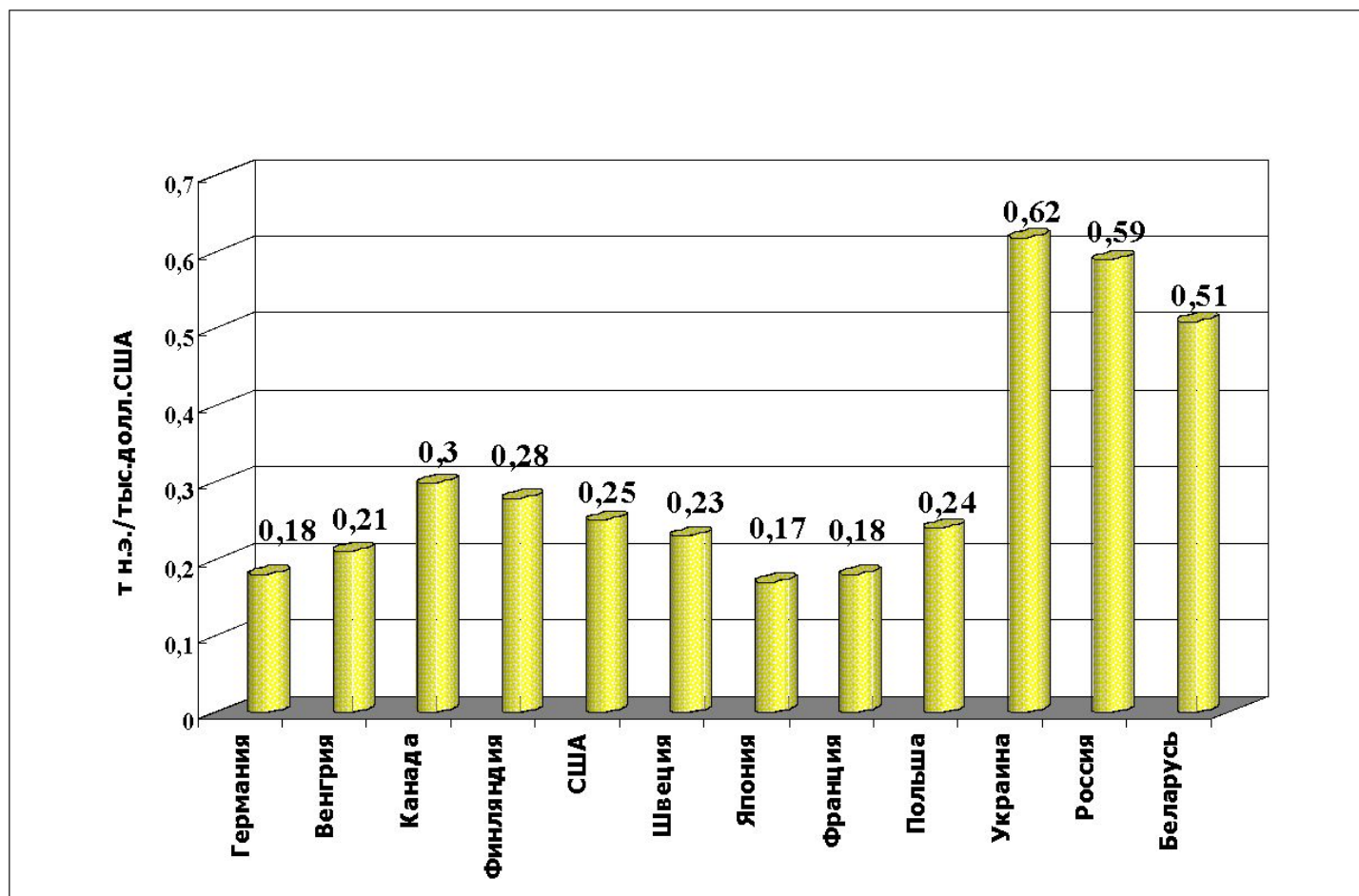


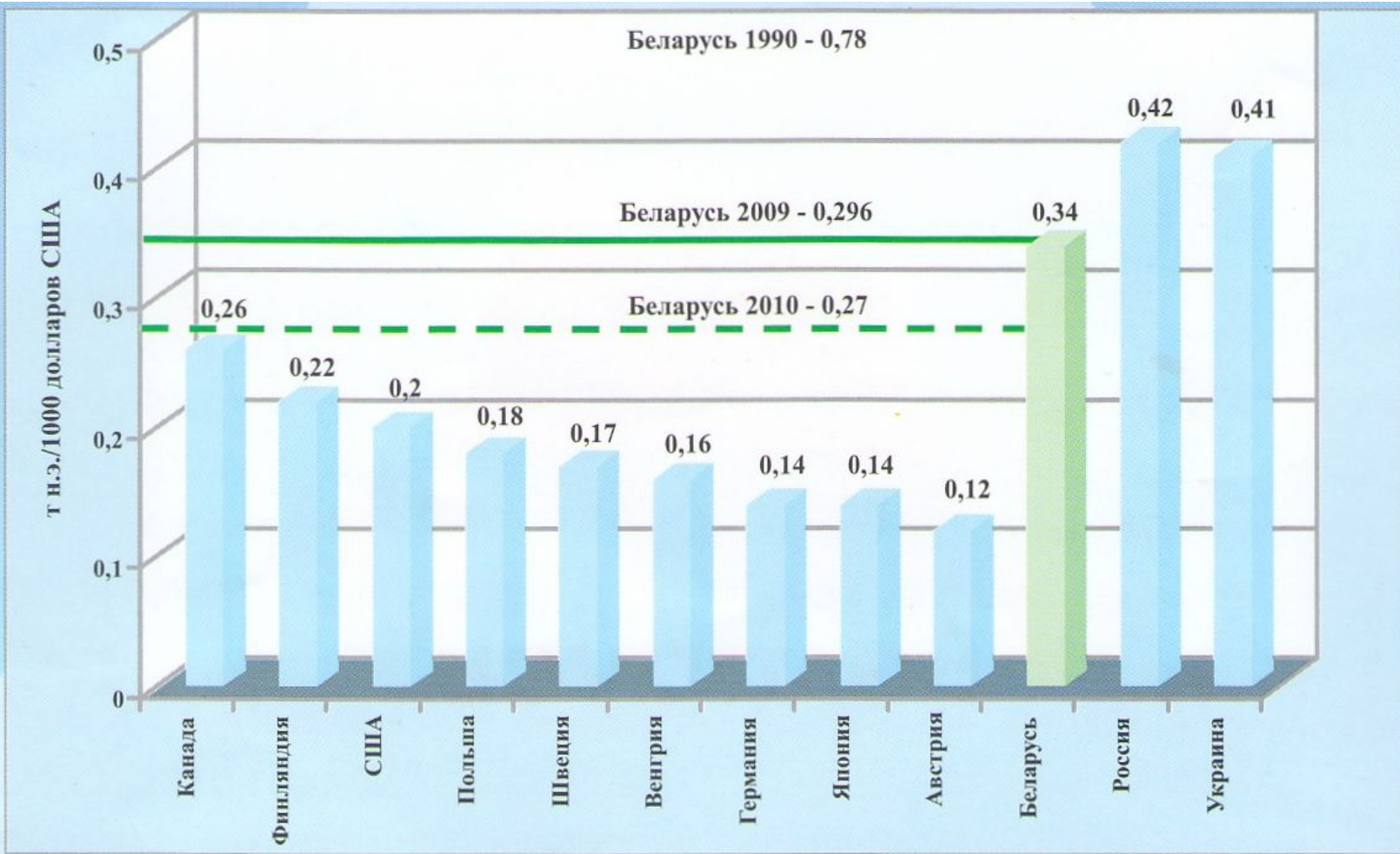
**Тема : Рациональное использование  
электроэнергии в системах промышленного  
электроснабжения**

- 1. Показатели эффективности  
энергоиспользования*
- 2. Экономия электроэнергии в силовых  
трансформаторах и кабельных сетях*
- 3. Организация учета электроэнергии на  
промышленных предприятиях и его  
автоматизация*

|      | Энергоемкость ВВП | ВВП   | ТЭР   |
|------|-------------------|-------|-------|
| 1997 | 100               |       |       |
| 1998 | 91,7              | 108,4 | 99,4  |
| 1999 | 83,5              | 112,1 | 93,6  |
| 2000 | 79,1              | 118,6 | 93,8  |
| 2001 | 75,9              | 124,2 | 94,3  |
| 2002 | 71,6              | 130,4 | 93,4  |
| 2003 | 68                | 139,5 | 94,8  |
| 2004 | 63                | 155,4 | 97,9  |
| 2005 | 59,3              | 170   | 100,7 |
| 2006 | 56,8              | 187   | 106,2 |
| 2007 | 51,6              | 203,1 | 104,8 |
| 2008 | 46,9              | 223,8 | 105   |
| 2009 | 44,6              | 224,2 | 99,9  |
| 2010 | 44,3              | 241,3 | 106,8 |
| 2011 | 43,3              | 254,1 | 110   |
| 2012 | 43,2              | 256,8 | 112   |
| 2013 | 43,2              | 258,2 | 114,2 |

# Показатели энергоёмкости ВВП по странам мира 2013г.





# К показателям эффективности использования ТЭР относятся

- прямые обобщенные затраты;
- энергоемкость продукции;
- электроемкость продукции;
- коэффициент электрификации;
- электротопливный коэффициент;
- теплоэлектрический коэффициент.
- энерговооруженность труда

# Прямые обобщенные энергозатраты ( $A_{\text{тэр}}$ )

$$A_{\text{ТЭР}} = B + K_{\text{Э}} \cdot \text{Э} + K_q \cdot Q,$$

где  $B$  – количество условного топлива, поступившего на предприятие со стороны, т у.т.;

$K_{\text{Э}}$ ,  $K_q$  – топливные эквиваленты – количество топлива для производства и передачи к месту потребления единицы электрической и тепловой энергии, т у.т./тыс. кВт·ч и т у.т./Гкал.

Для РБ ежегодно устанавливаются Министерством экономики.

$K_{\text{Э}} = 0,28$  т у.т./тыс. кВт·ч,  $K_q = 0,175$  т у.т./Гкал.

$\text{Э}$  – количество электроэнергии, полученное предприятием со стороны, (тыс.кВт.ч);

$Q$  – количество тепловой энергии, полученное предприятием со стороны, Гкал.

Энергоемкость продукции:

$$A_{п} = A_{тэр} / П, \text{ кг у.т/усл.ед}$$

Электроемкость продукции

$$Э_{п} = Э / П, \text{ кВтч/усл. ед}$$

Энерговооруженность труда

$$A_m = A_{тэр} / M, \text{ т у.т} / \text{ чел}$$

Электровооруженность труда

$$Э_m = Э / M, \text{ тыс. кВтч} / \text{ чел}$$

Коэффициент электрификации – отношение  
всей потребленной на предприятии  
электрической энергии к прямым  
обобщенным энергозатратам, ( $Э_э$ ) : тыс.  
кВтч/т у.т.

$$Э_э = \frac{Э}{A_{тэр}}$$



Теплоэлектрический коэффициент –  
отношение всей потребленной предприятием  
тепловой энергии к потребленной  
электрической энергии, Гкал/тыс.кВтч

$$Q_{\text{Э}} = \frac{Q}{\text{Э}}$$

Электротопливный коэффициент тыс. кВтч/т у.т.

$$\text{Э}_v = \frac{\text{Э}}{B}$$

# Потребление ТЭР

1990 г. – 63,1 млн. т у.т.

