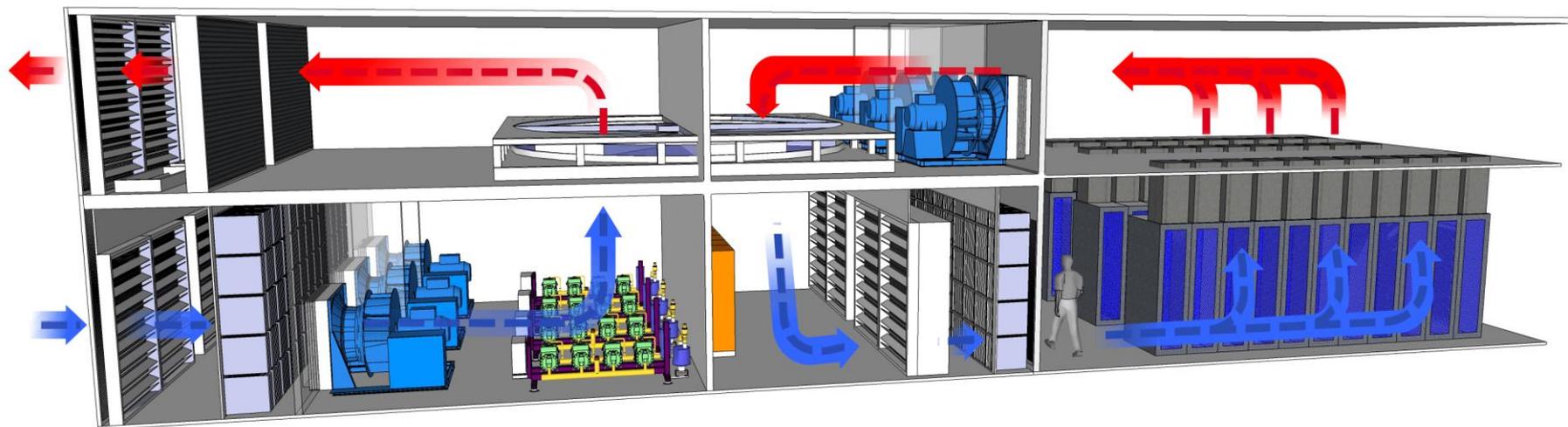


# Установки охлаждения на роторных теплообменниках

**KYOTO COOLING®**



# KyotoCooling в России

На сегодня ЦОД SDN в Санкт-Петербурге является мировым лидером по суммарной производительности установок **KyotoCooling** на одном объекте.



Премия DCAwards 2015  
«Лучшее решение в  
области охлаждения»

- В эксплуатации 8 установок по 600 кВт каждая.
- Производительность из расчета N+2 – 3 600 кВт
- Первые две установки введены в январе 2014 года.
- Последние из этих восьми – в апреле 2016 года.
- В настоящее время измеренные затраты электроэнергии на охлаждение ЦОД, включая все вентиляторы 7% от IT- нагрузки.
- Позитивный опыт эксплуатации и обслуживания

# КyotoCooling в мире

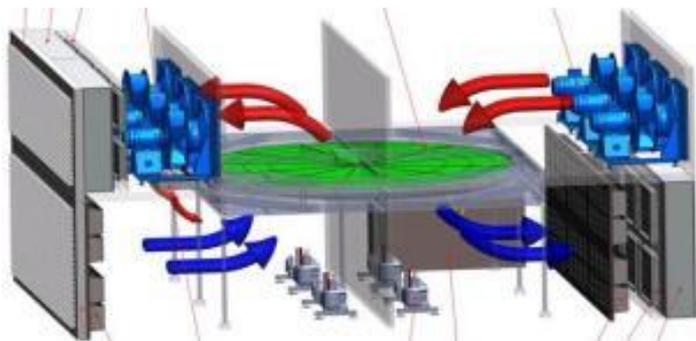
- 60 заказчиков,
- 11 стран Европы, Северной и Южной Америки, Африки, Азии, Австралии
- 378 установок охлаждения
- 172 605 кВт суммарной производительности



# Решение KyotoCooling

Свое название компания KyotoCooling B.V. (Нидерланды) получила в связи подписанным в декабре 1997 года «Киотским протоколом» об ограничении выбросов парниковых газов для предотвращения глобального потепления.

Такое сокращение выбросов возможно, в первую очередь, за счет снижения затрат электроэнергии. А в глобальном энергетическом балансе суммарное потребление на охлаждение ЦОД играет заметную роль.

