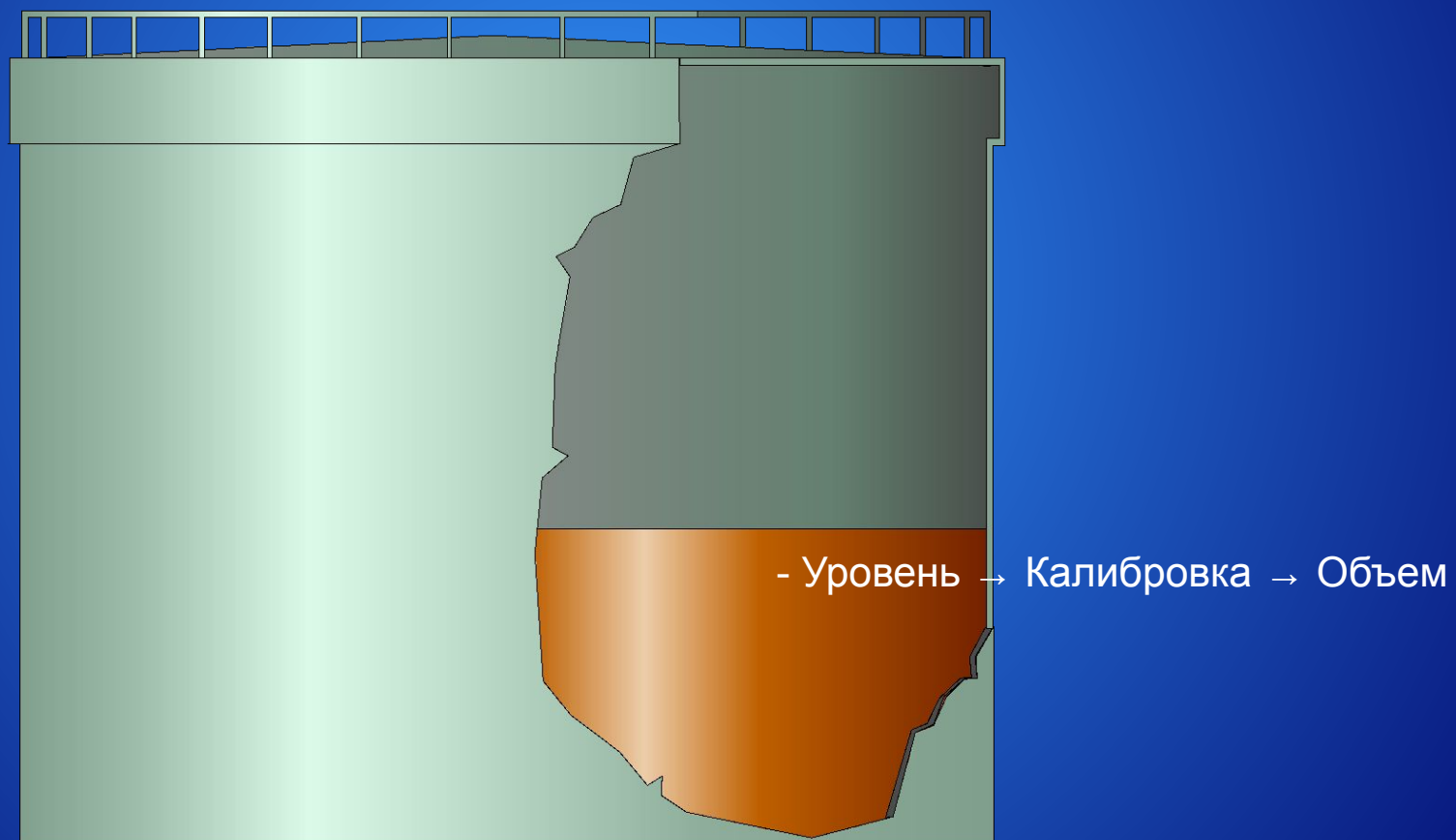


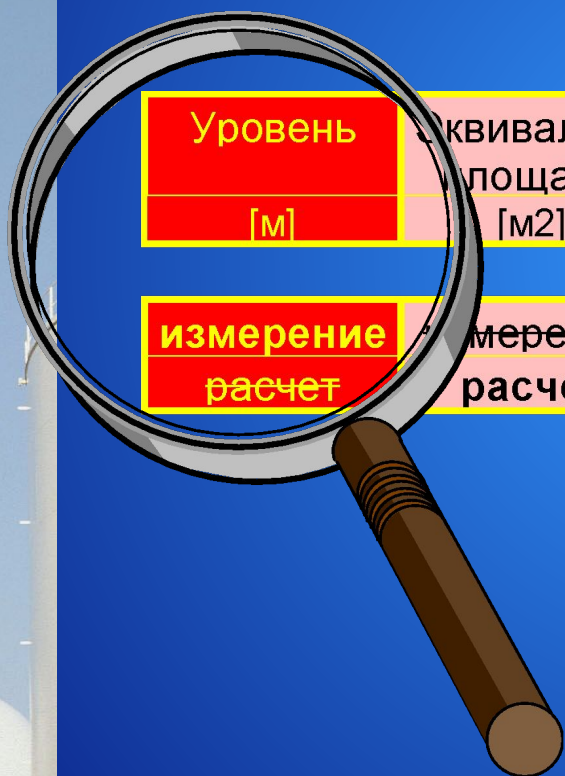
# Учет по уровню

## Общие положения



# Учет по уровню

## Общие положения



<b>Уровень</b> [м]	Эквивалент площади [м <sup>2</sup> ]	Объем [м <sup>3</sup> ]	Плотность [ кг/м <sup>3</sup> ]	Давление [кг/м <sup>2</sup> ]	Масса [кг]
<b>измерение расчет</b>	измерение расчет	измерение расчет	измерение расчет	измерение расчет	измерение расчет

(лаборат.)



# Учет по уровню

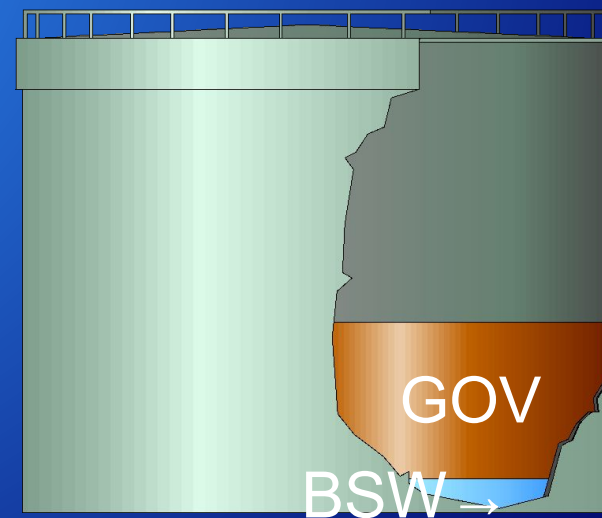
