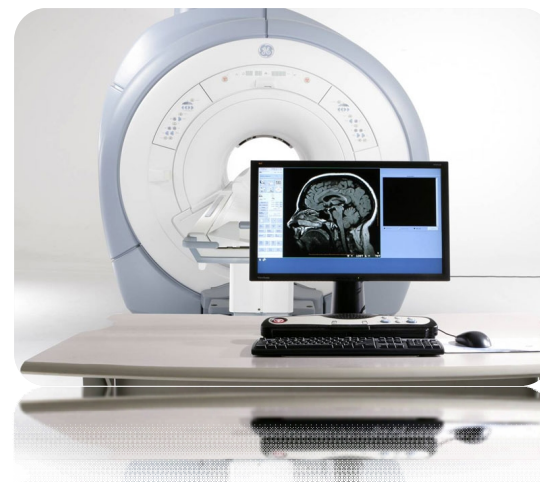


Особенности проектирования технологического оборудования для холодоснабжения и микроклимата в МРТ центрах



Магнитно-резонансная томография

Магнитно-резонансная томография – метод исследования, использующий магнитное поле и электромагнитные волны для создания изображений органов и тканей человеческого организма.

Технология МРТ достаточно сложная – используется эффект резонансного поглощения атомами электро-магнитных волн. Человека помещают в магнитное поле, которое создает аппарат.

Молекулы в организме при этом разворачиваются согласно направлению магнитного поля. После этого радиоволной проводят сканирование. Изменение состояния молекул фиксируется на специальной матрице и передается в компьютер, где проводится обработка полученных данных. В отличие от компьютерной томографии МРТ позволяет получить изображение патологического процесса в разных плоскостях.

Магнитно-резонансный томограф по своему внешнему виду похож на компьютерный. Исследование проходит так же, как и компьютерная томография. Стол постепенно продвигается вдоль сканера. МРТ требует больше времени, чем КТ, и обычно занимает не менее 1 часа.



Состав МРТ центра

Центр МРТ включает в себя следующие помещения, для которых производителями томографов заданы специальные требования: комната сканирования (РЧ-кабина), техническое помещение, комната управления.

Комната сканирования – процедурная, в которой расположен томограф и производится исследование пациента.

Техническое помещение – помещение, в котором расположено технологическое оборудование (отображающая аппаратура и компьютер).

Комната управления – помещение, в котором располагаются операторы, которые управляют томографом.

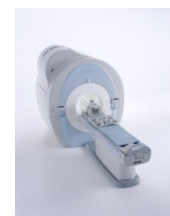


Основные производители магнитно-резонансных томографов

ü Siemens



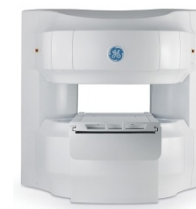
ü Toshiba



ü Philips



ü GE



ü Hitachi



Технические особенности МРТ на примере производителей Toshiba и Siemens

Характеристика системы	Toshiba		Siemens	Примечание
Количество потребителей	3 (Gradient power supply, Gradient coil, Refrigerator)		1 (SEP)	
Расход подаваемой воды, л/мин	Gradient power supply	30 или более	90 или более	
	Gradient coil	12 или более		
	Refrigerator	6 или более		
Обеспечение непрерывной циркуляции через технологическое оборудование	Да		Да	<p>При выходе из строя чиллера или других элементов охлаждения система остаётся неработоспособной. Поэтому рекомендуется предусматривать систему аварийного охлаждения технологического оборудования проточной водой из СХС со сливом в канализацию здания.</p> <p>Переключение в аварийный режим и обратно может выполняться вручную или автоматически.</p>
Температура подаваемой воды, °С	Gradient power supply	18-28	6-12	<p>Для Siemens может быть использована вода с параметрами системы кондиционирования.</p> <p>Для Toshiba это невозможно из-за потребности в воде более высокой температуры по сравнению с той, которую может подготовить чиллер.</p>
	Gradient coil			
	Refrigerator			