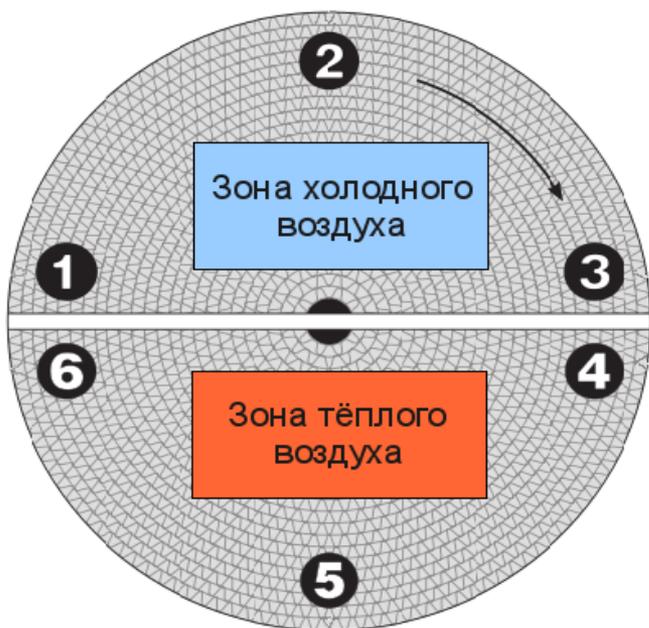


Команда энтузиастов, обладающих опытом, как в индустрии климатических машин, так и в эксплуатации дата-центров вывела на рынок решение, обладающее следующими главными качествами:

- Минимально возможный расход энергии
- Высокая надежность
- Беспроблемное обслуживание

# Роторные теплообменники

Если исключить прямую вентиляцию уличным воздухом, которая по многим причинам имеет большие ограничения для использования в ЦОД, наиболее эффективными переносчиками тепла являются роторные теплообменники.



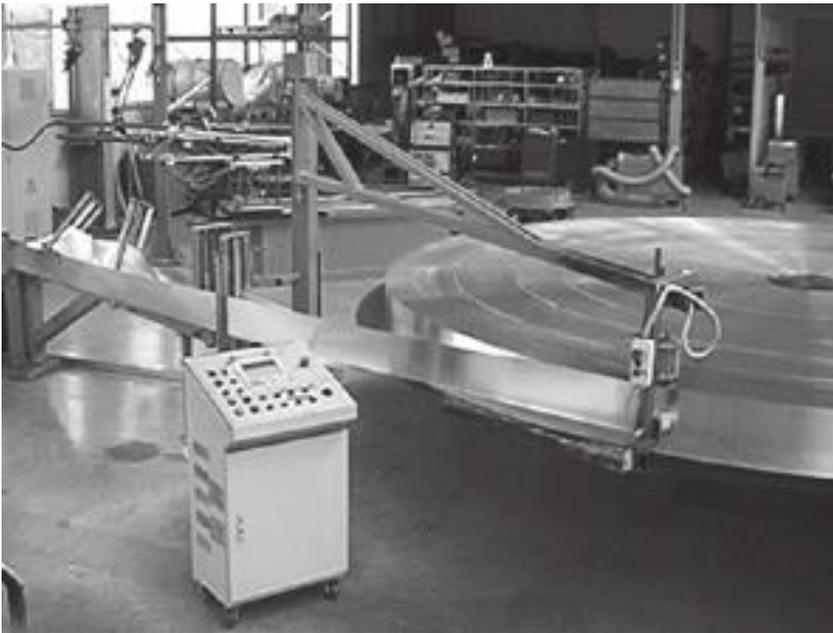
Сердцем установки является алюминиевый диск с тонкими аксиальными каналами. Воздух может проходить по этим каналам через диск вдоль его оси, но не может растекаться в других направлениях. Благодаря огромной поверхности тепло хорошо передается от воздуха металлу и обратно. За каждый оборот каждый сегмент диска нагревается в зоне теплого внутреннего воздуха и отдает это тепло холодному внешнему воздуху.

Таким образом реализуется очень эффективный отвод тепла из охлаждаемого помещения при незначительном переносе воздуха.

