



ТЕХНОСЕРВ

# Системы охлаждения, сравнение экологических, технических и экономических показателей

Ноябрь 2013

Москва



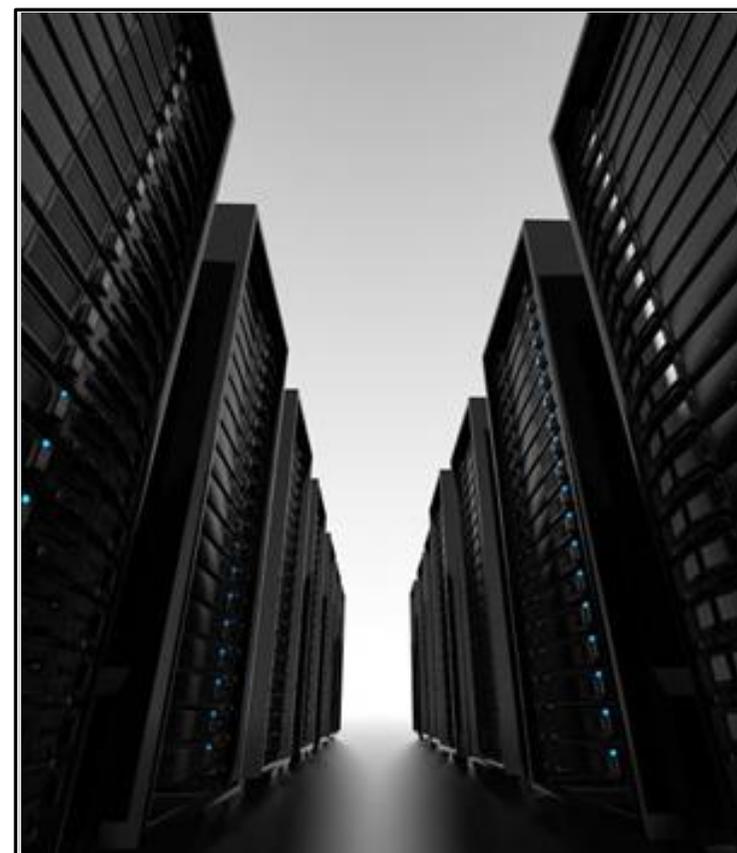


Исследовать влияние на экономическую окупаемость и экологические аспекты ЦОД:

Условий функционирования ЦОД (ТЗ);

Географии объекта;

Технических решений.



# Варианты задания ТЗ. Что лучше?

Выбор ТЗ оказывает влияние как на экономические, так и на технические аспекты функционирования ЦОД.

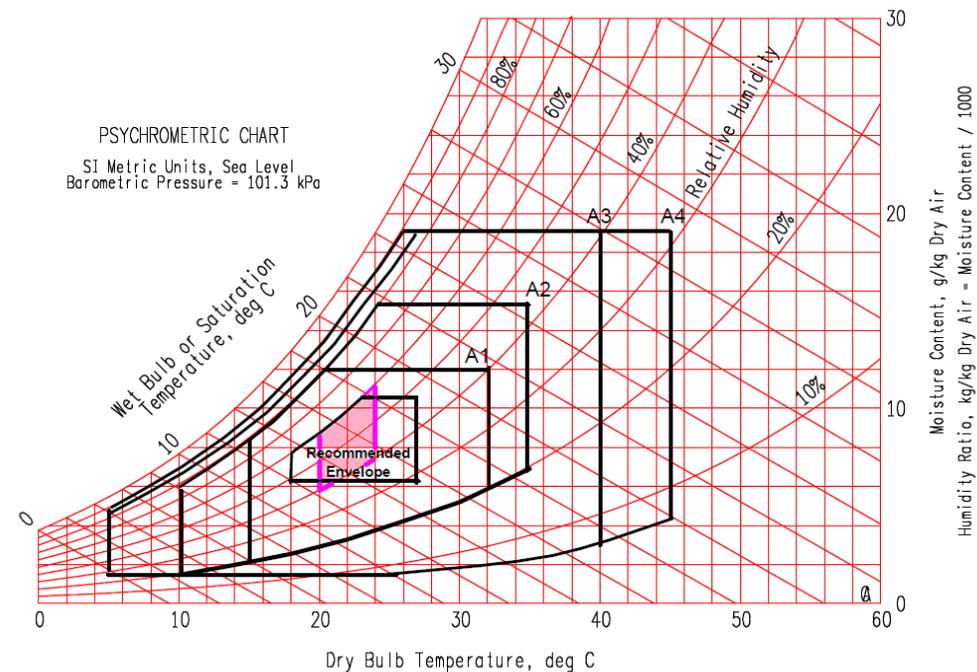
Неоправданно жесткие требования к температуре или влажности в ЦОД могут сделать перспективную технологию экономически невыгодной.