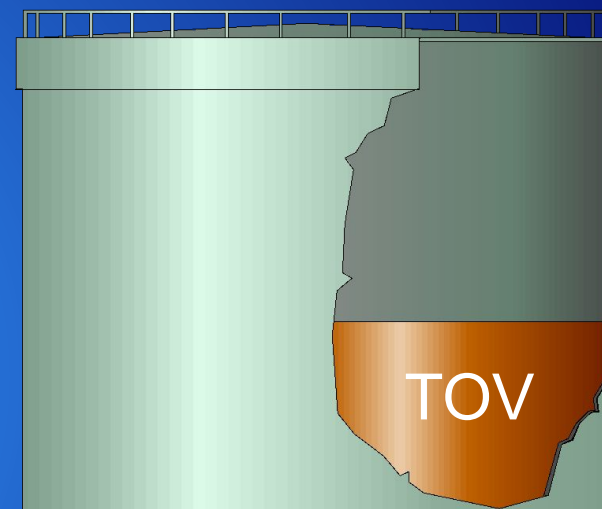
## Наблюдаемые объемы TOV/GOV

- TOV (Total Observed Volume) или Общий
  - объем последнего измеренного уровня
  - линейная интерполяция между уровнями в калибровочной таблице (Tank Capacity Table)

Примечание: возможна температурная коррекция на расширение стенок

- GOV (Gross Observed Volume) или Валовой
- BSW (Base, Sediment and Water) или Вода
  - измеряется уровень воды
  - рассчитывается объем воды