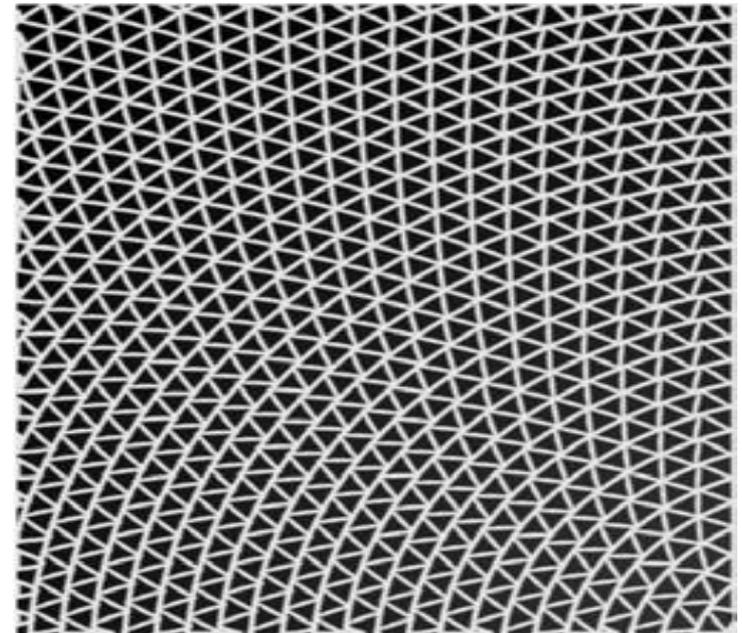
Такая техника уже давно используется в качестве рекуператоров в системах вентиляции зданий, но применение ее для охлаждения компьютерных залов потребовало определенной смелости мышления и решения ряда инженерных задач

# Роторные теплообменники

Диск роторного теплообменника изготавливается путем намотки и склейки гофрированной тонкой алюминиевой ленты



Процесс изготовления ротора



Соты ротора, вид с торца

Ротор для мощной установки может достигать шести метров в диаметре. Большие роторы разрезают на сегменты для перевозки и собирают уже на своем месте внутри установки на объекте.

# Энергоэффективность

Факторы энергоэффективности:

- Нет необходимости перекачивать теплоноситель. Для вращения ротора 600-киловатной установки требуется всего 1.5 кВт.
- Минимум границ на пути теплопередачи: «воздух-металл-воздух». Установка KyotoCooling использует пассивное охлаждение когда на улице всего на три градуса холоднее, чем в ЦОД.



Для сравнения:

- Насосная группа аналогичной по мощности системы с жидким теплоносителем потребляла бы несколько десятков киловатт.
- Даже в одноконтурной системе с жидким теплоносителем: «воздух-металл-антифриз-металл-воздух». Поэтому практическая разность температур требуется не менее 7 градусов.

# Вентиляторы



Циркуляцию воздуха обеспечивают мощные промышленные вентиляторы с частотным регулированием скорости вращения. В серверном зале имеются датчики перепада давления между холодным и горячим коридорами для оптимального управления производительностью.

# Free-cooling & DX



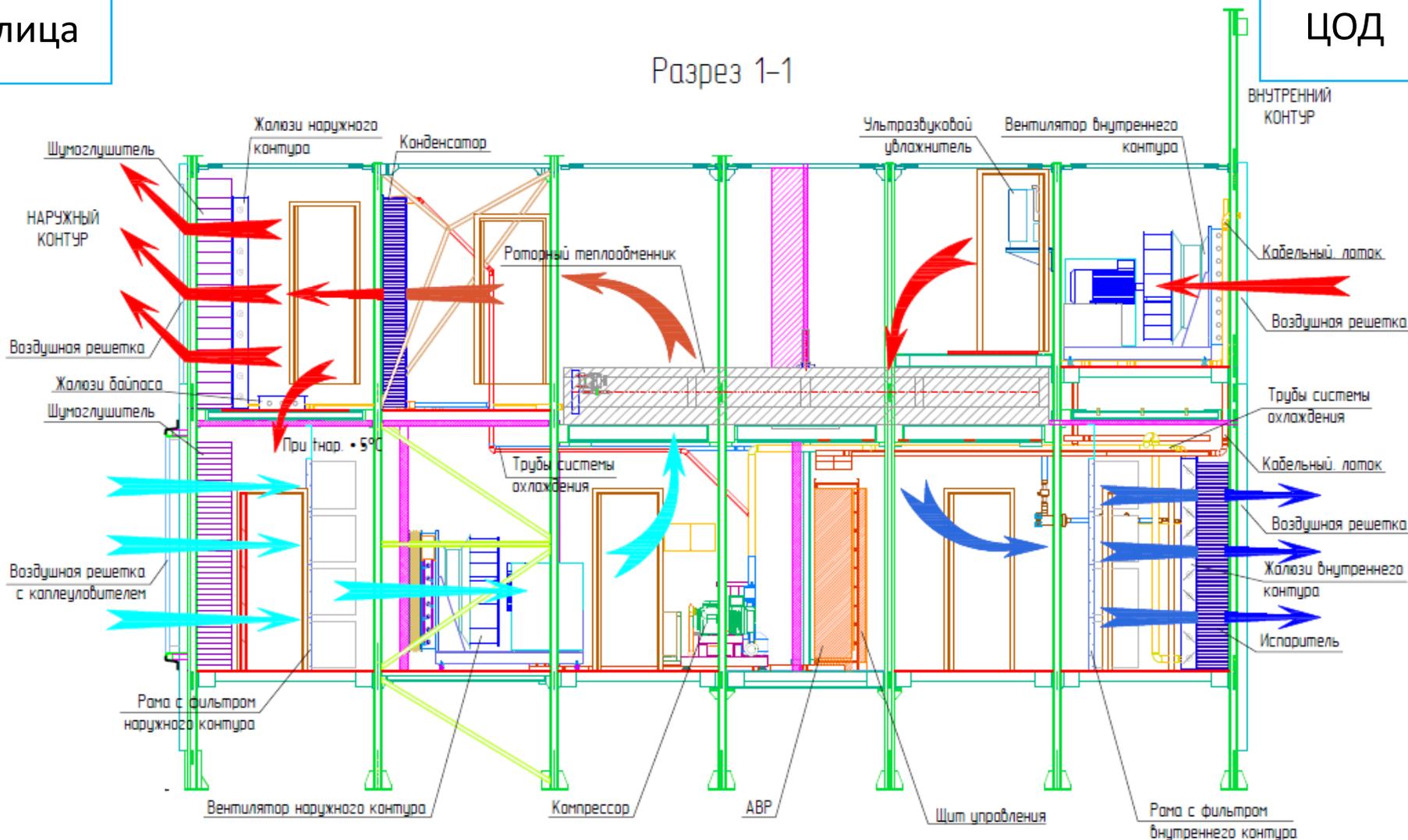
Для работы в жаркие часы летних дней предусмотрены фреоновые холодильные машины на полную производительность. Они же обеспечивают резерв на время обслуживания ротора.

