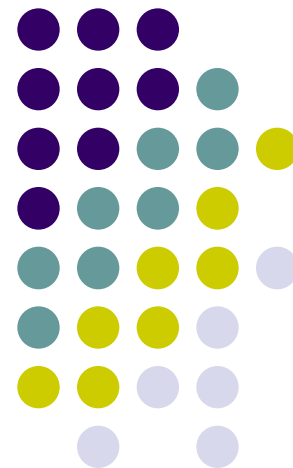


## «Прогноз развития возобновляемой энергетики мира до 2020 года»

**Безруких П.П.**, д.т.н. зав. отделением новых технологий и нетрадиционной энергетики.  
Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского.  
**Безруких П.П.**(мл.), инженер, ст. менеджер ОАО «Лукойл».



Москва, 27 – 28 октября 2015 г.



# Содержание

1. Постановка задачи.
  - 1.1. О прогнозе «Wind Force – 10».
  - 1.2. О трех сценариях прогноза IEA на 2020 г.
  - 1.3. Доля ВИЭ в 2014 г. по данным REN 21, 2015.
2. О методологии предлагаемого прогноза.
3. Прогноз общего производства электроэнергии в мире.
4. Прогноз производства электроэнергии на базе ВИЭ.
5. Доля ВИЭ в 2020 году.

# Программа «Wind Force 10»



Годы	Процент роста в год, %	Годовой ввод мощности, МВт	Общая установленная мощность на конец года, МВт		Годовое производство электрической энергии на ВЭС, ТВт*ч		Годовое потребление электрической энергии в мире, ТВт*ч		Доля ветровой электрической энергии, %	
			прогноз	факт	прогноз	факт*	прогноз	факт	прогноз	факт
1999	20	3120	13273	13520	29,1		14919	14764	0,19	
2000	20	3744	17017	18449	37,3	31,3	15381	15379	0,24	
2001	20	4493	21510	23794	47,1		15858	15476	0,30	
2002	20	5391	26901	30278	58,9		16350		0,36	
2003	20	6470	33371	39357	73,1		16857	16661	0,43	
2004	30	8411	41781	46880	91,5		17379	17450	0,53	
2005	30	10939	52715	59084	115,4	103,8	17918	18235	0,64	0,54
2006	30	14214	66929	74223	146,6	124,9	18474	18930	0,79	0,66
2007	30	18478	85407	94123	187,0	173,3	19046	19854	0,98	0,87
2008	30	24021	109428	121188	268,4	266	19937		1,37	
2009	30	31228	140656	157899	245,0		20245		1,70	
2010	30	40596	181252	196692	444,6	341	20873	21559	2,13	1,6
2014				370000						3,1
2015	20	94304	537059		1333,8		23894		5,58	
2020	10	150000	1209466		2966,6		27351		10,86	
2030	10	150000	2545232		6242,9		33178		18,82	
2040	10	150000	3017017		7928,7		38509		20,60	

Источник: Программа «Wind Force 10», \*EWEA, WWEA. Разработчики: EWEA, Форум по энергетике и развитию Дании, Международный Гринпис

