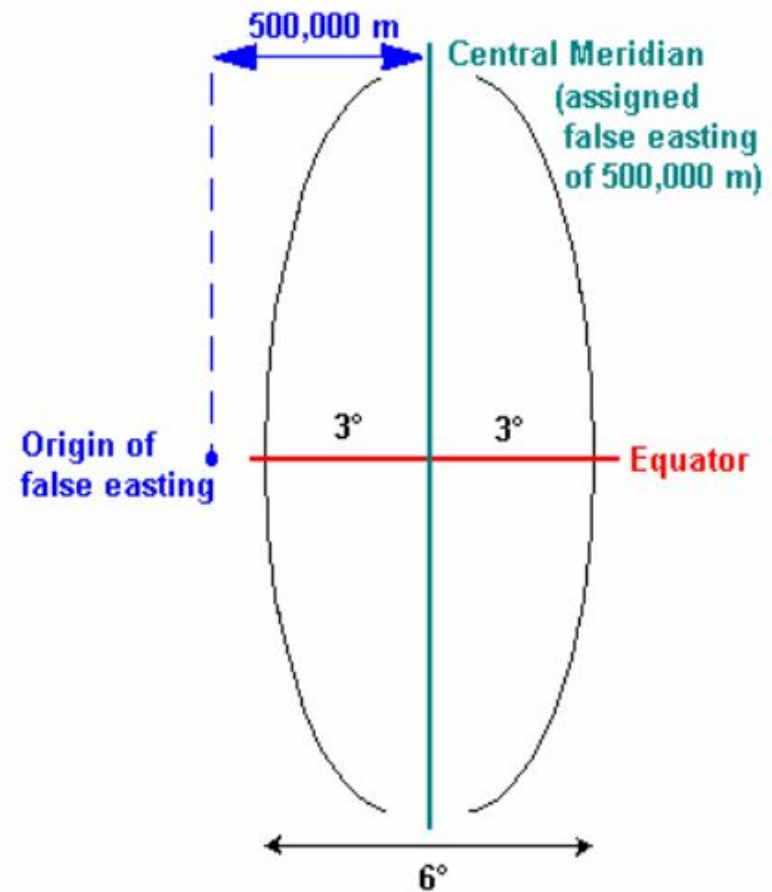
- Восточное удаление меняется:
 - От ~200 000 до ~800 000 м

Range of Eastings are:

– ~200,000m → ~800,000m

- Пределы восточного удаления сужаются по мере приближения к полюсам

Range of Eastings narrows towards the pole



Зоны UTM – северное удаление

UTM Zone - Northings

- В северном полушарии северное удаление равно нулю на экваторе и растет по мере приближения к северному полюсу

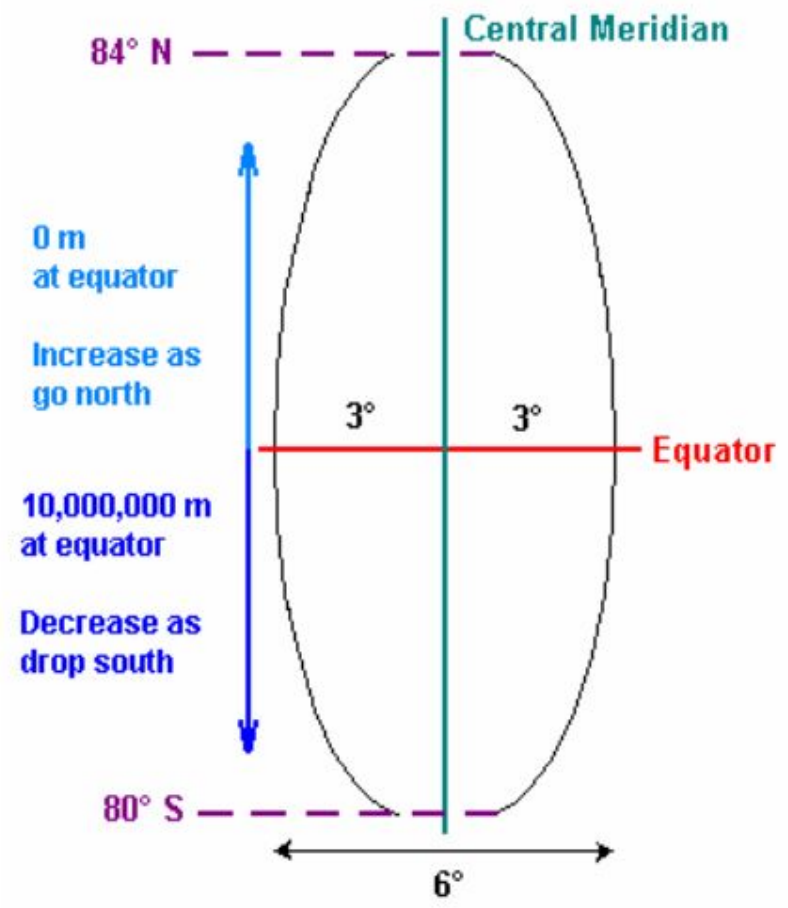
Northing Points North of Equator range from zero at the equator increasing to the north