# Разрез ячейки охлаждения

Улица

ЦОД

Разрез 1-1

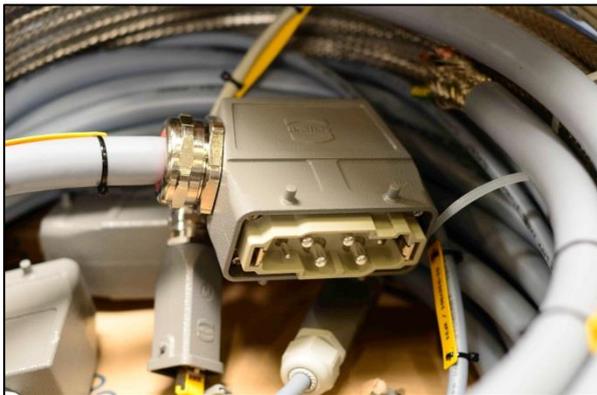


В ЦОД SDN используются установки во встраиваемом в здании исполнении.

# Система управления

Каждая установка поставляется в комплекте с готовой системой управления и всеми соединительными шнурами. Благодаря этому сборка и пуско-наладка занимает 4-5 недель.

Каждая установка может работать автономно. В штатном режиме все установки автоматически координируют свои режимы работы, распределяя нагрузку для достижения максимальной эффективности. Именно система управления является главным преимуществом решения KyotoCooling. Реализованные в ней алгоритмы обеспечивают устойчивую работу при в любых условиях и сочетаниях режимов.



# Режимы работы установки

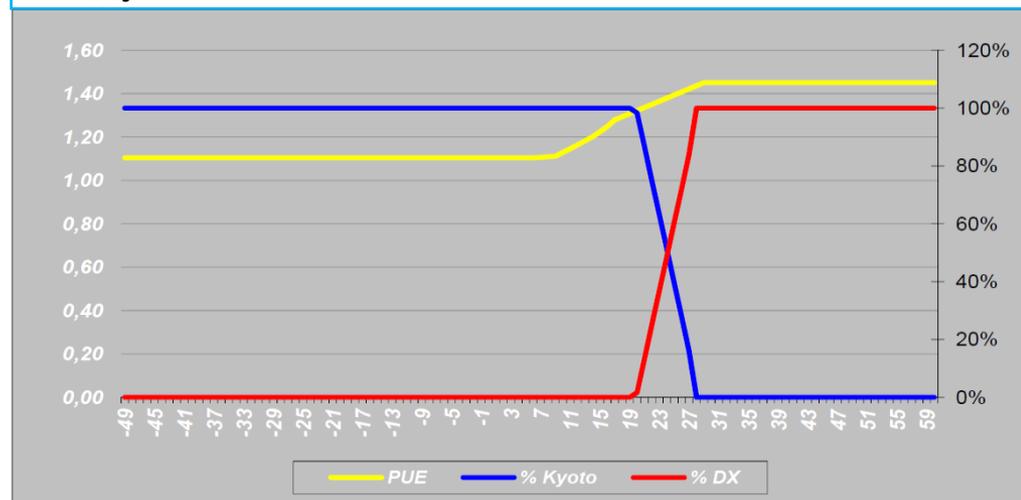
Climate data for Saint Petersburg 1981-2010

