

Подготовка ЦОД к вводу в эксплуатацию



Андреев Андрей

Ведущий эксперт по системам охлаждения ЦОД
[dc]²=data centers design & consulting

Начинается монтаж, о чем задуматься Заказчику?

- ! Приемка пакета документации
- ! Заключение договора на монтаж и приемка монтажных работ
- ! Заводские тесты
- ! Частные и комплексные испытания
- ! Подготовка Службы Эксплуатации,
- ! Подготовка стартового пакета эксплуатационной документации



- ? Кто выполняет эти работы?
- ? Кто заинтересован в результате?
- ? Кто имеет независимую точку зрения?
- ? Кто имеет достаточный опыт?
- ? К кому обратиться?

На этапе заключения договора на проектирование

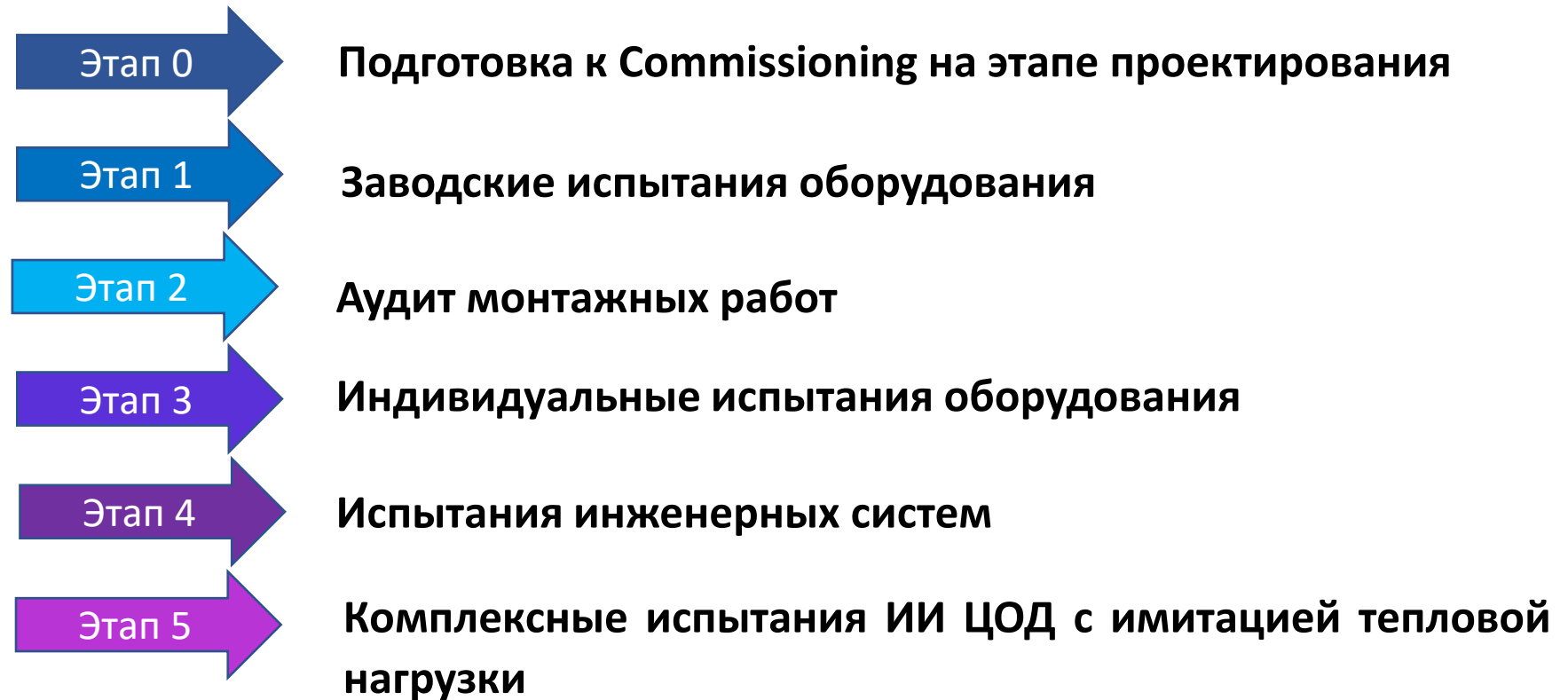
- ✓ Авторский надзор
- ✓ Исполнительная документация
- ✓ Листы подбора оборудования
- ✓ Карты нормальных уставок/конфигурации ЦОД
- ✓ Рекомендации ЗИП
- ✓ Алгоритмы
- ✓ Инструкции по эксплуатации
- ✓ Расчеты сечения кабеля, РЗА, ТКЗ, АКБ
- ✓ Схемы цепей вторичной коммутации и межшкафных соединений
- ✓ Гидравлика
- ✓ Расчеты количества гликоля, фреона и масла.