«Общепринятые нормы» не эффективны

- Температура – 20-24°C;
- Влажность 40-60%;

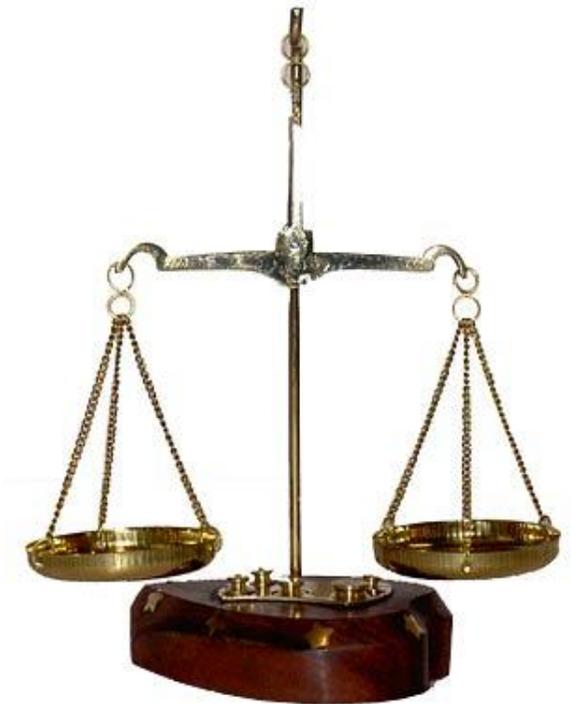
Нормы ASHRAE

- Температура -  $18^{\circ}\text{C} \leq T \leq 27^{\circ}\text{C}$
- Точка росы -  $5,5^{\circ}\text{C} \leq T_p \leq 15^{\circ}\text{C}$
- Влажность -  $H \leq 60\%$





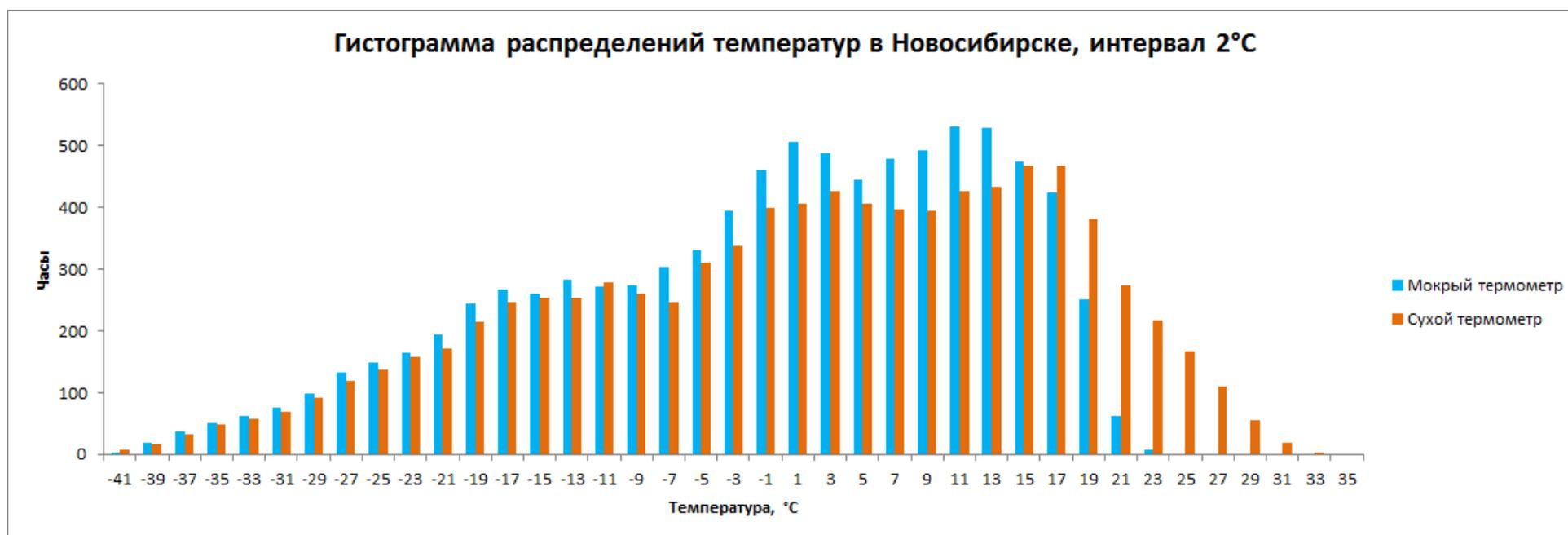
- DX системы, фреоновые кондиционеры;
- Парокомпрессионные винтовые холодильные машины;
- Системы с прямым естественным охлаждением (фрэшкулинг).
- Парокомпрессионные безмаслянные ХМ (TurboCore);
- Системы охлаждения, на АБХМ;