# Сценарии МЭА, 2011 г.



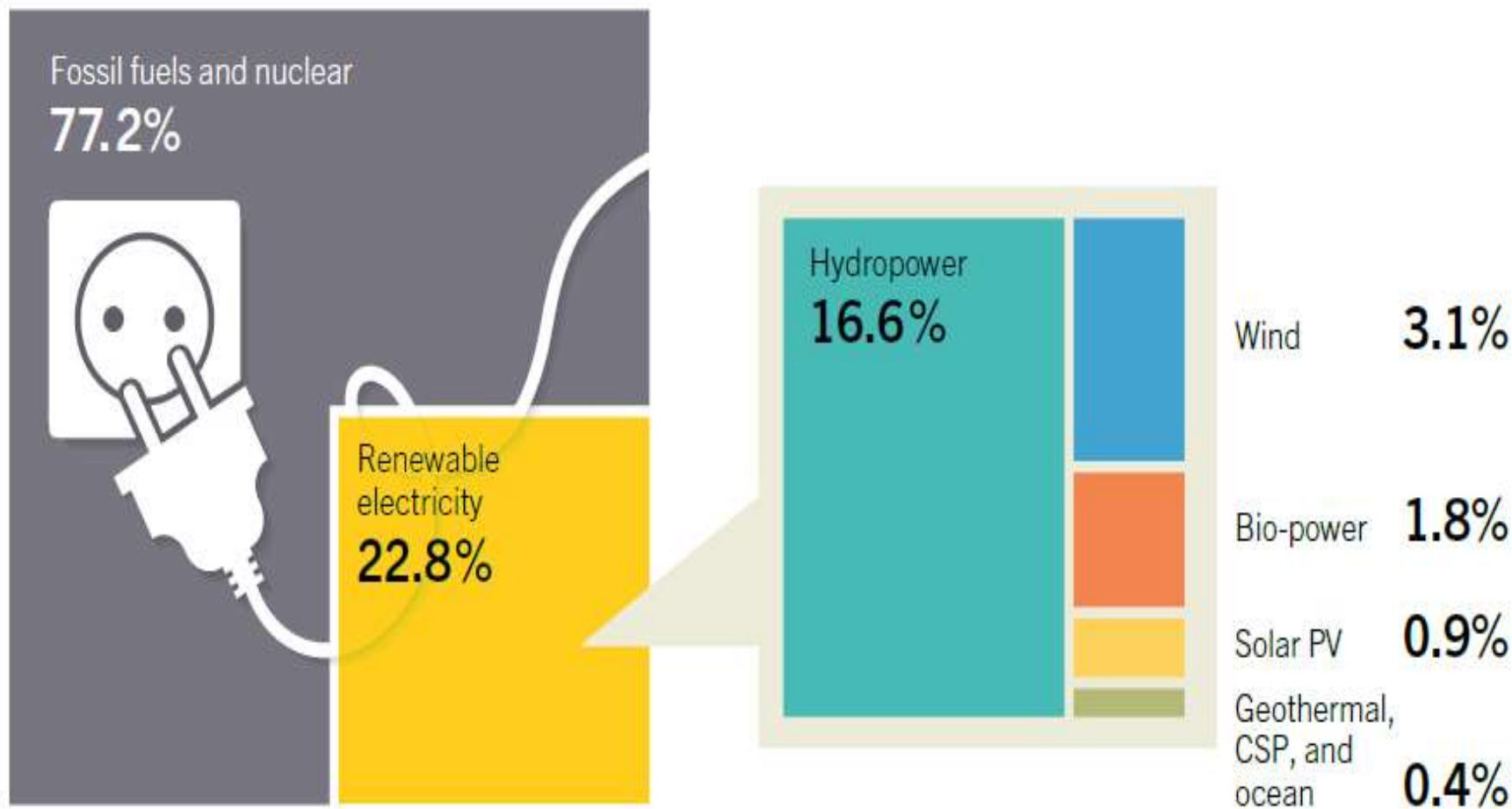
	Фактические данные				«New Policies Scenario»		«Current Policies Scenario»		«450 Scenario»	
	1990		2009		2020		2020		2020	
	млрд. кВт·ч	%	млрд. кВт·ч	%	млрд. кВт·ч	%	млрд. кВт·ч	%	млрд. кВт·ч	%
<b>Ископаемые виды топлива</b>	7490	63,4	13445	67,1	17593	63,1	18757	65,7	15835	59,0
<b>Атомная энергия</b>	2013	17,0	2697	13,5	3576	12,8	3495	12,2	3741	13,9
<b>Гидроэнергия</b>	2144	18,1	3252	16,2	4380	15,7	4254	14,9	4547	16,9
<b>ВИЭ</b>	173	1,5	650	<b>3,2</b>	2332	<b>8,4</b>	2063	<b>7,2</b>	2712	<b>10,1</b>
<b>ВИЭ, в том числе Гидроэнергия</b>	2317	19,6	3902	19,5	6712	24,1	6317	22,1	7259	27,1
<b>Весь мир</b>	11819	100,0	20043	100,0	<b>27881</b>	100,0	<b>28569</b>	100,0	<b>26835</b>	100,0

«New Policies Scenario» - центральный сценарий, объединяющий широкий круг политических обязательств и планов стран мира в области энергетической безопасности, изменения климата, охраны окружающей среды и т.д.

