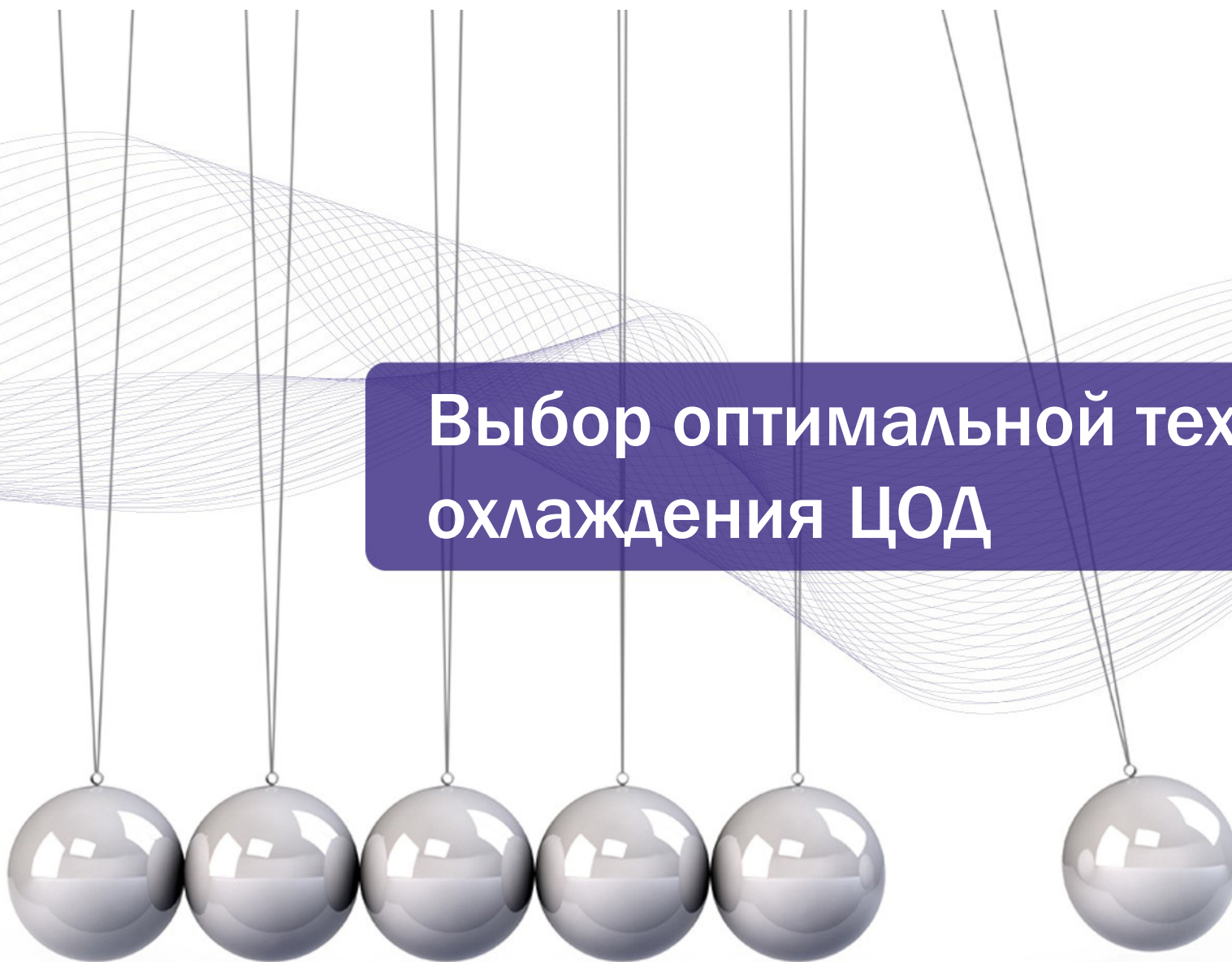




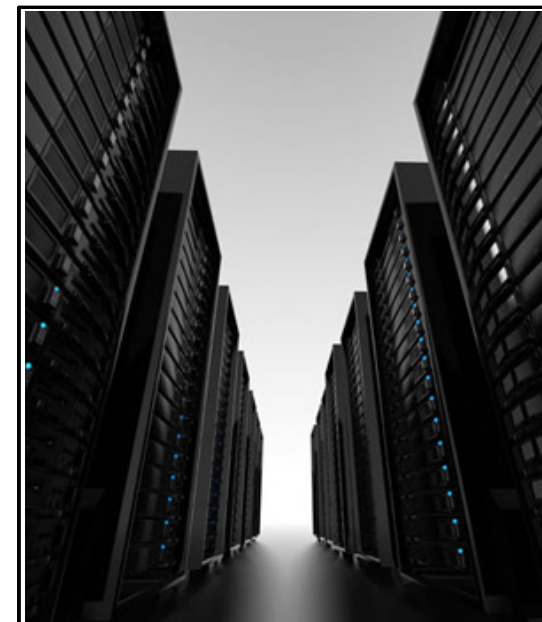
Выбор оптимальной технологии охлаждения ЦОД