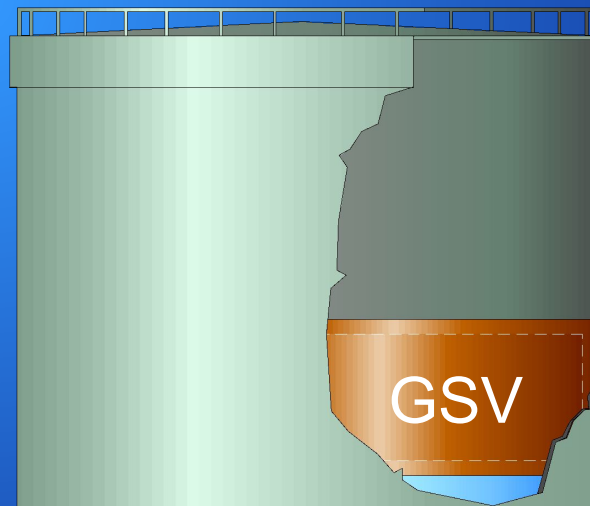
$$\text{GOV} = \text{TOV} - \text{Вода}$$



# Учет по уровню

## Стандартный объем GSV

- GSV (Gross Standard Volume) или Нетто
  - GOV это объем продукта при действительной температуре
  - GSV это объем продукта при образцовой температуре (т.е.  $T_{ref} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- $GSV = VCF \cdot GOV$ 
  - $VCF > 1$  если  $T < T_{ref}$
  - $VCF = 1$  если  $T = T_{ref}$
  - $VCF < 1$  если  $T > T_{ref}$



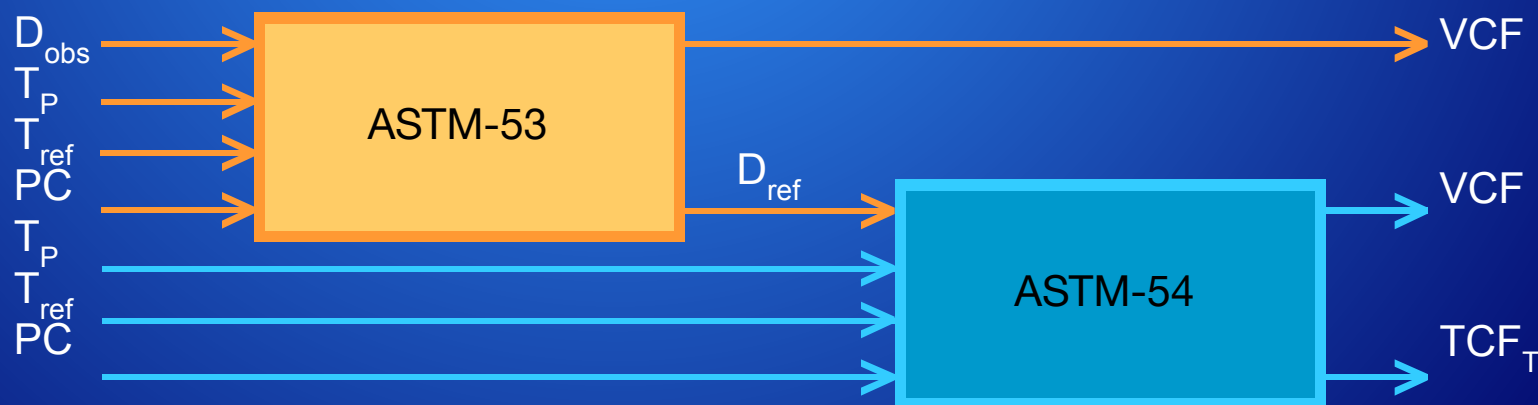
# Учет по уровню

## VCF

- Влияние температуры на объем выражается VCF (Volume Correction Factor)
- VCF рассчитывается с использованием таблиц ASTM или API, т.е. ASTM-53 или 54
- VCF является относительным изменением объема при отклонении температуры  $T$  (действительная температура) от  $T_{ref}$  (образцовой температуры)

- $$VCF = \frac{GSV \text{ (объем при образцовой температуре)}}{GOV \text{ (объем при действительной температуре)}}$$