1998г. – 36,6 млн. т у.т.

2009г. – 39,2 млн. т у.т.

# Потребление топлива



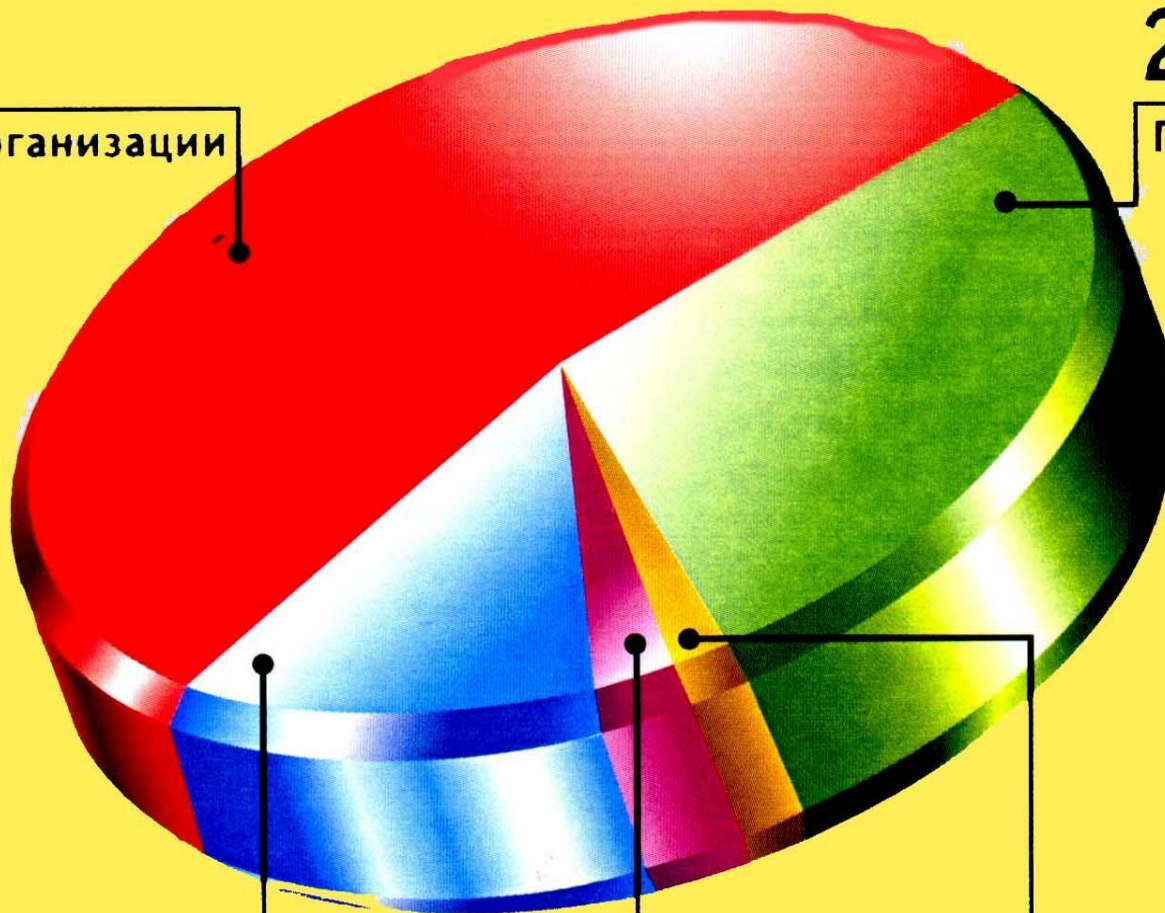
# Теплопотребление

**59,3%**

Жилищные организации

**25,7%**

Промышленность



**13,1%**

Прочие потребители

**1,1%**

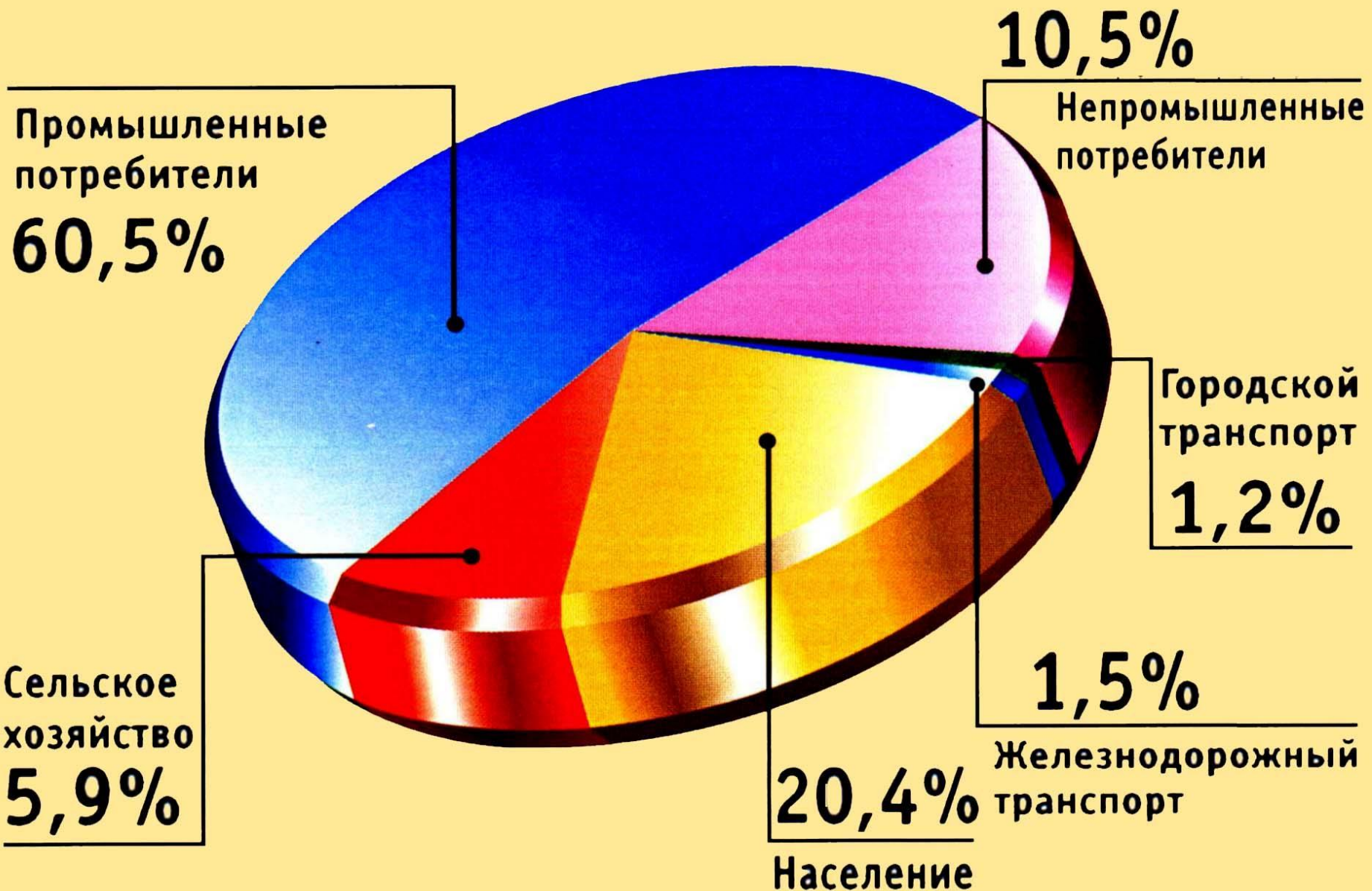
Теплично-парниковые хозяйства

**0,8%**

Коммунальное хозяйство



# Электропотребление



**Задачи**  
**по повышению энергоэффективности и**  
**использованию собственных энергоресурсов в Беларуси до**  
**2020г.**

1 .Снизить энергоемкость Внп к уровню 2005 года:

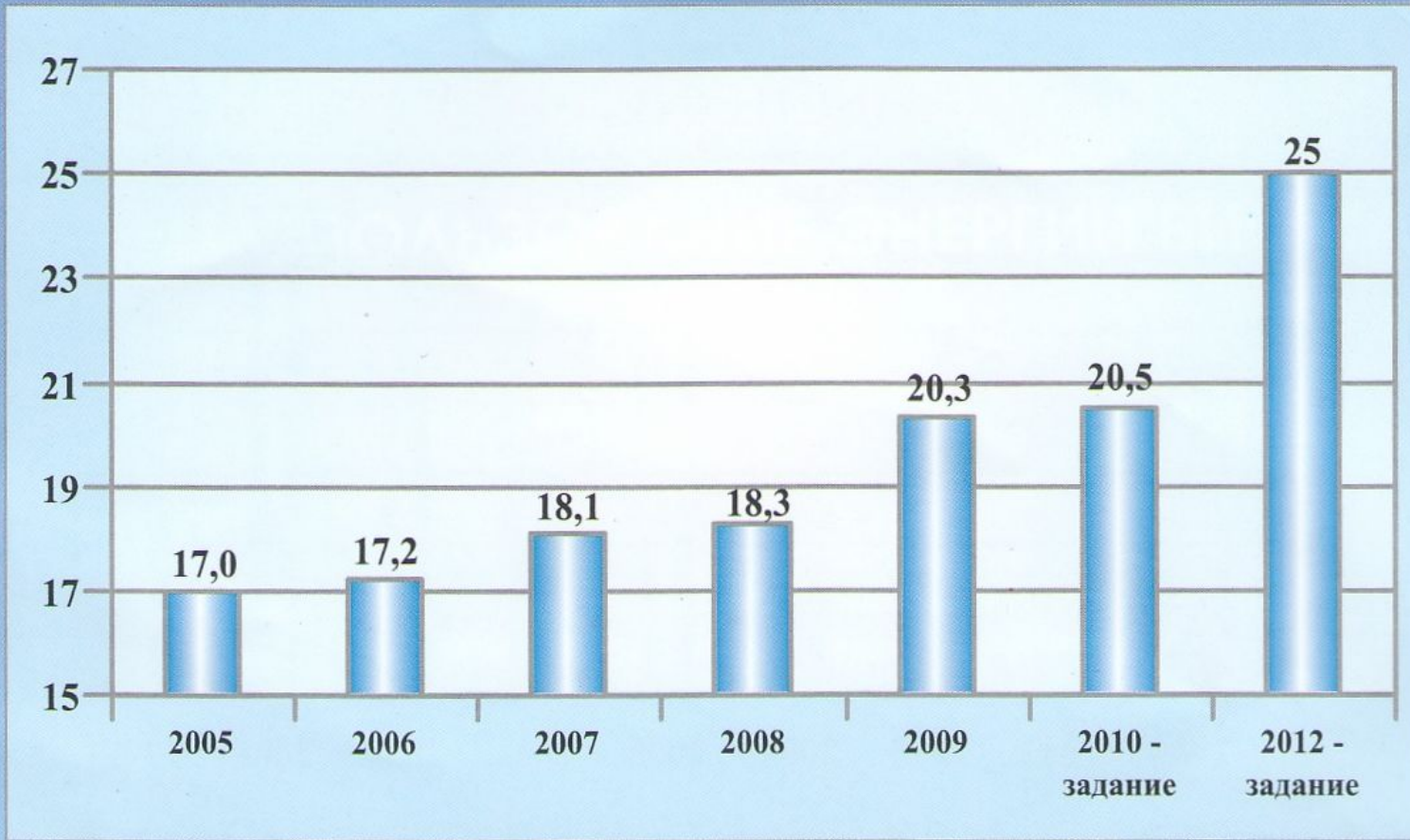
- не менее чем на 31 процент в 2010 году;
- не менее чем на 50 процент в 2015 году;
- не менее чем на 60 процент в 2020 году

2.Обеспечить экономию энергоресурсов (в сопоставимых условиях):

- не менее 7,55 млн. т у.т. в 2006-2010 годах;
- не менее 7,0 млн. т у.т. в 2011-2015 годах;
- не менее 5,2 млн. т ул. в 2016-2020 годах.