На этапе заключения договора на монтаж

- ✓ ПМИ и программа комплексного тестирования
- ✓ Заводские тесты
- ✓ Поставка ЗИП
- ✓ Тесты под нагрузкой и материальное обеспечение
- ✓ Время в графике на проведение тестов
- ✓ Время в графике на Автоматику и АСДУ
- ✓ Маркировка
- ✓ Технический надзор / договор с Commissioning агентом
- ✓ Исполнительная документация
- ✓ Эксплуатационная документация



Этапы проведения Commissioning от [dc]²



Ввод в эксплуатацию - Commissioning

Это комплекс мероприятий по проверке качества ИИ ЦОД перед вводом в эксплуатацию.

Это процесс передачи ЦОД от монтажной организации и проектировщика в службу эксплуатации

Этап 1. Заводские испытания

- ✓ Текущая ситуация
 - ✓ Нет доверия
 - ✓ Подготовка программы испытаний
 - ✓ Кто выполнит эту проверку, кто имеет опыт и независимую точку зрения?
-
- | | |
|--------------------------------------|--|
| ✓ ДГУ | ✓ Характеристики |
| ✓ Щитовое оборудование | ✓ Заводской брак, проверка качества сборки |
| ✓ Холодильные машины/Градири | ✓ Соответствие проектным решениям |
| ✓ Центральные кондиционеры | ✓ Удобство обслуживания и ремонта |
| ✓ Внутренние блоки ПК/Холодные стены | ✓ Интерфейс управления, функционал |
| | ✓ Алгоритмы |
| | ✓ Заказанная комплектация |
| | ✓ Габариты и зоны обслуживания |

Этап 2. Контроль монтажных работ

- ✓ Ключевые сотрудники Службы Эксплуатации уже в команде.
- ✓ Ответственные по направлениям, для контроля
- ✓ Контроль удобства эксплуатации и ремонтпригодности
- ✓ Акты скрытых работ
- ✓ Контроль за сохранностью дорогостоящего оборудования
- ✓ Журнал выявленных отклонений, журнал авторского надзора
- ✓ Фотофиксация и составление отчетов, контроль сроков
- ✓ Подготовка к тестированию:
 - Формирование ПМИ и программ тестов.
 - Тепловая нагрузка и Воздухораспределение
- ✓ Маркировка оборудования
- ✓ Заказ ЗИП

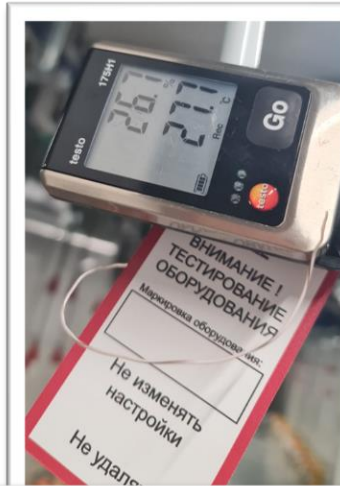
Подрядчик не расскажет Вам о всех своих проблемах



Этап 3. Индивидуальные испытания оборудования

- ✓ Тестовая подача электроэнергии
- ✓ Проверка расключений, подключений
- ✓ Длительный тест на отказ. Заводской брак
- ✓ Проверка базовых алгоритмов
- ✓ Проверка характеристик
- ✓ Удобство обслуживания и ремонта
- ✓ Габариты и зоны обслуживания
- ✓ Первичные тесты АСДУ

Работа по заранее
подготовленным ПМИ



Программа и Методика Испытаний

- ✓ ПМИ: детальное описание процесса и результата
- ✓ ПМИ: все компоненты и алгоритмы ИИ
- ✓ ПМИ: большая работа с проектом и мануалами
- ✓ ПМИ: требуемая документация, КИП и ресурсный план
- ✓ Кто пишет и проверяет ПМИ?