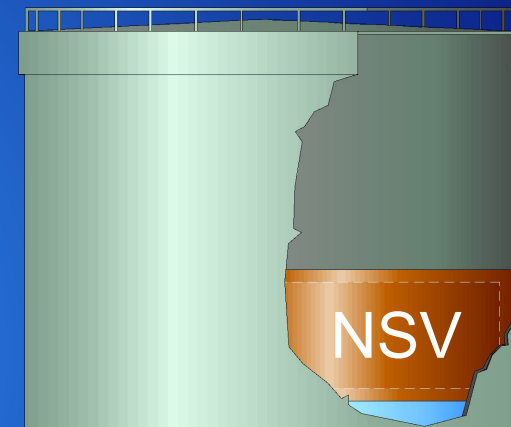
- $$VCF = \frac{D_{obs} \text{ (плотность при действительной температуре)}}{D_{ref} \text{ (плотность при образцовой температуре)}}$$



# Учет по уровню

## Конечный образцовый объем

- NSV (Nett Standard Volume)
  - S&W% (Отношение Осадок и Вода)
  - выраженное в процентах
- $NSV = GSV \left( \frac{100 - S\&W\%}{100} \right)$
- TGSV (Total Gross Standard Volume)
  - Gasvol. = объем паров при 'сжижении'
  - $TGSV = GSV + \text{Объем паров.}$



Пары

Образцовая температура →

Образцовое давление →

Температура паров →

Давление паров →

Содержание чистого продукта →

Количество паров →

$T_{ref}$

$P_{ref}$

$VT$

$VP$

→ Объем паров

TGSV



# Учет по уровню

## Масса

- Масса (в вакууме)
  - $D_{ref} \cdot GSV$
  - $D_{ref} \cdot NSV$
  - $D_{ref} \cdot TGSV$
- Масса (в воздухе)
  - $(D_{ref} - D_{air}) \cdot GSV$
  - $(D_{ref} - D_{air}) \cdot NSV$
  - $(D_{ref} - D_{air}) \cdot TGSV$



# Учет по уровню

## Расход

- Точный постоянный расчет объема позволяет
  - расчет расхода продукта
  - определение скорости откачки и налива продукта
  - безопасность слива-налива
- Расход  $F$  рассчитывается из изменения в общем объеме за период времени
- $$F = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$
- Расход  $F$  с выбираемой фильтрацией для обеспечения стабильности показаний расхода
  - $F = F_n = F_{n-1} + \alpha \left( \frac{\Delta V}{\Delta t} - F_{n-1} \right)$  с  $F_n$  = новый расход и  $F_{n-1}$  = последний расход
  - фактор демпфирования  $\alpha$ 
    - $\alpha = 1 \rightarrow F_n = \Delta V / \Delta t$  0% демпфирования
    - $\alpha = 0 \rightarrow F_n = F_{n-1}$  100% демпфирования
  - фактор  $\alpha$  (0,25...0,35) в зависимости от размера и формы резервуара
  - фактор  $\alpha$  настраивается на каждый резервуар
  - диапазон  $\Delta t$  настраиваемый параметр системы, по умолчанию 30 с

