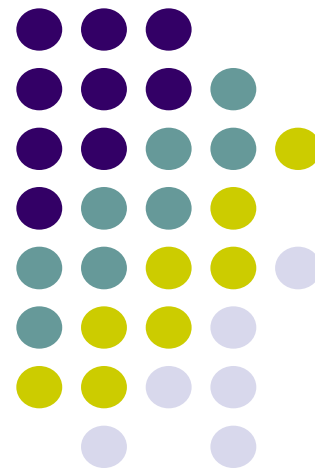


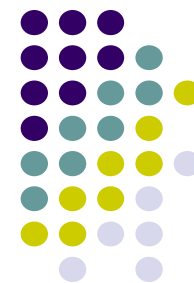
ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕПЛОФИКАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Е.А. Волкова, к.э.н., А.С. Макарова, к.э.н., А.А. Хоршев, к.э.н., Л.
В. Урванцева, В.С. Шульгина, Т.Г. Панкрушина
Институт энергетических исследований РАН

www.eriras.ru
info@eriras.ru



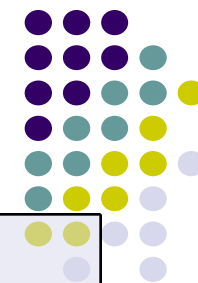
Удельная часовая и годовая потребность в тепле на отопление и горячее водоснабжение



| Расчетная температура наружного воздуха | | Обеспеченность общей площадью | | | | | |
|---|-----------------------|-------------------------------|---------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|
| | | 25 м ² /чел | | | | 30 м ² /чел | |
| | | Здания 1-3 этажа | | Здания 4-10 этажа | | Здания 1-3 этажа | Здания 4-10 этажа |
| -20 °С | Волгоградская область | 3780 (10,1) | 1930 (5,5) | 2120 (6,0) | 1650 (4,8) | 2260 (6,3) | 1920 (5,5) |
| -25 °С | Брянская область | 3930 (10,6) | 2060 (5,7) | 2280 (6,3) | 1780 (5,0) | 2410 (6,7) | 2070 (5,8) |
| -30 °С | Челябинская область | 4180 (12,5) | 2180 (6,7) | 2400 (7,4) | 1930 (6,0) | 2560 (7,8) | 2260 (7,0) |
| -35 °С | Тюменская область | 4430 (12,4) | 2340 (6,7) | 2560 (7,3) | 2120 (6,1) | 2750 (7,8) | 2480 (7,1) |
| -40 °С | Иркутская область | 4590 (13,4) | 2460 (7,3) | 2710 (8,0) | 2250 (6,7) | 2900 (8,5) | 2630 (7,8) |

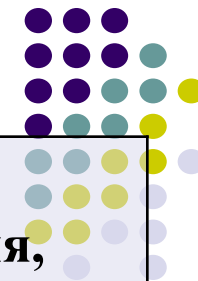
Технико-экономические показатели ТЭЦ

($\alpha_{\text{ТЭЦ}}=0,5$), КЭС и АЭС

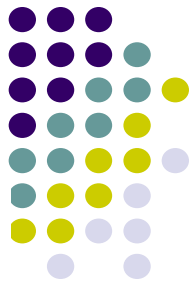


| Тип оборудования | Установленная мощность, МВт | Часовой отпуск тепла, Гкал/час | | Удельные капиталовложения, дол. 2007 г./кВт |
|--|-----------------------------|--------------------------------|--------|---|
| | | от двух блоков | от ТЭЦ | |
| I. Мелкие ТЭЦ | | | | |
| ГТУ-6+КУ | $2 * 6 = 12$ | $12,5 * 2 = 25$ | 50 | 1475 – 1620 |
| ГТУ-16+КУ | $2 * 16 = 32$ | $21,5 * 2 = 43$ | 86 | 1385 – 1520 |
| ПГУ-16 (2*ГТУ-6+Т-4)+КУ | $2 * 16 = 32$ | $10 * 2 = 20$ | 40 | 1675 – 1840 |
| II. Средние ТЭЦ | | | | |
| ГТУ-25 | $2 * 25 = 50$ | $33,8 * 2 = 67,6$ | 135,2 | 1290 – 1415 |
| ПГУ-46 (2*ГТУ-16+Т-14) | $2 * 46 = 92$ | $32,2 * 2 = 64,4$ | 128,8 | 1575 – 1730 |
| ПГУ-70 (2*ГТУ-25+Т-20) | $2 * 70 = 140$ | $50,7 * 2 = 101,4$ | 128,8 | 1465 – 1610 |
| III. Крупные ТЭЦ | | | | |
| ГТУ-110 | $2 * 110 = 220$ | $149 * 2 = 298$ | 596 | 990 – 1085 |
| ПГУ-450 (2*ГТУ-150+Т-150) | $2 * 450 = 900$ | $354 * 2 = 708$ | 1416 | 1120 – 1230 |
| Т-115-130 | $2 * 115 = 230$ | $175 * 2 = 350$ | 700 | 1790 – 1985 |
| Крупные конденсационные станции | | | | |
| ВВЭР-1150 | $1150 * 4 = 4600$ | | | 2350 – 2600 |
| ПГЭС-800 | $800 * 4 = 3200$ | | | 1020 – 1120 |
| К-660-300 уг | $660 * 4 = 3960$ | | | 1890 – 2090 |
| К-660-240 уг | $660 * 4 = 3960$ | | | 1760 – 1945 |

Технико-экономические показатели котельных

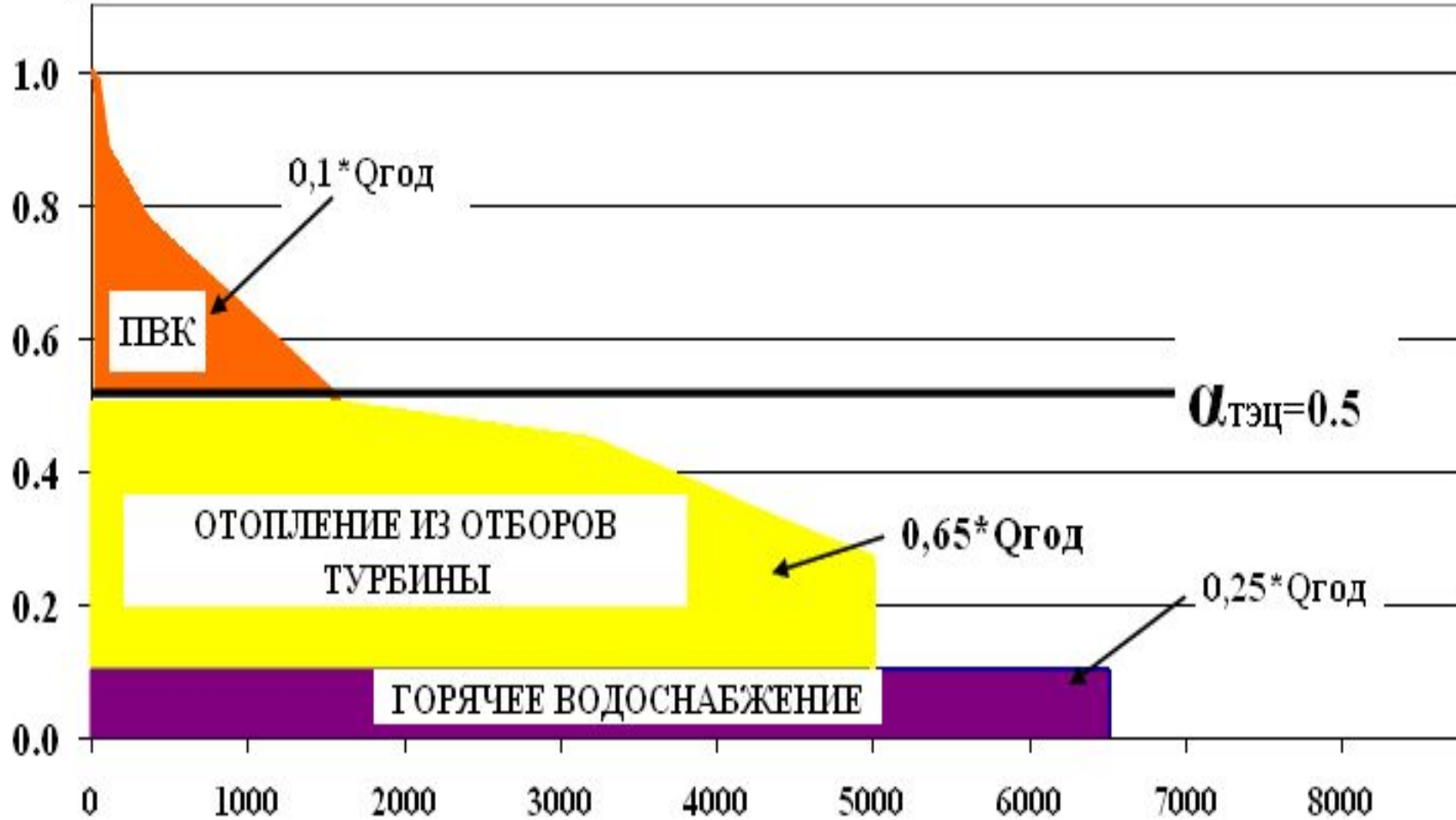


| Тип оборудования | Часовой отпуск тепла, Гкал/час | Удельные капиталовложения, тыс. дол. 2007 г./Гкал/час |
|---------------------------------------|-----------------------------------|---|
| Газовые водогрейные котельные | | |
| БМК-3 | 3 | 125 – 150 |
| БМК-5 | 5 | 100 – 125 |
| БМК-10 | 10 | 85 – 100 |
| КВГМ-20 | 20 | 64 – 85 |
| КВГМ-30 | 30 | 63 – 84 |
| КВГМ-50 | 50 | 55 – 73 |
| КВГМ-100 | 100 | 65 – 70 |
| Угольные водогрейные котельные | | |
| КВТК-3 | 3 | 150 – 210 |
| КВТК-5 | 5 | 126 – 175 |
| КВТК-10 | 10 | 102 – 140 |
| КВТК-20 | 20 | 77 – 120 |
| КВТК-30 | 30 | 76 – 100 |
| КВТК-50 | 50 | 66 – 102 |