- В южном полушарии северное удаление равно 10 000 000 м на экваторе и уменьшается по мере приближения к южному полюсу

Northing Points South of Equator range from 10,000,000m at the equator decreasing to the south

- Это устраняет необходимость в отрицательных значениях

Avoids negative numbers similar to Eastings



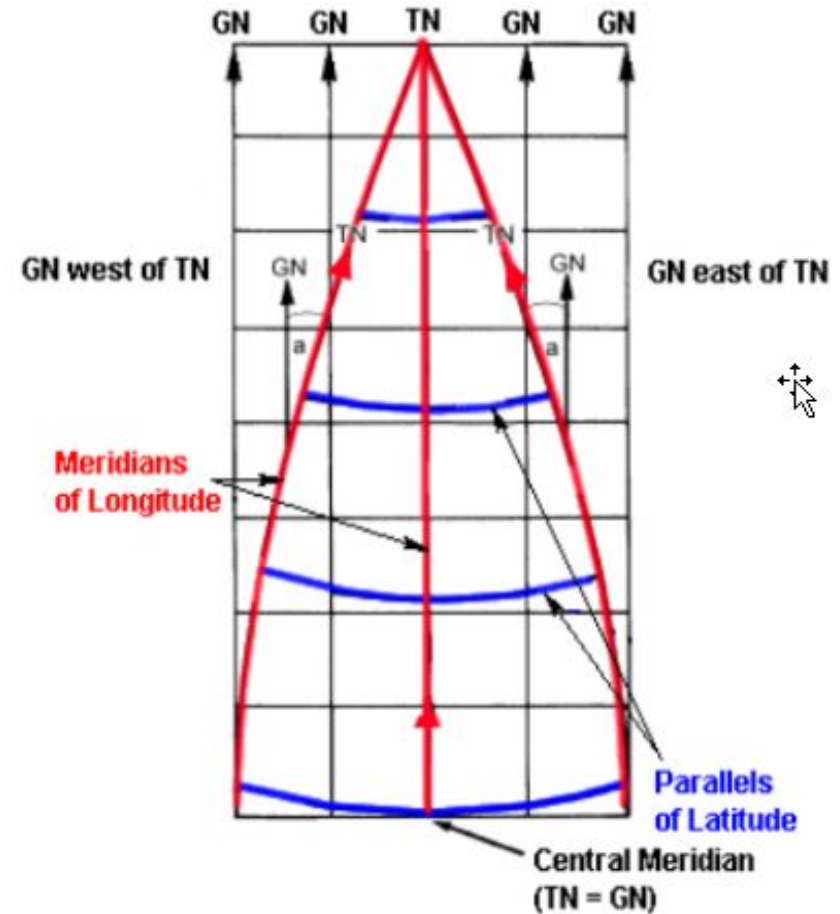
Schlumberger Confidential

Зоны UTM заканчиваются на 84° с.