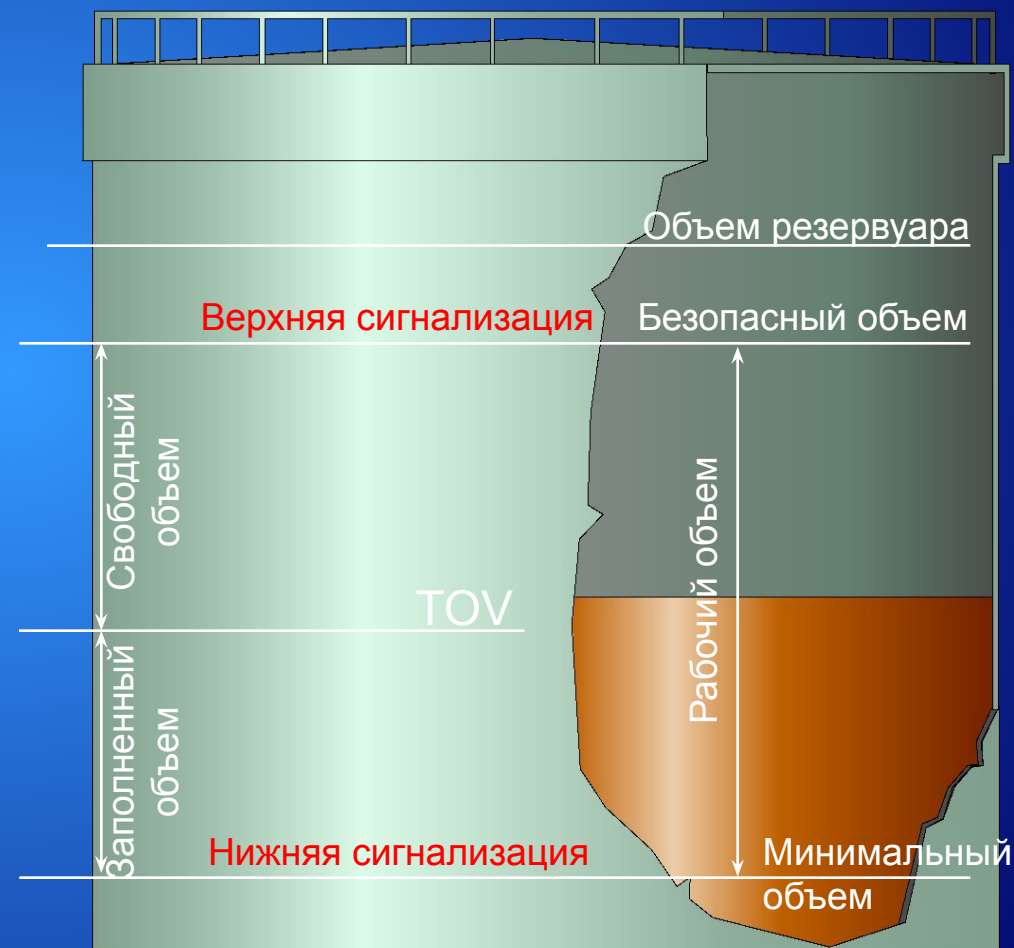




# Учет по уровню

## Рабочий объем

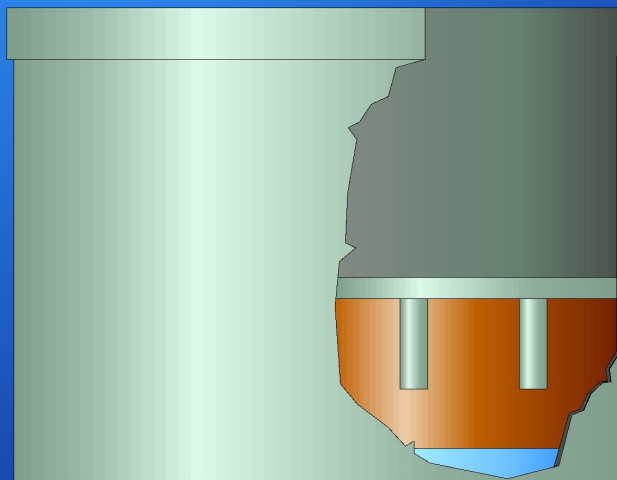
- Рабочий объем это объем для безопасной работы
- Свободный объем это доступное пустое пространство
  - свободный объем = безопасный объем
  - заполнения - TOV
- Заполненный объем это возможный объем продукта для откачки
  - Заполненный объем = TOV - минимальный объем
- Рассчитывается время для достижения безопасного объема



# Учет по уровню

## Резервуар с плавающей крышей

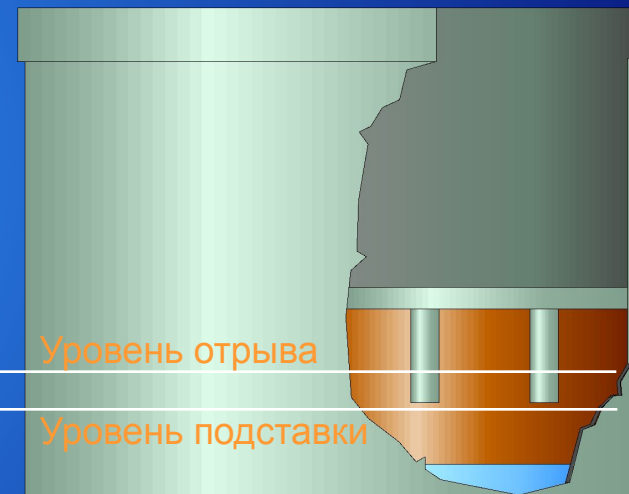
- Резервуар с плавающей крышей обычно используется для испаряющихся продуктов, крыша предотвращает испарение продукта
- Крыша движется с продуктом по направляющим для сохранения положения крыши
- Направляющие используются для измерения уровня
- При низких уровнях крыша находится на подставках крыши
- В зависимости от уровня, крыша будет влиять на уровень
- В зависимости от влияния, соответственно должен корректироваться расчет объема