3.Обеспечить использование собственных энергоресурсов в балансе энергоресурсов для производства тепловой и электрической энергии:

- не менее 20,5% в 2010 году;
- не менее 25,0% в 2012 году;
- не менее 26,6% в 2020 году.



**Рис. 3. Доля потребления собственных энергоресурсов (в том числе возобновляемых источников энергии) в балансе энергоресурсов для производства тепловой и электрической энергии в 2005-2012 гг., %**



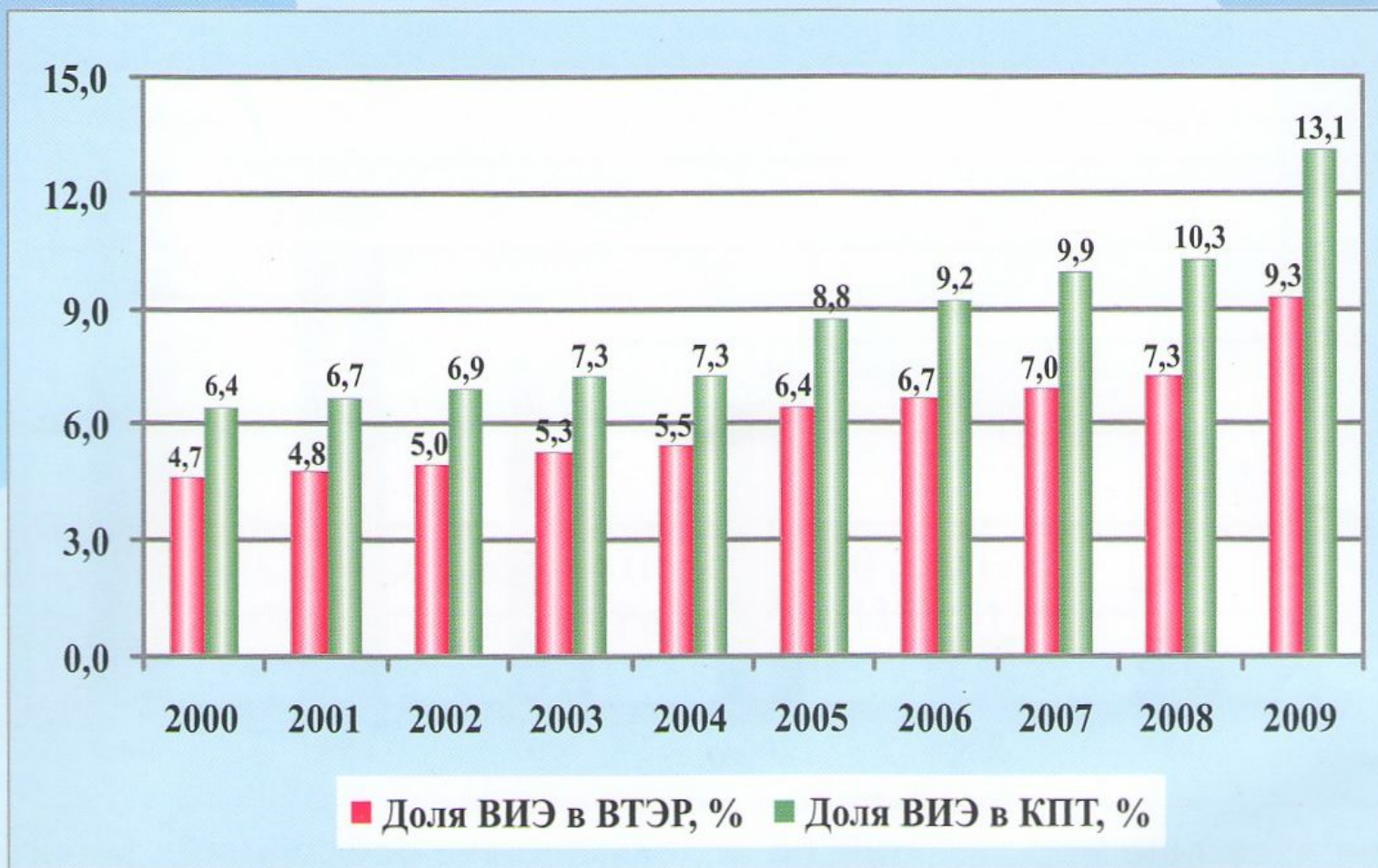


Рис. 4. Доли потребления возобновляемых источников энергии в общем потреблении энергоресурсов (ВТЭР) и в балансе энергоресурсов (КПТ) для производства тепловой и электрической энергии в 2000-2009 гг., %



