

### Основное уравнение для жидкости (область 1)<sup>1</sup>

В этой области основным является уравнение для удельной энергии Гиббса

$$\frac{g(p, T)}{RT} = \gamma(\pi, \tau) = \sum_{i=1}^{34} n_i (7,1 - \pi)^{I_i} (\tau - 1,222)^{J_i}, \quad (3)$$

где  $\pi = p / p^*$  и  $\tau = T^* / T$ ;  $p^* = 16,53$  МПа,  $T^* = 1386$  К. Значения коэффициентов и показателей степени для уравнения (3) приведены в табл. 2. Коэффициенты  $n_3$  и  $n_4$  в уравнении (3) подобраны таким образом, чтобы удовлетворить действующему с 1954 г. соглашению о принятии равными нулю значений удельных внутренней энергии и энтропии жидкости в тройной точке ( $T_t = 273,16$  К и  $p_t = 611,657$  Па)

$$u'_t = 0; s'_t = 0. \quad (4)$$

Значение энтальпии жидкости в тройной точке составляет  $h'_t = 0,611783$  Дж·кг<sup>-1</sup>.

Таблица 2. Коэффициенты и показатели степени уравнения (3)

<i>i</i>	<i>I<sub>i</sub></i>	<i>J<sub>i</sub></i>	<i>n<sub>i</sub></i>	<i>i</i>	<i>I<sub>i</sub></i>	<i>J<sub>i</sub></i>	<i>n<sub>i</sub></i>
1	0	-2	0,14632971213167	18	2	3	-0,44141845330846·10 <sup>-5</sup>
2	0	-1	-0,84548187169114	19	2	17	-0,72694996297594·10 <sup>-15</sup>
3	0	0	-0,37563603672040·10 <sup>1</sup>	20	3	-4	-0,31679644845054·10 <sup>-4</sup>
4	0	1	0,33855169168385·10 <sup>1</sup>	21	3	0	-0,28270797985312·10 <sup>-5</sup>
5	0	2	-0,95791963387872	22	3	6	-0,85205128120103·10 <sup>-9</sup>
6	0	3	0,15772038513228	23	4	-5	-0,22425281908000·10 <sup>-5</sup>
7	0	4	-0,16616417199501·10 <sup>-1</sup>	24	4	-2	-0,65171222895601·10 <sup>-6</sup>
8	0	5	0,81214629983568·10 <sup>-3</sup>	25	4	10	-0,14341729937924·10 <sup>-12</sup>
9	1	-9	0,28319080123804·10 <sup>-3</sup>	26	5	-8	-0,40516996860117·10 <sup>-6</sup>
10	1	-7	-0,60706301565874·10 <sup>-3</sup>	27	8	-11	-0,12734301741641·10 <sup>-8</sup>
11	1	-1	-0,18990068218419·10 <sup>-1</sup>	28	8	-6	-0,17424871230634·10 <sup>-9</sup>
12	1	0	-0,32529748770505·10 <sup>-1</sup>	29	21	-29	-0,68762131295531·10 <sup>-18</sup>
13	1	1	-0,21841717175414·10 <sup>-1</sup>	30	23	-31	0,14478307828521·10 <sup>-19</sup>
14	1	3	-0,52838357969930·10 <sup>-4</sup>	31	29	-38	0,26335781662795·10 <sup>-22</sup>
15	2	-3	-0,47184321073267·10 <sup>-3</sup>	32	30	-39	-0,11947622640071·10 <sup>-22</sup>
16	2	0	-0,30001780793026·10 <sup>-3</sup>	33	31	-40	0,18228094581404·10 <sup>-23</sup>

<sup>1</sup> <http://tw.t.mpei.ru/rbtp/Region1>

Все термодинамические свойства воды могут быть получены из уравнения (3) с помощью дифференциальных уравнений термодинамики. Соотношения, связывающие наиболее важные из них, представлены в табл. 3.

Таблица 3. Соотношения для вычисления термодинамических свойств по уравнению (3)\*

Свойство	Соотношение
Удельный объем	$v \cdot p / RT = \pi \gamma_{\pi}$
Удельная внутренняя энергия	$u / RT = \tau \gamma_{\tau} - \pi \gamma_{\pi}$
Удельная энтропия	$s / R = \tau \gamma_{\tau} - \gamma$
Удельная энтальпия	$h / RT = \tau \gamma_{\tau}$
Удельная изобарная теплоемкость	$c_p / R = -\tau^2 \gamma_{\tau\tau}$
Удельная изохорная теплоемкость	$c_v / R = -\tau^2 \gamma_{\tau\tau} + (\gamma_{\pi} - \tau \gamma_{\pi\tau})^2 / \gamma_{\pi\pi}$
Скорость звука	$w^2 / RT = \frac{\gamma_{\pi}^2}{\frac{\gamma_{\pi} - \tau \gamma_{\pi\tau}}{\tau^2 \gamma_{\tau\tau}} - \gamma_{\pi\pi}}$

$$* \gamma_{\pi} = \left( \frac{\partial \gamma}{\partial \pi} \right)_{\tau}, \gamma_{\pi\pi} = \left( \frac{\partial^2 \gamma}{\partial \pi^2} \right)_{\tau}, \gamma_{\tau} = \left( \frac{\partial \gamma}{\partial \tau} \right)_{\pi}, \gamma_{\tau\tau} = \left( \frac{\partial^2 \gamma}{\partial \tau^2} \right)_{\pi}, \gamma_{\pi\tau} = \left( \frac{\partial^2 \gamma}{\partial \pi \partial \tau} \right)$$