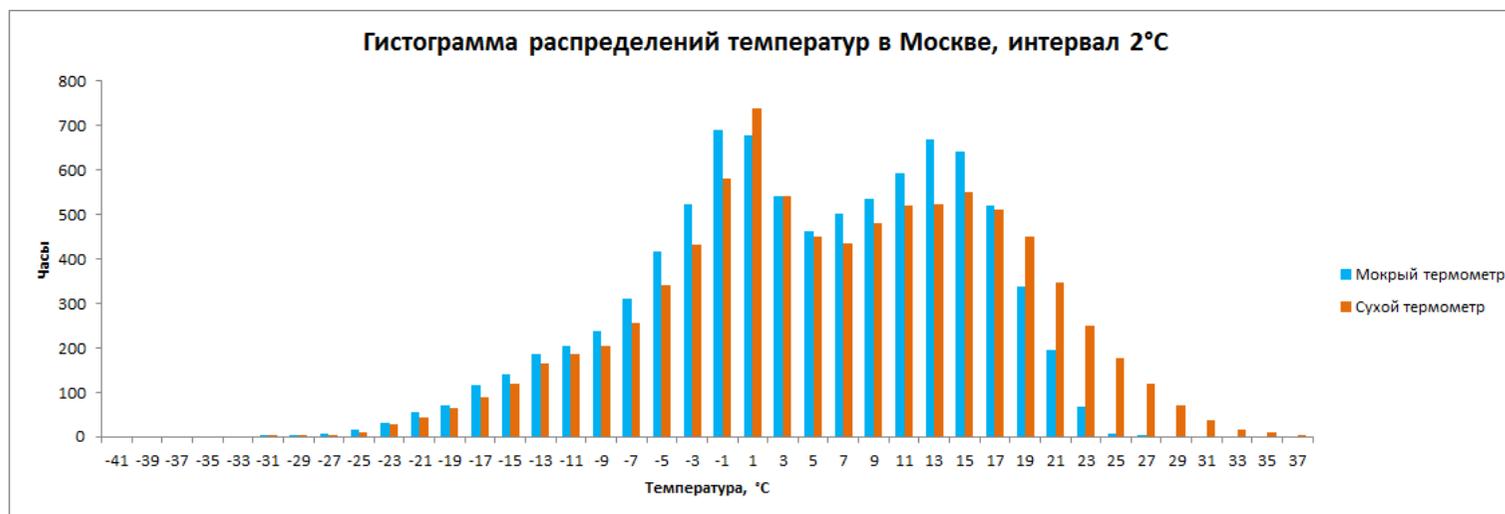




Почасовые графики температур в Новосибирске, Москве и в Ростове-на-Дону.

Гистограммы распределений по сухому/влажному термометру, формулы зависимостей между переменными.







Фреоновые прецизионные кондиционеры, технически, наиболее простое решение, с минимальными начальными вложениями. Легко реализуется особенно на небольших площадках.

Для охлаждения 1МВт с помощью DX систем потребуется:

Для ЦОД Новосибирска – **2059МВтч** электроэнергии в год;

Для ЦОД Москвы – **2062МВтч** в год;

Для Ростова-на-Дону – **2085МВтч/год**.



Таблица-1. Принятый EER для фреоновой системы

Температура-сухого-термометра	EER
-41	4,27
-39	4,27
-29	4,27
-19	4,27
-9	4,27
1	4,27
11	4,27
21	4,27
23	4,27
25	4,17
27	4,01
29	3,83
31	3,67
33	3,51
35	3,34
37	3,18

# Парокомпрессионные винтовые холодильные машины (чиллера)



Таблица-2. Принятый EER для системы (включая холодильную машину, насосы, рядные кондиционеры)¶

Температура сухого термометра	EER¶
-41°	12,6¶
-31°	12,6¶
-21°	12,6¶
-19°	12,6¶
-17°	12,6¶
-15°	12,6¶
-13°	12,5¶
-11°	12,3¶
-9°	12,2¶
-7°	11,9¶
-5°	11,5¶
-3°	10,9¶
-1°	9,9¶
1°	7,0¶
3°	7,9¶
5°	6,2¶
7°	5,3¶
9°	5,3¶
11°	4,3¶
13°	4,0¶
15°	3,6¶
17°	3,5¶
19°	3,6¶
21°	3,5¶
23°	3,5¶
25°	3,4¶
27°	3,3¶
29°	3,2¶
31°	3,0¶
33°	2,9¶
35°	2,9¶
37°	2,9¶

В нашем варианте принята одноконтурная система, с температурой жидкости 10-17°C (50% этиленгликоль для Новосибирска, 40% для Москвы, и 30% для Ростова-на-Дону). В расчете предполагается 3 чиллера по 540кВт холодильной мощности каждый и 7 мощных прецизионных кондиционеров.

