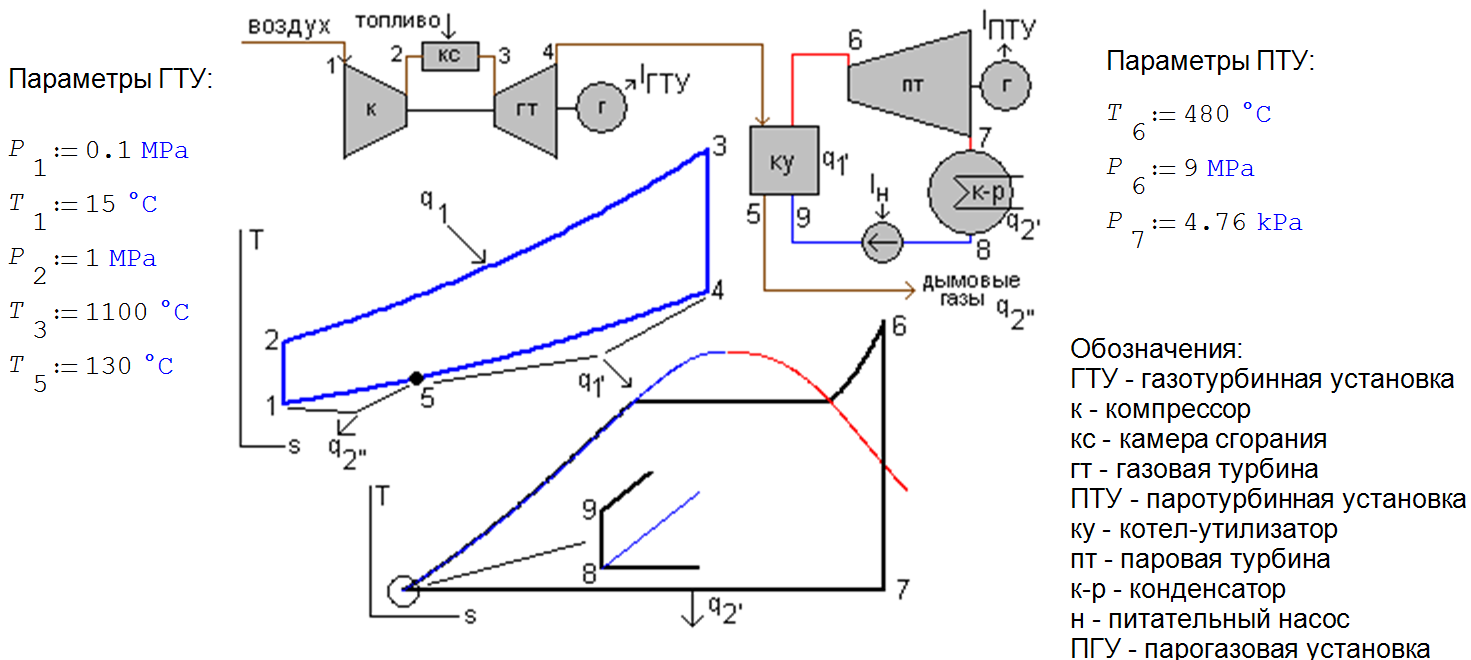


## Расчет термического КПД простейшей идеальной одноконтурной парогазовой установки



☐ Ideal

**Fluid := "Air"**

State 1  $h_1 := \text{Prop}("H", P_1, T_1)$   $s_1 := \text{Prop}("S", P_1, T_1)$

State 2  $s_2 := s_1$   $T_2 := \text{Prop}("T", P_2, s_2)$   
 $h_2 := \text{Prop}("H", P_2, T_2)$

State 3  $P_3 := P_2$   $s_3 := \text{Prop}("S", P_3, T_3)$   
 $h_3 := \text{Prop}("H", P_3, T_3)$

State 4  $P_4 := P_1$   $s_4 := s_3$   $T_4 := \text{Prop}("T", P_4, s_4)$   
 $h_4 := \begin{cases} \text{Prop}("H", P_4, T_4) & \text{if } T_4 > T_6 \\ \text{"Ошибка!"} & \text{otherwise} \end{cases}$

State 5  $P_5 := P_1$   
 $h_5 := \text{Prop}("H", P_5, T_5)$   $s_5 := \text{Prop}("S", P_5, T_5)$