# Учет по уровню

## Резервуар с плавающей крышей : расчет объема

- Уровень > уровень отрыва крыши
  - $TOV = VOL - \frac{\text{Вес крыши}}{VCF \cdot D_{ref}}$  (в вакууме)
  - $TOV = VOL - \frac{\text{Вес крыши}}{VCF \cdot (D_{ref} - D_{air})}$  (в воздухе)
- уровень подставки крыши < уровень
- < уровень отрыва крыши
  - нет коррекции на вес крыши
  - определить зону нечувствительности
- уровень < уровень подставки крыши
  - нет коррекции на вес крыши
  - $TOV = VOL$  (нет коррекции)



# Учет по уровню

## Сферическая емкость

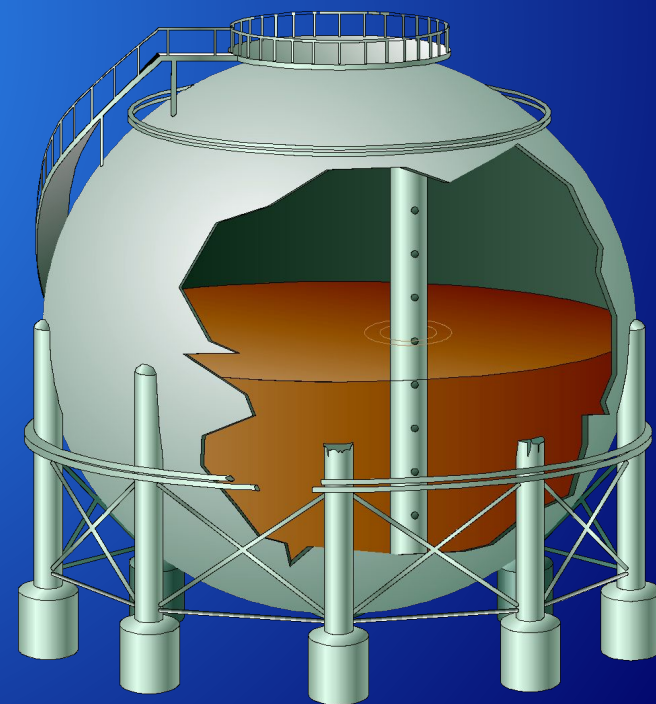
- Сферическая емкость обычно используется для легких или жидких продуктов, хранящихся при среднем или высоком давлении
- Сферическая емкость...
  - ...считается сферической при постоянном радиусе, объем рассчитывается по формуле
  - ...не считается сферической при различных радиусах, необходима ТСТ и расчет объема происходит как для цилиндрического резервуара