Для Новосибирска – **1461МВтч** электроэнергии расходуется системой холодоснабжения;

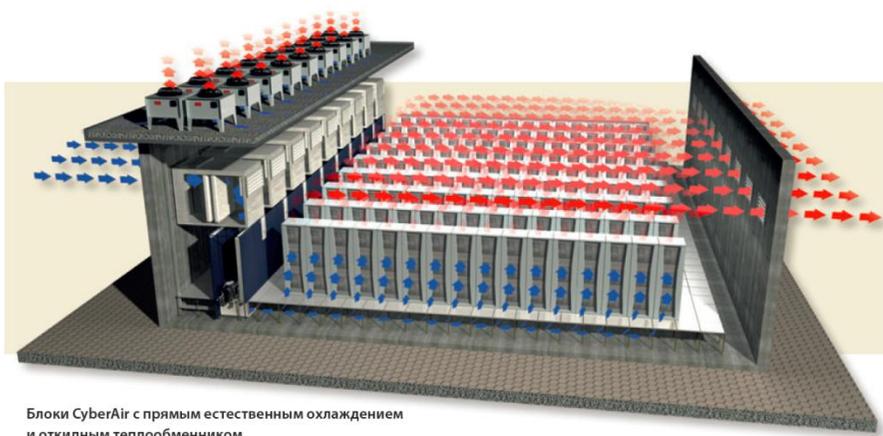
Для Москвы – **1599МВтч**, на систему холодоснабжения;

Для Ростова-на-Дону – **1811МВтч**, на систему холодоснабжения.

# Система с частичным использованием прямого наружного воздуха (фрешкулинг)\*



ТЕХНОСЕРВ



Блоки CyberAir с прямым естественным охлаждением и откидным теплообменником

**Технический аспект** – решение с использованием наружного воздуха требует больших размеров помещений чем для систем с фреоновыми кондиционерами или чиллерами. Использование наружного воздуха предполагается для температур  $3^{\circ}\text{C} < T < 21^{\circ}\text{C}$ . В расчете предполагается 3 чиллера по 540кВт холодильной мощности каждый и 6 мощных прецизионных кондиционеров с рекуператорами.

Для Новосибирска – **845МВтч** электроэнергии расходуется системой холодоснабжения;

Для Москвы – **901МВтч**;

Для Ростова-на-Дону – **1069МВтч**.

\*Указанное решение внедряется Техносерв в ЦОД Тандер (Краснодар).

Температура-сухого-термометра	EERя
-41я	12,8я
-31я	12,8я
-21я	12,8я
-19я	12,8я
-17я	12,8я
-15я	12,8я
-13я	12,7я
-11я	12,6я
-9я	12,4я
-7я	12,1я
-5я	11,7я
-3я	11,1я
-1я	10,0я
1я	7,0я
3я	7,9я
5я	19,2я
7я	19,2я
9я	19,2я
11я	19,2я
13я	19,2я
15я	19,2я
17я	19,2я
19я	19,2я
21я	3,5я
23я	3,5я
25я	3,3я
27я	3,3я
29я	3,1я
31я	3,0я
33я	2,9я
35я	2,7я
37я	2,5я



Если мы хотим оставаться в рамках рекомендаций ASHRAE - 18-27°C, влагосодержание 6-10,5г/кг.с.в., **необходимо при температурах до 21°C полностью изолировать воздух в ЦОД** (допустимо обеспечить 2-х кратный воздухообмен).