«Current Policies Scenario» - развитие с сохранением, без изменения существующей политики, включая обязательства и планы.

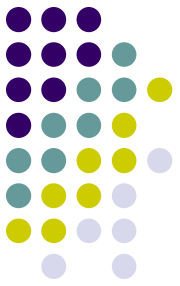
«450 Scenario» - предусматривает агрессивный график действий, которые необходимы, чтобы ограничить долгосрочное увеличение концентрации парниковых газов в земной атмосфере до 450 частей на миллион эквивалента CO<sub>2</sub>.

# Оценка доли ВИЭ в производстве электроэнергии на конец 2014 г.



Источник: REN 21, Renewables 2015 Global Status report

# МЕТОДОЛОГИЯ



1. Определение темпов развития производства электроэнергии в мире за период 1995 – 2014 годы и выбор темпов дальнейшего развития для трех вариантов.
2. Определение коэффициента использования установленной мощности станций на базе ВИЭ и выбор Киум на прогнозируемый период.
3. Определение темпов роста установленной мощности за период 2004 – 2014 годы и выбор темпов развития для трех вариантов до 2020 года

# Производство электроэнергии в мире, ТВт·ч



1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
13258,3	13686,9	14010,6	14360,3	14776,9	15409,0	15641,1	16191,6	16787,7	17573,3

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
18333,8	19032,4	19926,9	20308,6	20131,7	21425,5	22100,6	22630,4	23184,0	23536,5

Источник: BP Statistical Review of World Energy Workbook

# Выбор темпов развития производства электроэнергии в мире



2014 / 1995  $\rightarrow x = 3,07 \%$ ;      2014 / 2004  $\rightarrow x = 3,0 \%$ ;

2014 / 2013  $\rightarrow x = 1,52 \%$ ;      2014 / 2012  $\rightarrow x = 2,0 \%$ ;

## Сценарии

а) маловероятный – 3,0 %;

б) возможный – 2,6 %;

в) вероятный – 2,0 %.



# Прогнозы производства электроэнергии в мире, ТВт·ч



IEA (МЭА)		ЭНИН			
«New Policies Scenario»	27881	ВОЗМОЖНЫЙ	27866	2,6 %	«б»
«Current Policies Scenario»	28569	маловероятный	28656	3,0 %	«а»
«450 Scenario»	26535	вероятный	26764	2,0 %	«в»

# Динамика показателей возобновляемой энергетики мира



Показатель	Значение показателя по годам			Среднегодовой прирост за период 2004-2014 гг.*	Прирост в 2014 году к 2013 году, %*
	2004	2013	2014		
Новые годовые инвестиции, млрд. дол. США	45	232	270	19,62	16,37
Мощность на базе ВИЭ (без ГЭС), ГВт	85	560	657	22,7	17,32
Мощность на базе ВИЭ (с ГЭС), ГВт	800	1578	1712	7,9	8,49
Мощность гидроэлектростанций (ГЭС), ГВт	715	1018	1055	3,97	3,63
Мощность на базе биомассы, ГВт	<36	88	93	9,95	5,68
Производство электроэнергии на базе биомассы, ТВт·ч	227	396	433	6,67	9,34
Мощность геотермальных электростанций, ГВт	8,9	12,1	12,8	3,7	5,78
Мощность фотоэлектрических электростанций, ГВт	2,6	138	177	52,5	28,26
Мощность солнечных тепловых электростанций, ГВт	0,4	3,4	4,4	27,1	29,41
Мощность ветроэлектрических станций, ГВт	48	319	370	22,65	15,99