Эдуард Ротарь,
руководитель группы
механических систем
INLINE Technologies



Выбор оптимальной системы охлаждения ЦОД

1. Обзор основных технологий охлаждения на рынке ЦОД
2. Моделирование энергоэффективности с использованием климатической статистики
3. Оценка окупаемости и выбор оптимальной технологии
4. Пример реализации технологии свободного охлаждения



Основные параметры ЦОД

Количество шкафов – 100 шт.

ИТ-нагрузка ЦОД – 900 кВт (9 кВт на стойку)

Площадь машинного зала – 250 кв. м

Объем машинного зала – 1250 куб. м

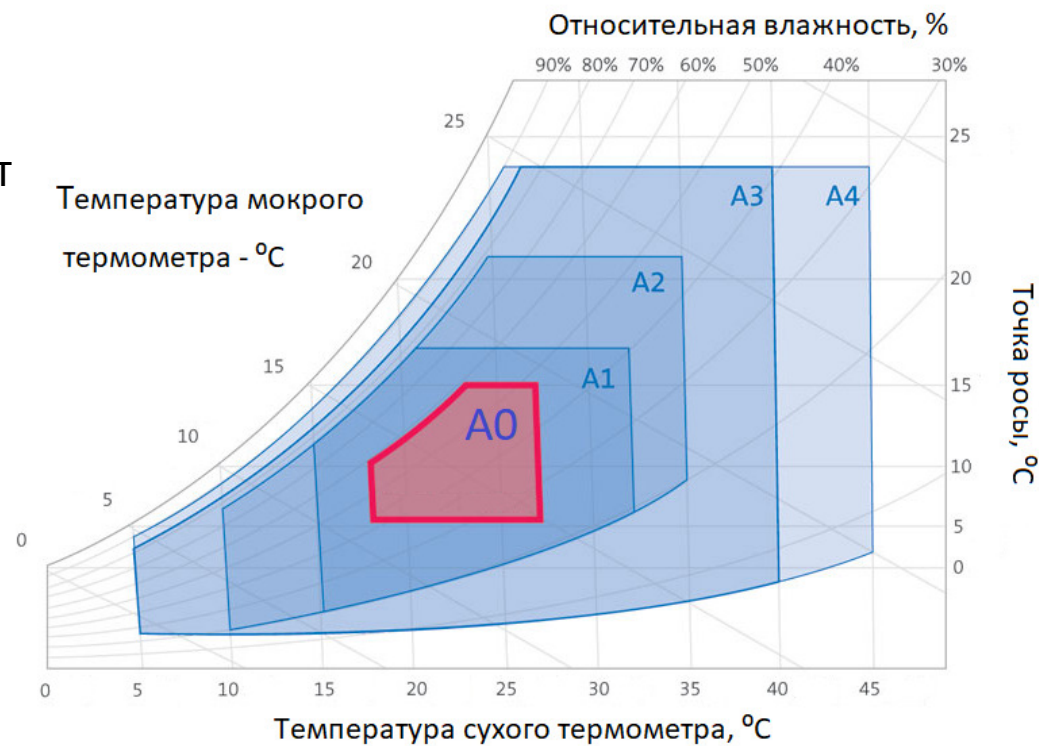
Проектирование соответствует уровню надежности Tier III Uptime Institute:

- 2N по ГРЩ, ИБП, ДГУ;
- N+1 кондиционеры / холодильные машины;
- Continuous Cooling (критические системы холодоснабжения на ИБП).

Основные требования к ЦОД

Более 99 % времени параметры в холодном коридоре ЦОД соответствуют требованиям ASHRAE TC 9.9 A0:

- температура - $18\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T \leq 27\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- точка росы - $5,5\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T_p \leq 15\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- влажность - $H \leq 60\text{ }%$.