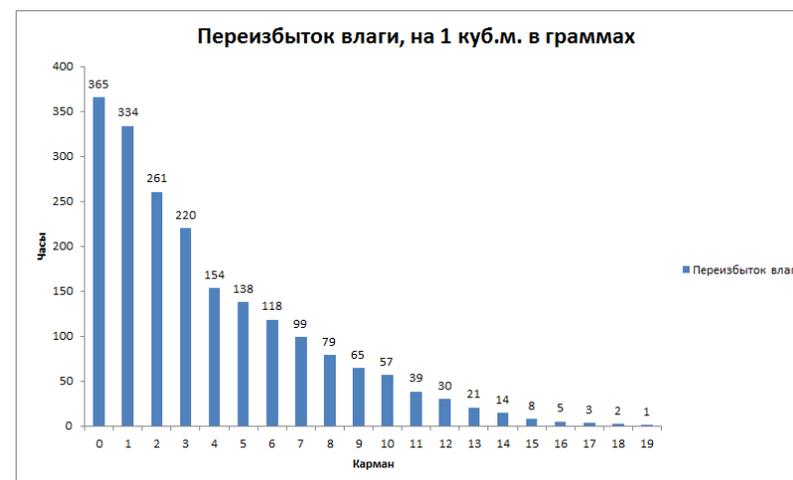
Таким образом, регулирование влажности в рамках рекомендаций ASHRAE сводит на нет преимущества ЦОД с полным фрешкулингом, и было бы **логично, рассматривать ЦОД с полным фрешкулингом, как ЦОД уровня А1** ( $15 \leq T \leq 32^\circ\text{C}$ ,  $20\% \leq H$ , влагосодержание  $\leq 12\text{г/кг.с.в.}$ ).

Для осушения существует одно решение – применение осушителей. Например если избыток влаги составил 1г на 1кг.сух.возд., при среднем потреблении ЦОД 70куб.сек, избыток влаги составит –  $70 \cdot 1,18\text{г/сек}$ , что эквивалентно – 57кВт дополнительной мощности на увлажнение на протяжении всего времени избытка влаги.

Для Ростова-на-Дону общее количество влаги которую необходимо конденсировать составит – 6242т/год, 1178МВтч (полный фрешкулинг), 294МВтч - 23°C и 161МВтч - 21°C соответственно.

Для Новосибирска - экв. 408МВтч, открытый ЦОД, 191МВтч - 23°C, 125МВтч - 21°C;

Для Москвы – 504МВтч (полный фрешкулинг), 223МВтч - 23°C, 147МВтч - 21°C.



# Безмаслянные холодильные машины (TurboCore)



ТЕХНОСЕРВ



Безмаслянные холодильные машины с турбо компрессором обладают лучшим EER чем аналогичные винтовые машины.

Однако эти холодильные машины требуют мокрой или орошаемой градирни.

Кроме того, технология не зарекомендовала себя обширным образом для применения в ЦОД. Технология достаточно дорогая. Круг сервисных организаций не очень обширный.

Система с чиллерами TurboCore – двухконтурная. Внешний контур 31-35°C (максимальные значения), внутренний 10-17°C.

Для Новосибирска расход составит – **1249МВтч/год**;

Для Москвы – **1385МВтч/год**;

Для Ростова-на-Дону – **1539МВтч/год**.

Температура- мокрого- термометра	EER
-41	12,6
-31	12,6
-21	12,6
-19	12,6
-17	12,6
-15	12,6
-13	12,5
-11	12,3
-9	12,2
-7	11,9
-5	11,5
-3	10,9
-1	9,9
1	7,0
3	7,9
5	6,2
7	5,3
9	5,3
11	4,3
13	4,0
15	3,6
17	3,5
19	3,6
21	3,5
23	3,5

# Абсорбционные бром-литиевые холодильные машины (АБХМ)



ТЕХНОСЕРВ



АБХМ является проверенной, однако в силу специфических особенностей не очень распространенной технологией. Это единственная из всех технологий не использующая фреон. АБХМ позиционируется как зеленая технология.

К недостаткам АБХМ можно отнести большую инерционность системы (от 30 до 60 мин.), использование мокрых или орошаемых градирен, что требует качественной работы службы эксплуатации. Для работы АБХМ также может потребоваться подвод газа. Оптимально использование АБХМ совместно с газопоршневыми генерирующими установками (ГПГУ).

Для Новосибирска – **685 МВтч/год**, дополнительно 568 тыс. н.м.куб. газа;

Для Москвы – **685 МВтч/год**, дополнительно 695 тыс. н.м.куб. газа;

Для Ростова-на-Дону – **666 МВтч/год**, дополнительно 851 тыс. н.м.куб. газа.