Координатный север и конвергенция (1)

Grid North & Convergence (1)

- Линии координатной сетки, указывающие на север, параллельны
Grid North lines are parallel
- Линии, указывающие на географический север сходятся на центральном меридиане
True North lines converge on the Central Meridian
- Координатный и географический север в UTM совпадают только на центральном меридиане и экваторе
Grid North and True North are only identical along UTM zone Central Meridian and the equator



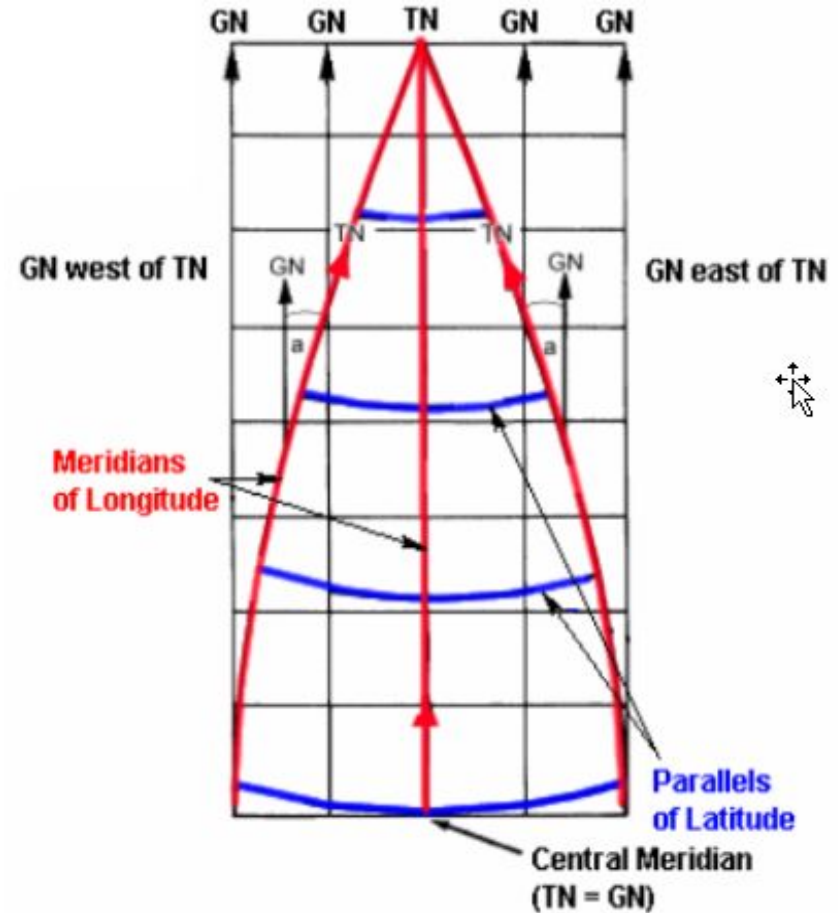
Координатный север и конвергенция (2)

Grid North & Convergence (2)

■ Угол конвергенции

Grid Convergence

- Угол между географическим и координатным севером, считая от географического
Angle from True North (TN) to Grid North (GN)
- Имеет знак «+» к востоку
+ve to the East
- Имеет знак «-» к западу
-ve to the West



Угол конвергенции

Grid Convergence

- **Изменяется как синус широты**

Varies as the sine of the Latitude

- **На экваторе угол конвергенции равен нулю**

At the equator Grid Convergence = 0°

- **Также изменяется с удалением от ЦМ**

Also Varies with longitudinal displacement from CM

- **Угол конвергенции = (Sin широты) x (долгота – ЦМ)**

Grid Convergence = Sin Latitude x (Longitude – CM)

- **Формула для расчета на калькуляторе**

This will give an accurate answer by calculator

- **Каково наибольшее значение угла конвергенции?**

What is the biggest Grid Convergence you can have?