# Учет по уровню

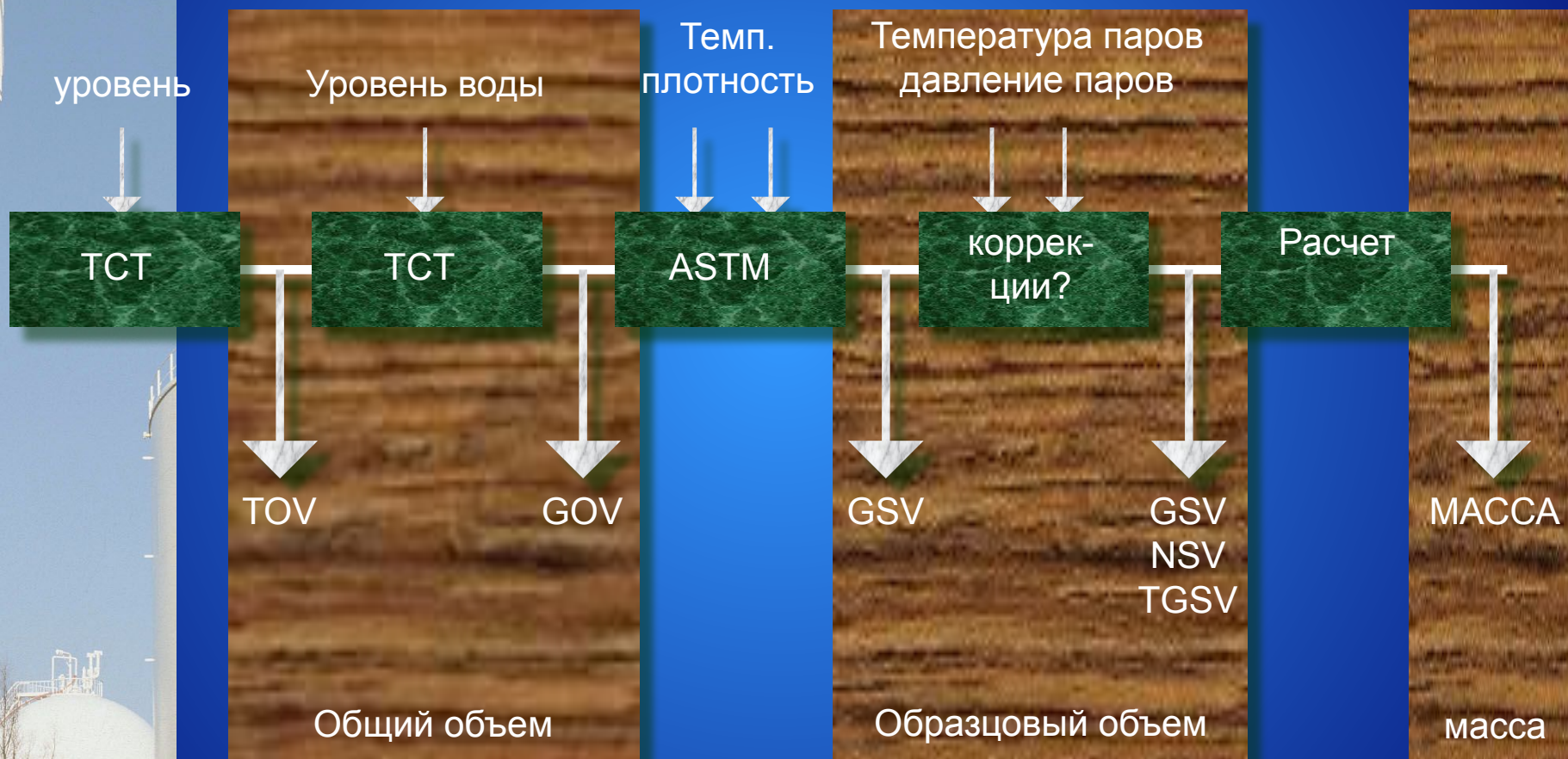
## Сферическая емкость : расчет

- $VOL = \frac{LI \cdot (3R - L) \cdot \pi}{3}$
- $TOV = VOL + \text{пустой объем}$
- $TOV$  с/без темп. коррекции на стенки емкости
- $GOV = TOV$
- $GSV = VCF \cdot GOV$  (VCF через таблицу ASTM)
- $TGSV = GSV + \text{Объем газа}$
- $Mass = TGSV \cdot D_{ref}$  (в вакууме)
- $Mass = TGSV \cdot (D_{ref} - D_{air})$  (в воздухе)
- $F_n = F_{n-1} + \alpha \left( - \frac{\Delta V}{\Delta t} \right)$
- Заполн. Объем =  $TOV$  - минимальный объем
- Свободн. Объем = Безопасный объем -  $TOV$



# Учет по уровню

## Выводы



# Учет по уровню

## Данные резервуара

- Уровень [м]
  - уровень продукта
  - уровень интерфейса (донная вода)
- Эквивалент площади [м<sup>2</sup>]
  - площадь когда продукт считается чистым цилиндром
- Объем [м<sup>3</sup>]
  - общий объем      объем продукта при действительной температуре
  - образцовый объем      объем продукта при образцовой температуре
- (Наблюдаемая) плотность [кг/м<sup>3</sup>]
  - постоянная плотность      измеряется датчиком давления
  - плотность погружения      измеряется измерителем уровня
- Давление [кг/м<sup>2</sup>]
  - давление паров      давление паров в резервуаре под давлением
  - гидростатическое давление      давление жидкости в резервуаре под давлением
- Масса [кг]
  - масса в вакууме      вес продукта без коррекции на вес в воздухе
  - масса в воздухе      вес продукта с коррекцией на вес в воздухе

УРОВЕН	ЭКВИВАЛЕНТ ПЛОЩАД	ОБЪЕ	ПЛОТНОСТ	ДАВЛЕНИЕ	МАССА
б [м]	И [м <sup>2</sup> ]	М [м <sup>3</sup> ]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	p [kg/m <sup>2</sup> ]	М [kg]