Подрядчик не заинтересован в проведении детального тестирования

Пример детализации ПМИ

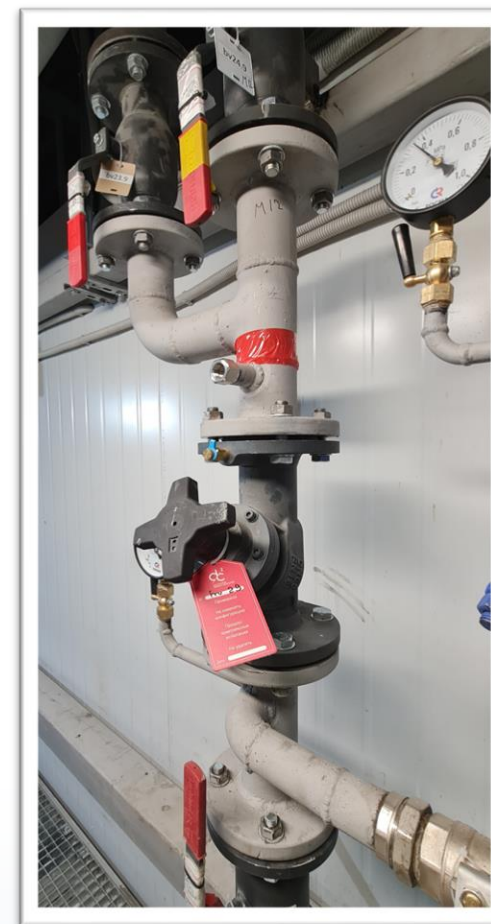
Испытания насоса индивидуально и в составе группы насосов			
№ п/п	Задача	Действие	Ожидаемый результат
1. Подготовительный этап			
1.1	Сбор документации	Получить и ознакомиться со следующими документами: - рабочая документация - алгоритм работы системы - инструкция по очистке фильтров - акт гидростатического испытания - акт скрытых работ - акт о завершении электромонтажных работ - паспорта на оборудование - перечень рабочих параметров оборудования - инструкция пользователя щита управления - паспорт щита управления - журнал тестирования насоса	Документы имеются в наличии; исполнители ознакомились с документацией
1.2	Требования к Технике Безопасности	Подготовить Средства защиты Огнетушители в помещениях xxx	
1.3	Подготовка измерительных инструментов и средств защиты	Подготовить электротехнические измерительные инструменты: - расходомер тип xxxx - секундомер - виброметр тип xxxx - шумомер тип xxxx - мегаомметр тип xxxx - токовые клещи тип xxxx - тестер тип xxxx - индикатор напряжения и потенциометр - комплект резисторов и задатчик токового сигнала - журнал для записи результатов измерений	Инструменты и средства защиты подготовлены в необходимом объеме
1.4	Осмотр системы холодоснабжения	Осуществить визуальный осмотр на предмет корректности и полном завершении монтажных работ. Убедиться, что гидравлический контур полностью замкнут и циркуляции жидкости нет помех. Система заполнен Приборы КИПиА смонтированы и подключены, манометры показывают текущее значение давления.	Монтаж завершен; оборудование смонтировано в соответствии с проектной документацией. Технические характеристики на шильде насоса должны совпадать с данными проектной документации. Циркуляционное кольцо готово к работе, все запорные элементы на пути циркуляции открыты Протечки отсутствуют.
1.5	Осмотр шкафа управления	Осмотреть шкаф управления насосом	Шкаф управления смонтирован; имеется подтверждение пройденной проверки шкафа
1.6	Проверка наличия электропитания	Выключатель на вводе QF x.x в Щите ЩК xx перевести в положение "ВКЛ"	Шкаф управления подключен к системе электроснабжения Присутствует индикация наличия питания на щите xx,на контроллере, на частотном преобразователе xx.
1.7	Проверка гидростатического режима	Из полученной документации определить значение статического давления в системе. Давление составляет x.x Бар. Убедится, что текущее значение избыточного давления не менее проектного; при необходимости повысить давление. Убедится, что из системы удален воздух при помощи специализированных сервисных элементов	В системе есть необходимое давление; воздух удален из системы; при открытии воздухоотпускных кранов выходит холодоноситель. Давление в системе в диапазоне x.x - x.x Бар.
1.8	Проверка элементов поддержания давления	Проверить, что мембранный бак и предохранительный клапан введены в эксплуатацию и подключены к системе; при наличии запорных элементов - перевести их в положение "Открыто"	Предохранительный клапан и расширительный бак введены в работу и подключены
1.9	Замеры сопротивлений	Замерить сопротивления изоляции обмоток статора и обмоток статора	Значения сопротивлений в пределах допустимых значений. Допустимые значения xx-xx
1.10	Заземление	Проверить наличие заземления	Насос подключен к контуру заземления
2. Первичный тест			
Убедиться, что п 1.1 - 1.10 выполнены без обнаружения неполадок и аварий; при наличии аварий и неполадок провести работы по их устранению.			
2.1	Настройка насоса для первого пуска	Убедиться, что система управления насосом находится в работе и отсутствуют данные об ошибках и авариях. Выставить в настройках частотного преобразователя минимально допустимую частоту вращения для насоса согласно инструкции пользователя. Перевести на ручное управление насосом пуском и остановкой. Проверить свободу вращения вала.	Насос готов к запуску вручную на минимальных оборотах.
2.2	Запуск насоса на минимальных оборотах	Осуществить запуск насоса. Убедится, что частотный преобразователь ограничил производительность насоса	Насос запущен
2.3	Проверка работы насоса на минимальной производительности	Визуально осмотреть насос на наличие течей. Проверить вибрацию и шум. Направление вращения совпадает с проектным решением. Насос должен находится в работе не менее 12 часов.	Насос работает. Отсутствуют течи. Шум и вибрация в пределах нормы.
2.4	Остановка насоса	Осуществить остановку насоса	Насос остановлен