**Fluid := "Water"**

State 6  $h_6 := \text{Prop}("H", P_6, T_6)$   $s_6 := \text{Prop}("S", P_6, T_6)$

State 7  $s_7 := s_6$   $h_7 := \text{Prop}("H", P_7, s_7)$   
 $T_7 := \text{Prop}("T", P_7, s_7)$

$$\begin{aligned}
 \text{State 8} \quad & s_8 := s_7 \quad & h_8 := \text{Prop}("h", P_8, Q_8) \\
 & s_8 := \text{Prop}("s", P_8, h_8) \quad & T_8 := \text{Prop}("T", P_8, h_8) \\
 \text{State 9} \quad & s_9 := s_8 \quad & P_9 := P_6 \\
 & h_9 := \text{Prop}("h", P_9, s_9) \quad & T_9 := \text{Prop}("T", P_9, s_9) \\
 \text{States} \quad & st := [1..9] \quad & Q_{st} := \text{Prop}\left("Q", P_{st}, h_{st}, \begin{cases} \text{"Air"} & \text{if } st \leq 5 \\ \text{"Water"} & \text{otherwise} \end{cases}\right)
 \end{aligned}$$

State	T [°C]	P [kPa]	h [kJ/kg]	s [kJ/kg/K]	Q [%]
1	15.02	100	414.38	3.85	-100
2	279.48	1000	683.6	3.85	-100
3	1100.02	1000	1610.34	4.87	-100
4	498.03	100	916.82	4.87	-100
5	130.02	100	530.45	4.19	-100
6	480.02	9000	3336.43	6.59	-100
7	32.02	4.76	2004.44	6.59	77.13
8	32.02	4.76	134.1	0.46	0
9	32.24	9000	143.12	0.46	-100

### Air

Удельная теплота, подводимая в камере сгорания:  $q_1 := h_3 - h_2 = 926.74 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Удельная работа газовой турбины:  $l_{ГТ} := h_3 - h_4 = 693.52 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Удельная работа компрессора:  $l_K := h_2 - h_1 = 269.23 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Термический КПД цикла ГТУ:  $\eta_{ГТУ} := \frac{l_{ГТ} - l_K}{q_1} = 45.78 \%$

### Steam

Удельная теплота, подводимая к котлу:  $q_1 := h_6 - h_9 = 3193 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Удельная работа паровой турбины:  $l_{ПТ} := h_6 - h_7 = 1300 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Удельная работа питательного насоса:  $l_{ПН} := h_9 - h_8 = 9.023 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Термический КПД цикла ПТУ:  $\eta_{ПТУ} := \frac{l_{ПТ} - l_{ПН}}{q_1} = 41.43 \%$

Удельная энтальпия газа на выходе из котла-утилизатора:  $h_5 = 530.45 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Часть теплоты выхлопа газовой турбины тратится на выработку пара в котле-утилизаторе

$$m := \left( \text{solve} \left( m \cdot (h_4 - h_5) = h_6 - h_9, m \right) \right) = 8.2649$$

Удельная теплота, подводимая к ПГУ:

$$q_{11} := m \cdot (h_3 - h_2) = 7659.42 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Удельная полезная работа газовой части ПГУ:

$$l_{ГТУ} := (h_3 - h_4) - (h_2 - h_1) = 424.3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Удельная полезная работа пароводяной части ПГУ:

$$l_{ПГУ} := (h_6 - h_7) - (h_9 - h_8) = 1322.97 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