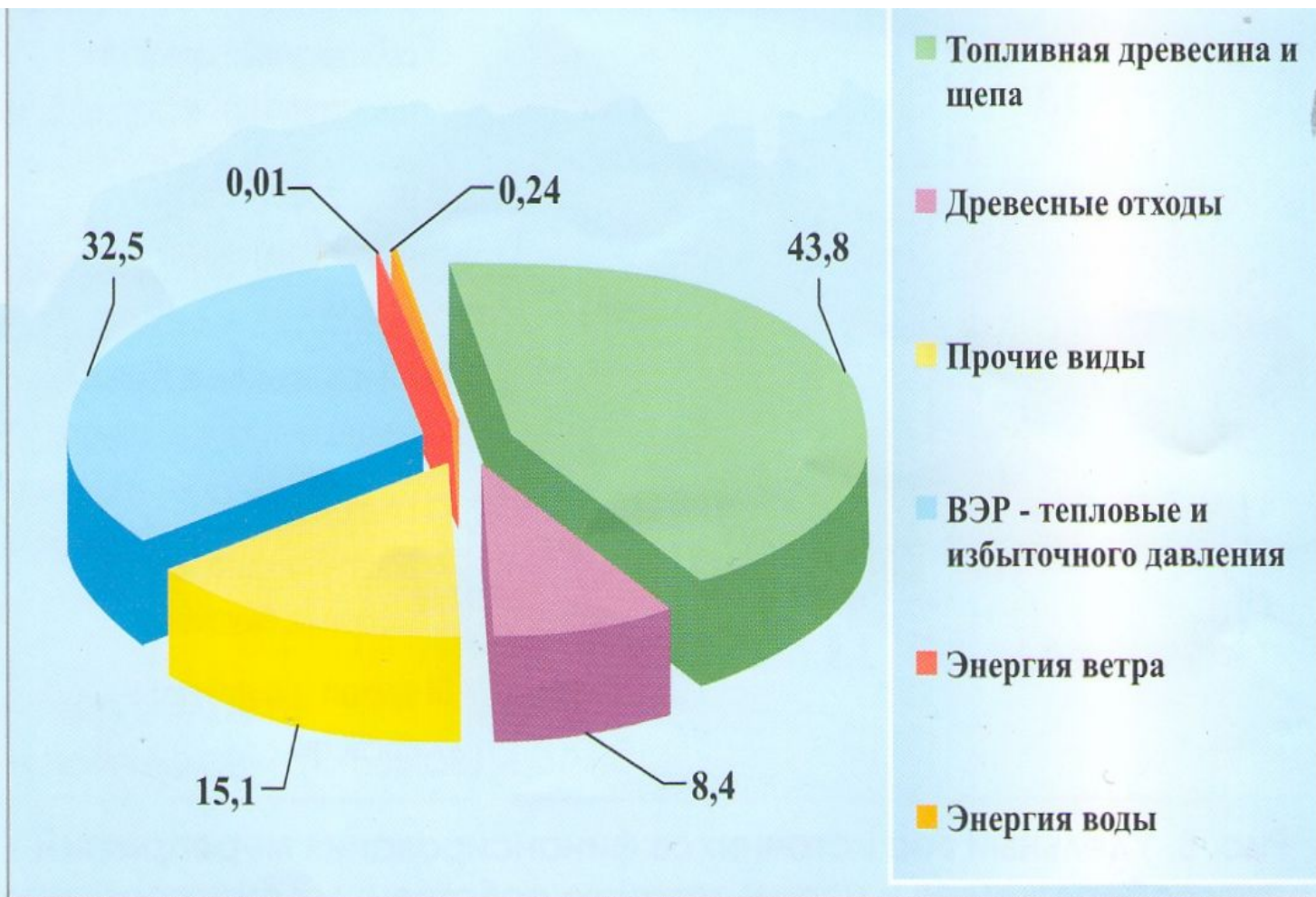


Рис. 5. Баланс возобновляемых источников энергии в Беларуси в 2009 году, %

млн. долларов США

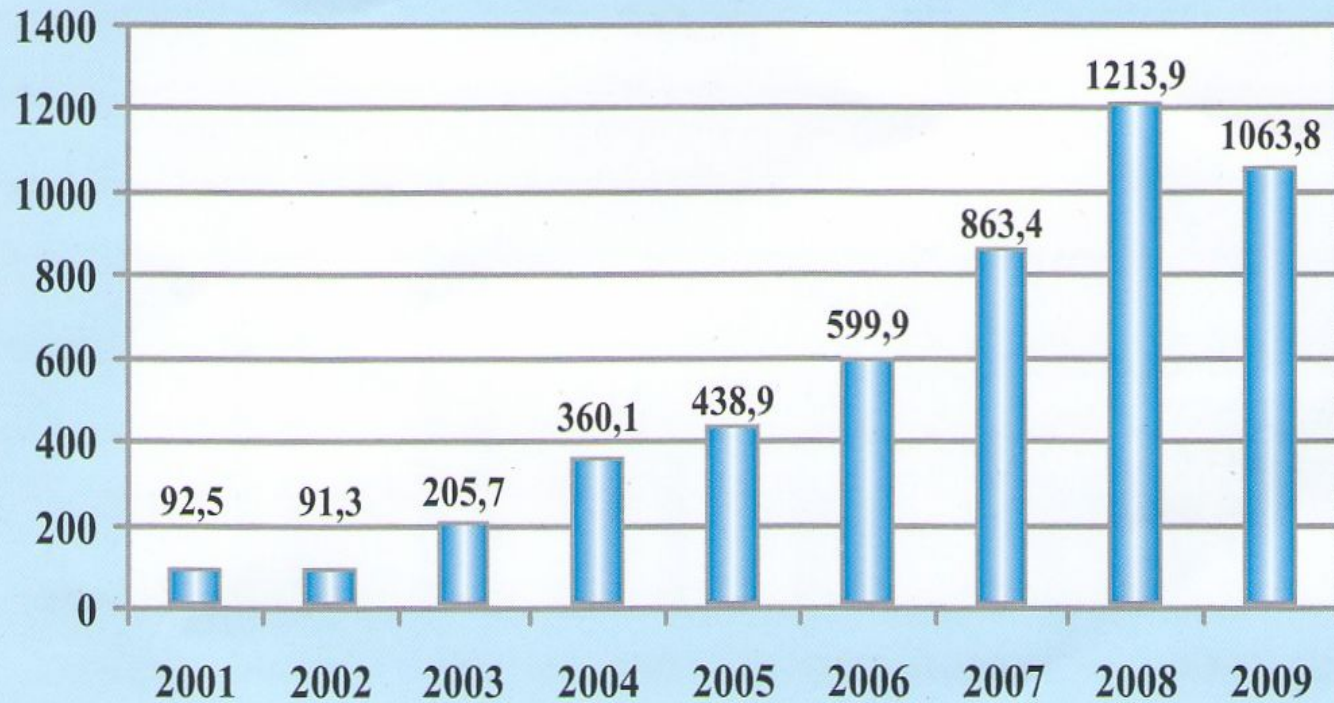


Рис. 6. Финансирование мероприятий по энергосбережению и использованию собственных энергоресурсов в Беларуси в 2001-2009 годах



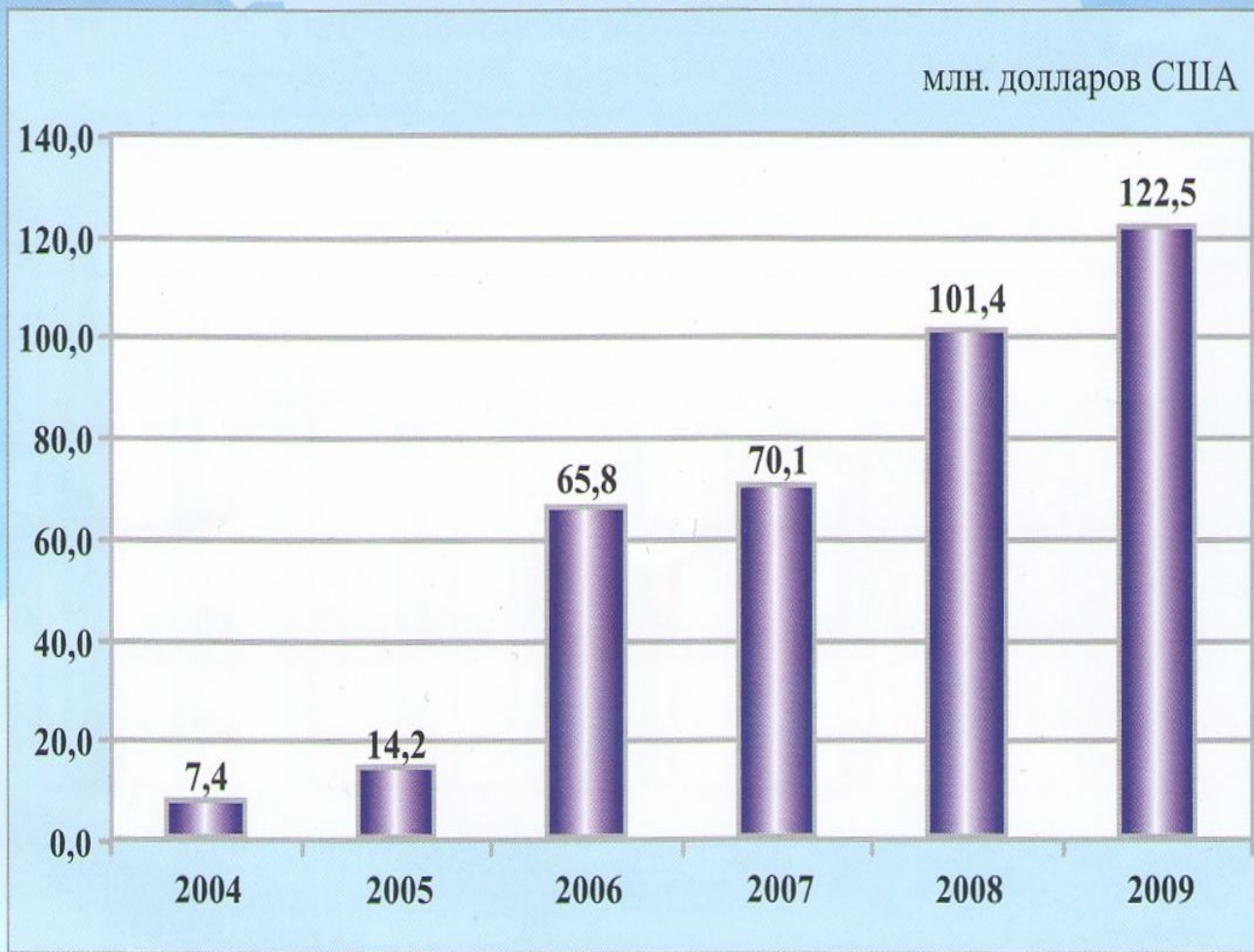
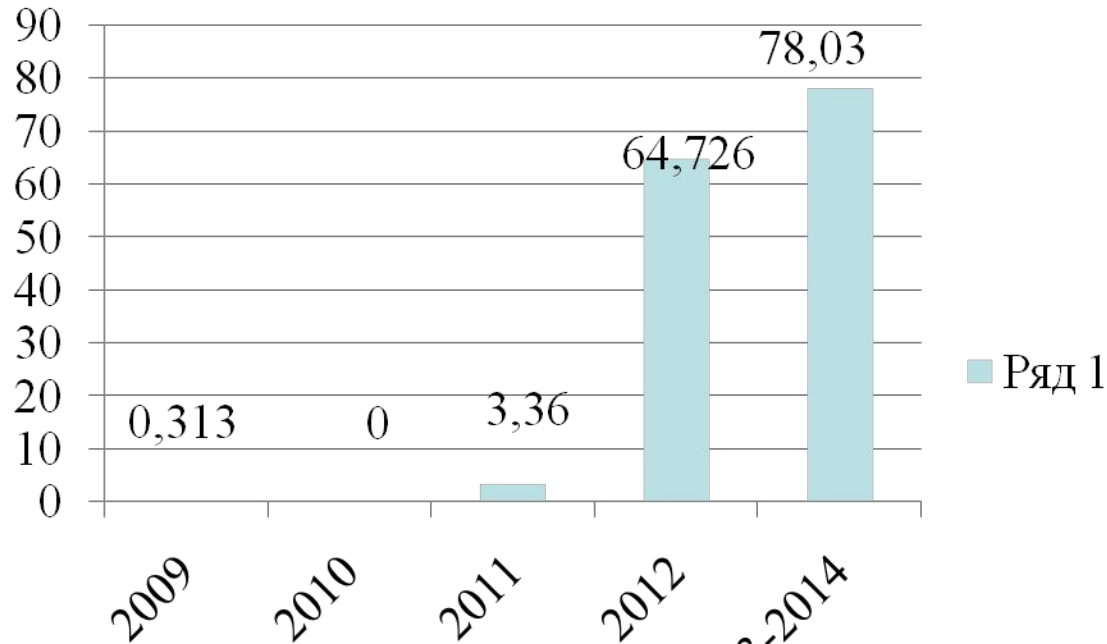


Рис. 7. Финансирование мероприятий по использованию собственных энергоресурсов в том числе возобновляемых источников энергии, в Беларуси в 2004-2009 годах

## Ряд 1



**Освоение кредитных средств МБРР**

**Освоено 26,096 млн . долл.США**

**Предстоит освоить 99,904 млн. долл. США**

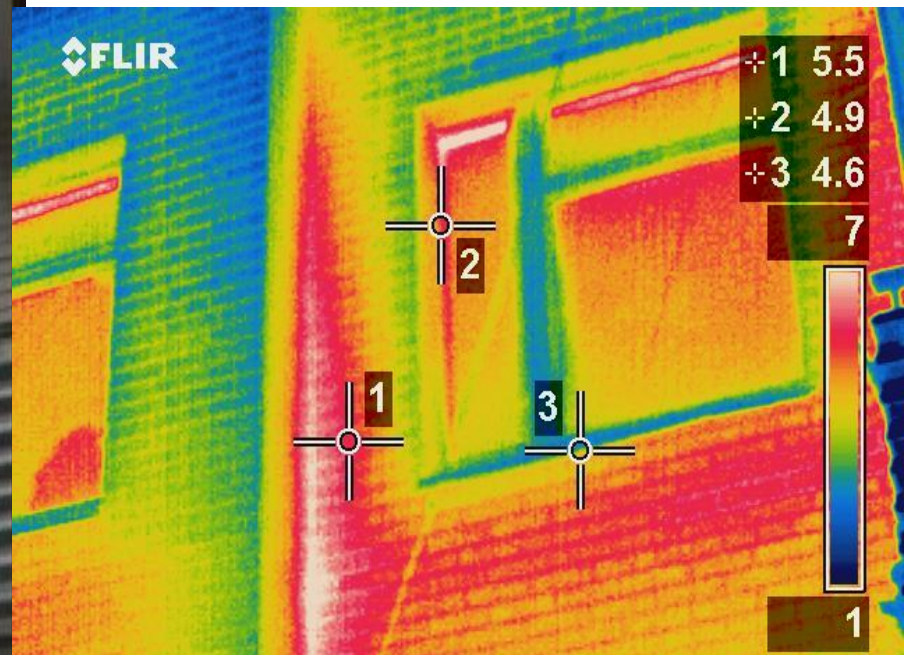


**Рис. 8. Удельный вес источников финансирования мероприятий по энергосбережению и использованию собственных энергоресурсов в Беларуси в 2009 году, %**