Годовой график тепловой нагрузки по продолжительности (график Россандра)

Тепловая нагрузка



Ступенчатая схема передачи тепла от ТЭЦ малой, средней и крупной мощности

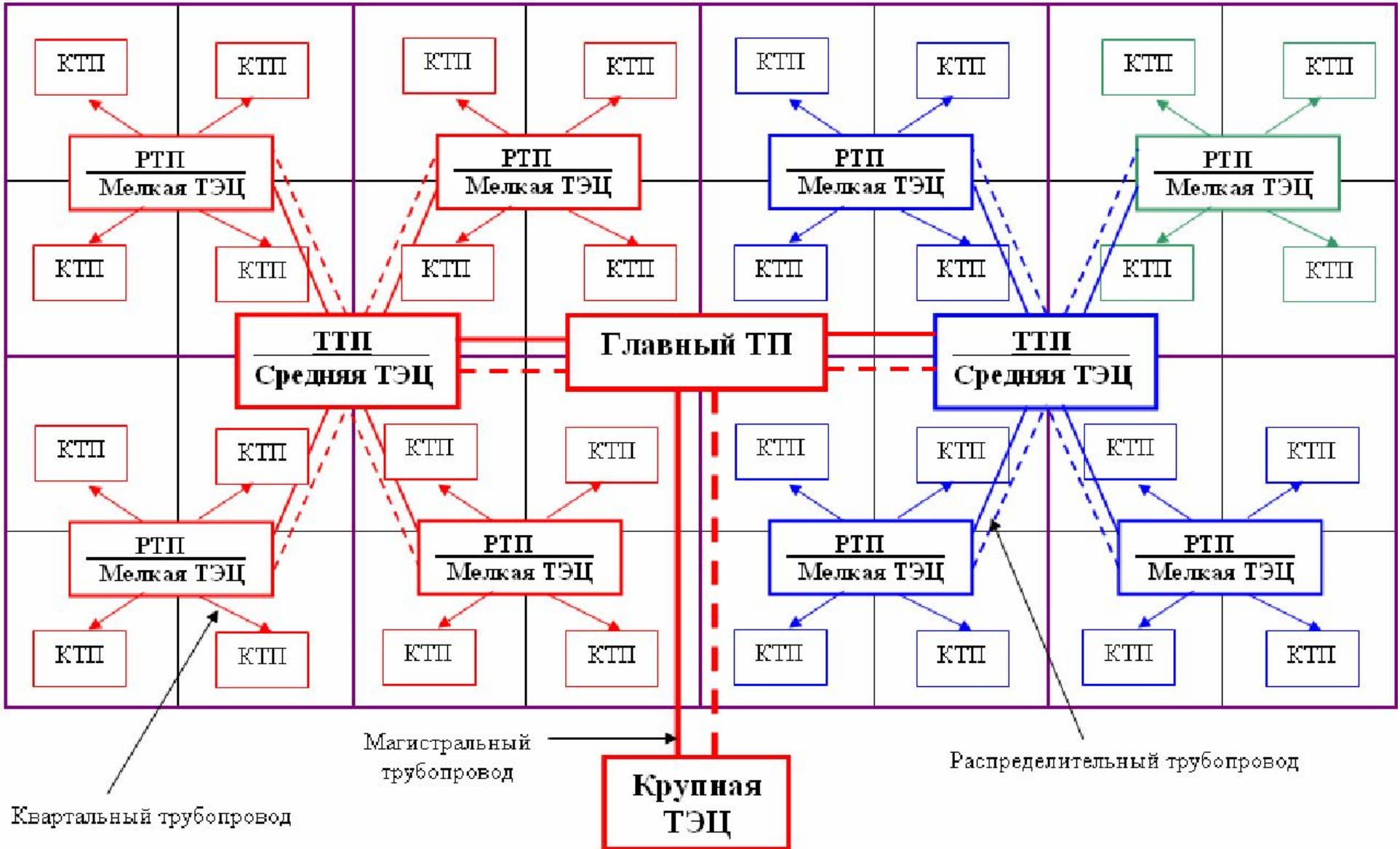
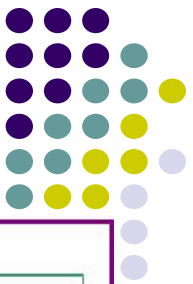
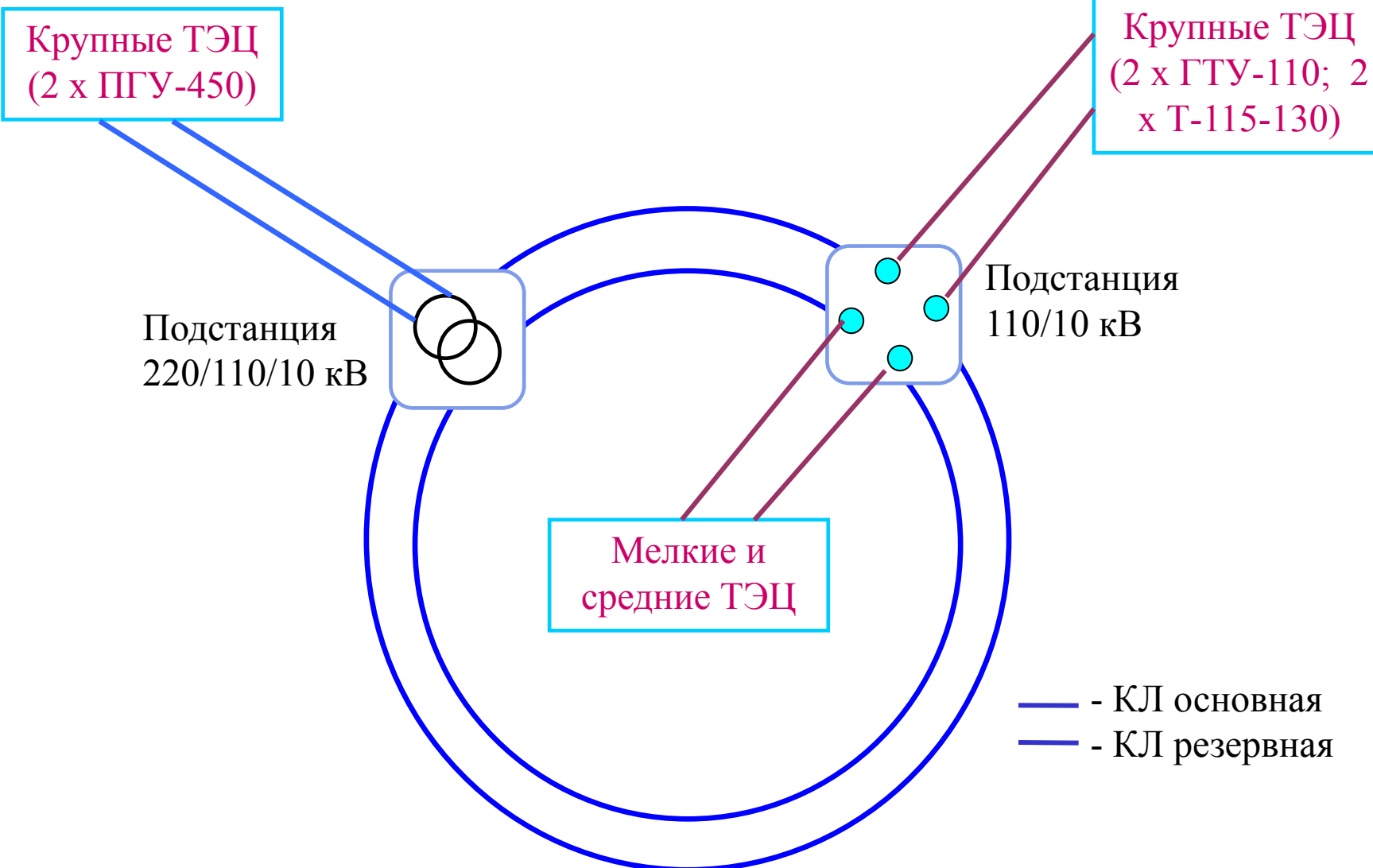
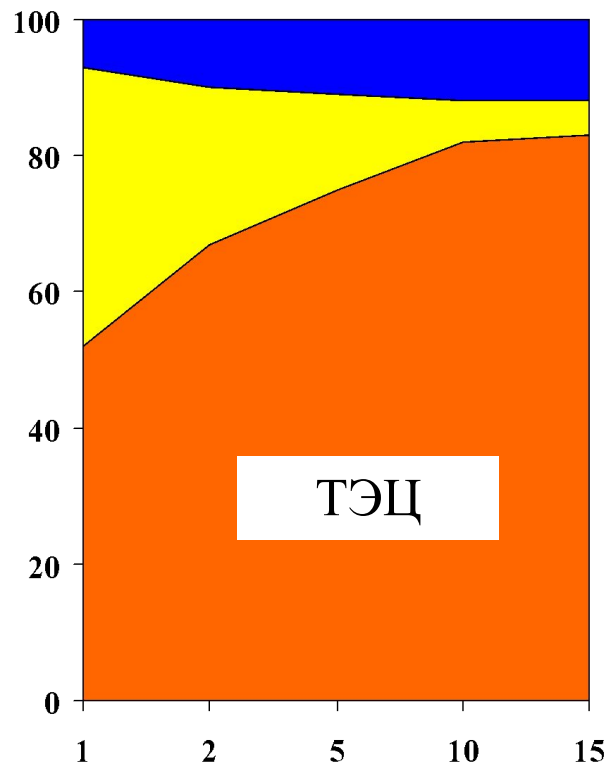
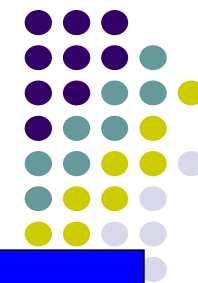