Технические особенности МРТ на примере производителей Toshiba и Siemens (продолжение)

Характеристика системы	Toshiba		Siemens	Примечание
Потеря давления (максимальное давление)	Gradient power supply	0,28 (0,6) МПа	0,1 (0,6) Мпа	<p><i>Toshiba</i> включает несколько потребителей холодоносителя с разными гидравлическими характеристиками.</p> <p>Это усложняет задачу охлаждения с их обеспечением и требует разбивку на отдельные контуры и установку промежуточных теплообменников, насосов, расширительных бачков и т.д.</p>
	Gradient coil	0,38 (0,8) МПа		
	Refrigerator	0,1 (0,8) МПа		
Особые требования к сечению трубопроводов между чиллером и технологическим оборудованием	Нет		Не менее 2"	
Требуемая температура и относительная влажность в комнате сканирования	18-24 °C 40-60%			
Требуемая температура и относительная влажность в технической комнате	18-24 °C 40-70%		18-24 °C 40-60%	

Технические особенности МРТ на примере производителей Toshiba и Siemens (продолжение)

Характеристика системы	Toshiba	Siemens	Примечание
Требования к шуму	В соответствии с СНиП		<p>Всё шумопроизводящее оборудование располагается в технической комнате.</p> <p>Для защиты комнаты сканирования от аэродинамического шума устанавливаются шумоглушители .</p>
Требования к подаче наружного воздуха в комнату сканирования	Санитарная норма (~10% от общего воздухообмена помещения)	100% наружного воздуха	<i>Siemens</i> требует большей мощности на агрегаты системы кондиционирования по сравнению с <i>Toshiba</i> .
Принудительное удаление возможной утечки гелия из МРТ в комнате сканирования	Да		Предусматривается аварийная вытяжная вентиляция. Производительность системы составляет 1800 м ³ /ч.

Основное отличие МРТ – величина индукции магнитного поля (оказывает влияние на типоразмеры соответствующего климатического оборудования).

Наиболее распространены томографы с индукцией магнитного поля 1,5 Тл.

Рассмотрим особенности требований производителей Siemens и Toshiba для томографов 1,5 Тл.

Основные потребители

- ü Siemens (1 потребитель) – SEP.
- ü Toshiba (3 потребителя) – Gradient power supply, Gradient coil, Refrigerator.

Требования к температуре и относительной влажности

- ü Техническое помещение – $t=21\pm 3$ °С, $\varphi=40-60\%$;
- ü Комната сканирования и комната управления – $t=21\pm 3$ °С, $\varphi=40-70\%$
(комната управления является помещением общего назначения и зачастую не входит в объём проектирования системы кондиционирования МРТ центра, а оснащается бытовой сплит-системой).



Требования к подаче наружного воздуха у разных производителей различны

- ü Siemens – система кондиционирования воздуха в помещении комнаты сканирования должна работать с подачей 100% наружного, что в абсолютных величинах составляет 1200-1400 м³/ч;
- ü Toshiba – не ставит жёстких требований к подаче наружного воздуха, что позволяет подавать оный в количестве санитарной нормы (в соответствии со СНиП 41-01-2003), 80-120 м³/ч.

Требования к охлаждённой воде

- ü $t=18-22$ °С;
- ü величины сопротивлений и расходов различны для каждого потребителя и указываются в инструкции оборудования.



Обзор технических решений систем кондиционирования МРТ центров

Функция системы кондиционирования воздуха и охлаждения технологического оборудования – удаление тепла от оборудования посредством воды; удаление тепла из помещения посредством воздуха. Без данной системы МРТ центр функционировать не будет.



Существует два варианта системы кондиционирования МРТ центра:

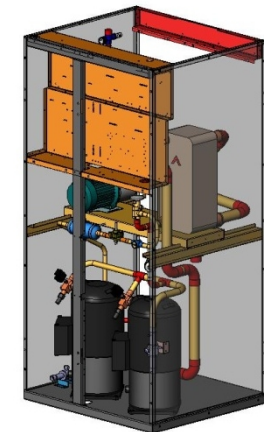
ü С общим источником холода.