Рассматриваемые технологии

Технология	Особенности	Режим работы
DX системы, фреоновые кондиционеры	Низкие капитальные затраты	фреон, испарение 7°C
Абсорбционные машины, АБХМ	Большая инерционность 30-60мин. Требуется газовая магистраль	раствор 12-17°C
Технология Turbocore	Частный случай чиллер-фанкойл, с более высокими кап затратами	раствор 12-17°C
Парокомпрессионные холодильные машины, чиллер-фанкойл		раствор 12-17°C
Прямой наружный воздух, без контроля влажности, фильтрация G4	Влажность от 0 до 100%, нет фильтрации, при тушении ЦОД выключается	наружный воздух, до 25-27°C, влажность 0-100%
Прямой наружный воздух, с контролем влажности, фильтрация F7	Фильтрация G4, при тушении ЦОД выключается	наружный воздух, адиабатическое охлаждение
Непрямое адиабатическое охлаждение	99,6% соответствует A0	наружный воздух, адиабатическое охлаждение

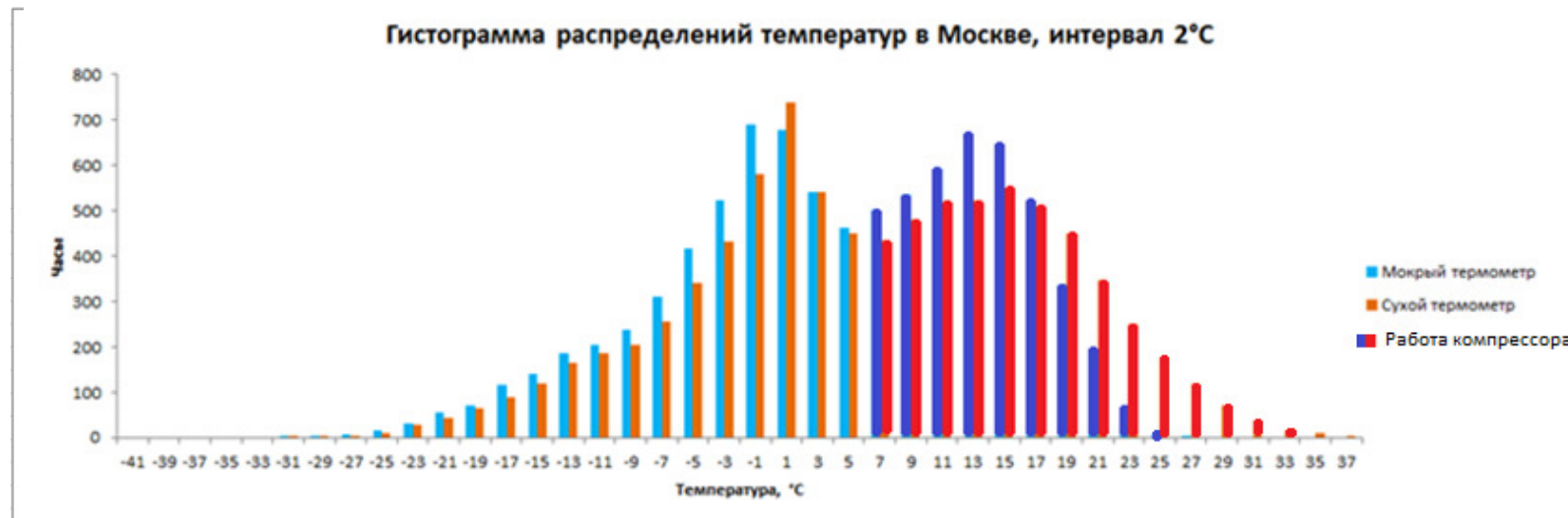
Фреоновая система кондиционирования



Фреоновые прецизионные кондиционеры, простое решение, с минимальными начальными вложениями.

Компрессор работает при любых наружных температурах

Системы чиллер-фанкойл



Чиллер-фанкойл, АБХМ, Turboscore – переход на полный фрикулинга +5 °C

Td > 5 °C – 5000 часов

Системы бескомпрессорного охлаждения



Использование наружного воздуха (фрикулинг: прямой и непрямой) –
Tw > 23 °C – 76 часов, Td > 23 °C – 681 час.

Парокомпрессионные холодильные машины

В нашем варианте принята одноконтурная система с температурой жидкости 12–17 °С (50% этиленгликоль для Новосибирска, 40 % – для Москвы и 30% для Ростова-на-Дону).

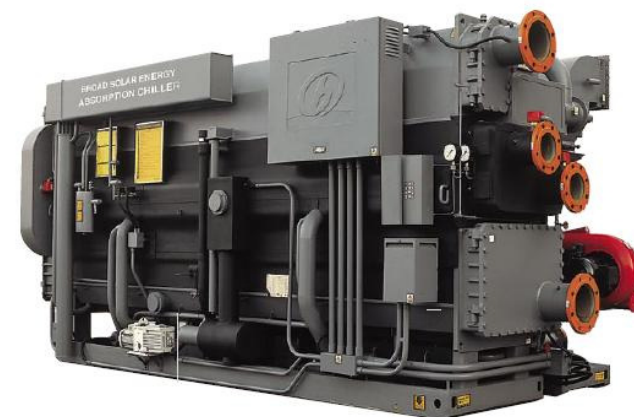


Абсорбционные бром-литиевые машины (АБХМ)

АБХМ требует для работы горячую ($>100\text{ }^{\circ}\text{C}$) воду или подвод магистрального газа.