Rate	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Record high °C	8,7	10,2	15,3	25,3	33,0	34,6	35,3	37,1	30,4	21,0	12,3	10,9	37,1
Average high °C	-3	-3	2,0	9,3	16,0	20,0	23,0	20,8	15,0	8,6	2,0	-1,5	9,1
Daily mean °	-5,5	-5,8	-1,3	5,1	11,3	15,7	18,8	16,9	11,6	6,2	0,1	-3,7	5,8
Average low °C	-8	-8,5	-4,2	1,5	7,0	11,7	15,0	13,4	8,8	4,0	-1,8	-6,1	2,7

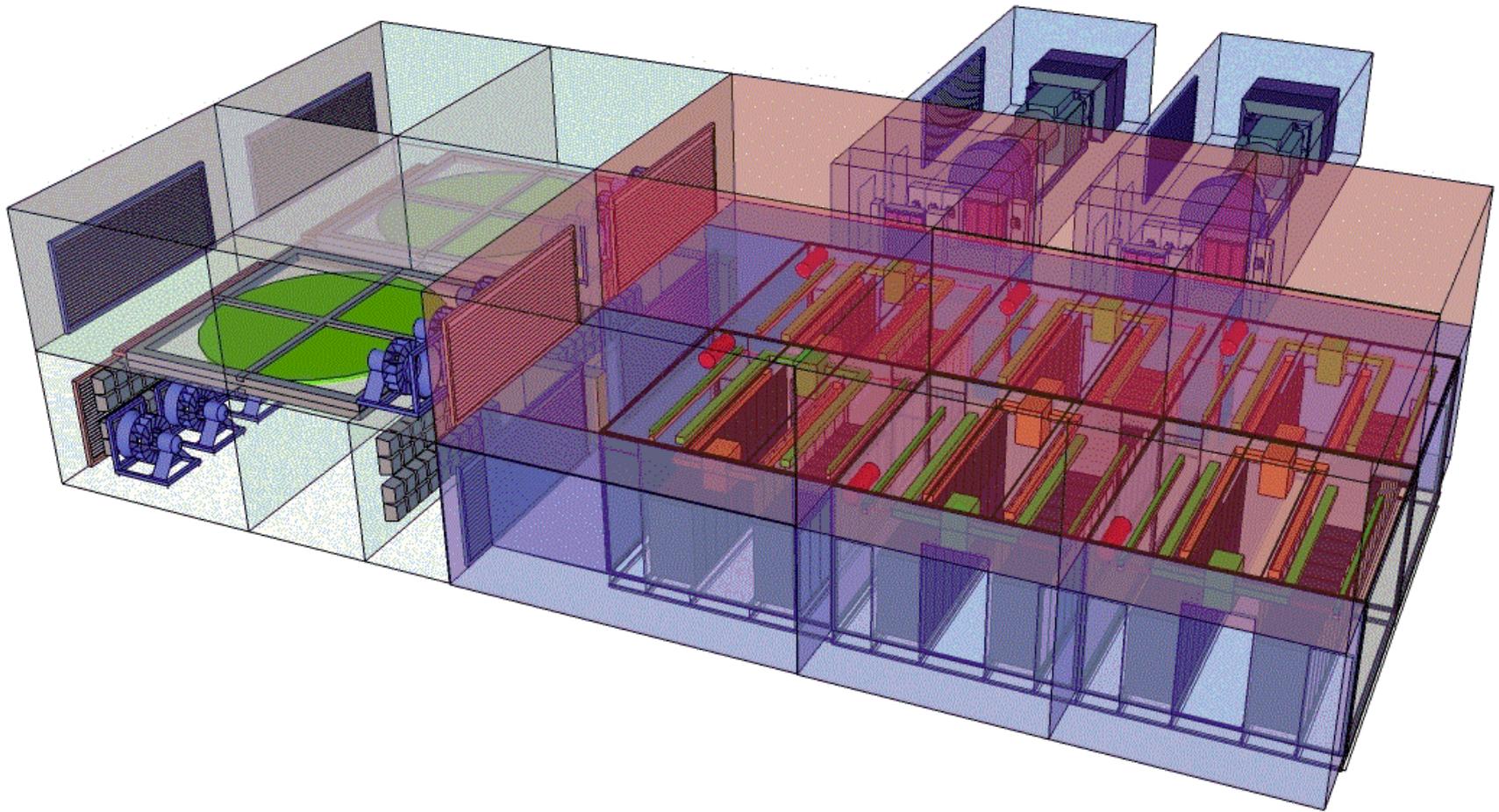
Роторные теплообменники позволяют обеспечивать охлаждение без использования холодильных машин 91,2% времени в году (расчетные данные для средних климатических условий в СПб). 8,1% времени холодильные машины используются частично, в сочетании с роторным теплообменником. И только 0,7% времени холодильные машины используются на полную мощность.