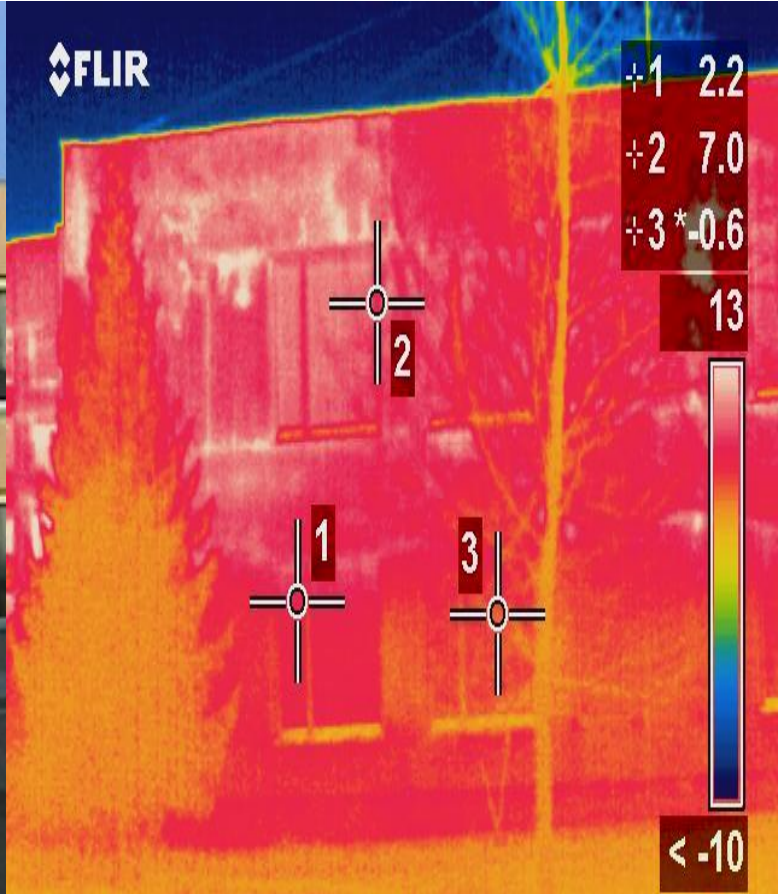


## Потери тепла через различные элементы дома

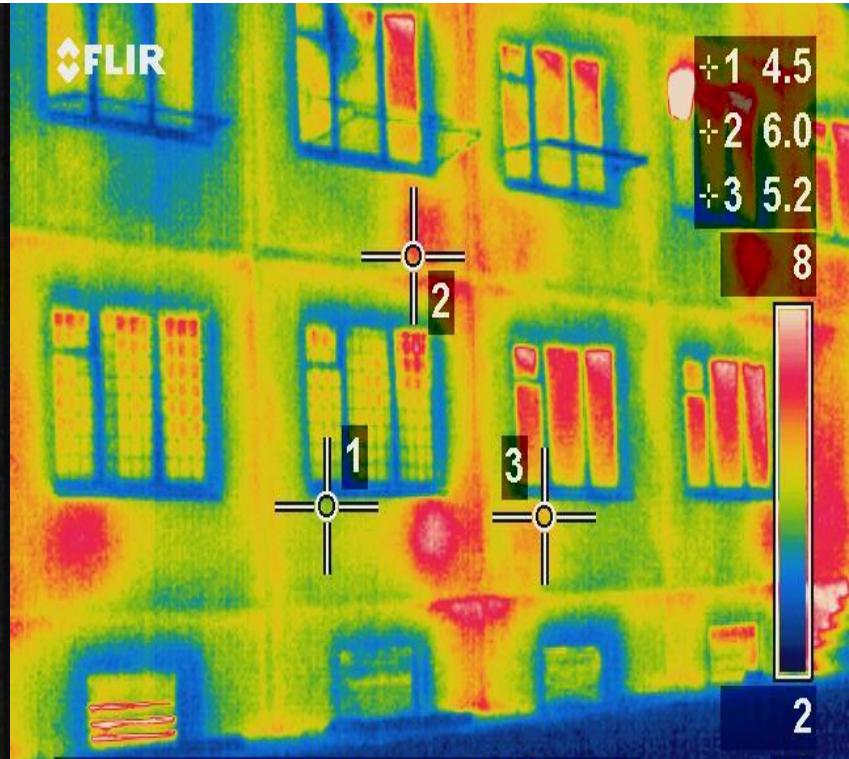












# Динамика потребления электроэнергии в быту

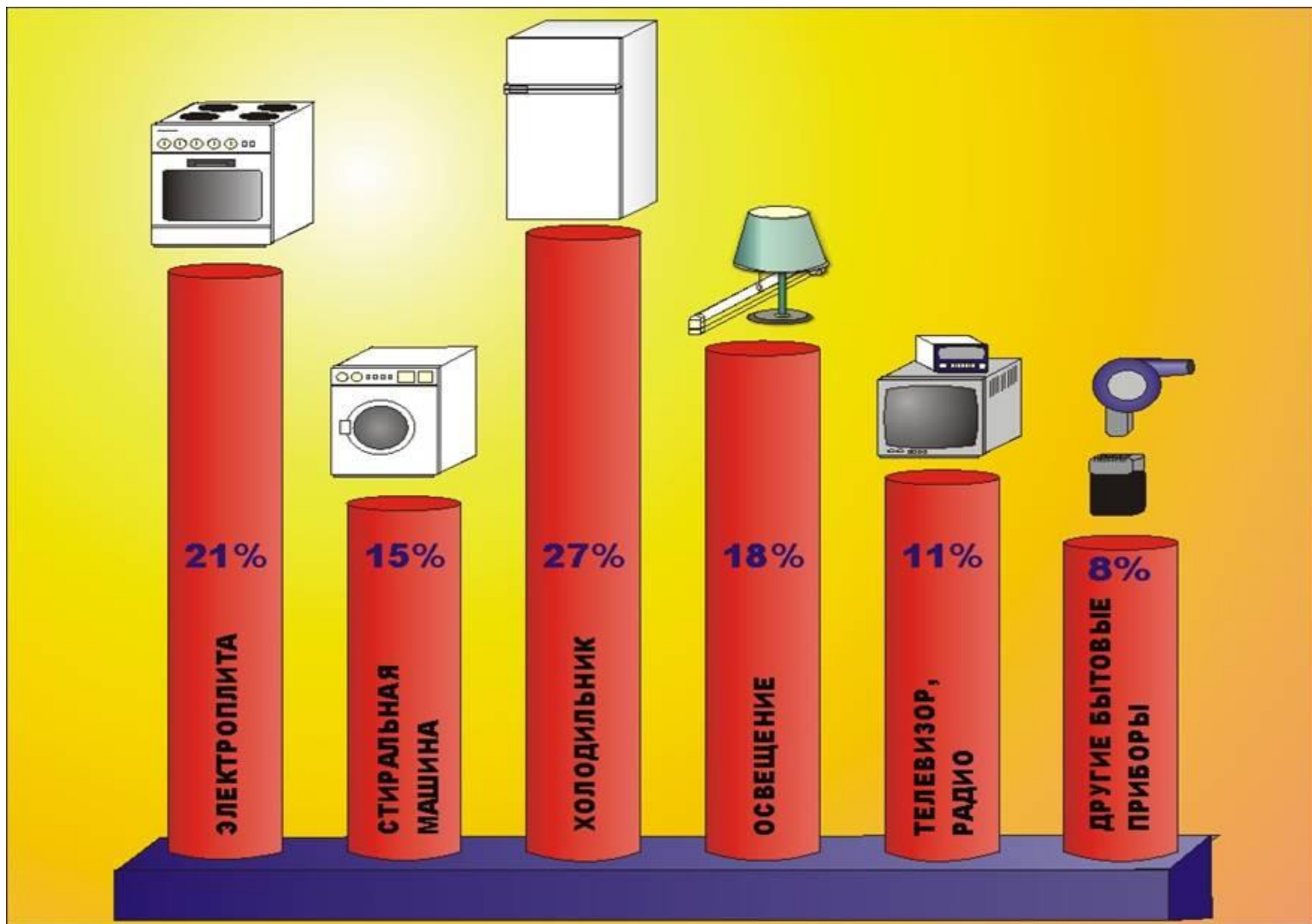
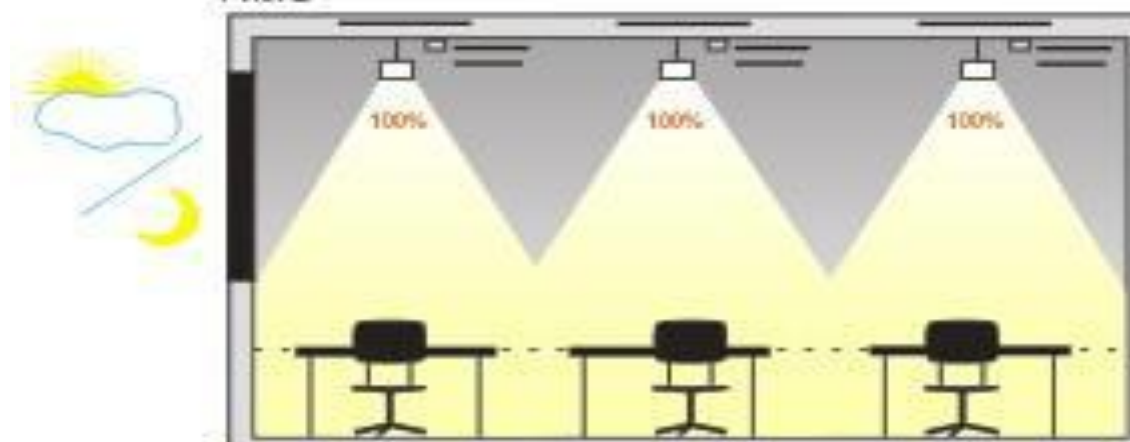




Рис. 2



Работа в пасмурную погоду либо в темное время суток.