Для работы необходима мокрая градирня.

Высокая инерционность старта (30–60 мин)



Безмасляные холодильные машины, Turbocore

Холодильные машины требуют мокрой или орошаемой градирни – в отличие от парокompрессионных машин.

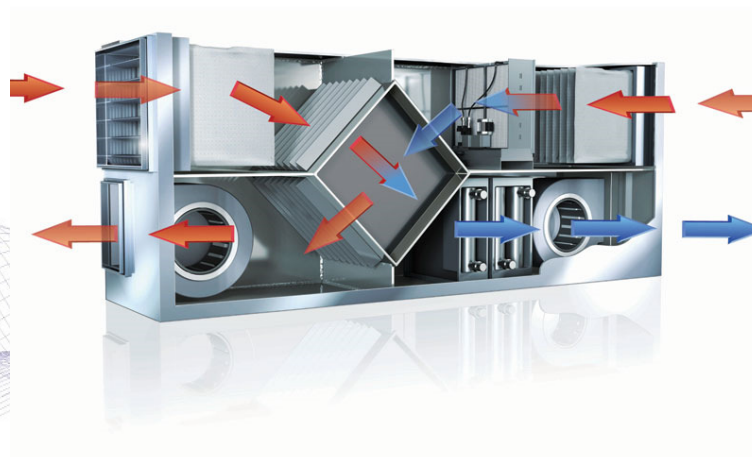
Турбокоры имеют низкий EER при частичной загрузке, т. е. при работе совместно с фрикулингом или при неполной загрузке ЦОД.



Системы бескомпрессорного охлаждения

Системы используют наружный воздух для охлаждения:

- прямой без контроля влажности;
- прямой с контролем влажности и фильтрацией;
- косвенный фрикулинг с адиабатическим охлаждением.



Прямой фрикулинг

Использование прямого наружного воздуха для охлаждения.

Недостатки:

- при тушении необходимо остановить ЦОД и прекратить циркуляцию воздуха;
- управление влажностью зимний/летний режим;
- фильтрация (M5/F7).

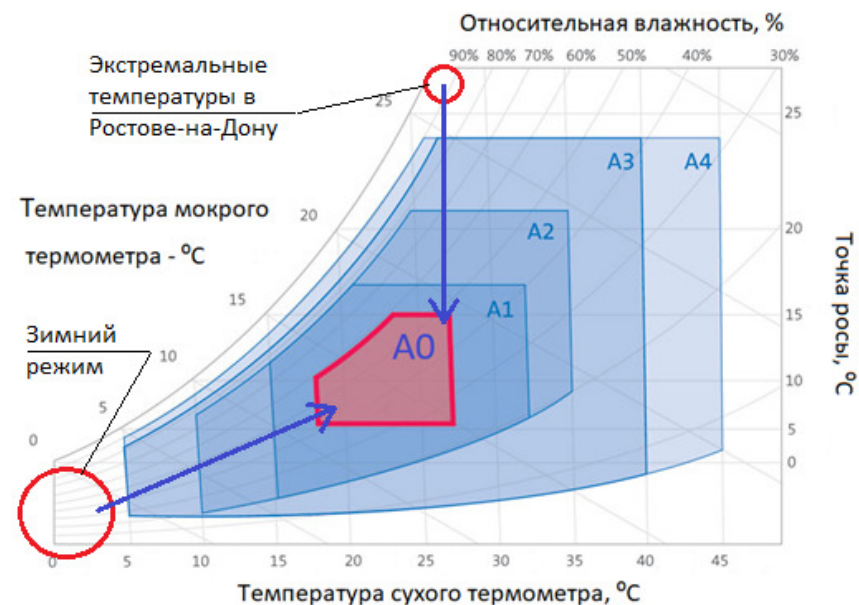


Прямой фрикулинг, влажность

Зимой температура и влажность воздуха
намного ниже, чем ASHRAE A0.
Воздух необходимо подогреть и увлажнить.