Проектом предусмотрено выполнение отдельной подсистемы гарантированного питания на ДГУ для силовых потребителей (компрессоры DX, вентиляторы) установок охлаждения. Она же обеспечивает локальную генерацию дополнительной мощности в пиковые часы при недостатке мощности на городском вводе.

Переключение между режимами в зависимости от температуры окружающего воздуха.



# История внедрения в России



Сотрудничество с KyotoCooling B.V. (Нидерланды) началось в 2008 году. Тогда был разработан универсальный «конструктор» Степ.Куб для построения дата-центров. Решением для охлаждения было выбрано KyotoCooling.

# История внедрения в России



Лето 2010



# История внедрения в России

## Испытания опытного модуля – Лето 2010 года



Летом 2010 года был построен полномасштабный опытный образец, на котором была продемонстрирована работоспособность компоновочных решений и эффективность охлаждения.

На декабрь 2016 (реализовано 6 очередей):

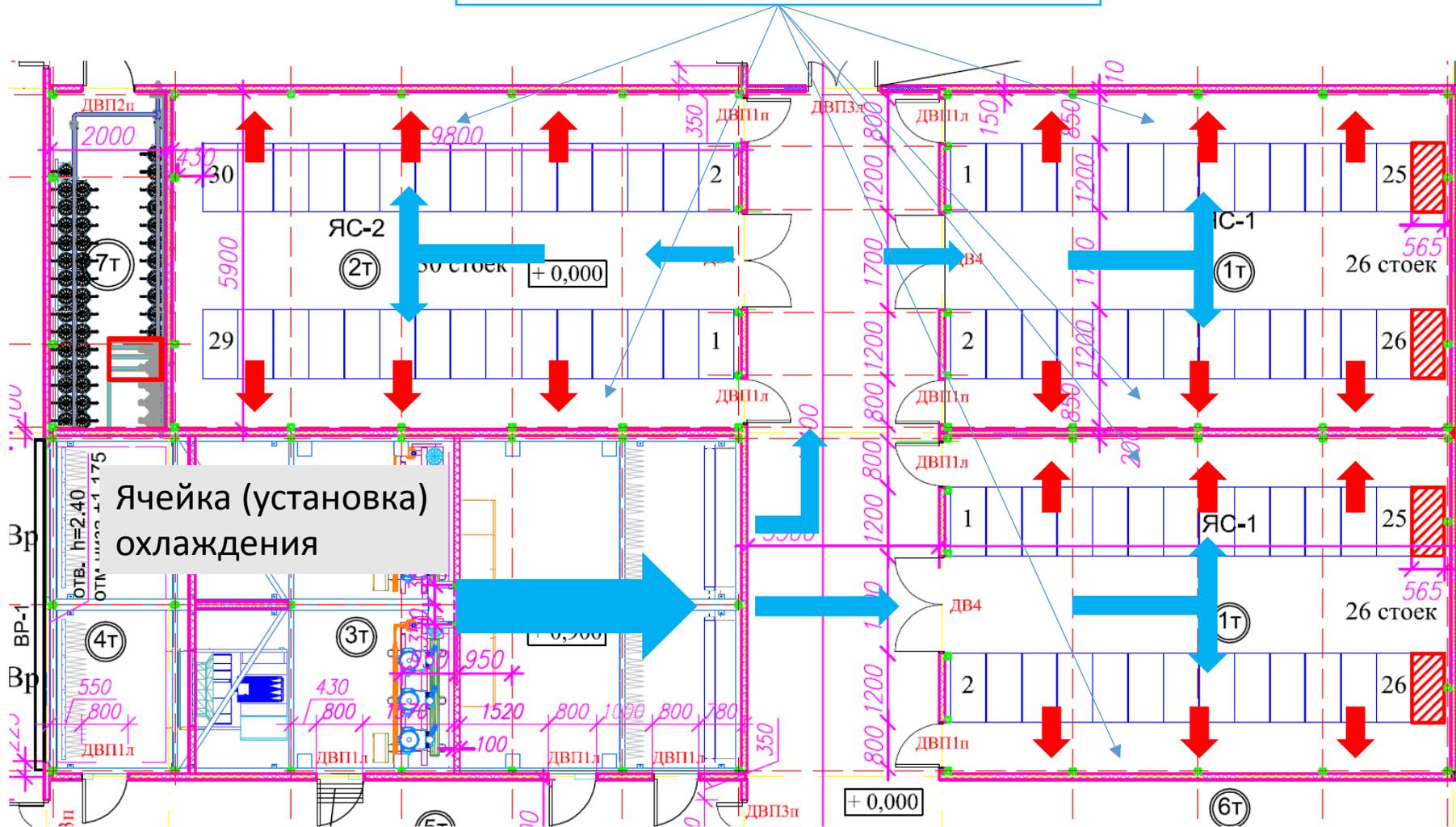
- Земельный участок площадью **3,05 га** в собственности
- Серверный модуль – **945 стоек**
- Административно-бытовой корпус – **1500 м<sup>2</sup>**
- Присоединение к городу - **10 МВА** (2 ввода). Собственная РП
- 4 Дизель-роторных ИБП по 1600 кВА
- 2 ДГУ по 2000 кВА
- Нагрузка на стойку – до **40 кВт**
- Суммарная мощность системы охлаждения **3,6 МВт (N+2)**
- Три маршрута ВОЛС
- Топливное хранилище **100 м<sup>3</sup>**