Этап 4 Испытания инженерных систем

- ✓ Работа по ПМИ
- ✓ Без тепловой нагрузки
- ✓ Наличие ИД
- ✓ Проверка алгоритмов
- ✓ Выставление уставок, SCP
- ✓ ЭТЛ, релейная защита
- ✓ Корректность расключений
- ✓ Гидравлическая и аэродинамическая балансировка
- ✓ Тестирование критических и не критических систем
- ✓ Тесты АСДУ

Испытания – это проверка ПНР

Переключения выполняются инженерами службы эксплуатации ЦОД



Этап 5 Комплексные испытания ЦОД под нагрузкой

- ✓ Имитация тепловой нагрузки и воздухораспределения
- ✓ Имитация аварийных ситуаций
- ✓ Изоляция (вывод в сервис) -Tier III и Tier IV TCCF
- ✓ Работа в режиме N
- ✓ Проверка всех алгоритмов -Tier IV TCCF
- ✓ Координация работ
- ✓ Проверка критической и не критической ИИ
- ✓ Длительная работа от ДГУ
- ✓ Возможность отловить большинство проблем
- ✓ Готовность системы АСДУ
- ✓ Программа комплексных испытаний
- ✓ Программа для Tier Certification of Constructed Facility (TCCF) UI
- ✓ Программа трансформируется в SOP/EOP
- ✓ Обновление ЗИП