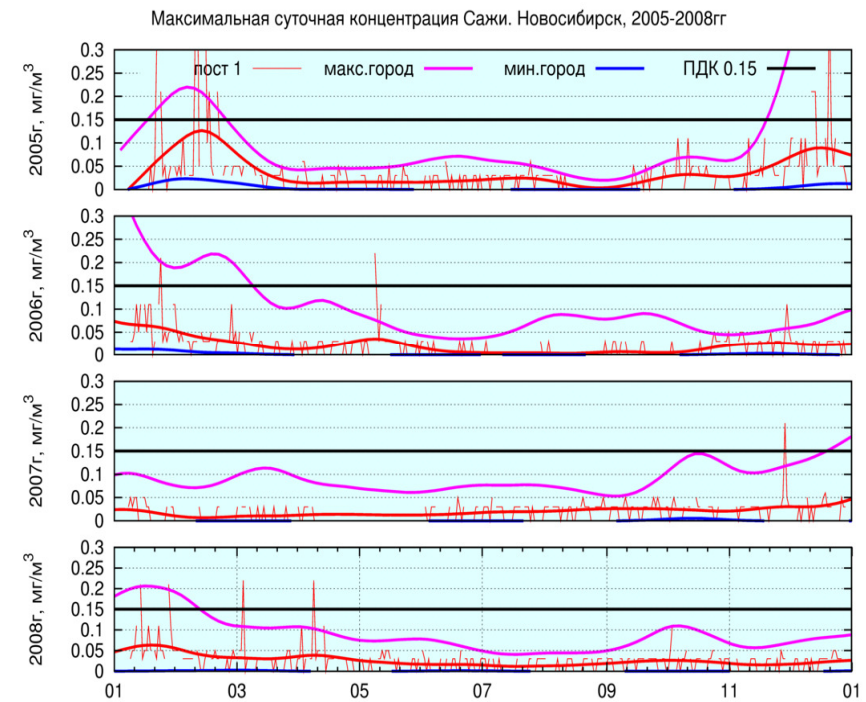
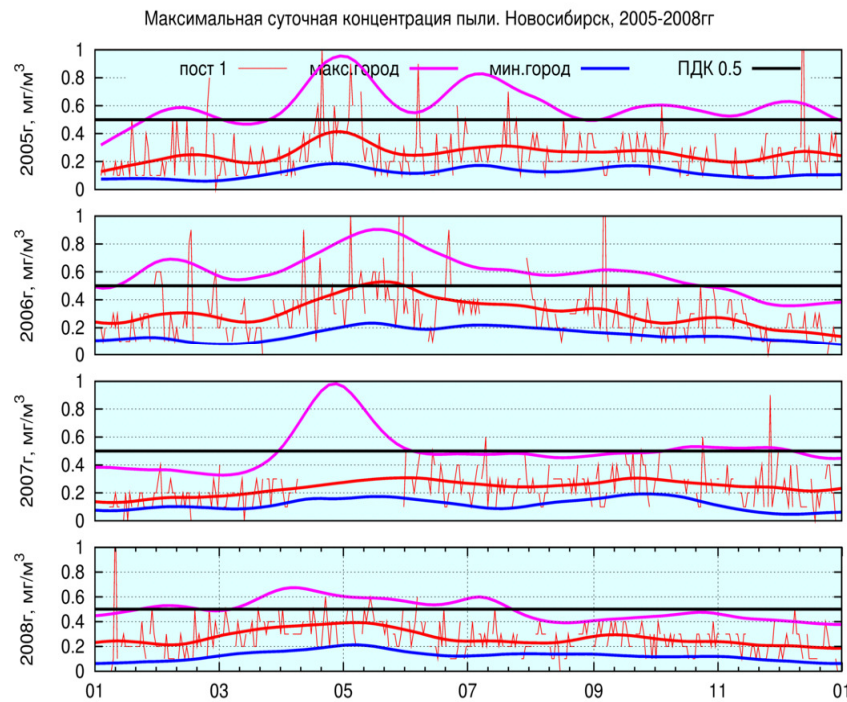
Энергоэффективное увлажнение
подразумевает существенный расход
очищенной воды (500–700 куб.м/год).

В летнем режиме системы с прямым
фрикулингом требуют фреоновых осушителей.



Прямой фрикулинг, фильтрация

Уровень концентрации пыли и сажи в воздухе, Новосибирск, исследования



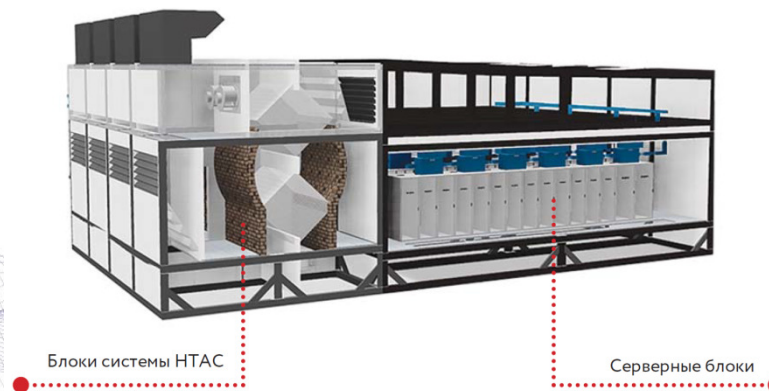
Непрямой адиабатический фрикулинг

Теплообмен производится в теплообменниках «воздух-воздух».