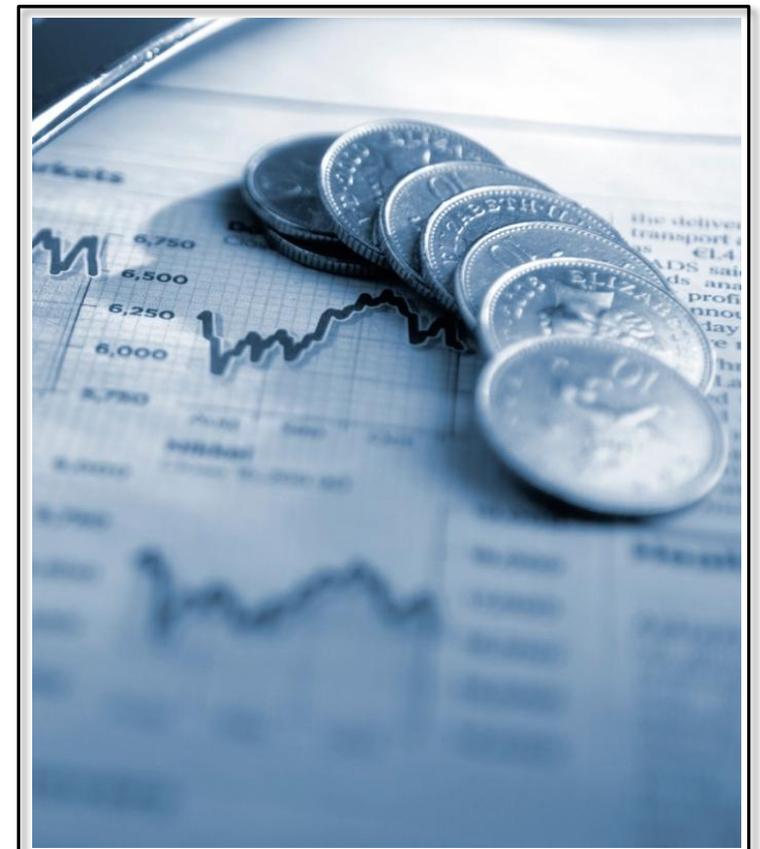
Температура- мокрого- термометра	EER <sub>н</sub>
-41 <sub>н</sub>	12,6 <sub>н</sub>
-31 <sub>н</sub>	12,6 <sub>н</sub>
-21 <sub>н</sub>	12,6 <sub>н</sub>
-19 <sub>н</sub>	12,6 <sub>н</sub>
-17 <sub>н</sub>	12,6 <sub>н</sub>
-15 <sub>н</sub>	12,6 <sub>н</sub>
-13 <sub>н</sub>	12,5 <sub>н</sub>
-11 <sub>н</sub>	12,3 <sub>н</sub>
-9 <sub>н</sub>	12,2 <sub>н</sub>
-7 <sub>н</sub>	11,9 <sub>н</sub>
-5 <sub>н</sub>	11,5 <sub>н</sub>
-3 <sub>н</sub>	10,9 <sub>н</sub>
-1 <sub>н</sub>	9,9 <sub>н</sub>
1 <sub>н</sub>	10,9 <sub>н</sub>
3 <sub>н</sub>	9,9 <sub>н</sub>
5 <sub>н</sub>	15,0 <sub>н</sub>
7 <sub>н</sub>	15,0 <sub>н</sub>
9 <sub>н</sub>	15,0 <sub>н</sub>
11 <sub>н</sub>	15,0 <sub>н</sub>
13 <sub>н</sub>	15,0 <sub>н</sub>
15 <sub>н</sub>	15,0 <sub>н</sub>
17 <sub>н</sub>	15,0 <sub>н</sub>
19 <sub>н</sub>	15,0 <sub>н</sub>
21 <sub>н</sub>	15,0 <sub>н</sub>
23 <sub>н</sub>	15,0 <sub>н</sub>



Экономическое сравнение технологий проводится на основе вычисления совокупной стоимости владения системой холодоснабжения ЦОД за 5 лет эксплуатации.

Стоимость CAPEX складывается с годовым OPEX нарастающим итогом.

OPEX учитывает – стоимость сервиса кондиционеров, чиллеров, АБХМ, стоимость электроэнергии и газа.