Рис. 1



Работа в ясную солнечную погоду

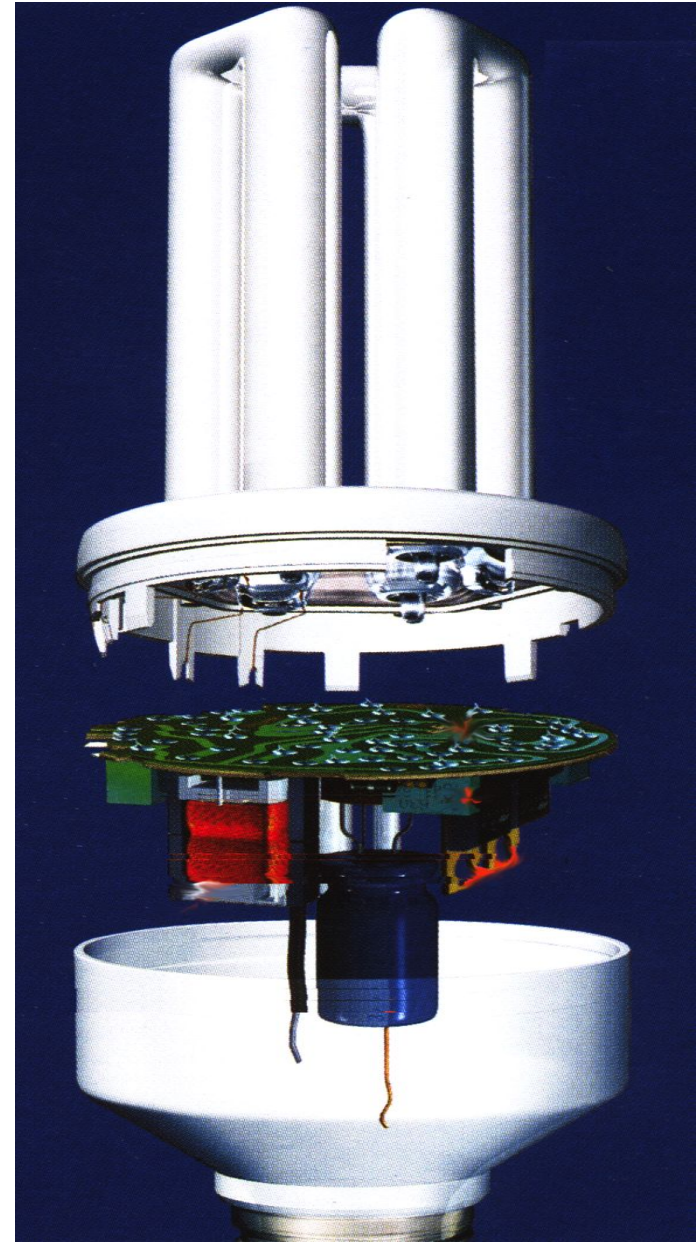


# Энергоэффективное освещение

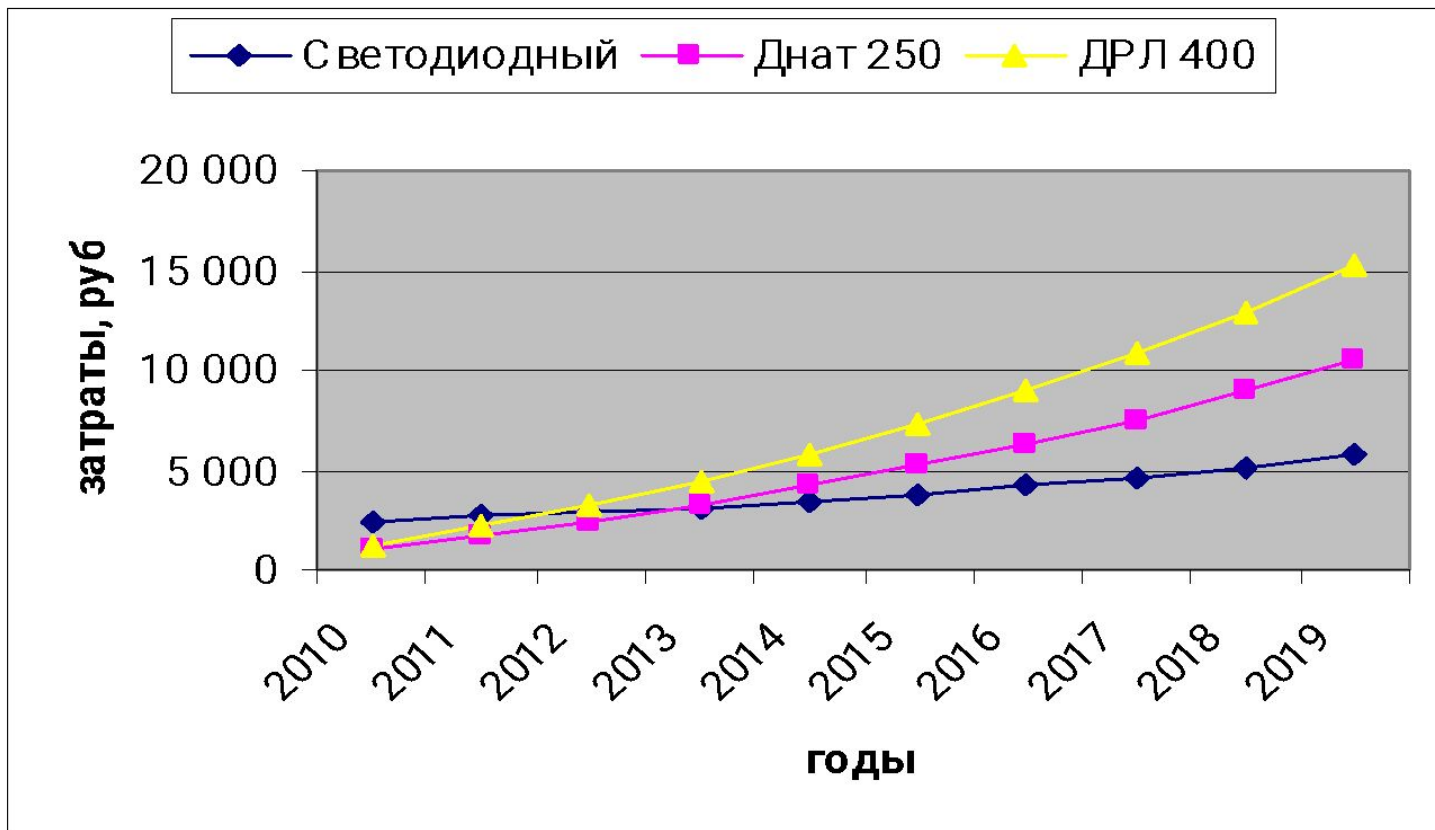
| Тип лампы                                    | ЛН-60 | КЛЛ-16 |
|--|-------|--------|
| Мощность лампы, Вт                           | 60    | 16     |
| Стоимость лампы, руб.                        | 600   | 15000  |
| Потребление электроэнергии за 7000 час., кВт | 420   | 112    |
| Стоимость эл. Энергии за кВт, руб            | 85    | 85     |
| Стоимость потребленной электроэнергии, руб.  | 35700 | 9520   |
| Затраты на лампы за 7000 час., руб.          | 4200  | 15000  |
| Общие затраты                                | 39900 | 24520  |

Наиболее экономически эффективным для освещения внутри жилых и общественных зданий является использование люминесцентных ламп - ЛЛ и компактных люминесцентных ламп - КЛЛ с электронными пускорегулирующими аппаратами. Что даёт использование ЭПРА:

- увеличивается эффективность освещения, обеспечивая светоотдачу 115 - 120 % по сравнению с индуктивным ПРА;
- обеспечивается относительное постоянство светового потока во времени;
- устраняется стробоскопический эффект и мерцание, что было недостатком индуктивных люминесцентных ПРА.

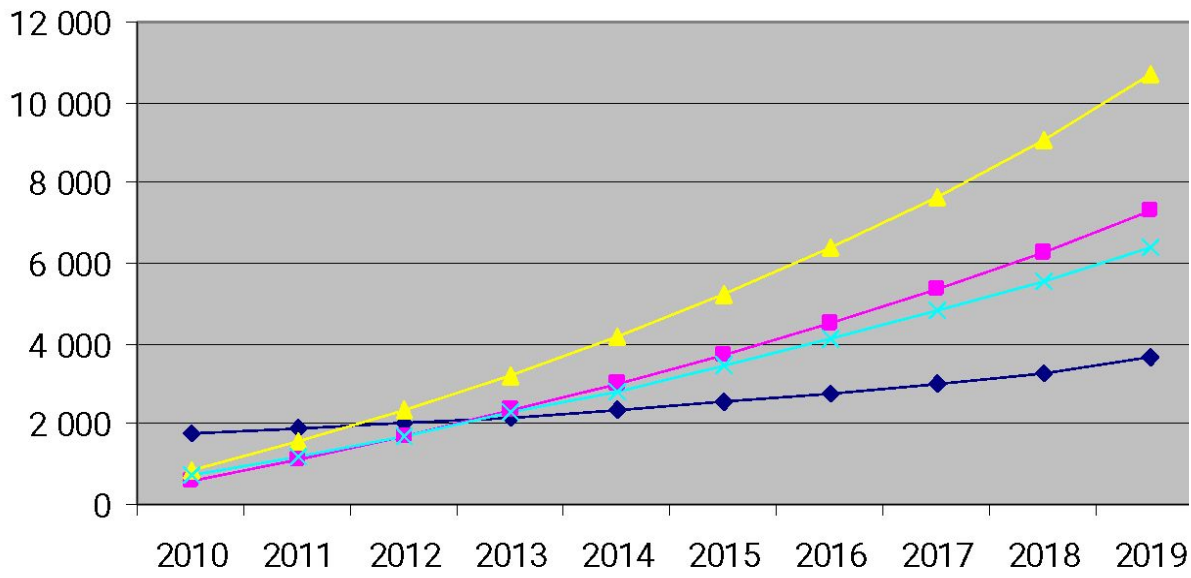






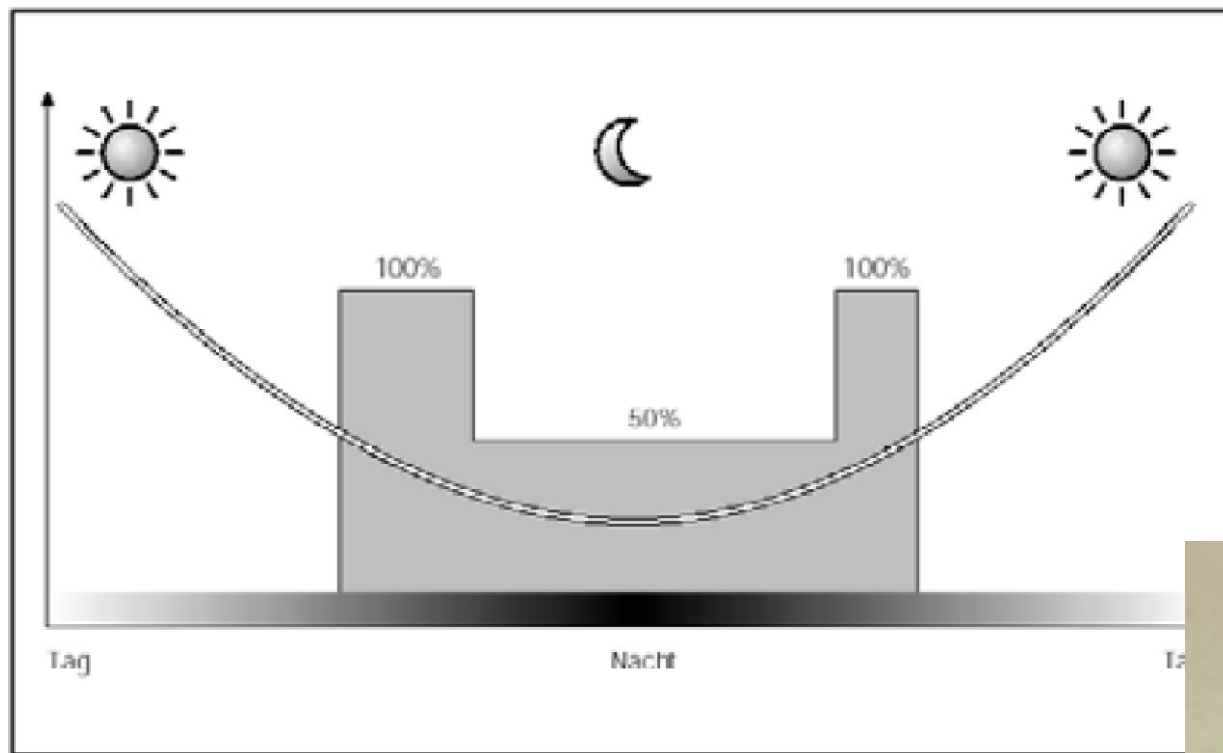


—◆— Светодиодный —■— Днат 150 —▲— ДРЛ250 —×— ДНаЗ 100





# Применение переключателя МОЩНОСТИ



# Инфракрасные излучатели

- Лучистое тепло действует подобно солнечным лучам: не нагревая воздух, нагревает предметы, пол, стены, а затем от них нагревается воздух. Поверхность теплоотдачи от пола или различных предметов, в среднем, в 10 раз превышает поверхность теплоотдачи традиционных отопительных приборов. Поэтому объем воздуха в рабочей зоне прогревается быстрее, чем в состоянии это делать конвективные системы отопления.