Чиллер готовит воду для всех потребителей (технологическое оборудование, прецизионный кондиционер, охладитель приточной установки, фэнкойл).

ü С различными источниками холода.

Чиллер готовит воду требуемых параметров для технологического оборудования и сетевых потребителей холода (охладитель приточной установки, фэнкойл).

Прецизионный кондиционер с индивидуальным фреоновым контуром готовит холод и отвечает за параметры микроклимата в техническом помещении и функционирует независимо от системы охлаждения технологического оборудования.



Принцип работы системы кондиционирования воздуха для томографа Toshiba

Система кондиционирования состоит из приточной и вытяжной систем, а также прецизионного кондиционера компании «STULZ». Система работает на рециркуляции с подмесом наружного воздуха.

Прецизионный кондиционер «STULZ» предназначен для поддержания заданных параметров воздуха в технической комнате и располагается в обслуживаемом помещении.

В состав кондиционера входят: воздушный фильтр, вентилятор, электронагреватель, пароувлажнитель, охладитель непосредственного охлаждения, выносной конденсатор.



Основные задачи:

1. кондиционирование комнаты сканирования;
2. снятие тепловыделений в технической комнате;
3. снятие тепловыделений в комнате управления;
4. аварийное удаление гелия из комнаты сканирования.

Решение

1. Для поддержания в комнате сканирования требуемых параметров воздушной среды предусматривается кондиционирование со 100%-ной подачей наружного воздуха посредством центрального кондиционера «Wolf» KG25F. В состав установки входят: фильтры класса G4, F7, электрический калорифер 1 подогрева, электрический калорифер 2 подогрева, вентилятор, водяной охладитель, жалюзийный клапан с электроприводом на заборе воздуха, шумоглушители. Увлажнение воздуха осуществляется с помощью канального пароувлажнителя CP3 Basic 15.

2. Для снятия тепловыделений в технической комнате проектом предусматривается установка прецизионного кондиционера «Stulz» типа «Compact Line» CCU 200CW.

Кондиционер располагается непосредственно в обслуживаемом помещении. Подача воздуха производится вверх, через нагнетательный пленум с распределительными решетками, а забор – с передней панели кондиционера. Регулирование параметров воздуха в помещении осуществляется по датчикам, установленным на стороне всасывания кондиционера.

3. Для снятия теплоизбытков в комнате управления предусматривается установка фэнкойла KL 48 производства компании Wolf потолочного исполнения. Фэнкойл располагается непосредственно в обслуживаемом помещении.

4. В случае утечки гелия из магнитно-резонансного томографа в комнате сканирования, в проекте предусматривается аварийная приточная вентиляция и вытяжная вентиляция.

Принцип работы системы кондиционирования воздуха для томографа Toshiba (продолжение)

Подача воздуха производится сверху через распределительную решетку на фронтальной части, а забор – с передней панели кондиционера.

Регулирование параметров воздуха в помещении осуществляется по датчикам, установленным на стороне всасывания кондиционера.

Приток воздуха в помещение сканирующей кабины осуществляется приточной системой, состоящей из канального вентилятора, электронагревателя и шумоглушителя. Сторона всасывания вентилятора системы подсоединена к приточному коробу прецизионного кондиционера. Регулирование электроподогревателем осуществляется по температуре воздуха в сканирующей кабине.

Забор воздуха из помещения сканирующей кабины производит вытяжная система, в состав которой входит канальный вентилятор и шумоглушитель. К стороне всасывания вытяжной системы после шумоглушителя присоединен воздуховод наружного воздуха с фильтром и обратным клапаном.