Схема присоединения ТЭЦ к городской электрической сети

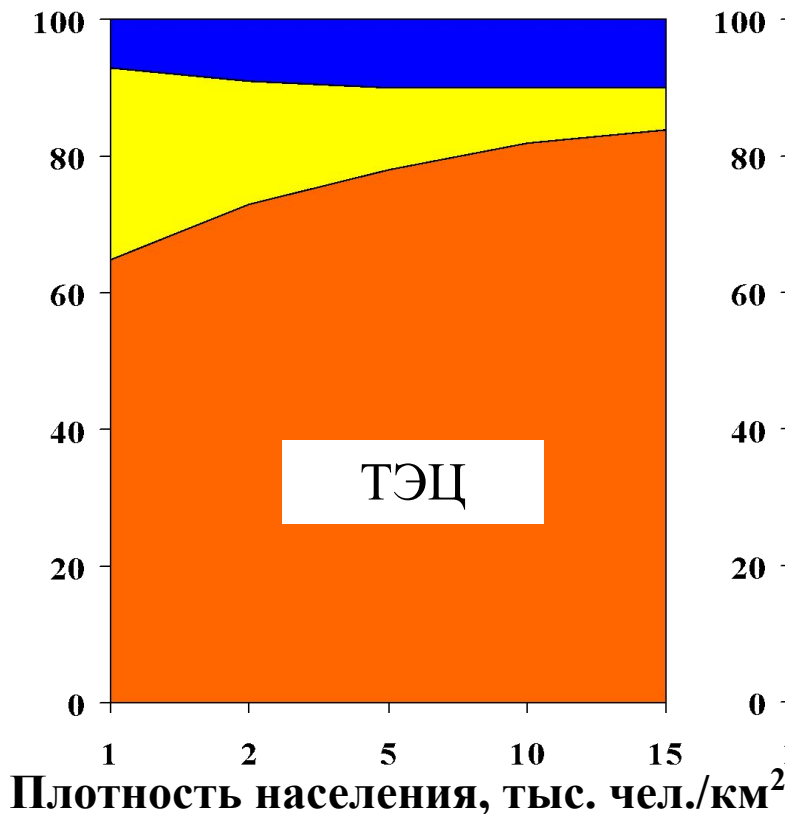


Двухцепное кольцо ЛЭП, напряжением 110 кВ

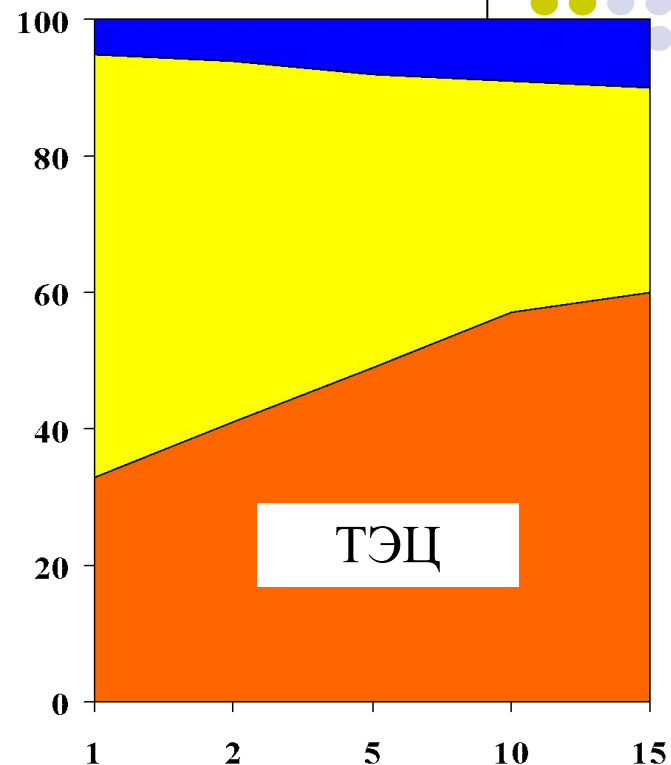
Структура капиталовложений в производство и передачу тепла и электроэнергии от ТЭЦ, %



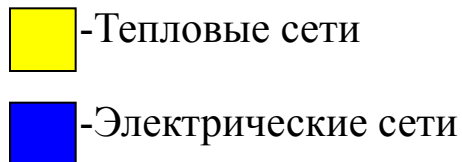
Мелкие ТЭЦ

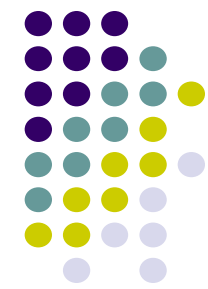


Средние ТЭЦ



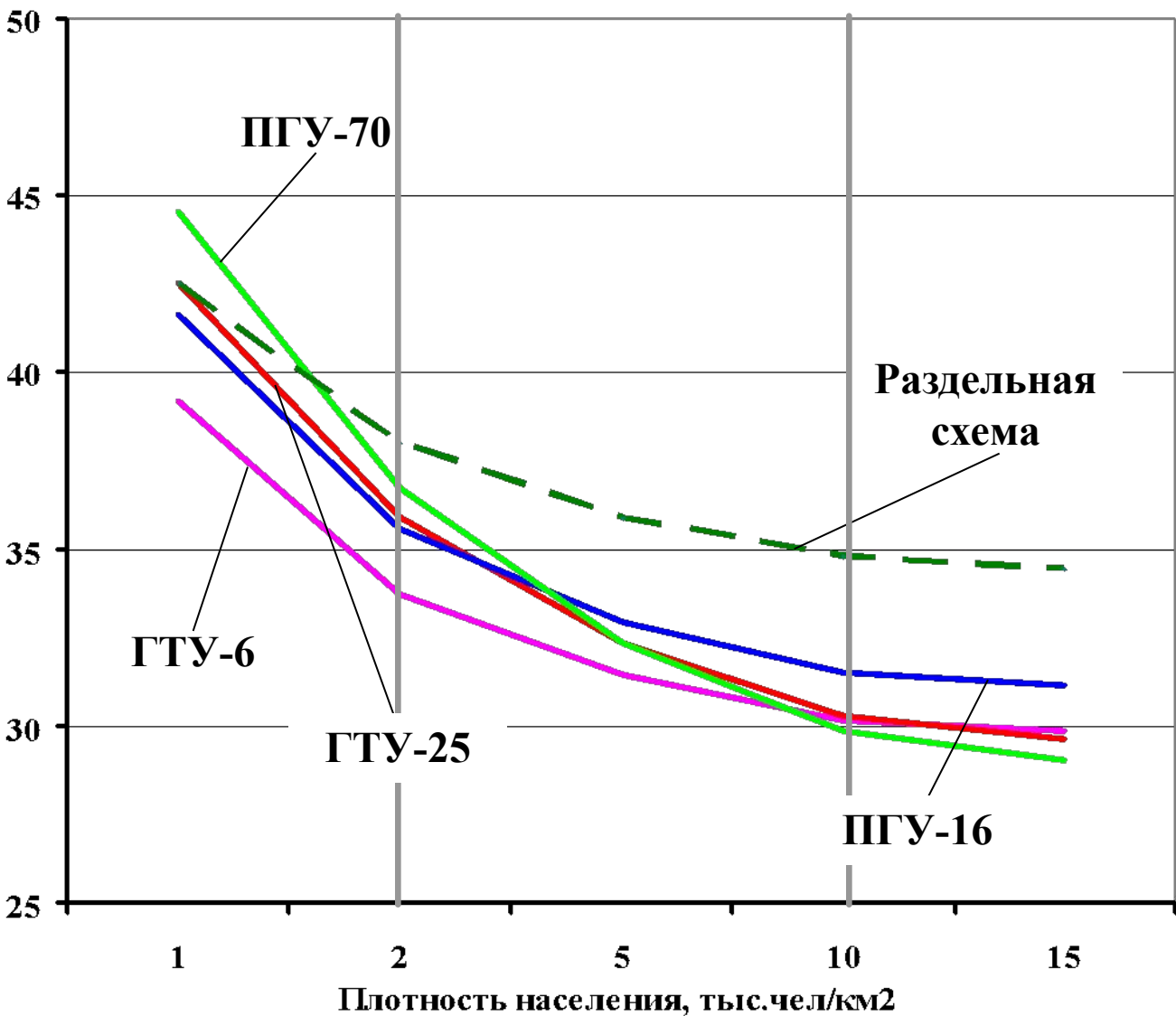
Крупные ТЭЦ





Эффективность комбинированной и раздельной схем энергоснабжения города 100 тыс. чел. в Центре

Суммарные
ДЗ, млн дол.