Угол конвергенции UTM в разных полушариях

UTM Convergence and Hemispheres

В любой точке направление на географический север совпадает с меридианом, проходящим через эту точку

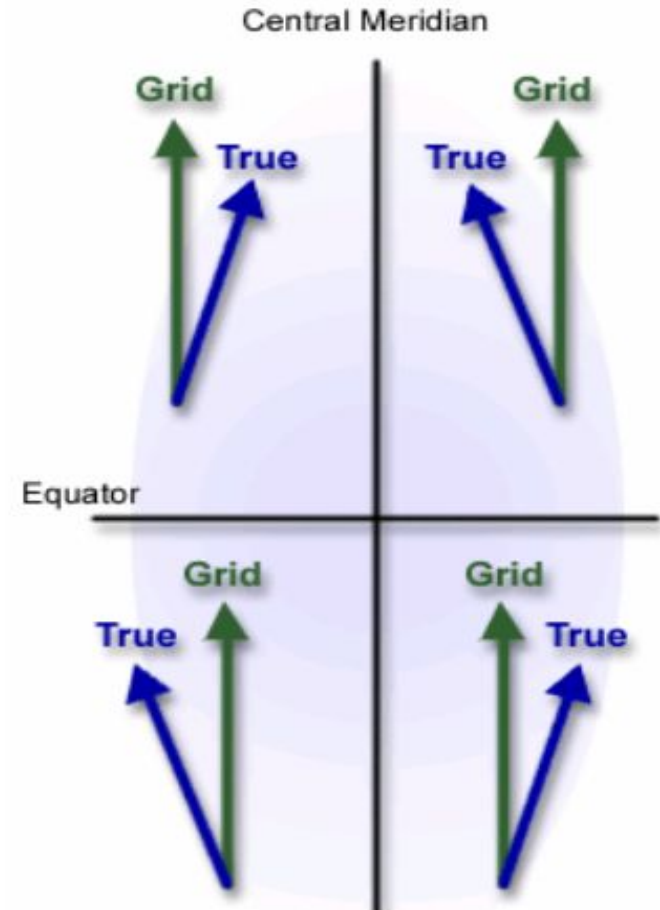
True North at any point aligns with the longitudinal line through that point

- В северном полушарии направление на географический север повернуто к ЦМ

In the Northern Hemisphere True North points inwards to the CM

- В южном полушарии направление на географический север повернуто от ЦМ

In the Southern Hemisphere True North points outwards from the CM



Schlumberger Confidential

Упражнение по зонам UTM

UTM Zone Exercise

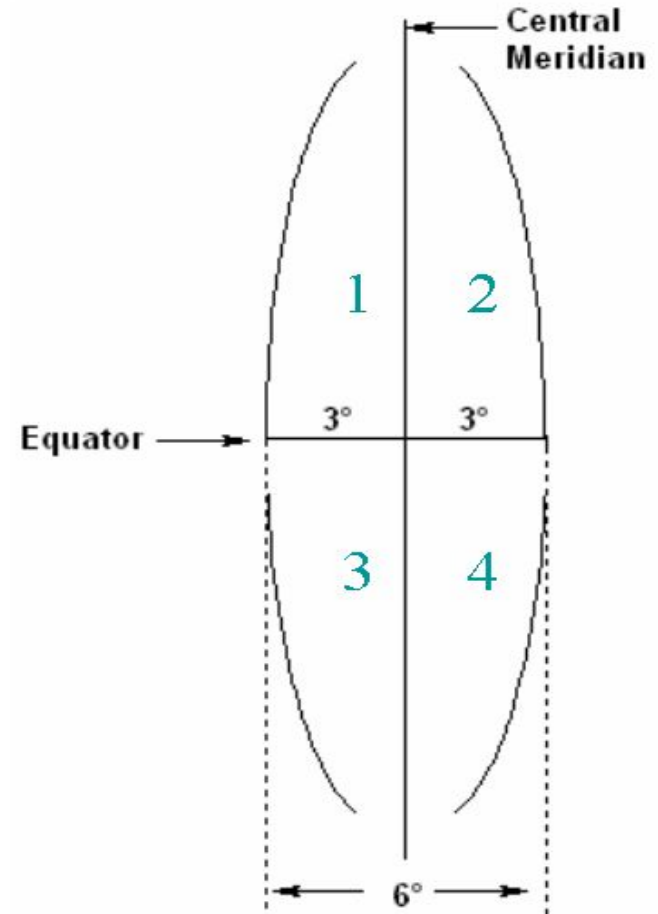
- В каком квадранте находится данная точка

Which quadrant contains the following point?