### Efficiency

Термический КПД парогазовой установки

$$\eta_{ПГУ} := \frac{m \cdot l_{ГТУ} + l_{ПГУ}}{q_{11}} = 63.06 \%$$

Max theoretical

$$\eta_{max} := 1 - \frac{\min(T)}{\max(T)} = 79.0154 \%$$

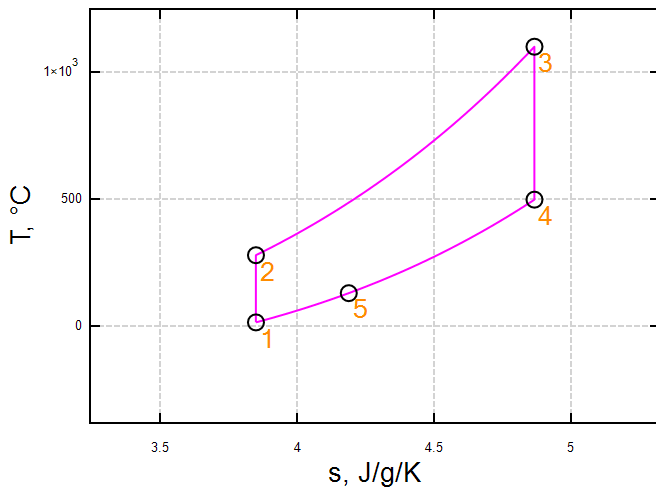
### Plots

Ranges  $n := 100$

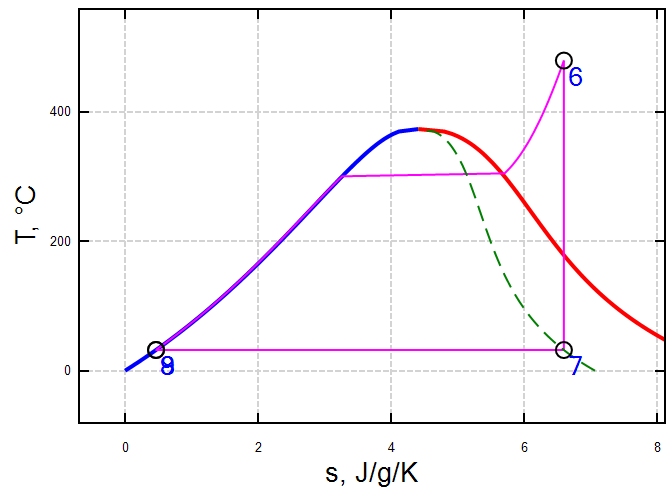
Air  $T_{4-1} := pR(T_4, T_1, n)$   $T_{2-3} := pR(T_2, T_3, n)$

Steam  $T_{9-6} := pR(T_9, T_6, n)$

Air



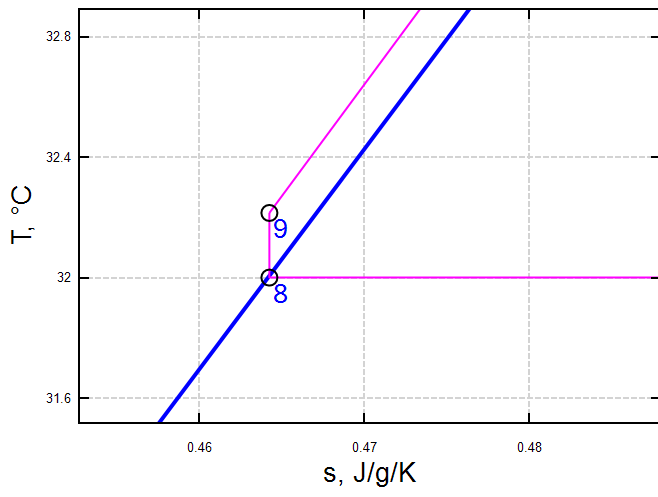
Steam



```
sT_A := [ Fluid := "Air" ra := [ 1..5 ]
  f(s, T) := augment( (s / (kJ/kg K), T / K - 273.15)
  S := eval( stack( s_1, Prop("S", dummy := P_2, T_2-3) ) )
  S := eval( stack( s, s_4, Prop("S", dummy := P_1, T_4-1) ) )
  { ""
  ""
  f(s, eval( stack( T_1, T_2-3, T_4, T_4-1 ) ) )
  augment( f(s_ra, T_ra), "o" )
  augment( f(s_ra, T_ra), num2str(ra) )
```

```
sT_W := [ Fluid := "Water" rw := [ 6..9 ]
  T_Tr-cr := pR( Prop("TTriple"), Prop("TCrit"), n )
  f(s, T) := augment( (s / (kJ/kg K), T / K - 273.15)
  { f( Prop("S", T_Tr-cr, 0), T_Tr-cr )
  f( Prop("S", T_Tr-cr, 1), T_Tr-cr )
  f( Prop("S", dummy := P_6, T_9-6), T_9-6 )
  { f(s_rw, T_rw)
  f( Prop("S", dummy := Q_7, T_Tr-cr), T_Tr-cr )
  augment( f(s_rw, T_rw), "o" )
  augment( f(s_rw, T_rw), num2str(rw) )
```

Details



$s^T_w$

---

Alvaro

appVersion(4) = "1.0.8348.30405"