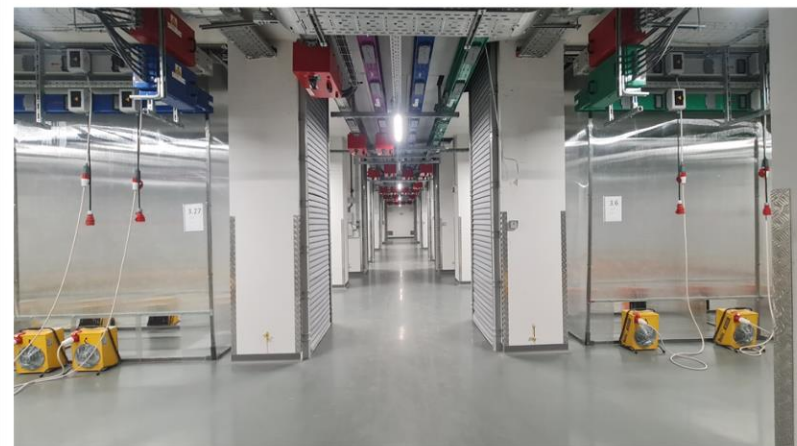
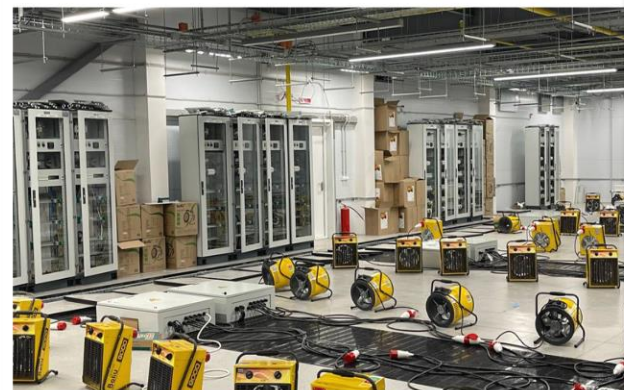
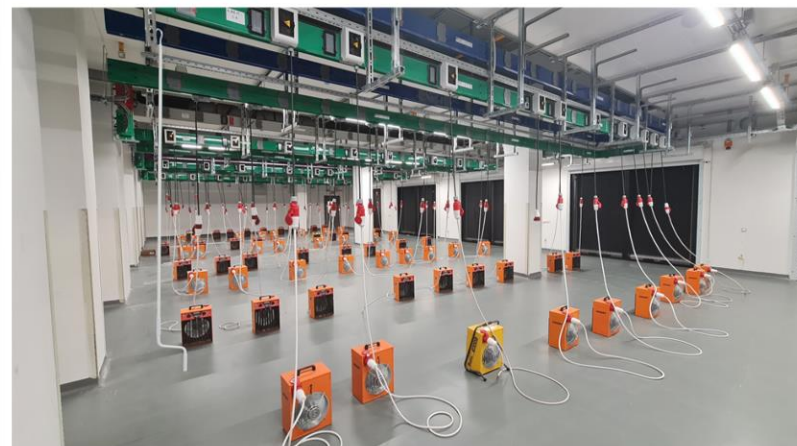
Комплексные испытания, мотивируют и стимулируют подрядчика