- Южное полушарие
Southern Hemisphere
- Северное удаление 9 500 000 м
Northing 9,500,000 m
- Восточное удаление 600 000 м
Easting 600,000 m

- Угол конвергенции положителен или отрицателен?

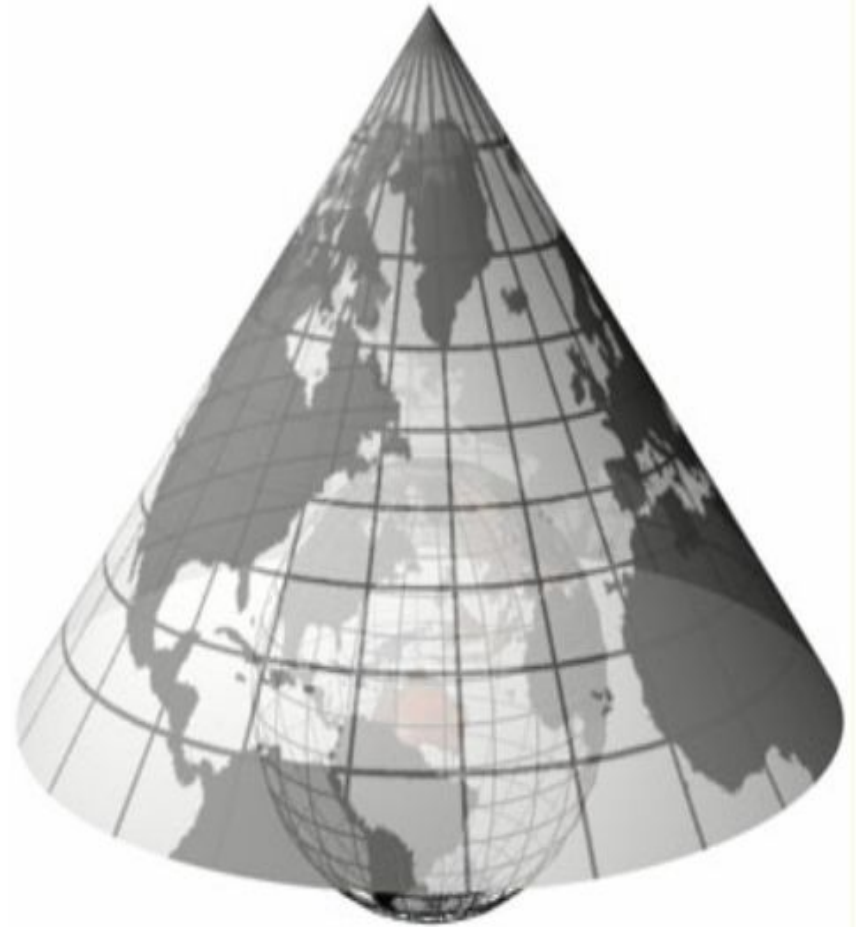
- Is the convergence positive or negative?