Для реализации потенциала энергоэффективности системы охлаждения применены специальные компоновочные решения, о которых рассказывается ниже.

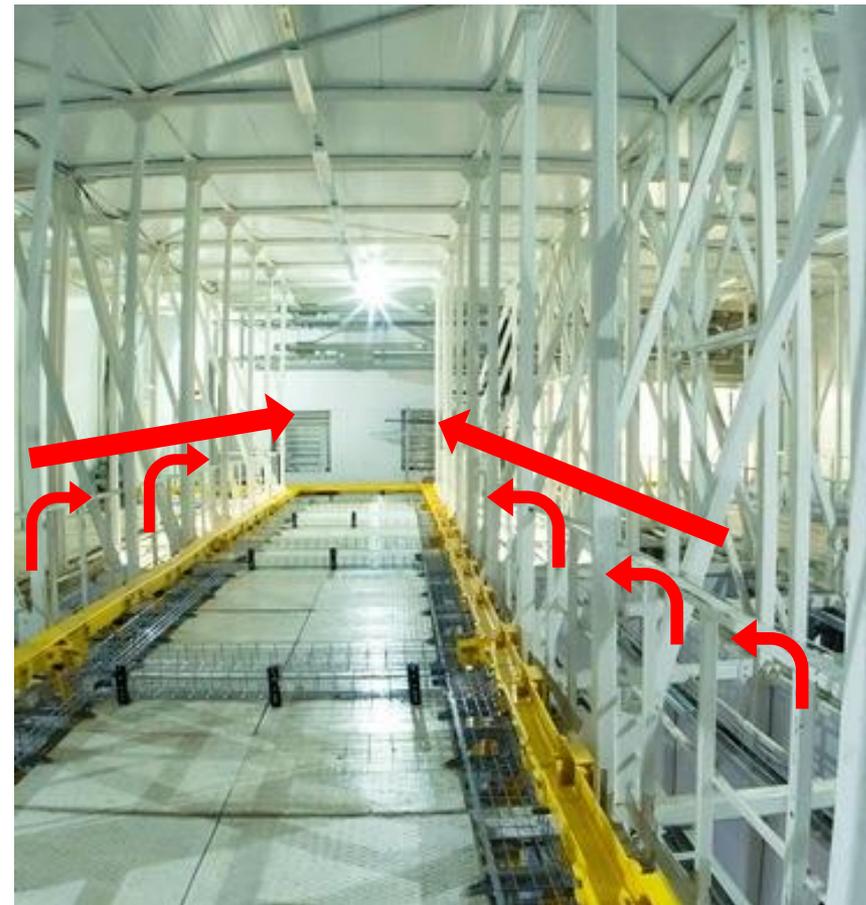
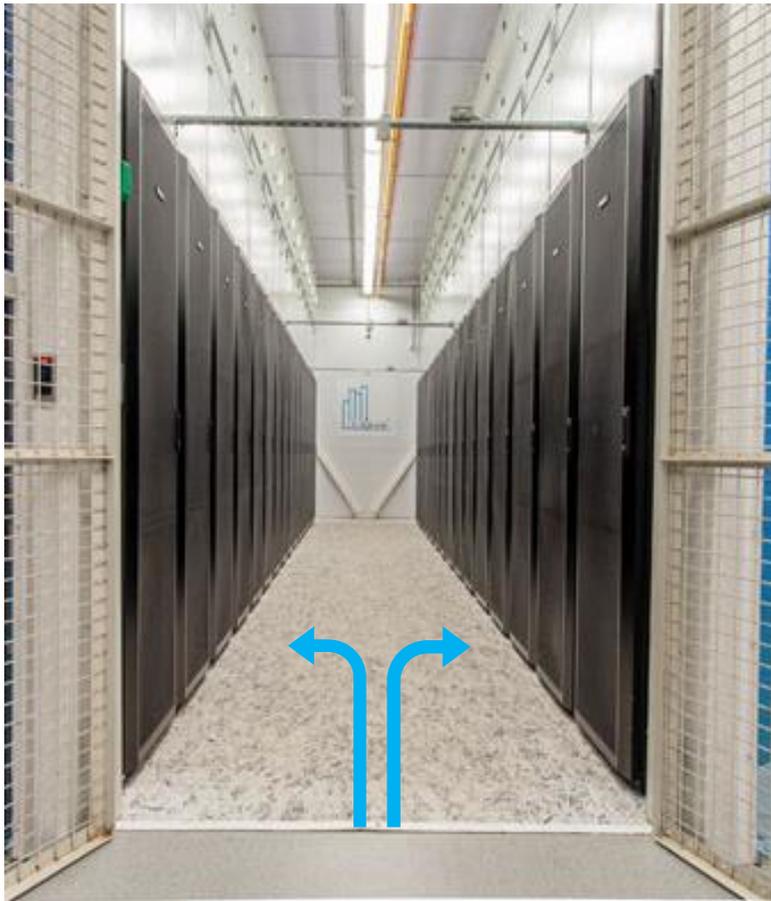
# Архитектурное решение и компоновки