Пока ЦОД не прошел тестирование невозможно предсказать как он отреагирует

Программа комплексных испытаний

Шаг №	Описание теста/действия	Ожидаемый результат	Комментарий/ Подтверждение/ Время
M1(Ch-1.1, AP-Ch-1.1), M4 (CP-1.1.UZ1), M7, M10			
	Тестирование выполняется ДО отключения питания LVDD-1A DBU.M-1A		
	Изоляция группы холодооборудования луча 1.1 в виде элементов - Ch-1.1 (M1), насоса CP-1.1 (M4), баков ct-1.1, ct-2.1 (M7), крана v-12.1 (M10)		
Подготовительные мероприятия			
1	Убедиться в наличие тепловой нагрузки в помещениях M3 и MMR	Имитация нагрузки 550+550 кВт в обоих машинных залах, 24 кВт в MMR	Информацию о мощности фиксировать с измерителей щитов В.ЩБП.С машзалов
2	Убедиться, что в работе находятся все 12 кондиционеров (LSV), 6 кондиционеров в ЭЩ, 2 кондиционера в MMR, все 3 насоса, все 3 чиллера, все вентиляторы насосной	В работе находятся все 12 кондиционеров (LSV), 6 кондиционеров в ЭЩ, 2 кондиционера в MMR, все 3 насоса, все 3 чиллера, все вентиляторы насосной, тепловая нагрузка утилизируется, температура воздуха в помещениях Electrical room, Server room, MMR, Pump room в пределах уставки.	
3	Убедиться, чтобаки аккумуляторы захоложены, холодоноситель идет 100% через бак. Температура холодоносителя 17-25C		
Вывод оборудования из эксплуатации			
1	Перейти в помещение Pump room 1 (12)		
2	Подойти к пульту AP-Ch-1.1 (ЩАХМ-1.1)		
3	С пульта выключить насос CP-1.1.UZ1	Насос и чиллер остановлены. Манометры у насоса показывают отсутствие перепада давления. Индикатор "Работа" погас.	
4	С пульта выключить чиллер Ch-1.1		
5	Выйти на площадку чиллеров, подойти к чиллеру Ch-1.1, со встроенного щита питания чиллером выключить чиллер.	Экран погас	
6	Перейти в помещение Electrical room 1A (19)		
7	Перейти к щиту DBU.M-1A, отключить автомат QF15 (шкафа управления чиллера), автомат QF12 AP-Ch-1.1 (ЩАХМ-1.1), автомат QF9 (насоса CP-1.1.UZ1)	Индикация наличия электропитания AP-Ch-1.1 (ЩАХМ-1.1) и частотного регулятора насоса CP-1.1.UZ1 погасла	
8	Перейти в помещение LVDD-1A дизельгенераторного блока		
9	Перейти к щиту LVDD-1A, отключить автомат QF2 (компрессоров чиллера Ch-1.1)	Индикация наличия электропитания погасла	
10	Перейти в помещение Pump room 1 (12)		
11	Перевести запорные краны bv-1.1, bv-4.1, bv-5.1 в положение "Закрыто"		
12	Перевести запорные краны bve-1.1, bve-3.1, bv-2.1, bv-3.1 в положение "Закрыто"		
13	Перевести запорные краны bve-2.1 в положение "Открыто"		
14	Перейти в техническую зону над коридором на мостки к узлу подключение чиллера Ch-1.1 к коллекторам		
15	Перевести запорные краны bv-9.1, bv-10.1, bv-11.1, bv-12.1 в положение "Закрыто"		
16	Перейти в помещение Pump room 1 (12)		
17	Провести контроль наличия напряжения на вводных клеммах насоса CP-1.1.UZ1 (измерить тестером)		
18	Провести контроль наличия напряжения на вводных клеммах щита AP-Ch-1.1 (измерить тестером)		
19	Выйти на площадку чиллеров, подойти к чиллеру Ch-1.1		
20	Провести контроль наличия напряжения на вводных клеммах чиллера (измерить тестером)		
21	Перейти в техническую зону над коридором на мостки к узлам подключения к коллекторам		
22	Перевести запорные краны bv-12.3, bv-12.2, bv-2.12, bv-21.9, bv-7.11, bv-25.9, bv-29.9, bv-11.11, bv-33.9, bv-7.8, bv-37.9, bv-11.8, bv-41.9, bv-21.10, bv-7.27, bv-25.10, bv-11.27, bv-29.10, bv-33.9, bv-7.25, bv-37.10, bv-11.25, bv-41.10 в положение "Закрыто"	Изолированы чиллер Ch-1.1 (M1), насос CP-1.1 (M4), баки ct-1.1, ct-2.1 (M7), кран v-12.1 (M10)	
23	Произвести анализ температурных графиков воздуха в помещения машзалов, электрощитовых и MMR через 15 минут после отключения. Температура на входе в серверные стойки не должна превысить +32C		
Ввод в эксплуатацию чиллера Ch-1.1 (M1), насоса CP-1.1 (M4), баков ct-1.1, ct-2.1 (M7), крана v-12.1 (M10)			
1	Перейти в техническую зону над коридором на мостки к узлам подключения к коллекторам		
2	Перевести запорные краны bv-12.3, bv-12.2, bv-2.12, bv-21.9, bv-7.11, bv-25.9, bv-29.9, bv-11.11, bv-33.9, bv-7.8, bv-37.9, bv-11.8, bv-41.9, bv-21.10, bv-7.27, bv-25.10, bv-11.27, bv-29.10, bv-33.9, bv-7.25, bv-37.10, bv-11.25, bv-41.10 в положение "Открыто"		
3	Перейти в помещение Pump room 1 (12)		
4	Перевести запорные краны bv-1.1, bv-4.1, bv-5.1 в положение "Открыто"		
5	Перевести запорные краны bve-1.1, bve-3.1, bv-2.1, bv-3.1 в положение "Открыто"		
6	Перевести запорные краны bve-2.1 в положение "Закрыто"		
7	Перейти в техническую зону над коридором на мостки к узлу подключение чиллера Ch-1.1 к коллекторам		
8	Перевести запорные краны bv-9.1, bv-10.1, bv-11.1, bv-12.1, в положение "Открыто"		
9	Перейти в помещение LVDD-1A дизельгенераторного блока		
10	Перейти к щиту LVDD-1A, включить автомат QF2 компрессоров чиллера Ch-1.1	Индикация наличия электропитания горит	
11	Перейти в помещение Electrical room 1A (19)		
12	Перейти к щиту DBU.M-1A, включить автомат QF15 шкафа управления чиллера, автомат QF12 AP-Ch-1.1, автомат QF9 насоса CP-1.1.UZ1	Индикация наличия электропитания щитов горит	
13	Выйти на площадку чиллеров, подойти к чиллеру Ch-1.1, с щита чиллера включить чиллер	Экран горит	
14	Перейти в помещение Pump room 1 (12)		
15	Подойти к пульту AP-Ch-1.1		
16	С пульта включить насос и чиллер	Насос и чиллер запустились. Манометры у насоса показывают наличие перепада давления. Индикатор "Работа" горит.	