Гидравлический контур

Согласно требованиям изготовителей необходимо обеспечить подачу холодоносителя на технологическое оборудование с температурой не ниже 18°C. Однако чиллер не может готовить воду с такой высокой температурой, поэтому необходимой является установка промежуточных теплообменников, разделяющих гидравлический контур со стороны холодильной машины (внешний, параметры 7°C /12°C) и гидравлические контуры со стороны технологического оборудования (внутренние) и, соответственно, циркуляционных насосов для транспортировки холодоносителя во внутренних контурах.

Для циркуляции во внутренних контурах рекомендовано использование дистиллированной воды. Также в соответствии с техническим заданием, проектом предусмотрено резервное присоединение водопроводной воды питьевого качества к внутренним контурам потребителей (технологическое оборудование) и слив в канализацию отеплённой воды. Подача воды из резервного присоединения осуществляется вручную, в случае аварии холодильной машины или насоса. Как правило, аварийная подпитка проектируется с минимальным расходом воды и может снимать теплоизбытки с технологического оборудования в режиме ожидания МРТ.

Для уменьшения скорости изменения температуры холодоносителя в системе и частичного резервирования холода предусмотреть бак-аккумулятор.

Воздушный контур

Запотолочное пространство РЧ-кабины разделено на два отсека: приточный и вытяжной. Воздуховоды от системы кондиционирования подводятся к специальным отверстиям в РЧ-кабине. Для упрощения монтажа рекомендуется соединять воздуховоды с РЧ-кабиной посредством гибких воздуховодов. В случае утечки гелия из магнитно-резонансного томографа в комнате сканирования, в проекте предусмотрена аварийная вытяжная вентиляция.

Фреоновый контур

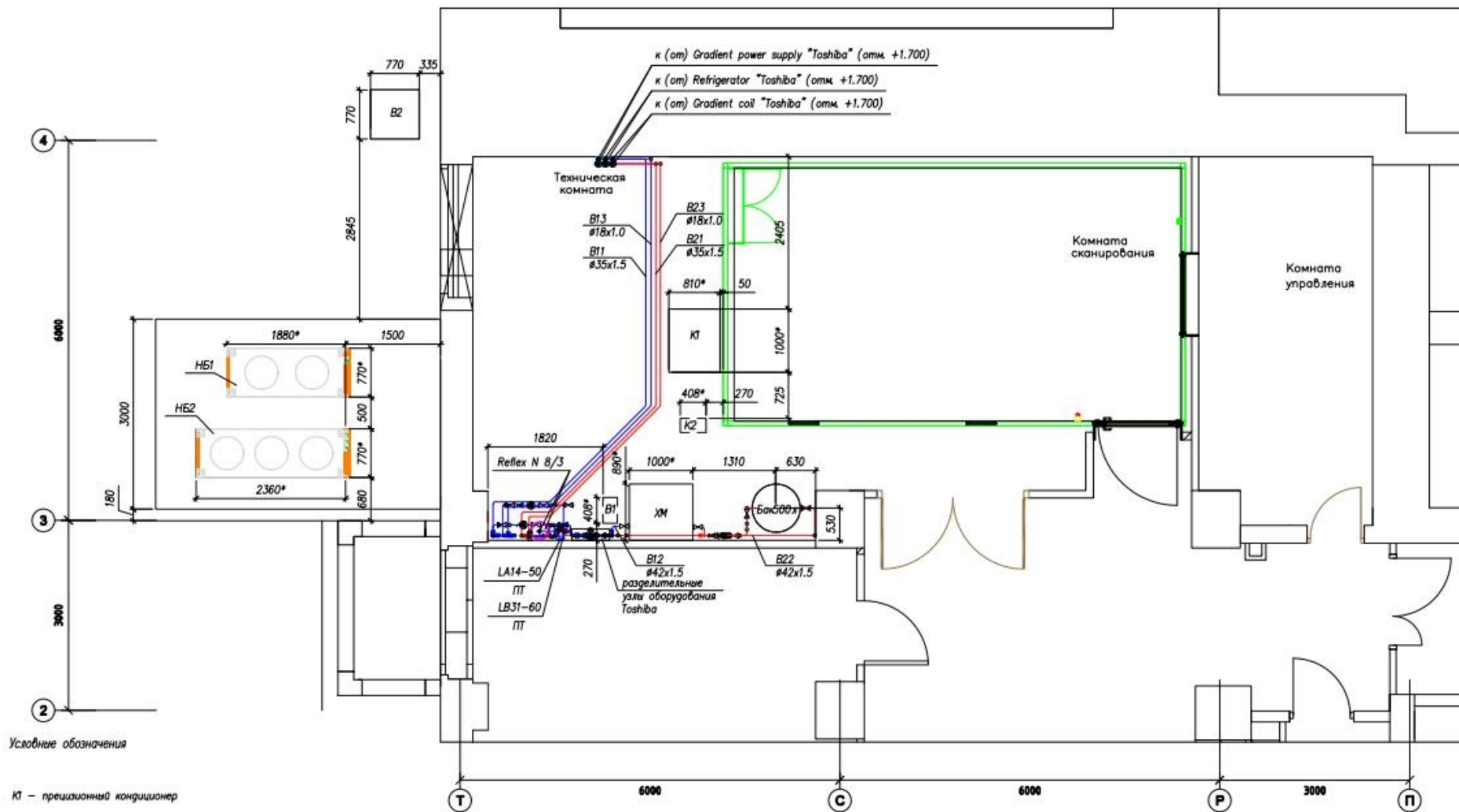
Поддержание параметров микроклимата и подача охлажденной воды к технологическому оборудованию должно осуществляться круглосуточно и круглогодично, т.к. МРТ центр может эксплуатироваться в течение всего года, поэтому для использования системы кондиционирования при низких температурах наружного воздуха необходимо применения низкотемпературного комплекта.