Внешний воздух не используется в машинном зале.

Преимущества:

- тушение возможно без остановки ЦОД;
- фильтрация (M5/F7) незначительна для вентиляции;
- увлажнение/осушение для изолированного внутреннего воздуха неэнергозатратно.



Расчет потребления, в МВтч

Технология	Расход электроэнергии, МВтч, Новосибирск	Расход электроэнергии, МВтч, Москва	Расход электроэнергии, Санкт-Петербург	Расход электроэнергии, Ростов-на-Дону
DX системы, фреоновые кондиционеры;	1853	1856	1854	1877
Парокомпрессионные холодильные машины, чиллер-фанкойл	1315	1439	1599	1669
Прямой наружный воздух, без контроля влажности, фильтрация G4	789	864	840	956
Прямой наружный воздух, с контролем влажности, фильтрация	1034	1159	1100	1352
Непрямое адиабатическое охлаждение.	892	956	948	1079

Экономическое сравнение

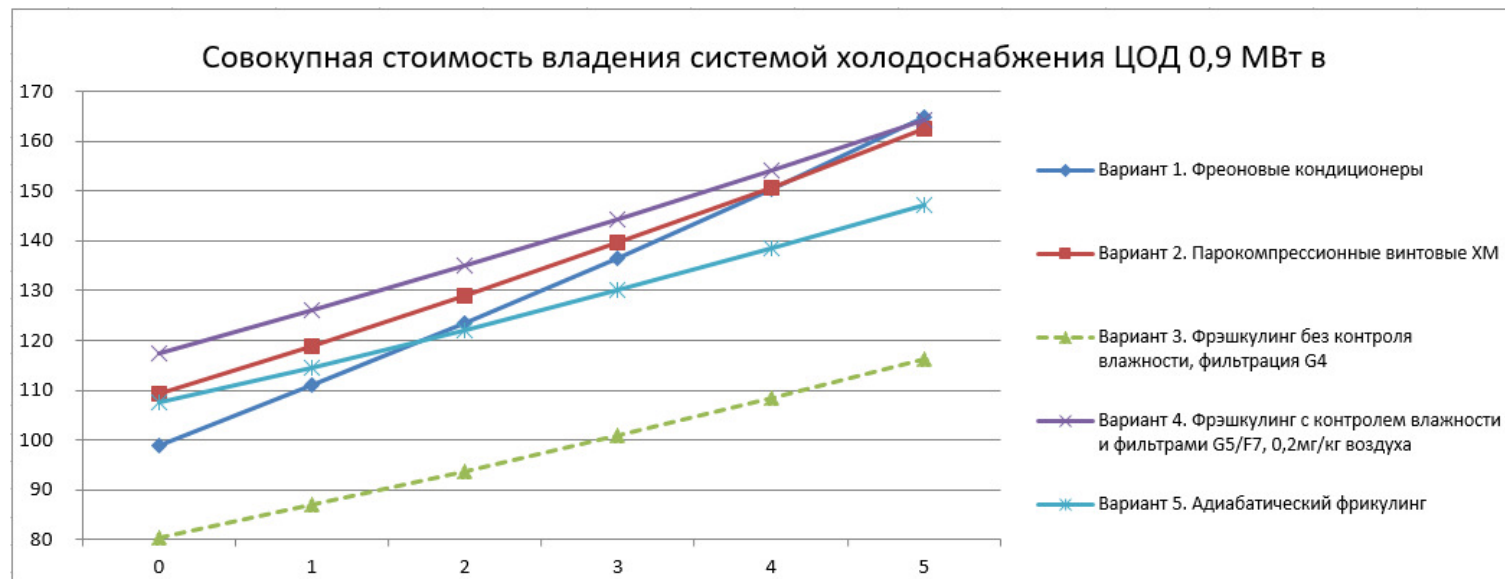
Экономическое сравнение технологий проводится на основе вычисления совокупной стоимости владения системой холодоснабжения ЦОД за 5 лет эксплуатации.

Стоимость CAPEX складывается с годовым OPEX нарастающим итогом.

OPEX учитывает стоимость сервиса кондиционеров, чиллеров, стоимость электроэнергии, фильтров и воды.