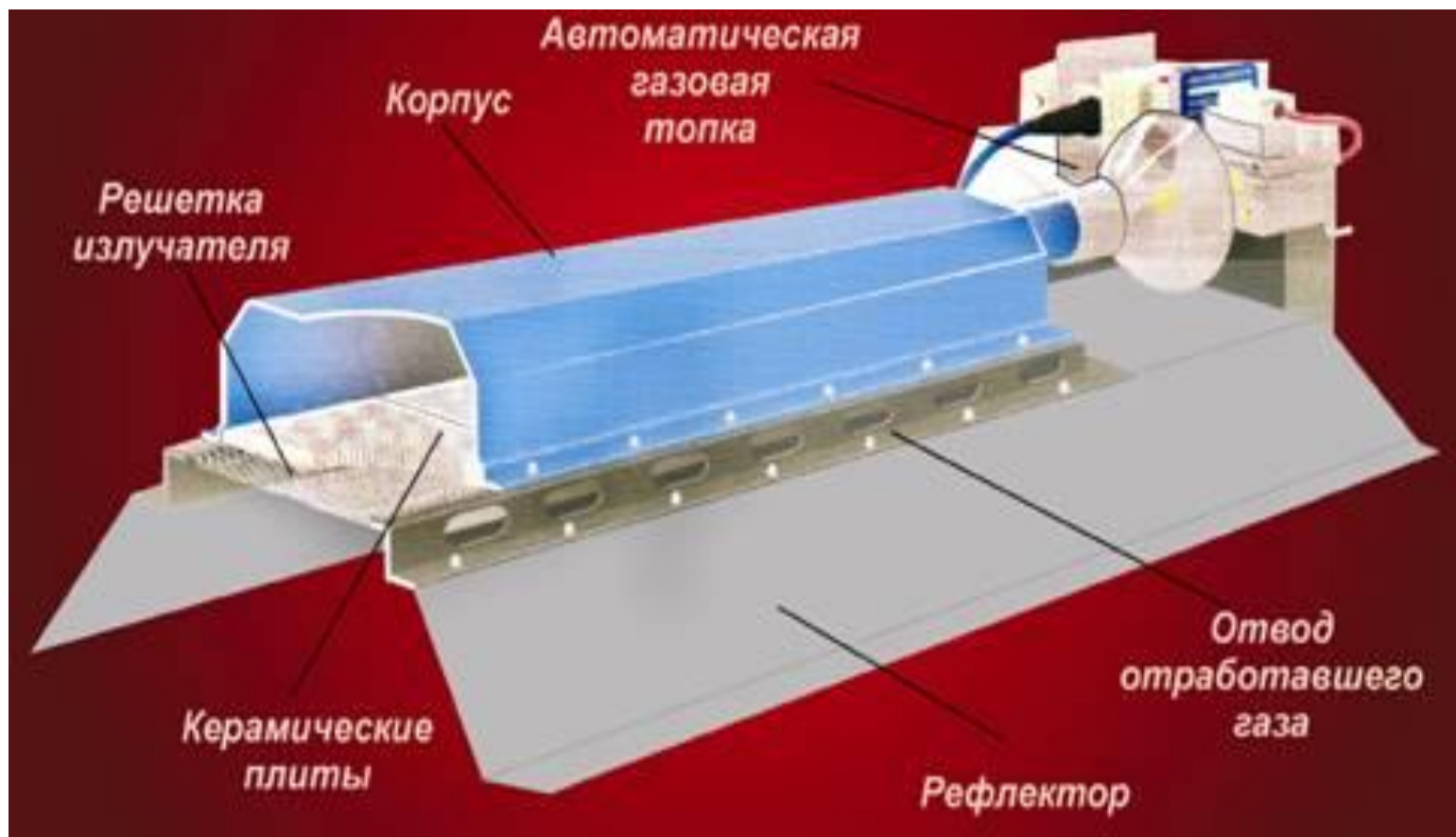


**Электрический ИК-излучатель**

# Закрытый (темный) ИК-излучатель



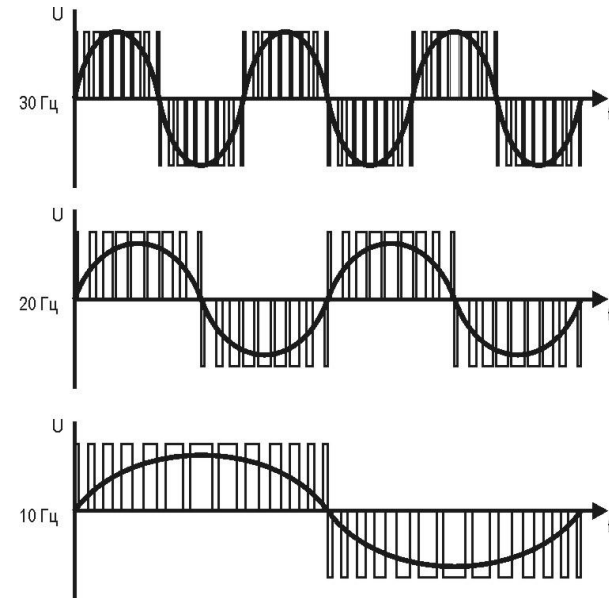
# Открытый (светлый) ИК-излучатель



# Частотно-регулируемый электропривод

Преобразователи частоты (ПЧ) предназначены для плавного бесступенчатого регулирования скорости вращения асинхронного электродвигателя в зависимости от его нагрузки.

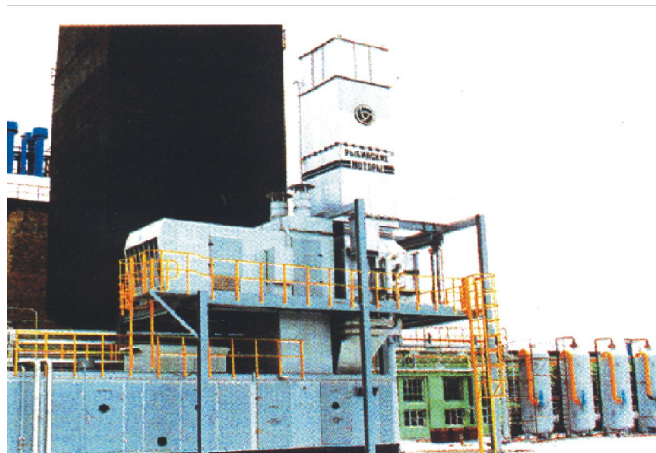
Их применение позволяет обойтись без сложных вариаторов, промежуточных муфт и другой регулирующей аппаратуры. Это значительно упрощает систему, делает ее более надежной и снижает эксплуатационные расходы. Во многих случаях применение частотных преобразователей позволяет улучшить качество технологического процесса за счет более точного поддержания заданных параметров, возможности плавного регулирования





# Газотурбинные установки

**Создание мобильных, легко монтируемых автоматизированных электростанций различной мощности с применением газотурбинных установок является одним из мощных резервов в электро- и теплоснабжении отдельных районов и промышленных объектов**



**Газопоршневые когенераторы представляют собой электрогенераторную установку с двигателем внутреннего сгорания, работающем на газообразном топливе (природном, попутном, факельном, древесном, биогазе), оснащенную системой утилизации выделяемого тепла.**



| Показатель             | Ед. изм                | 1 этап  | 2 этап | всего |
|------------------------|------------------------|---------|--------|-------|
| Потребление тепла в РБ | Млн.<br>Гкал           | 107-111 |        |       |
| Выработка тепла        | Млн.<br>Гкал           | 46,2    | 53,6   | 75,8  |
| ТЭЦ                    | Млн.<br>Гкал           | 24      | 24     | 24    |
| КГУ                    | Млн.<br>Гкал           | 22,2    | 29,6   | 51,8  |
| Выработка ЭЭ в КГУ     | Млрд<br>кВтч           | 21,1    | 27,2   | 48,3  |
| Экономия топлива КГУ   | Млн<br>т у.т.          | 3,84    | 4,7    | 8,54  |
| Экономия валюты        | Млрд<br>долл в<br>год  | 1,24    | 1,52   | 2,76  |
| Снижение себестоимости | Млрд.<br>долл в<br>год | 3,1     | 3,6    | 6,6   |

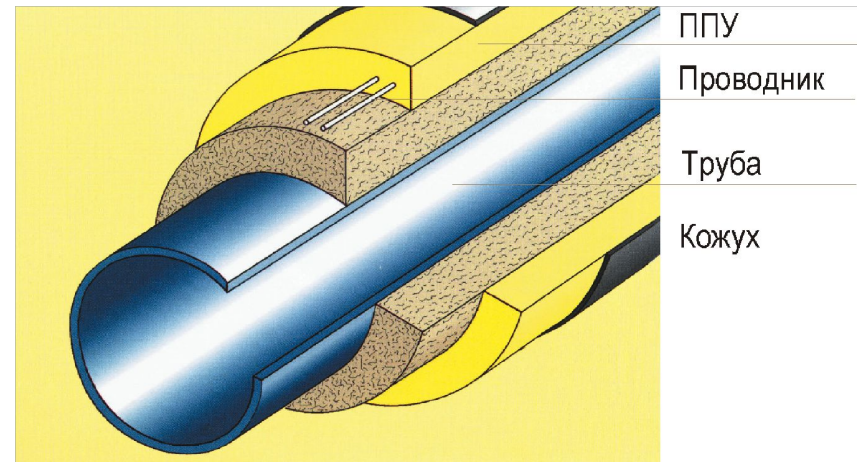


# Биогазовые установки



При передаче тепловой энергии по трубопроводам, изолированным традиционными методами, планируемые потери, составляют от 6 до 15%. Реальные потери в некоторых эксплуатируемых теплосетях достигают 30-35% и во многом определяются качеством изоляционных материалов, технологией их применения и условиями эксплуатации.