Наружный воздух

Различия в требованиях к подаче наружного воздуха позволяют оптимизировать техническое решение для томографов Toshiba и предложить вариант кондиционирования, который заключается в том, что комната сканирования и техническое помещение обслуживаются общей системой. Очевидным недостатком совмещённой системы является наличие «ведомого» помещения, параметры микроклимата в котором обеспечиваются по «остаточному» принципу. «Ведущим» помещением принимается техническая комната – включение/выключение компрессора и увлажнителя осуществляется по датчикам, расположенным в нём.

Для кондиционирования комнаты сканирования и технического помещения (для томографов Siemens) применяются отдельные системы (приточно-вытяжной система и прецизионный кондиционер соответственно), которые позволяют поддерживать индивидуальные параметры микроклимата в каждом помещении, независимо от стохастической переменности тепловых нагрузок в обслуживаемых помещениях. В данном варианте необходимый воздухообмен комнаты сканирования определяется по расчету из условий ассимиляции выделяющейся в этом помещении теплоты и влаги и подаётся приточной системой.

План системы холодоснабжения для томографа Toshiba



Условные обозначения

К1 – прецизионный кондиционер

ХМ – холодильная машина

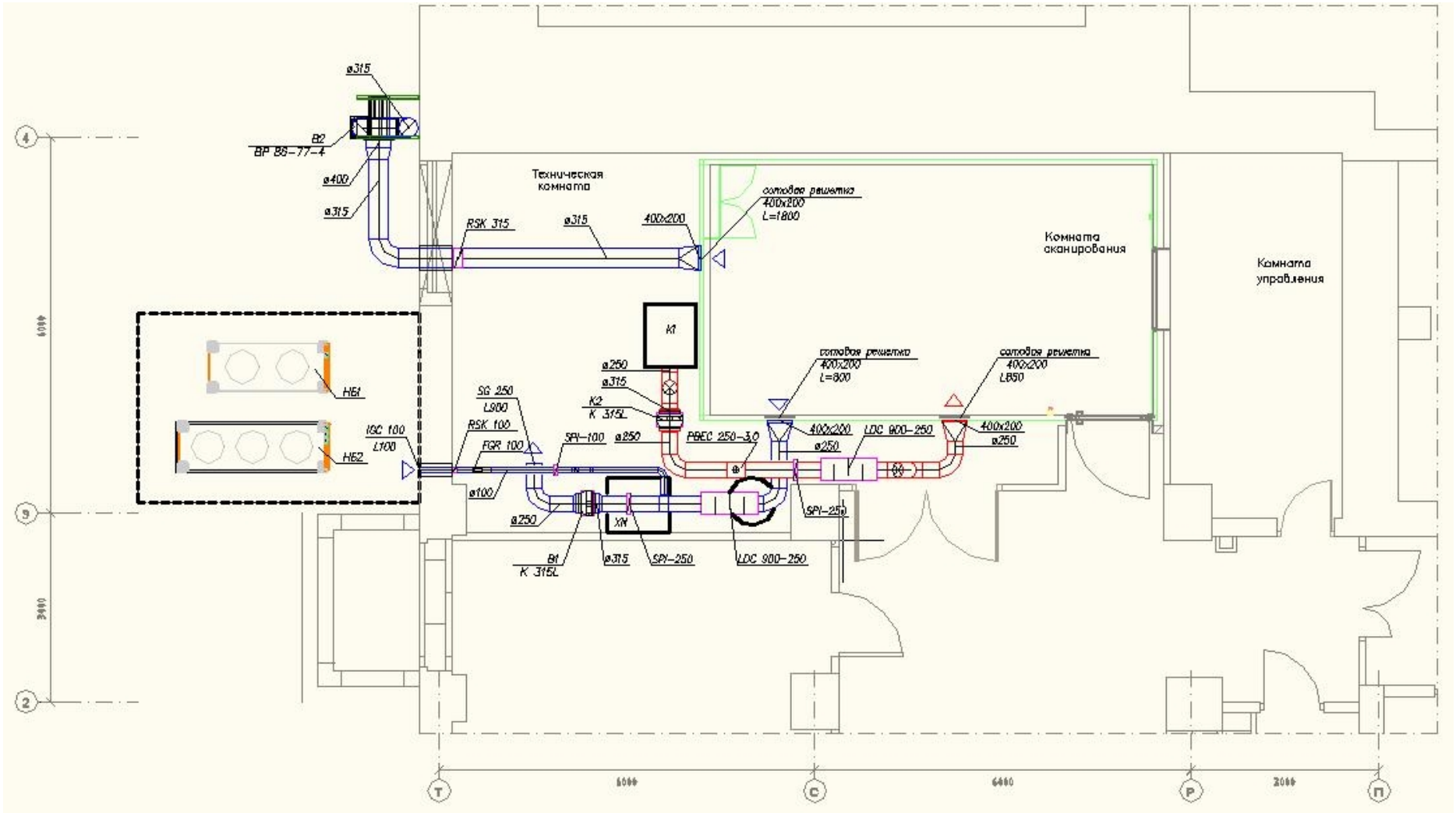
НБ – наружный блок

К2 – приточный вентилятор

В1 – вытяжной вентилятор

В2 – аварийный вытяжной вентилятор

План системы вентиляции и кондиционирования для томографа Toshiba



Преимущества Инженерного бюро «Хоссер»

- ü Поставка европейского оборудования для холодоснабжения и кондиционирования воздуха с 1991 года.
- ü Многолетнее сотрудничество с Siemens и Toshiba.
- ü Большой опыт в создании систем холодоснабжения и кондиционирования воздуха для МРТ (первый проект реализован в 1994 году).
- ü За последние 3 года успешно сданы в эксплуатацию более 25 отделений магнитно-резонансной томографии.

ООО «Инженерное бюро «Хоссер»

Проектирование и строительство объектов здравоохранения

Санкт-Петербург
18-я линия В.О., д.31,
лит.3

Тел. : (812) 448 33 78
Факс: (812) 448 33 79
central@hosser.ru

Москва
Нововладыкинский
проезд, д. 8, строение 5

Тел. : (495) 661 99 98

Екатеринбург
ул. Крестинского, д.46а

Тел. : (343) 383 42 40

www.hosser.ru