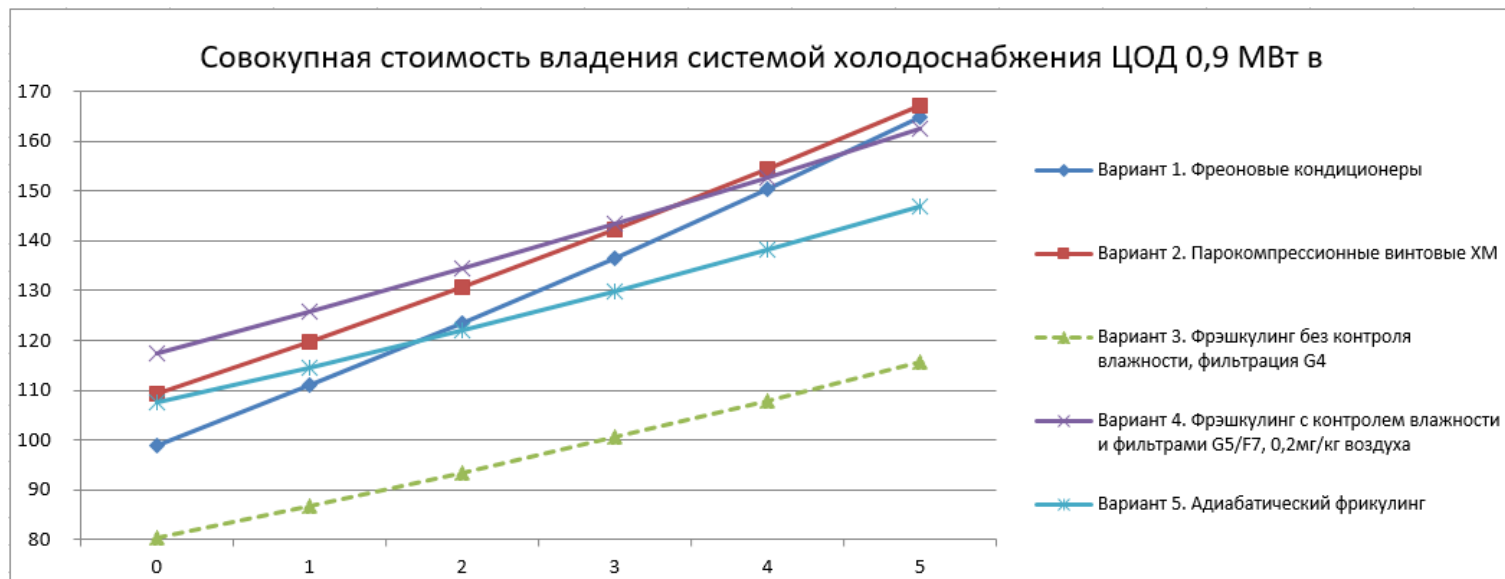
Оценки TCO, Москва



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

Вариант фрешкулинга без контроля влажности, с фильтрацией G4 указан штриховкой, т. к. в оценке не учтено полное влияние на ИТ-оборудование.