Из горячих коридоров нагретый воздух поступает на горячий этаж и затягивается в ячейку охлаждения





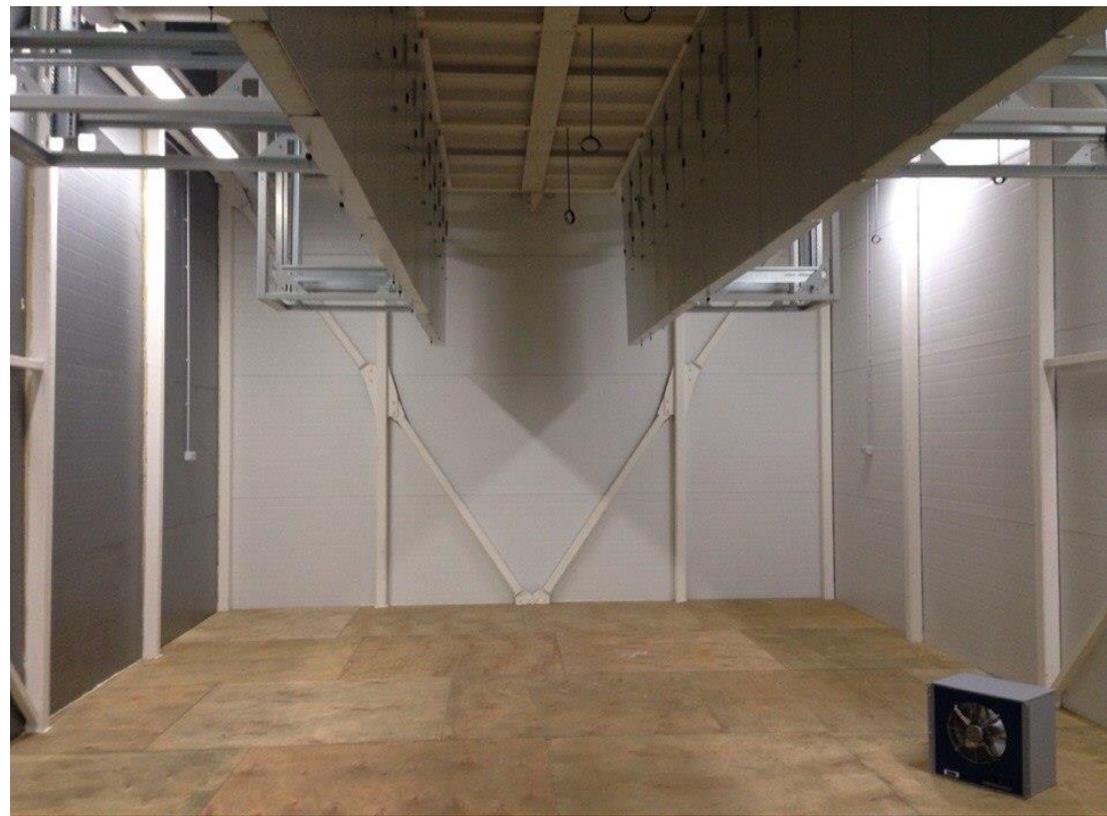
# Архитектурное решение и компоновки



Холодный коридор  
Практически всё сечение первого  
этажа используется для движения  
холодного воздуха

Горячий воздух уходит в ячейку охлаждения  
по второму этажу. Вдали видны заборные  
жалюзи.

# Адаптация к высоте стоек



Подвижная нижняя часть «подвесного шкафа» позволяет обеспечить плотное прилегание к серверным шкафам разной высоты

# Процесс сборки