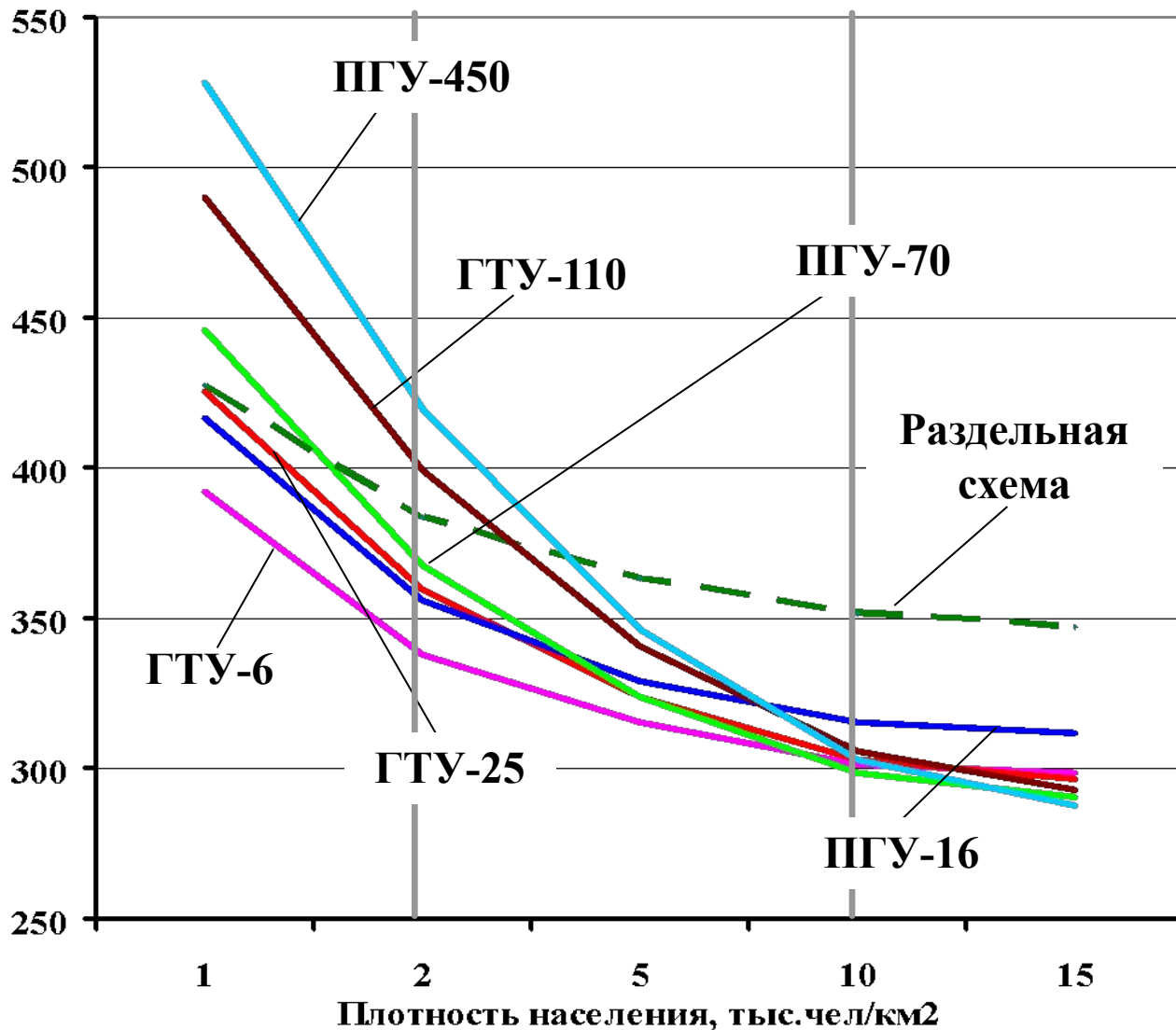


- Удельное теплотребление – низкое
- Капиталовложения в ТЭЦ – минимальные
- Тип замещающей станции – КЭС уг
- Норма дисконта – 10 %
- Цены топлива – минимальные

Эффективность комбинированной и раздельной схем энергоснабжения города 1 млн чел. в Центре



Суммарные
ДЗ, млн дол.



Удельное теплотребление –
низкое

Капиталовложения в ТЭЦ –
минимальные

Тип замещающей станции –
КЭС уг

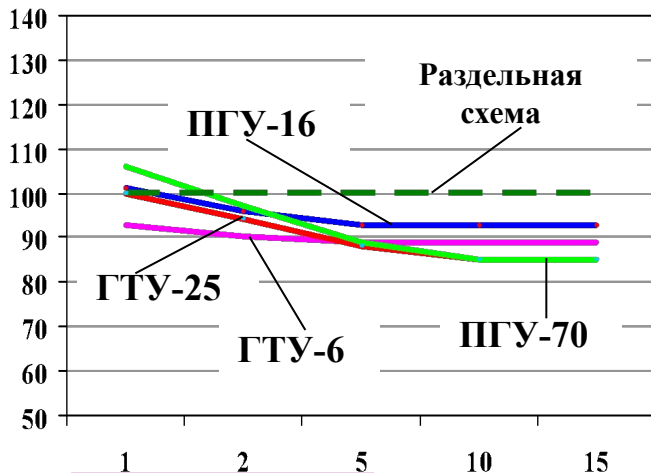
Норма дисконта – 10 %

Цены топлива – минимальные

Эффективность комбинированной и раздельной схем энергоснабжения для Центра и Урала

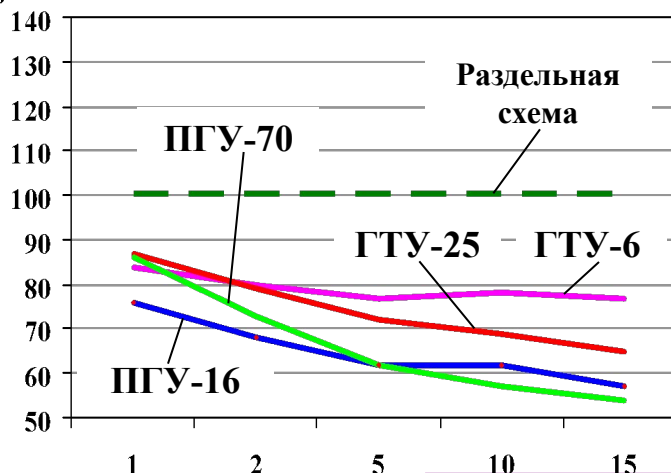


Соотношение суммарных ДЗ, %



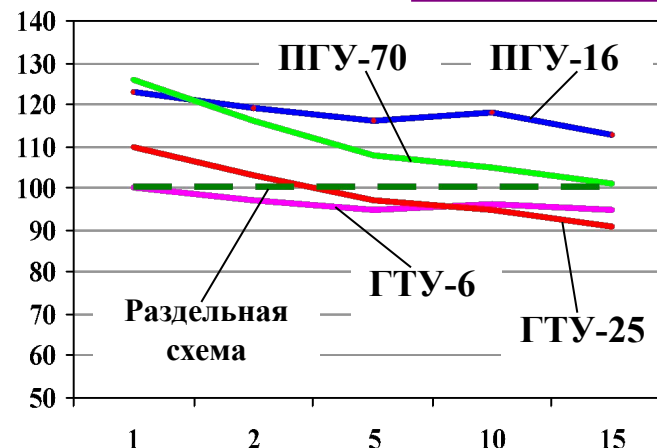
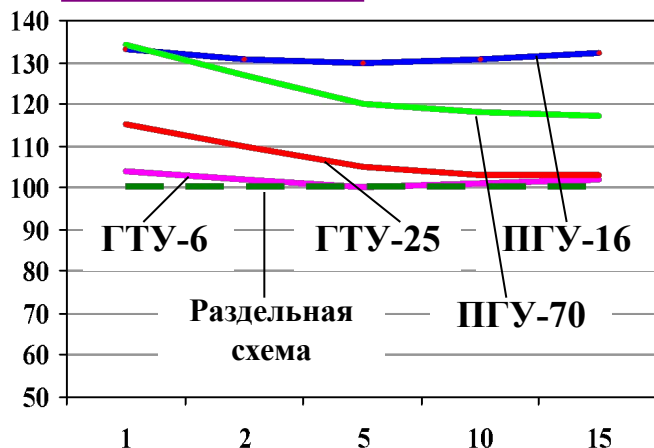
Центр