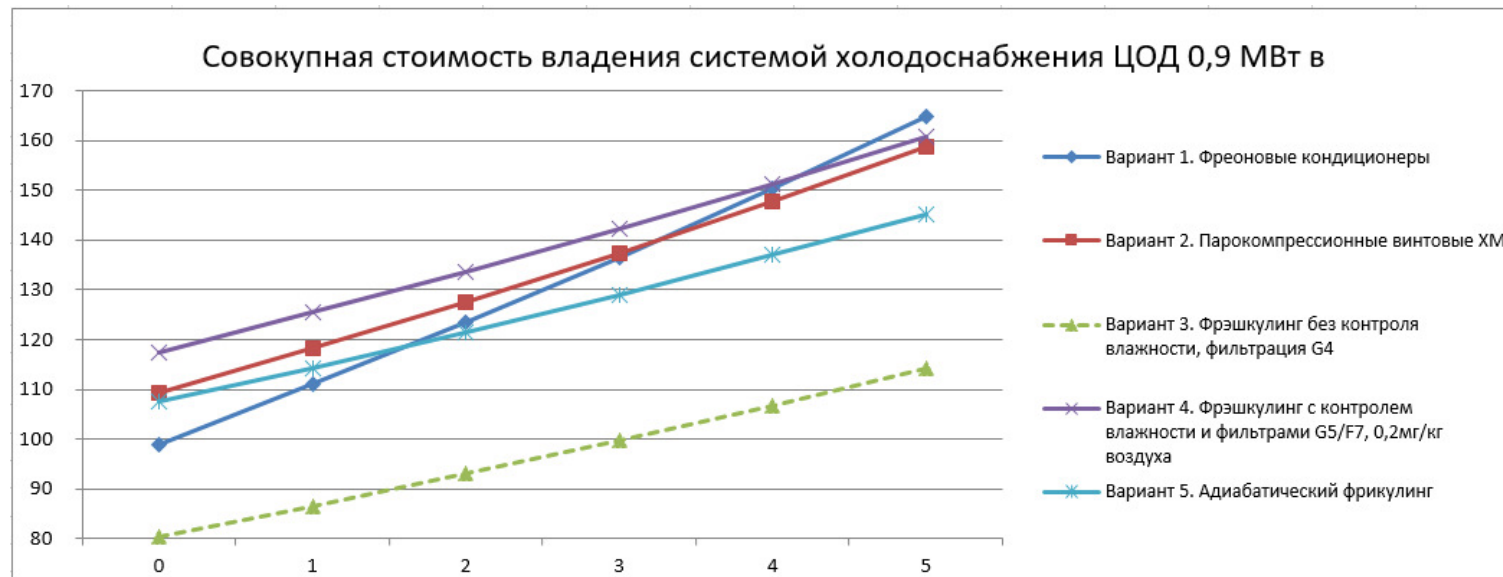
Оценки TCO, Санкт-Петербург



Сравнение оценок совокупной стоимости владения за 5 лет эксплуатации для различных вариантов системы холодоснабжения в Санкт-Петербург

Вариант фрешкулинга без контроля влажности, с фильтрацией G4 указан штриховкой, так как в оценке не учтено полное влияние на ИТ-оборудование

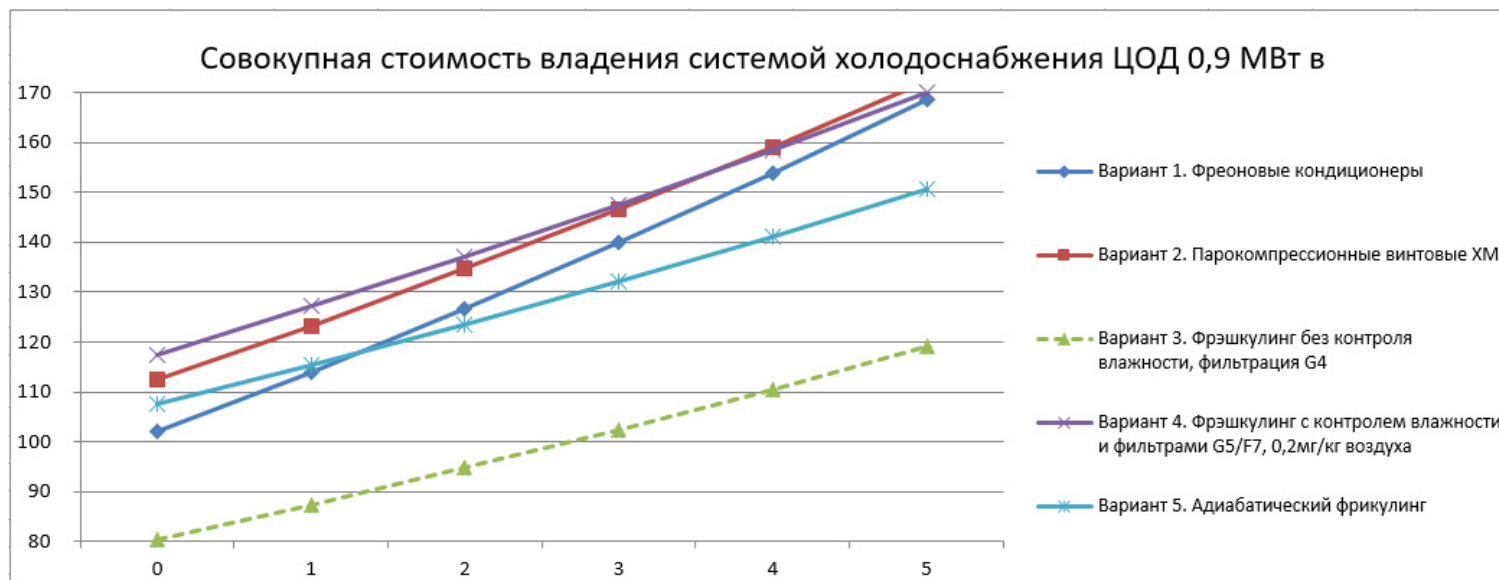
Оценки TCO, Новосибирск



Сравнение оценок совокупной стоимости владения за 5 лет эксплуатации для различных вариантов системы холодоснабжения в Новосибирск

Вариант фрешкулинга без контроля влажности, с фильтрацией G4 указан штриховкой, так как в оценке не учтено полное влияние на ИТ-оборудование

Оценки TCO, Ростов-на-Дону



Сравнение оценок совокупной стоимости владения за 5 лет эксплуатации для различных вариантов системы холодоснабжения в Ростове-на-Дону.

Вариант фрешкулинга без контроля влажности, с фильтрацией G4 указан штриховкой, т. к. в оценке не учтено полное влияние на ИТ-оборудование.

Выводы

Наиболее перспективной системой с точки зрения совокупной стоимости владения является система с непрямым охлаждением –
непрямой адиабатический фрикулинг.



Блоки системы HTAC

Серверные блоки