## Применение предизолированных труб с пенополиуретановой изоляцией и покрытием из полиэтилена

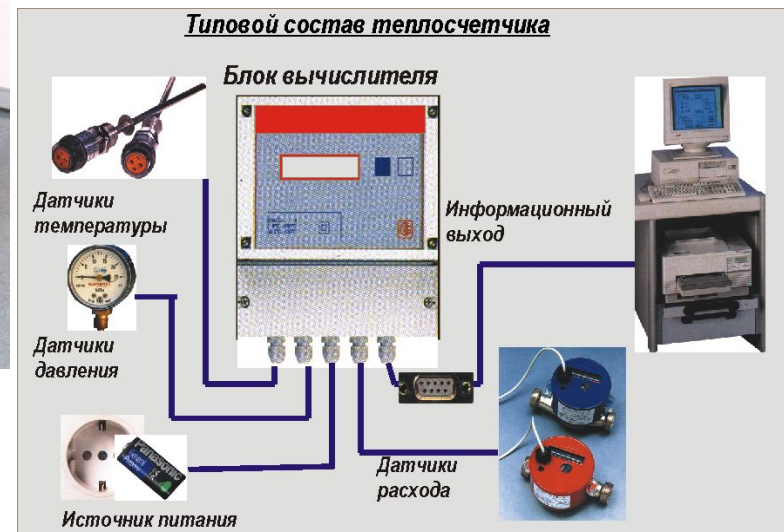




## Учет и регулирование потребления тепла

Приборы или устройства, служащие для измерения расхода вещества, называются расходомерами, а приборы или устройства, служащие для измерения количества вещества, - счетчиками количества (счетчиками).

Существующие расходомеры отличаются методами измерения и конструктивными особенностями.









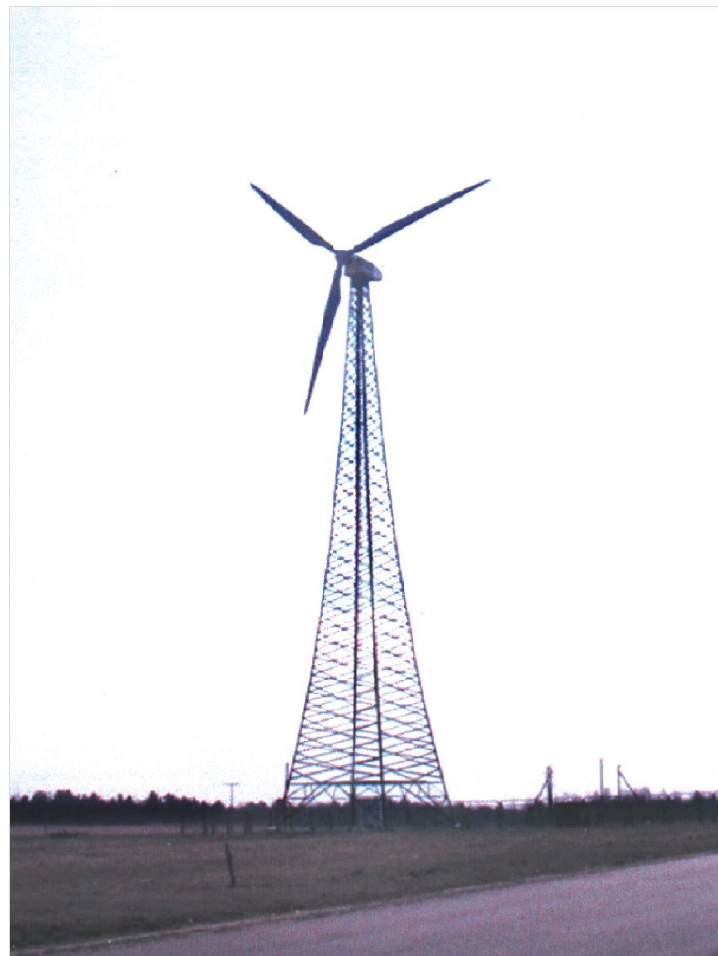
Высота 35 м, размах - 56м, вес - 11т

Номинальная мощность - 250 кВт



**Номинальная мощность - 600 кВт.**

**Высота установки - 50 м, длина лопастей - 13,5 м.**



- В Беларуси выявлено 1840 площадок для размещения ветроустановок с теоретически возможным энергетическим потенциалом 1600 МВт и годовой выработкой электроэнергии 2,4 млрд.кВт.ч. Согласно Национальной программе развития местных и возобновляемых энергоисточников на текущее пятилетие в Беларуси планируется построить 199-224 ВЭУ суммарной установленной мощностью 440-460 МВт.

Таблица 1. Ветроэнергетические ресурсы территории Беларуси

| Область           | Используемая территория, тыс. км <sup>2</sup> | Номер зоны      | Территория зоны, тыс. км <sup>2</sup> | Выработка энергии                 |                             |   |              |              |
|-------------------|---|-----------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---|--------------|--------------|
|                   |   |                 |                                       | На 1 км <sup>2</sup> , тыс. кВт·ч | Максимум в зоне, млрд кВт·ч | Утилизируемый ветроэнергоресурс, млрд кВт·ч |              |              |
|                   |   |                 |                                       |                                   |                             | 100%  | 7% на 10 лет | 1% на 3 года |
|                   |   |                 |                                       |                                   |                             |   |              |              |
| Брестская         | 14,9  | II<br>III<br>IV | 10,9                                  | 2161                              | 23,51                       | 20,78                                       | 1,45         | 0,21         |
|                   |   |                 | 3,1                                   | 3840                              | 11,74                       | 9,04  | 0,63         | 0,09         |
|                   |   |                 | 0,9                                   | 6534                              | 6,11                        | 4,06  | 0,29         | 0,04         |
|                   |   |                 | Итого                                 | 41,36                             | 33,88                       | 2,37  | 0,34         |              |
| Витебская         | 12,5  | II<br>III<br>IV | 1,0                                   | 2566                              | 2,41                        | 2,02  | 0,14         | 0,02         |
|                   |   |                 | 4,2                                   | 4962                              | 20,11                       | 16,43                                       | 0,12         | 0,16         |
|                   |   |                 | 7,3                                   | 7285                              | 53,13                       | 35,33                                       | 2,47         | 0,35         |
|                   |   |                 | Итого                                 | 75,65                             | 53,78                       | 2,73  | 0,53         |              |
| Гомельская        | 12,4  | II<br>III<br>IV | 1,4                                   | 2161                              | 3,02                        | 2,67  | 0,19         | 0,03         |
|                   |   |                 | 8,5                                   | 3840                              | 32,43                       | 24,96                                       | 1,75         | 0,25         |
|                   |   |                 | 2,5                                   | 6534                              | 16,30                       | 10,84                                       | 0,75         | 0,11         |
|                   |   |                 | Итого                                 | 51,75                             | 38,47                       | 2,69  | 0,39         |              |
| Гродненская       | 11,2  | II<br>III<br>IV | 6,0                                   | 2161                              | 12,93                       | 11,43                                       | 0,80         | 0,12         |
|                   |   |                 | 2,9                                   | 3840                              | 11,09                       | 8,29  | 0,58         | 0,08         |
|                   |   |                 | 2,3                                   | 6534                              | 15,22                       | 10,12                                       | 0,71         | 0,10         |
|                   |   |                 | Итого                                 | 39,24                             | 29,84                       | 2,09  | 0,30         |              |
| Могилевская       | 12,4  | II              | 10,5                                  | 2161                              | 22,74                       | 18,07                                       | 1,31         | 0,18         |
|                   |   | III             | 1,9                                   | 3840                              | 7,25                        | 5,58  | 0,39         | 0,06         |
|                   |   | Итого           | 29,99                                 | 23,65                             | 1,70                        | 0,24  |              |              |
| Минская           | 13,9  | II<br>III<br>IV | 9,9                                   | 2566                              | 25,42                       | 22,48                                       | 1,58         | 0,22         |
|                   |   |                 | 1,3                                   | 3840                              | 4,84                        | 3,73  | 0,26         | 0,04         |
|                   |   |                 | 2,7                                   | 7285                              | 19,93                       | 17,62                                       | 1,23         | 0,18         |
|                   |   |                 | Итого                                 | 50,19                             | 43,83                       | 3,07  | 0,44         |              |
| Всего по Беларуси | 77,4  | II<br>III<br>IV | 39,7                                  | —                                 | 90,03                       | 77,45                                       | 5,47         | 0,78         |
|                   |   |                 | 21,9                                  | —                                 | 87,46                       | 68,03                                       | 3,73         | 0,68         |
|                   |   |                 | 15,7                                  | —                                 | 110,59                      | 78,02                                       | 5,45         | 0,78         |
|                   |   |                 | Итого                                 | 288,08                            | 223,50                      | 14,65                                       | 2,24         |              |

Примечания:

подпись ветроэнергетический ресурс (ПВЭР) — мощность из расчета с учетом годового среднего



В Беларуси построено **13 ветроустановок** общей мощностью около **3 МВт**

В **Витебской области** установлены две ВЭУ суммарной мощностью 0,137 МВт.

В **Минской области** построено четыре ветроэнергетические установки общей мощностью 0,86 МВт,

в **Могилевской** - три ВЭУ на 0,171 МВт,

в **Гродненской** - четыре на 1,731 МВт.

в Витебской области планируется до конца года построить две ВЭУ суммарной мощностью 0,5 МВт.

В 2012 годах пять ВЭУ общей мощностью 8,3 МВт предусмотрено возвести в Могилевской области.

В перспективе в Беларуси планируется внедрение ветроустановок мощностью 3 МВт новейшего типа, которых не так много в Европе.

Предполагается строительство ветропарка мощностью

160 МВт более чем из 50 ветряков в Минской области. Проект стоимостью около 360 млн. евро проинвестирует немецкая компания Enertrag AG.



# Применение солнечных коллекторов



МО ОАО «Луч»

солнечные модули



DC

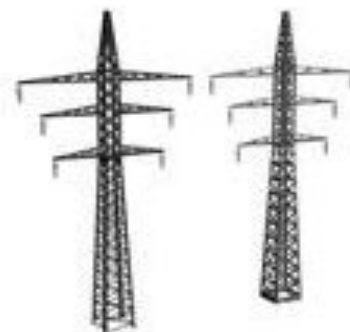


AC



AC

энергосистема



AC

потребитель







Мощность потока солнечного излучения на квадратный метр, без учета потерь в атмосфере, составляет около 1350 Вт.

Удельная мощность солнечного излучения в Европе в очень облачную погоду даже днем может быть менее 100 Вт/м<sup>2</sup>.

С помощью солнечных батарей можно преобразовать энергию солнца в электричество с КПД 9-24%.

Цена батареи составит около 1-3 долл. США за 1 Ватт номинальной мощности.

При промышленной генерации электричества с помощью фотоэлементов цена за 1 кВтч составит 0,25 долл. США.

Потенциал РБ – около 40 млрд. т. у. т.



Она расположена на территории крупнейшего в столице научного института «Госэнерго». Мощность электростанции достигает 40 кВт.