Комплексные испытания под нагрузкой

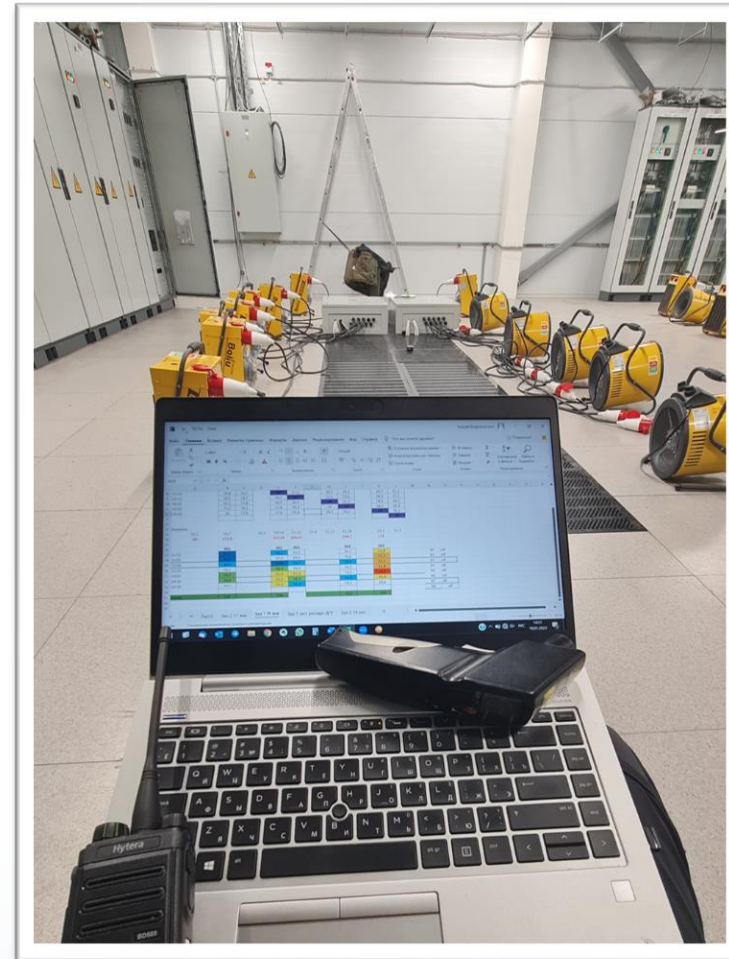


Задачи Commissioning по этапам реализации объекта



Итог

- ✓ Заложите время и ресурсы
- ✓ Начните вовремя
- ✓ Сформируйте команду
- ✓ ЦОД готов к включению ИТ нагрузки
- ✓ Вероятность отказов сведена к минимуму
- ✓ ЦОД соответствует заявленным параметрам и может работать при полной нагрузке в режиме N
- ✓ ИД собрана и достаточна для СЭ
- ✓ Оборудование маркировано
- ✓ Программа испытаний трансформируется в SOP и SCP
- ✓ Служба эксплуатации знает объект и готова к работе



Опыт и команда [dc]²



- ✓ Независимый Commissioning Агент
- ✓ Многократный опыт сертификации TCDD и TCCF Tier III / IV
- ✓ Команда профессионалов по критическим системам ЦОД с опытом эксплуатации ЦОД, сертификация ATS, ATD, AOS и другие
- ✓ Специалисты по P3A и CFD моделированию
- ✓ Участие в реализации крупнейших ЦОД с разнообразными технологическими решениями
- ✓ Наличие полного комплекта измерительного оборудования и предоставление тепловой нагрузки для проведения испытаний



DATA CENTERS
DESIGN & CONSULTING

Андреев Андрей

Ведущий эксперт по системам охлаждения ЦОД

[dc]² = data centers design & consulting



andreev@dcxdc.ru



www.dcxdc.ru