Соотношение суммарных ДЗ, %



Урал

Вариант благоприятный для ТЭЦ

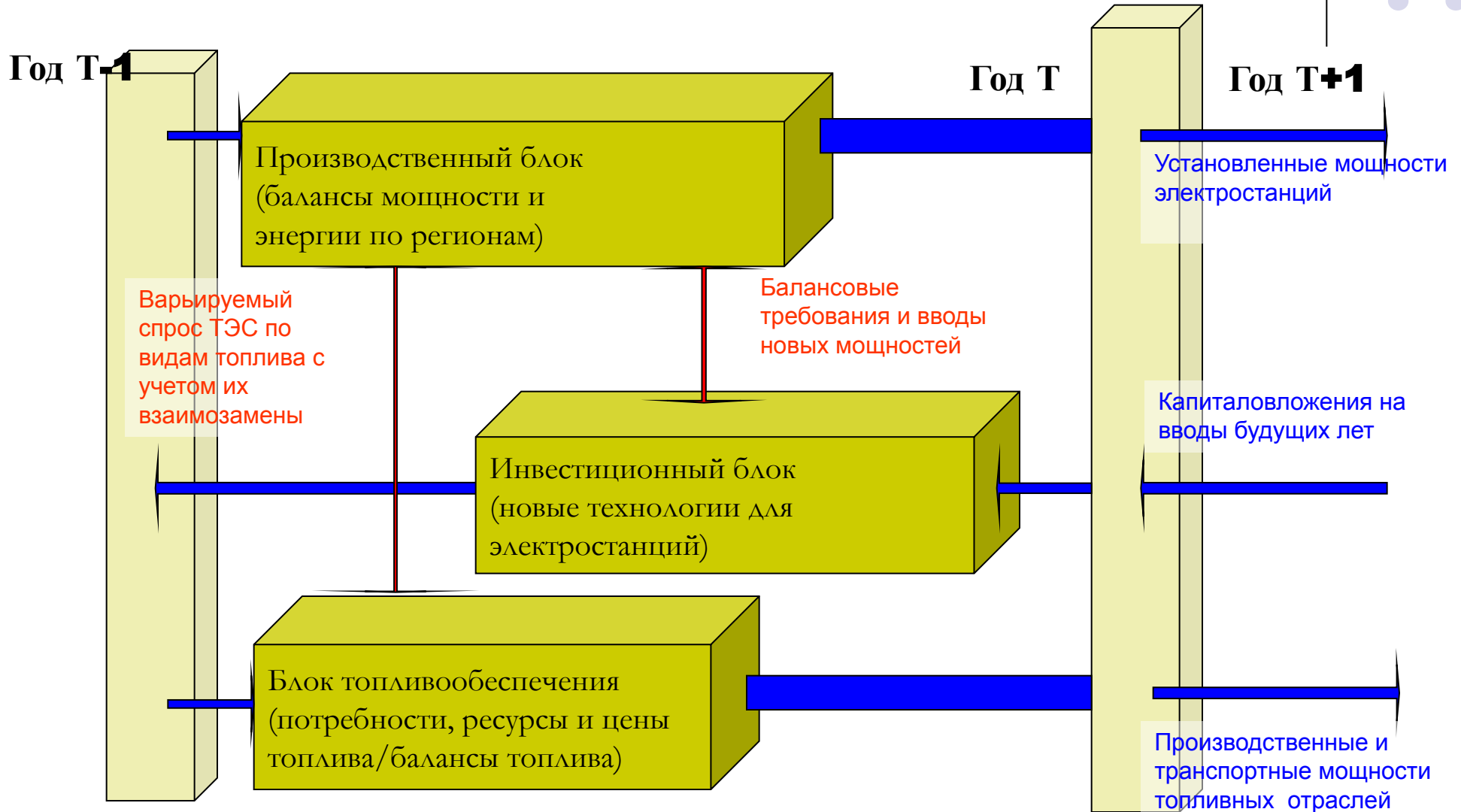
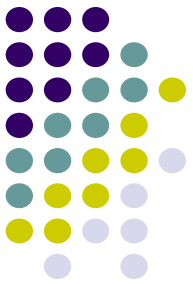