Ламбертова проекция

Lambert Projections

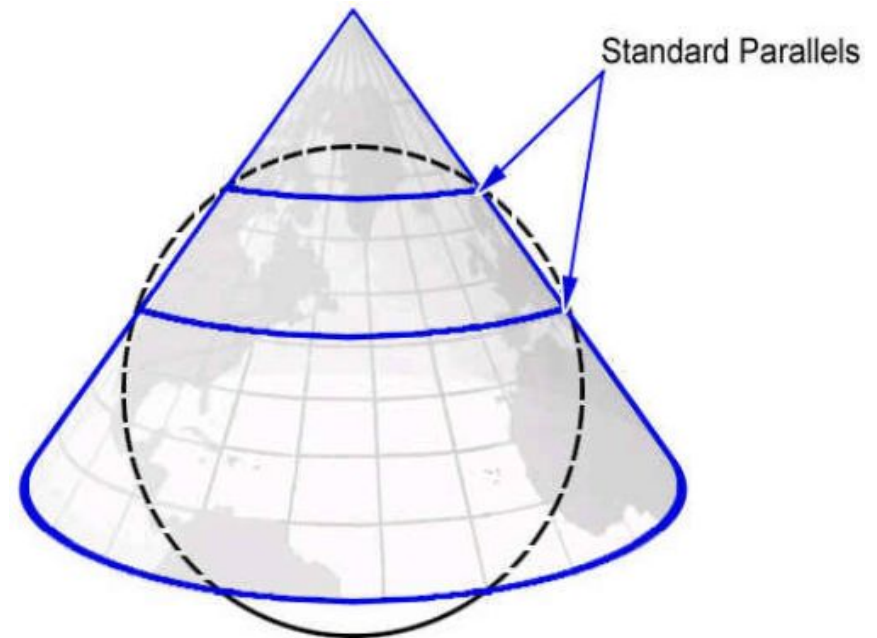
- **Проекция глобуса на конус**
Projects globe onto a cone
- **Применяется в преимущественно в странах, вытянутых с востока на запад**
Used in countries / areas that run primarily from East → West
- **Единица измерения - футы**
Uses feet instead of meters
- **Для определения местоположения необходимо указать номер ламбертовой зоны**
You must specify the Lambert Zone Number



Ламбертова проекция - масштаб

Lambert Projections - Scale

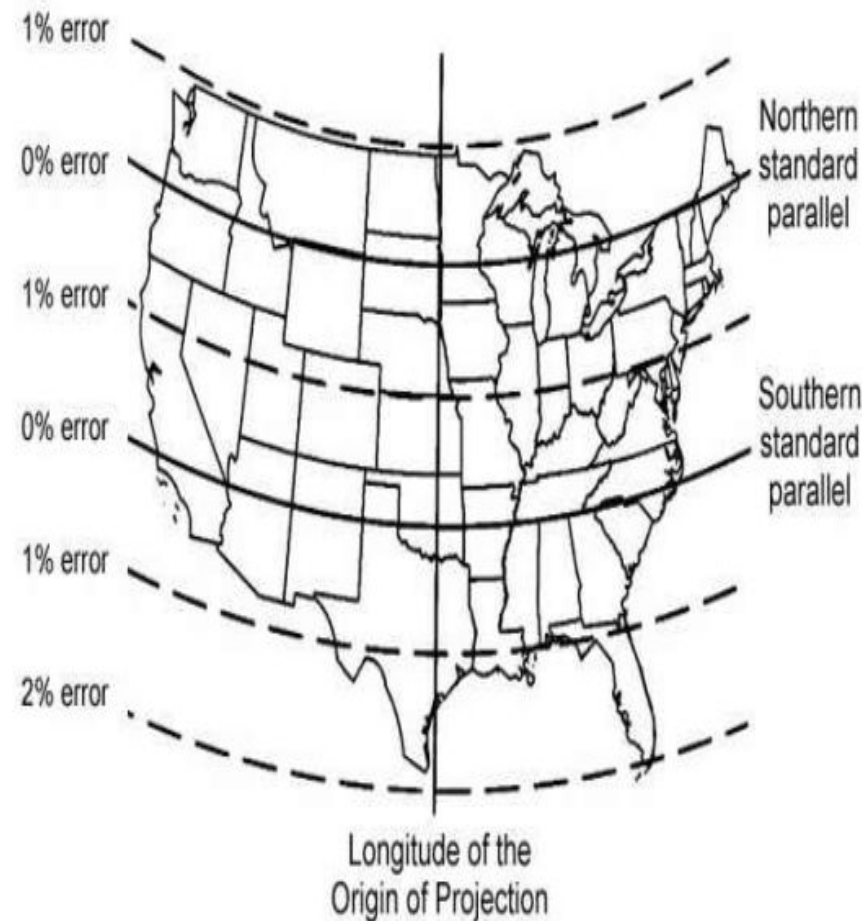
- Конус Ламберта пересекает землю на стандартных параллелях
Lambert cone penetrates the earth along standard parallels
- Масштаб 1:1 вдоль стандартных параллелей
Scale exact along standard parallel
- Масштаб не изменяется при движении с востока на запад
Scale constant E \rightarrow W
- Масштаб изменяется при движении с севера на юг
Scale changes N \rightarrow S