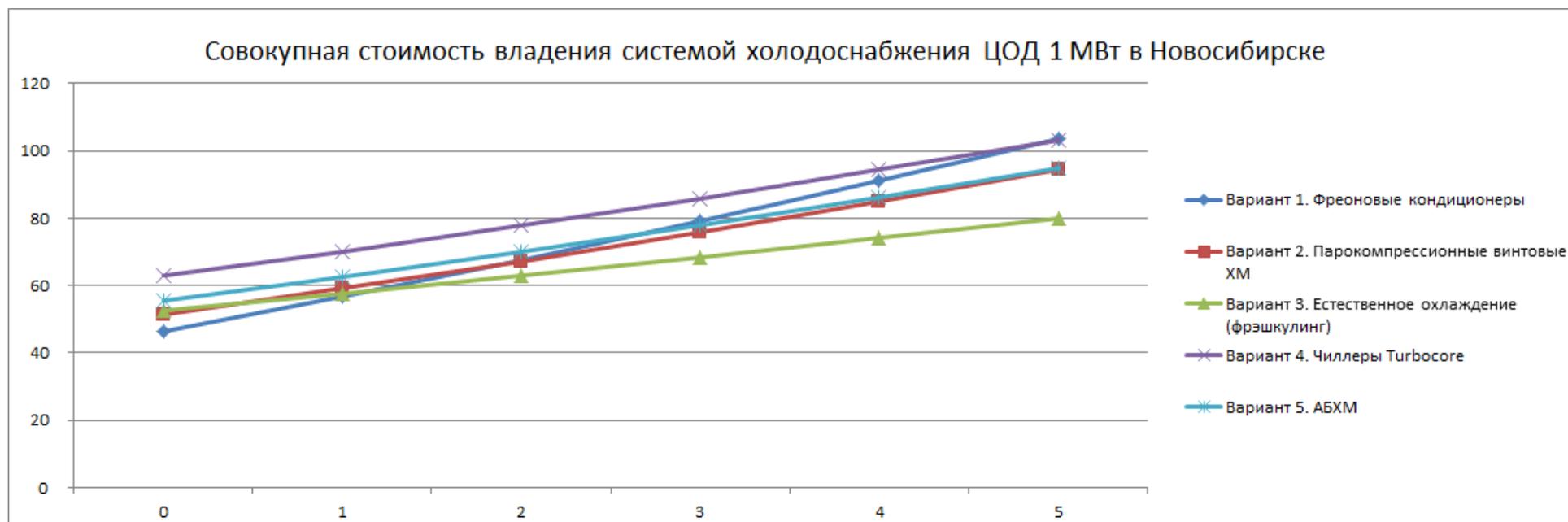


Рис. 5. Сравнение оценок совокупной стоимости владения за 5 лет эксплуатации для различных вариантов системы холодоснабжения.

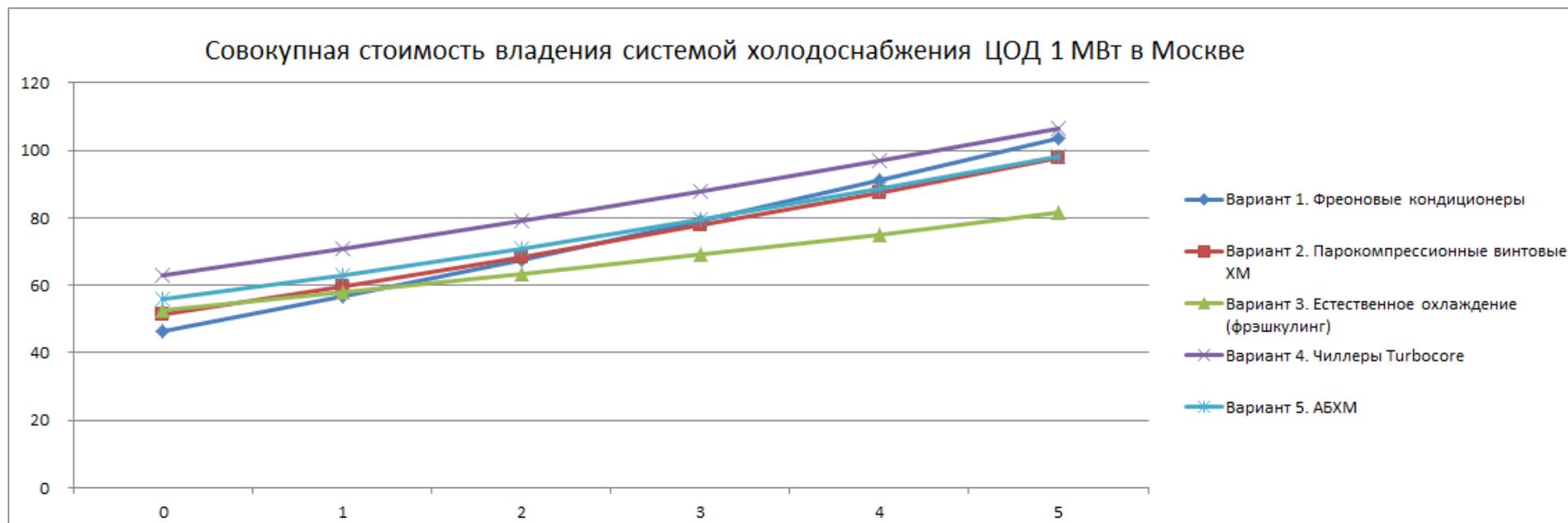


Рис. 6. Сравнение оценок совокупной стоимости владения за 5 лет эксплуатации для различных вариантов системы холодоснабжения.