Плотность населения, тыс.чел./км²

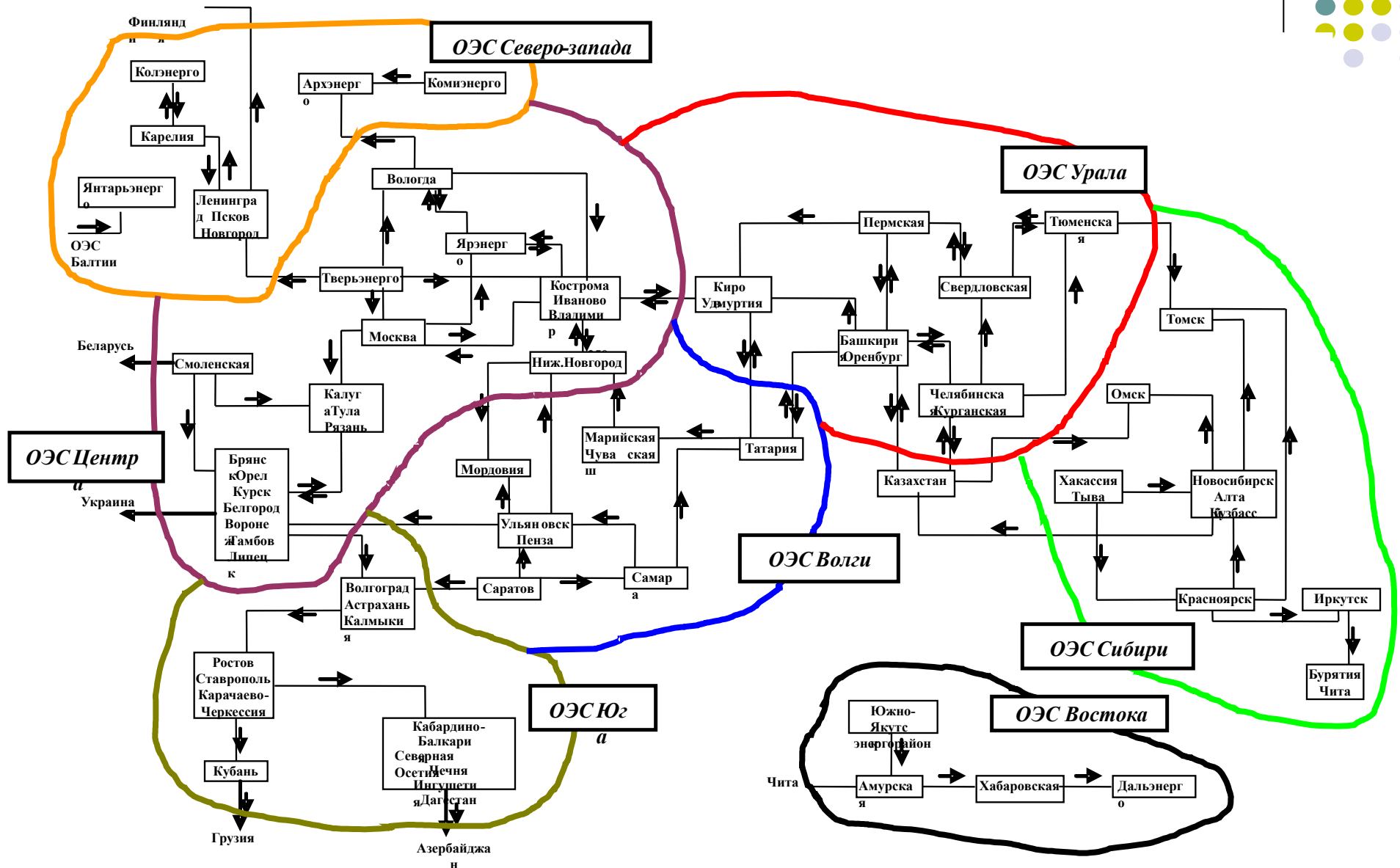
Плотность населения, тыс.чел./км²

Вариант неблагоприятный для ТЭЦ

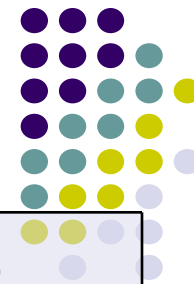
Структура оптимизационной модели EPOS



Агрегированная схема электрических связей ЕЭС России



Агрегированные группы ТЭЦ



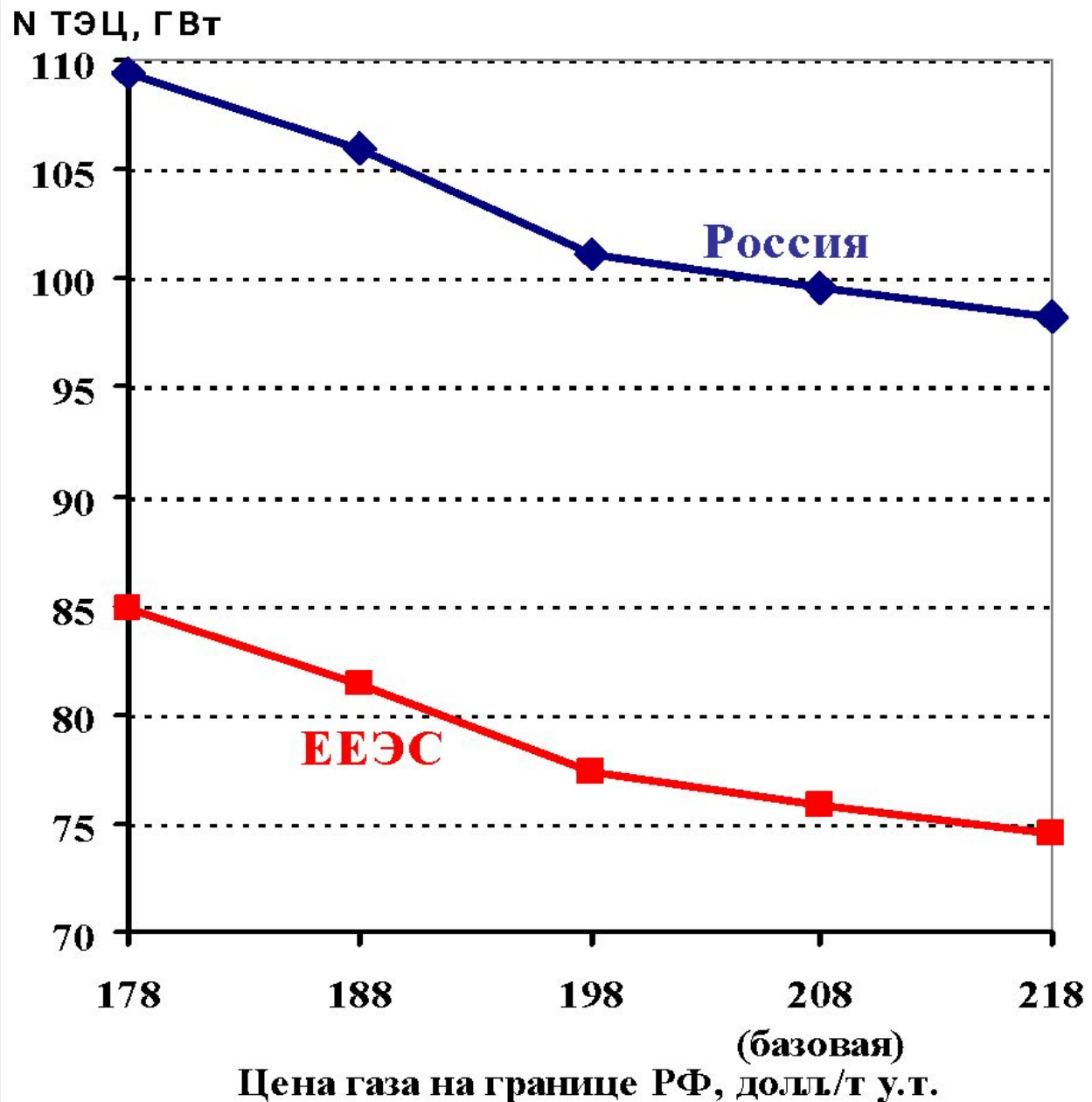
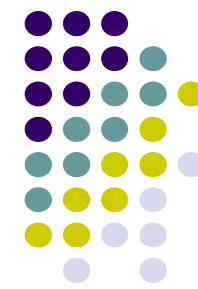
| | |
|---------------------------|------------------------------------|
| I. Паротурбинные: | Мелкие 9 МПа (газ, уголь) |
| | Средние 13 МПа (газ, уголь) |
| | Крупные 24 МПа (газ) |
| II. Парогазовые: | |
| II. Парогазовые: | Мелкие (ПГУ-16) |
| | Средние (ПГУ-70) |
| | Крупные (ПГУ-450) |
| III. Газотурбинные | |
| III. Газотурбинные | Мелкие (ГТУ-6) |
| | Средние (ГТУ-25) |
| | Крупные (ГТУ-110) |

Сценарии энергопотребления

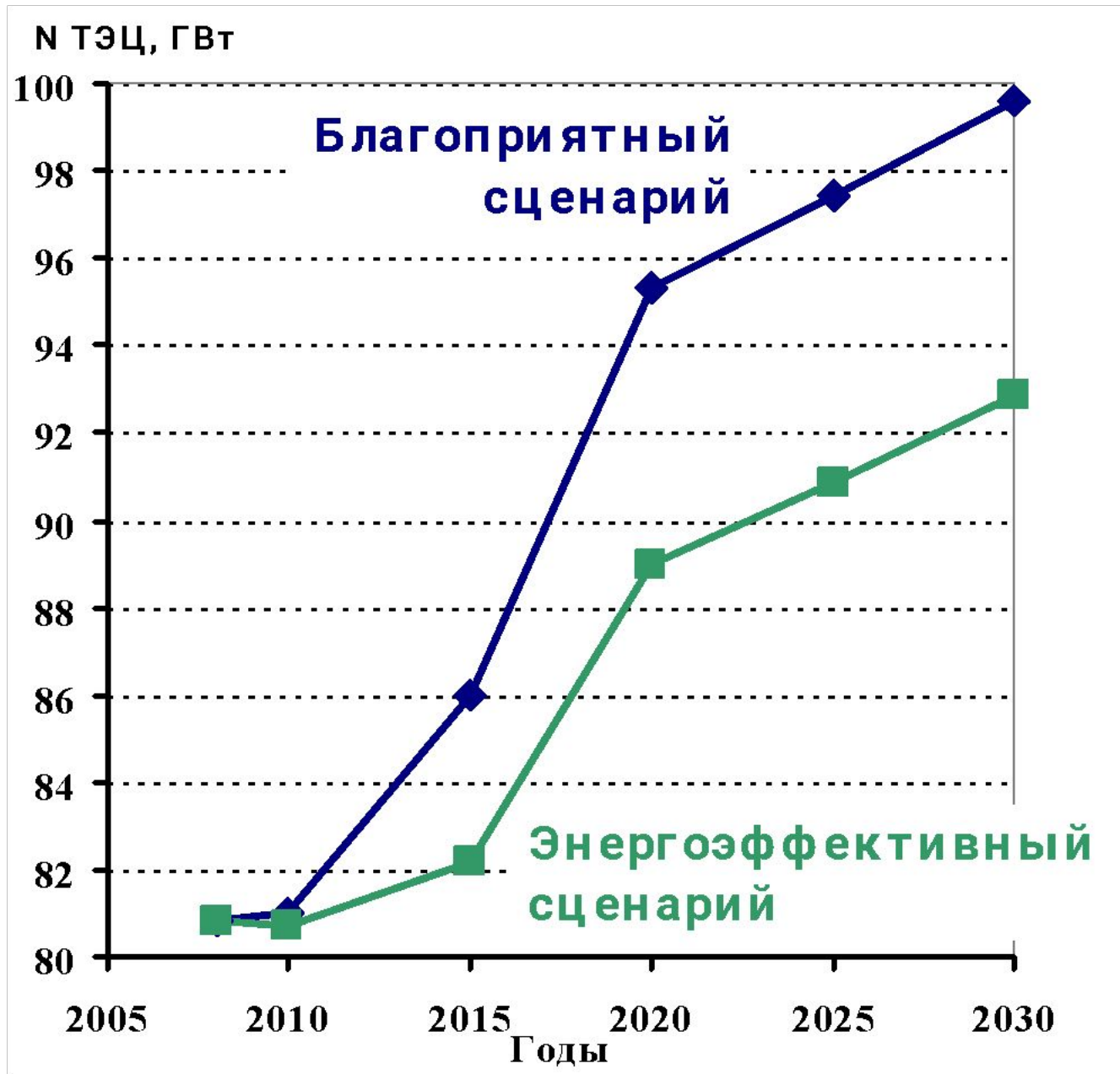
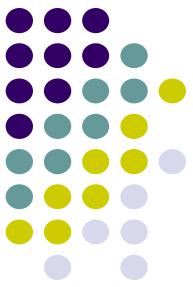


| Россия | Ед. измерения | 2008 | Энергоэффективный | | | | | Благоприятный | | | | |
|----------------------------------|---------------|------|-------------------|------|------|------|------|---------------|------|------|------|------|
| | | | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| Внутреннее электропотребление | млрд кВт·ч | 1023 | 982 | 1122 | 1278 | 1420 | 1555 | 986 | 1162 | 1393 | 1622 | 1860 |
| | к 2008 году | 1.00 | 0.96 | 1.10 | 1.25 | 1.39 | 1.52 | 0.96 | 1.14 | 1.36 | 1.59 | 1.82 |
| Теплопотребление | млн Гкал | 1362 | 1329 | 1347 | 1415 | 1465 | 1505 | 1329 | 1350 | 1449 | 1534 | 1609 |
| | к 2008 году | 1.00 | 0.98 | 0.99 | 1.04 | 1.08 | 1.11 | 0.98 | 0.99 | 1.06 | 1.13 | 1.18 |
| Потребность в уст. мощности | млн кВт | 197 | 202 | 234 | 261 | 283 | 305 | 203 | 240 | 280 | 315 | 354 |
| | к 2008 году | 1.00 | 1.02 | 1.19 | 1.32 | 1.44 | 1.55 | 1.03 | 1.22 | 1.42 | 1.60 | 1.79 |
| Цена газа на границе России | дол./т ут. | | | 123 | 156 | 172 | 186 | | 139 | 171 | 191 | 208 |