\* Расчеты автора

Источник: REN 21, Renewables 2015 Global Status report

# Динамика коэффициента использования установленной мощности ВЭУ стран «Топ 24»



№	Страна	Год	Установленная мощность на конец года, МВт	Ввод мощности в году, МВт	Производство электроэнергии, ГВт·ч		$K_{\text{иум}}^{\text{макс}}$
1	Китай	2000	250	0	584	0,252	0,252
		2005	1266	502	1927	0,174	0,217
		2012	75 324	12 960	100 800	0,153	0,167
2	США	2000	2 539	39	5 593	0,251	0,253
		2005	9 147	2 424	17 811	0,222	0,256
		2013	61 108	1 101	167 665	0,313	0,316
3	Германия	2000	6 097	1 662	7 570	0,141	0,164
		2005	18 390	1 767	27 229	0,169	0,178
		2013	34 250	3 212	53 400	0,178	0,187
4	Испания	2000	2 235	713	4 491	0,229	0,273
		2005	10 027	1 764	20 700	0,236	0,258
		2012	22 796	1 122	48 500	0,243	0,249
5	Индия	2000	1 167	90	1 600	0,157	0,163
		2005	4 430	1 430	6 273	0,162	0,193
		2010	15 880	2 816	26 000	0,187	0,205
6	Великобритания	2000	406	63	900	0,253	0,274
		2005	1 353	465	2 759	0,233	0,281
		2012	8 445	1 905	21 000	0,284	0,320

# Динамика коэффициента использования установленной мощности ВЭУ стран «Топ 24»



№	Страна	Год	Установленная мощность на конец года, МВт	Ввод мощности в году, МВт	Производство электроэнергии, ГВт·ч		
7	Канада	2000	137	12	251	0,209	0,219
		2005	683	239	1 398	0,234	0,283
		2012	6 200	935	23 100	0,425	0,46
8	Франция	2000	60	40	73	0,139	0,208
		2005	757	371	914	0,138	0,183
		2012	7 196	396	14 900	0,236	0,243
9	Италия	2000	427	145	535	0,143	0,172
		2005	1 718	453	2 227	0,148	0,170
		2012	8 144	1 397	13 200	0,185	0,202
10	Бразилия	2000	20	10	1	0,006	0,008
		2005	29,6	5,8	68	0,262	0,291
		2011	1 429	502	2 700	0,216	0,262
11	Швеция	2000	231	16	434	0,214	0,222
		2005	509	57	889	0,199	0,211
		2012	3 745	1 275	7 200	0,219	0,204
12	Португалия	2000	100	40	160	0,183	0,228
		2005	1 022	470	1 684	0,188	0,244
		2012	4 525	442	10 000	0,252	0,265

# Динамика коэффициента использования установленной мощности ВЭУ стран «Топ 24»



№	Страна	Год	Установленная мощность на конец года, МВт	Ввод мощности в году, МВт	Производство электроэнергии, ГВт·ч		
13	Дания	2000	2 300	552	4 029	0,200	0,227
		2005	3 128	4	6 283	0,229	0,229
		2012	4 162	291	10 200	0,280	0,290
14	Польша	2000	5	5	5	0,114	0,163
		2005	84	19	128	0,174	0,196
		2012	2 497	881	4 200	0,192	0,233
15	Австралия	2000	21	6	55	0,299	0,349
		2005	579	200	841	0,166	0,200
		2012	2 584	358	7 000	0,309	0,332
16	Турция	2000	19	9	31	0,186	0,244
		2005	20,1	-0,5	56	0,318	0,314
		2012	2 312	513	5 800	0,286	0,322
17	Румыния	2000	-	-	-	-	-
		2005	0,9	0,9	-	-	-
		2012	1 905	923	2 900	0,174	0,229
18	Нидерланды	2000	446	5	788	0,202	0,203
		2005	1 224	146	1 964	0,183	0,195
		2012	2 391	63	5 000	0,239	0,242