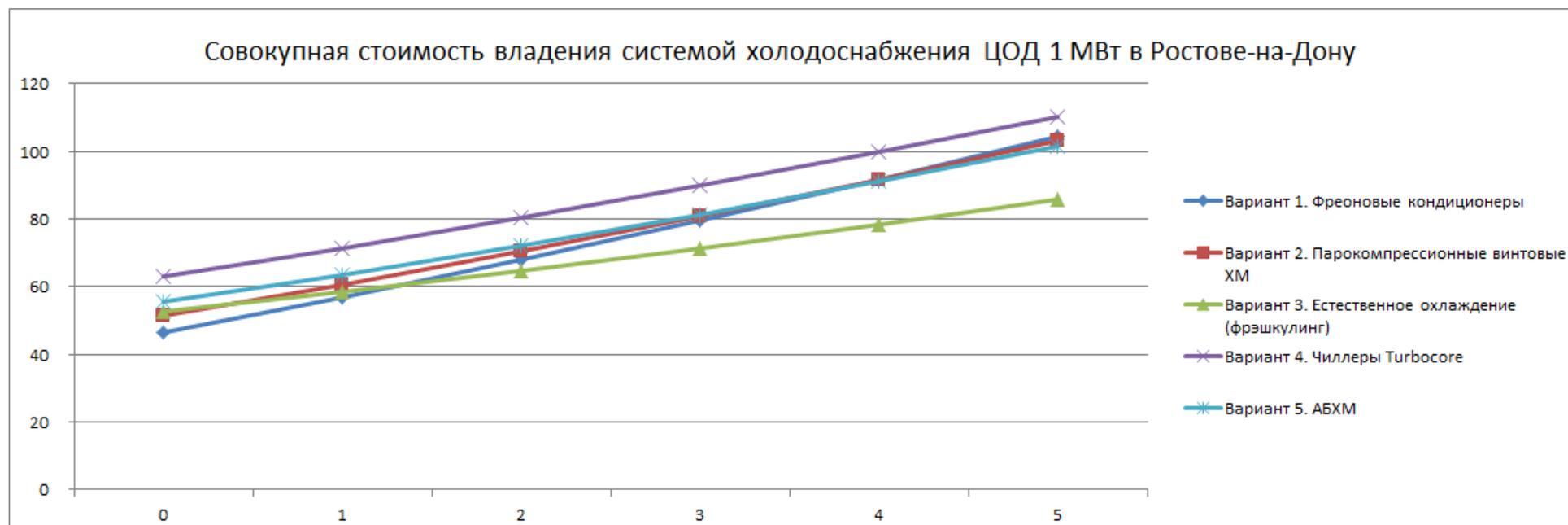
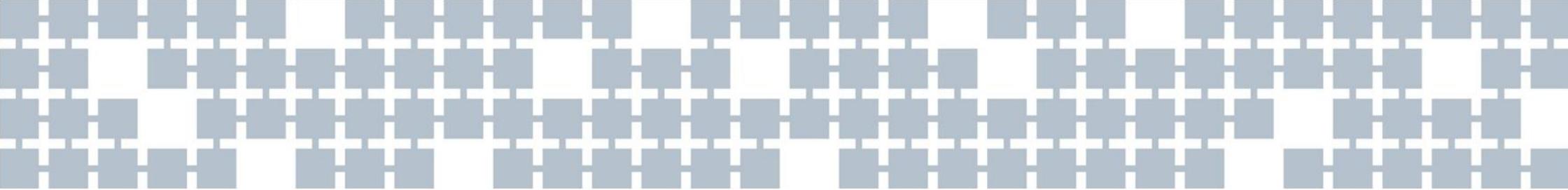


Рис. 5. Сравнение оценок совокупной стоимости владения за 5 лет эксплуатации для различных вариантов системы холодоснабжения.

- Наиболее перспективной в плане эффективности является использование свободного охлаждения (фрешкулинга).
  - Также в некоторых случаях оптимальным может быть использование АБХМ и классических чиллеров.
  - Технология Turboscore достаточно дорогая для быстрой окупаемости.
  - Классические фреоновые прецизионные кондиционеры имеют максимальный OPEX.
  - Выбор условий охлаждения (ТЗ) может играть значительную роль при выборе технологии охлаждения.
  - География объекта в меньшей степени влияет на экономику ЦОД.
- 





# Спасибо!

Москва, ул. Юности д. 13А

Т: +7 (495) 648-08-08

Ф: +7 (495) 648-08-07

[www.technoserv.com](http://www.technoserv.com)