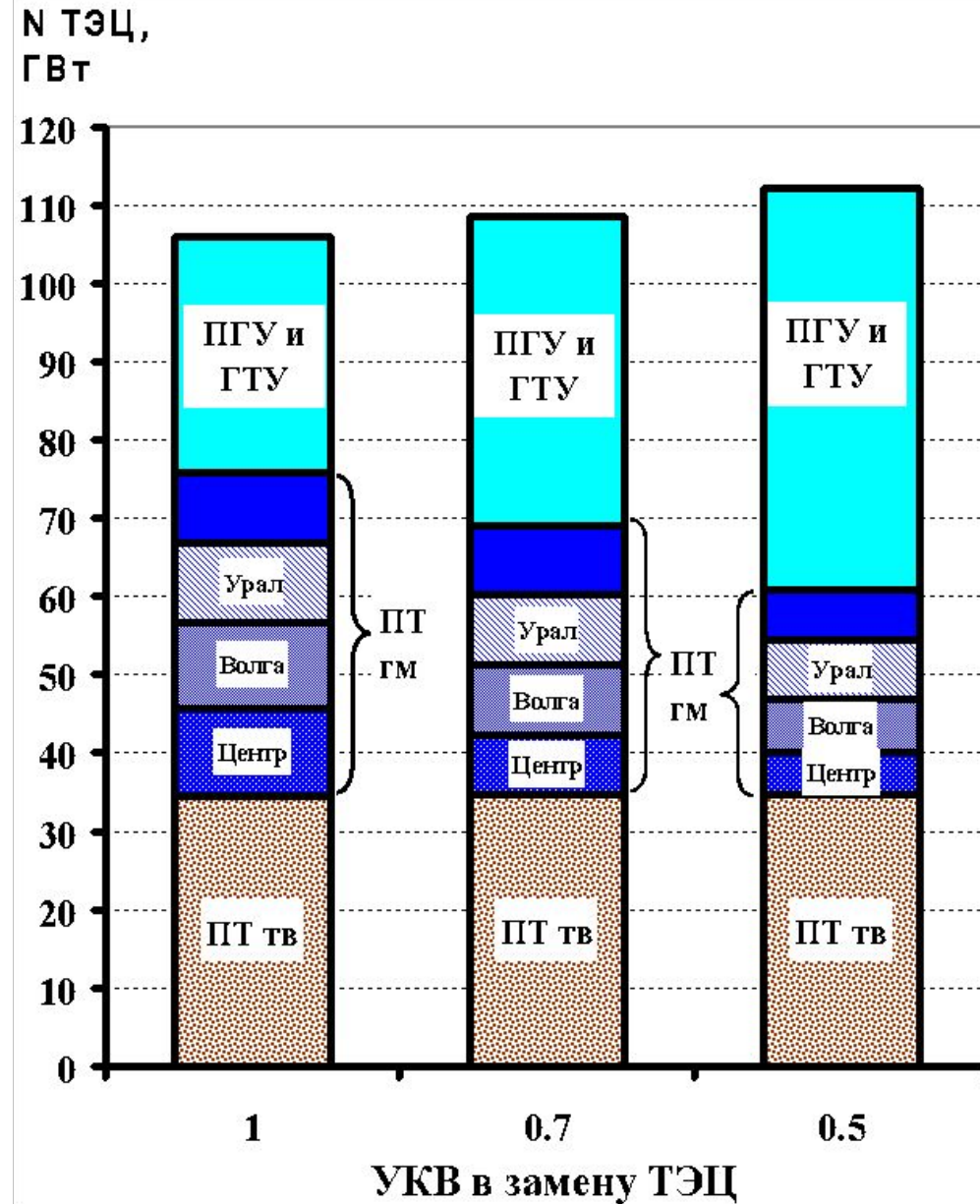
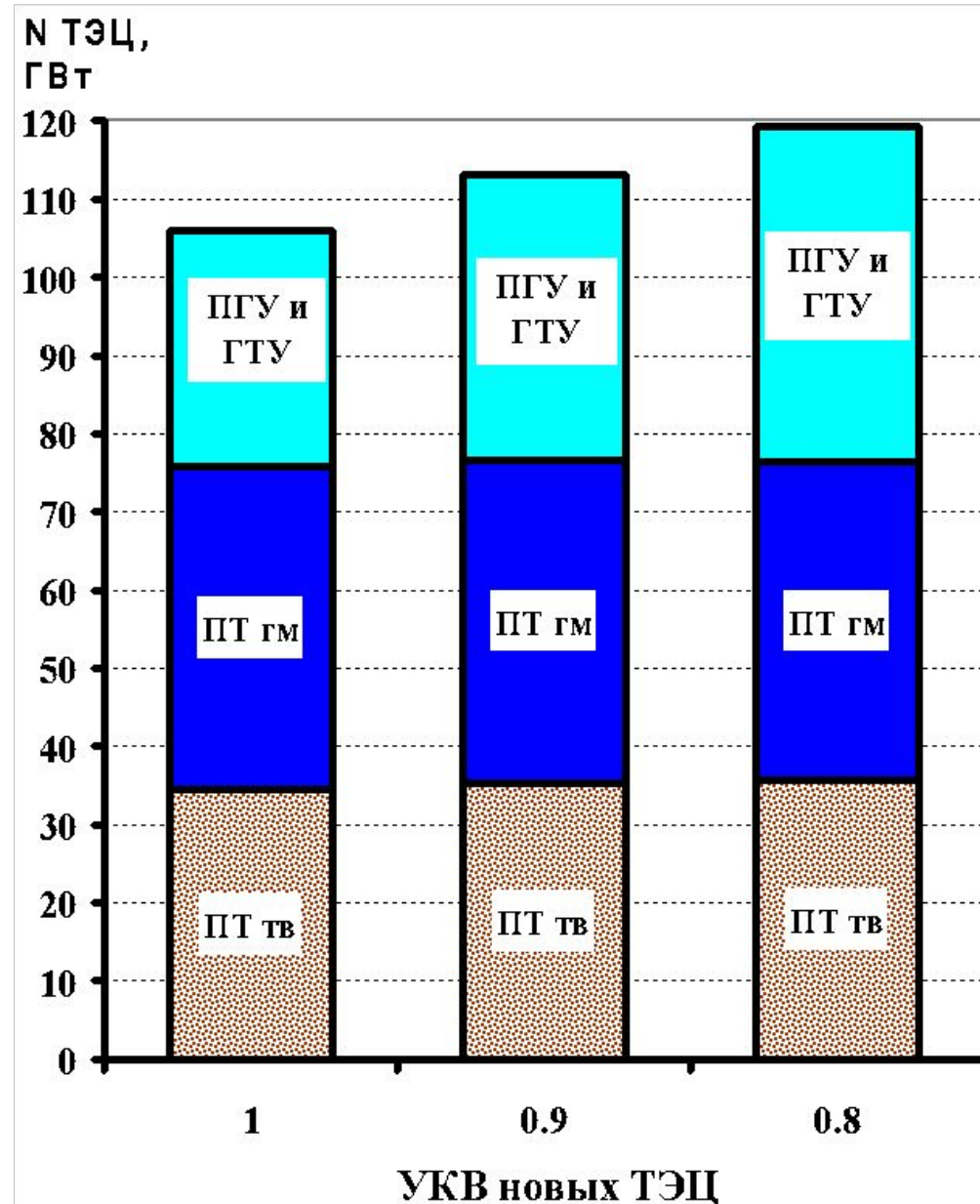
Влияние цены газа



