

**АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ  
ХОЛОДИЛЬНЫЕ АГЕНТЫ  
ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ  
СЕКТОРОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ  
ГХФУ  
в Российской  
Федерации**

**ЦВЕТКОВ О.Б.  
СПбГУНиПТ,  
Международная академия  
холода**

# МОНРЕАЛЬСКИЙ ПРОТОКОЛ – 2007

<b>HCFC</b>	<b>Химическая формула</b>	<b>ODP</b>	<b>GWP</b>	<b>Flam.</b>
<b>R21</b>	<b>CHCl<sub>2</sub>F</b>	<b>0,1</b>	<b>&gt;2000</b>	<b>NF</b>
<b>R22</b>	<b>CHClF<sub>2</sub></b>	<b>0,055</b>	<b>1810</b>	<b>NF</b>
<b>R123</b>	<b>C<sub>2</sub>HCl<sub>2</sub>F<sub>3</sub></b>	<b>0,02</b>	<b>90</b>	<b>NF</b>
<b>R142b</b>	<b>C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>ClF<sub>2</sub></b>	<b>0,065</b>	<b>2000</b>	<b>LF</b>
<b>R141b</b>	<b>C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>Cl<sub>2</sub>F</b>	<b>0,11</b>	<b>630</b>	<b>LF</b>
<b>R225ca</b>	<b>C<sub>3</sub>HCl<sub>2</sub>F<sub>5</sub></b>	<b>0,025</b>	<b>180–620</b>	<b>NF</b>

## О ЗАПРЕТЕ HCFC

	<b>PHASE – OUT</b>	<b>RECYCLING</b>
<b>EU</b>	<b>2009</b>	<b>2014</b>
<b>USA</b>	<b>2010</b>	–
<b>MP–2007</b>	<b>2020</b>	–

# ПРОТОКОЛ КИОТО-2

HFC	Химическая формула	$t_{nb}, ^\circ\text{C}$	$t_{cr}, ^\circ\text{C}$	GWP	Flam.
R134a	$\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$	-26,1	101,0	1430	NF
R125	$\text{C}_2\text{HF}_5$	-48,1	67,7	3200	NF
R404A	(R134a+R125+R143a)	-47	72,1	3922	NF
R410A	(R32+R125)	-51	72,5	2088	NF
R407C	(R32+R125+R134a)	-44	87,3	1824	NF
R245fa	$\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5$	15,1	157,6	930	LF
RE347mcc	$\text{C}_4\text{H}_3\text{F}_7$	34,2	~200	368	LF
R365mfc	$\text{C}_4\text{H}_5\text{F}_5$	40.11	~208	<1500	LF
R32	$\text{CH}_2\text{F}_2$	-51,7	78,1	675	LF (A2L)
R161	$\text{C}_2\text{H}_5\text{F}$	-37,1	102,2	12	LF (A2L)
R152a	$\text{C}_2\text{H}_4\text{F}_2$	-24,0	113,3	140	LF (A2L)
R1234yf	$\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_4$	-29,45	95,65	4	LF(A2L)
R507	(R125+R143a)	-47	71	3900	NF
R508A	(R23+R116)	-86	13	12000	NF

# ВОЗМОЖНЫЕ ЗАМЕНИТЕЛИ R22 (GWP = 1810)

<b>Климатические системы</b>	<b>R410A</b> <b>R407C</b> <b>R32, blends</b> <b>R744</b> <b>УГВ (R290, R441A)</b>	<b>GWP = 2088; HP</b> <b>GWP = 1824</b> <b>GWP = 675; LF</b> <b>HP</b> <b>F</b>
<b>Холодильные системы</b>	<b>R404A</b> <b>R407F</b> <b>УГВ (R290, R600a, R441A)</b> <b>R744</b>	<b>GWP = 3922</b> <b>GWP = 1825</b> <b>F</b> <b>HP</b>
<b>Автомобильные системы</b>	<b>R134a</b> <b>R1234yf</b> <b>R744</b>	<b>GWP = 1430</b> <b>GWP = 4; LF</b> <b>HP</b>
<b>Тепловые насосы</b>	<b>R123, R410A, R744</b> <b>УГВ (R290)</b>	<b>F</b>
<b>Промышленный холод</b>	<b>R717,</b> <b>R744</b> <b>R134a</b>	<b>F, токсичность</b>  <b>GWP = 1430</b>
<b>Чиллеры</b>	<b>R1234ze</b> <b>R134a</b> <b>R123</b> <b>R410A</b>	<b>GWP = 6; LF</b> <b>GWP = 1430</b> <b>ODP = 0,02; GWP = 90</b> <b>GWP = 2088</b>

## ЗАМЕНИТЕЛИ HCFC В ПЕНОИЗОЛЯЦИИ

<b>Замена R141b</b> <b>GWP = 725</b> $\lambda = 17 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$	<b>Циклопентан</b>	<b>F; <math>\lambda = (20\div 21) \cdot 10^{-3} \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}</math></b>
	<b>R245fa</b>	<b>NF; GWP = 930</b> $\lambda = (18\div 19) \cdot 10^{-3} \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$
	<b>R365mfc</b>	<b>F; GWP &lt; 1500</b> $\lambda = 12,5 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$
	<b>R134a</b>	<b>NF; GWP = 1300</b> $\lambda \approx 12 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$

## ЗАМЕНИТЕЛИ HCFC В АЭРОЗОЛЯХ

<b>Замена R11</b> <b>ODP = 1</b> <b>GWP = 4000</b>	<b>Изобутан, пропан</b>	<b>F</b>
	<b>R134a</b>	<b>GWP = 1300</b>
	<b>R152a</b>	<b>LF; GWP &lt; 140</b>
	<b>DME (R170)</b>	<b>F</b>
	<b>R1234ze</b>	<b>LF; GWP = 6</b>

# **Энергоэкологические императивы развития техники низких температур**

<b>Charge reduction Emission reductions Recovery and recycling of refrigerant</b>	<b>Миниреф-системы Контроль за эмиссиями хладагентов</b>
<b>Reduction in energy consumption through increased</b>	<b>Повышение энергоэффективности низкотемпературных систем</b>
<b>Conversion of equipment from HFC's to low-GWP natural refrigerants: R744, HC, R717</b>	<b>Переход на преимущественное применение природных хладагентов</b>

**СПАСИБО**  
**ЗА**  
**ВНИМАНИЕ**