Пример ламбертовой проекции - США

Example Lambert Projections - USA

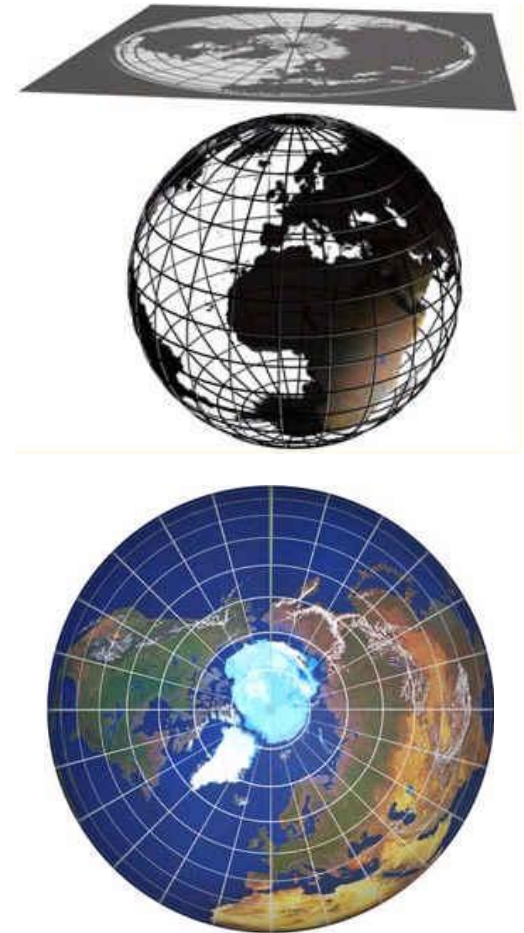
- Применяется для построения карт всех 48 смежных штатов
Has been used to map all mainland USA states
- Стандартные параллели находятся на 33° и 45° с.ш.
Standard parallels at 33°N and 45°N
- Погрешность 0,5 – 1% между $30,5^\circ$ и $47,5^\circ$ с.ш.
Scale error of 0.5% and 1% between 30.5°N and 47.5°N
- Максимальная погрешность приходится на штат Флорида – 2,5%
Maximum error of 2.5% in Florida



Плоскостные проекции

Planar Projections

- Производятся путем проекции поверхности земли на касательную плоскость
 - Produced by projecting earth onto a tangent plane
- Масштаб не имеет искажений только в центре карты
 - Only true at the center of the map
- Погрешность возрастает по направлению к краям карты
 - Distortion increases towards edge of map
- Обычно применяется для нанесения на карту Северного и Южного полюсов
 - Commonly used to map North & South Poles



Системы координат

Grid Systems

- Компании-операторы на буровых используют местную систему координат
 - Operators use local coordinate systems on rigs
- Определяется расстоянием по С/Ю и В/З от местной точки отсчета
 - Distance North/South, East/West from a local reference
- Обычно привязывается к платформе или устью
 - Normally referenced to Structure or Slot
- Такие системы просты в работе и для понимания
 - Easy to plot and understand

Задачи модуля - повтор

Module Objectives - Review

■ По окончании этого модуля инженер должен уметь:

At the end of this module you should be able to

- **Объяснить важность измерений D&I для D&M**

Explain why D&I is important to D&M

- **Перечислить различные типы профиля скважин**

List different types of well profiles

- **Перечислить назначения направленных скважин**

List the applications of directional wells

- **Перечислить и объяснить различные координатные системы**

List and explain the common oilfield mapping systems

- **Находить точки в зонах UTM по заданным координатам**

Be able to plot points in UTM zones given the Northings and Eastings

- **Объяснить максимальные значения конвергенции в координатной системе UTM**

Understand the maximum possible Grid Convergence limit in the UTM coordinate system.