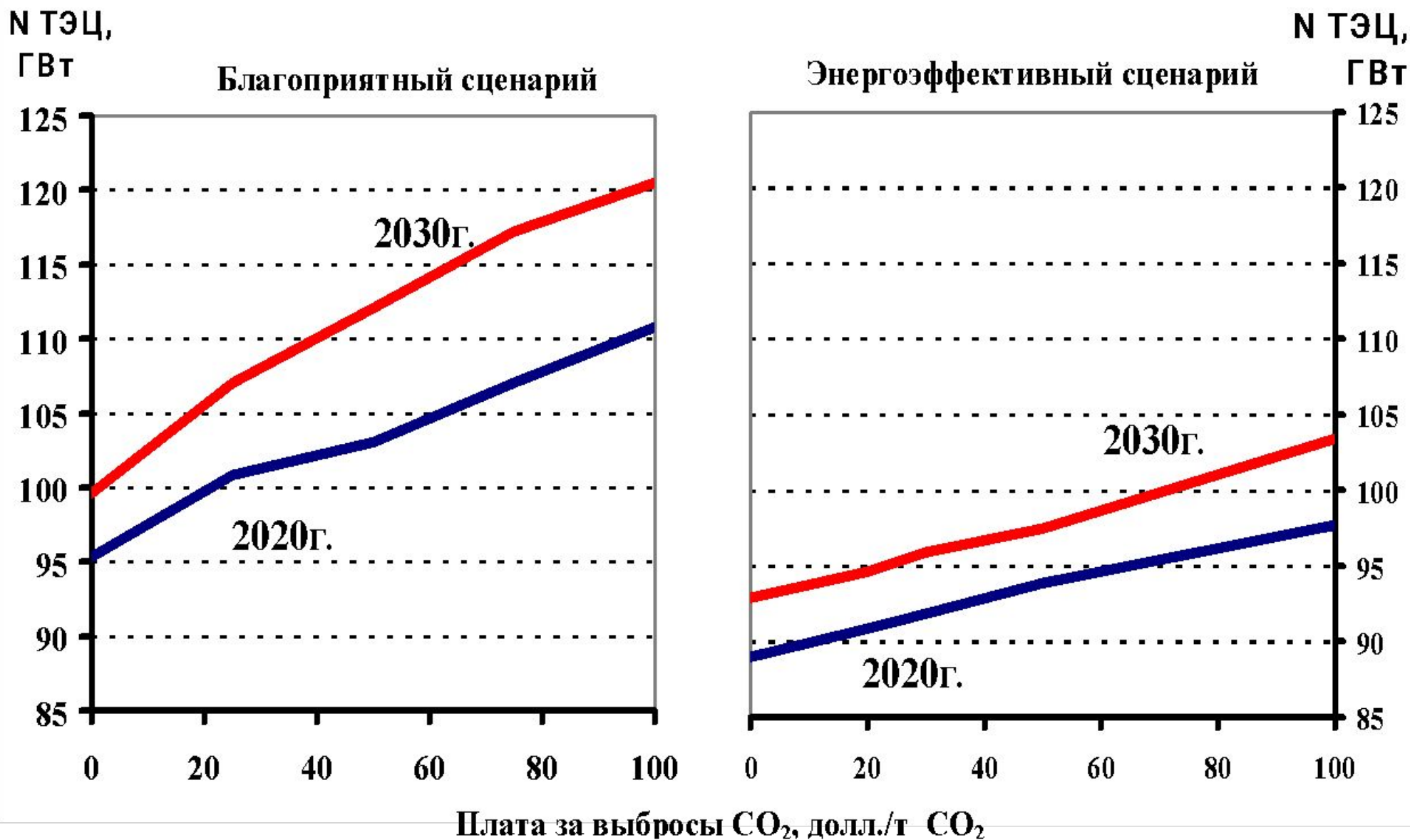
Мощность ТЭЦ в динамике



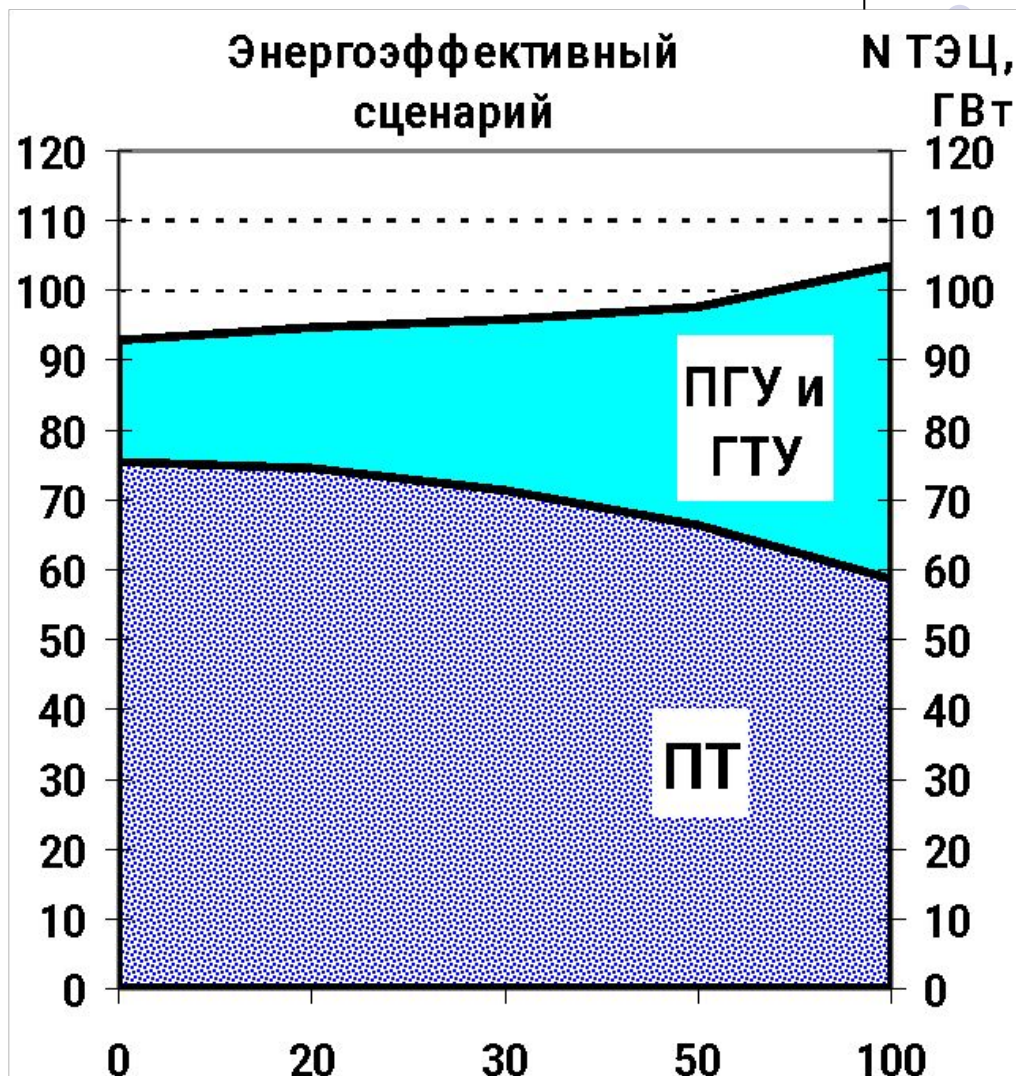
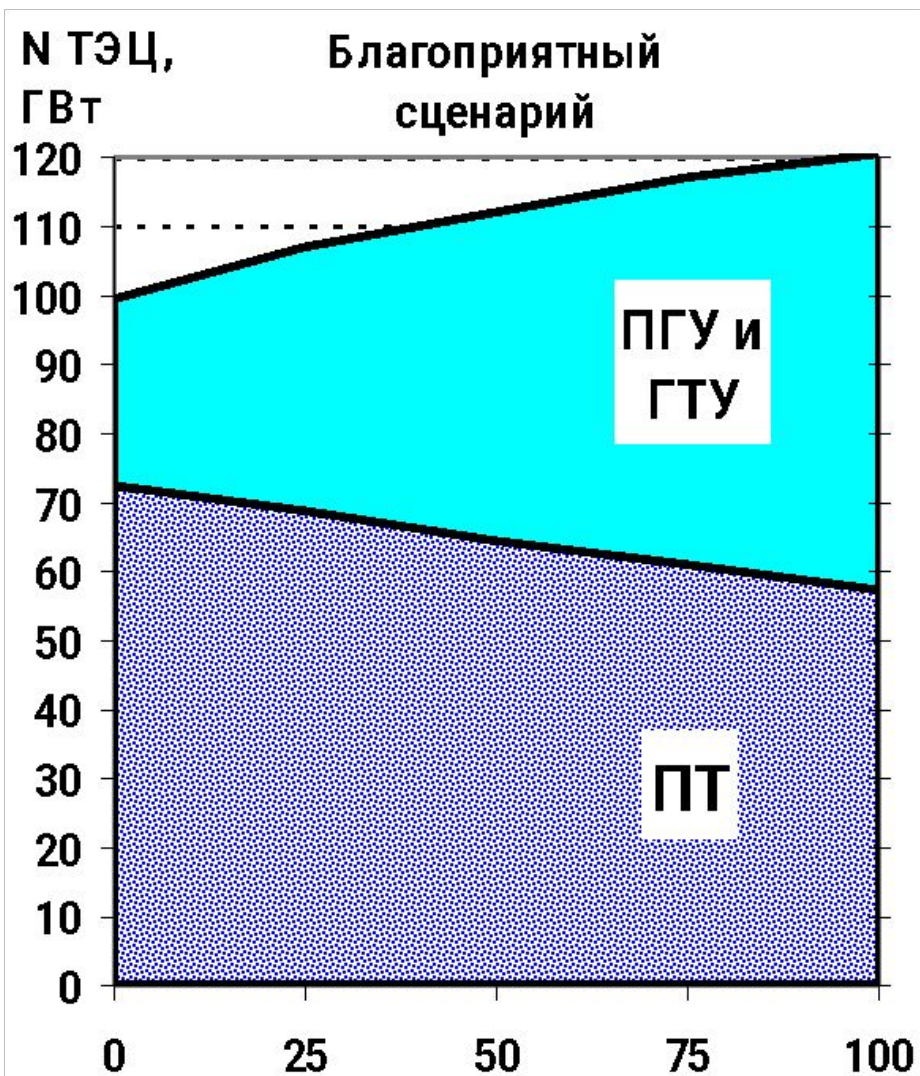
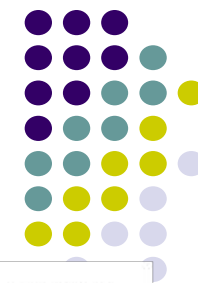
Влияние УКВ новых ТЭЦ и замены ТЭЦ



Влияние платы за выбросы CO₂



Влияние платы за выбросы CO₂ на структуру мощности ТЭЦ



Плата за выбросы CO₂, долл./т CO₂

Изменение роли ТЭЦ в динамике