# Динамика коэффициента использования установленной мощности ВЭУ стран «Топ 24»



№	Страна	Год	Установленная мощность на конец года, МВт	Ввод мощности в году, МВт	Производство электроэнергии, ГВт·ч	$K_{\text{иум}}^{\text{мин}}$	$K_{\text{иум}}^{\text{макс}}$
19	Япония	2000	125	57	104	0,095	0,123
		2005	1 040	144	1 666	0,183	0,196
		2012	2 614	113	4 800	0,210	<b>0,214</b>
20	Мексика	2000	-	-	-	-	-
		2005	-	-	-	-	-
		2012	1 537	968	1 200	0,089	<b>0,130</b>
21	Ирландия	2000	118	45	232	0,224	0,277
		2005	495	156	1 056	0,244	0,289
		<b>2012</b>	<b>1 738</b>	<b>124</b>	<b>4 200</b>	<b>0,276</b>	<b>0,286</b>
22	Австрия	2000	77	53	64	0,095	0,123
		2005	819	213	1 262	0,176	0,202
		2012	1 378	294	2 400	0,199	<b>0,223</b>
23	Греция	2000	189	127	428	0,259	0,389
		<b>2005</b>	<b>573</b>	<b>100</b>	<b>1 203</b>	<b>0,240</b>	<b>0,263</b>
		2012	1 749	120	3 700	0,241	0,250
24	Бельгия	2000	13	13	15	0,132	0,228
		2005	158	63	246	0,178	0,222
		<b>2012</b>	<b>1 375</b>	<b>297</b>	<b>2 700</b>	<b>0,224</b>	<b>0,251</b>

# Прогноз развития ВИЭ на 2015 г.



Вид электростанций	2010 г. (факт)			2015 г.			
	Мощность, ГВт	К <sub>ИУМ*</sub>	Производство электроэнергии, ТВт·ч	К <sub>ГОД</sub> , %	Мощность ГВт*	К <sub>ИУМ*</sub>	Производство электроэнергии, ТВт·ч
Ветроэлектростанции (ВЭС)	198	0,197	341	16,0	429 (370)	0,25	939
Фотоэлектрические станции (ФЭС)	40	0,12	42	30,0	230 (177)	0,12	242
Солнечные тепловые электростанции (CSP)	1,1	0,15	1,4	20	5 (4,4)	0,15	6,5
Электростанции на биомассе (БиоЭС)	64,9	0,55	313	6	98 (93)	0,53	456
Геотермальные электростанции (ГеоЭС)	11	0,75	72,3	6	13,5 (12,8)	0,75	88,5
<b>Итого</b>	<b>315</b>		<b>769,7</b>		<b>775,5 (657)</b>		<b>1728</b>

К<sub>ИУМ</sub> – коэффициент использования установленной мощности

\* - В скобках указана мощность в 2014 году.

# Прогноз развития возобновляемой энергетики мира до 2020 года (без ГЭС)



Вид электростанций	2015 г. (факт)				2020 г.			
	К <sub>ГОД</sub> , %	Мощность, ГВт*	К <sub>ИУМ</sub> *	Производство электроэнергии, ТВт·ч	К <sub>СРГОД</sub> , % 2020 / 2015	Мощность, ГВт	К <sub>ИУМ</sub> *	Производство электроэнергии, ТВт·ч
Ветростанции (ВЭС)	16,0	429 (370)	0,25	939	10	690	0,25	1511
					13	790		1730
					15	863		1890
Фотоэлектрические станции (ФЭС)	30,0	230 (177)	0,12	242	15	462	0,13	526
					20	572		651
					25	702		799
Солнечные тепловые электростанции (CSP)	20	5 (4,4)	0,15	6,5	10	8	0,15	10,5
					12	8,8		11,5
					15	10		13
Электростанции на биомассе (БиоЭС)	6	98 (93)	0,53	456	3	113	0,53	524
					5	125		580
					10	158		733
Геотермальные электростанции (ГеоЭС)	6	13,5 (12,8)	0,75	88,5	3	16	0,75	105
					5	17		112
					10	22		144
Итого		775,5 (657)		1728		1289		2676
						1513		3084
						1755		3579



# Результаты прогноза



## Доля ВИЭ в общем производстве электроэнергии в мире в 2020 году

	Минимальная	Средняя	Максимальная
<b>ЭНИН</b>	9,3 % (5,3)	11,2 % (6,1)	13,4 % (7,0)
<b>IEA</b>	7,2	8,4	10,1

**В скобках - прогноз доли  
ветра**



**Спасибо за внимание!**

**П.П. Безруких**

**Открытое акционерное общество**

**«Энергетический институт**

**им.Г.М.Кржижановского»**

**Эл. почта : [bezruky@yandex.ru](mailto:bezruky@yandex.ru)**

**тел. 8(495) 770-34-16**

**Моб. 8 917 555 57 04**