

ИНЖЕНЕРНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА И АВТОМАТИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ЦОД



Алексей Данилов

Ведущий инженер-проектировщик систем автоматизации и диспетчеризации STEP LOGIC

15 лет опыта в области автоматизации и диспетчеризации

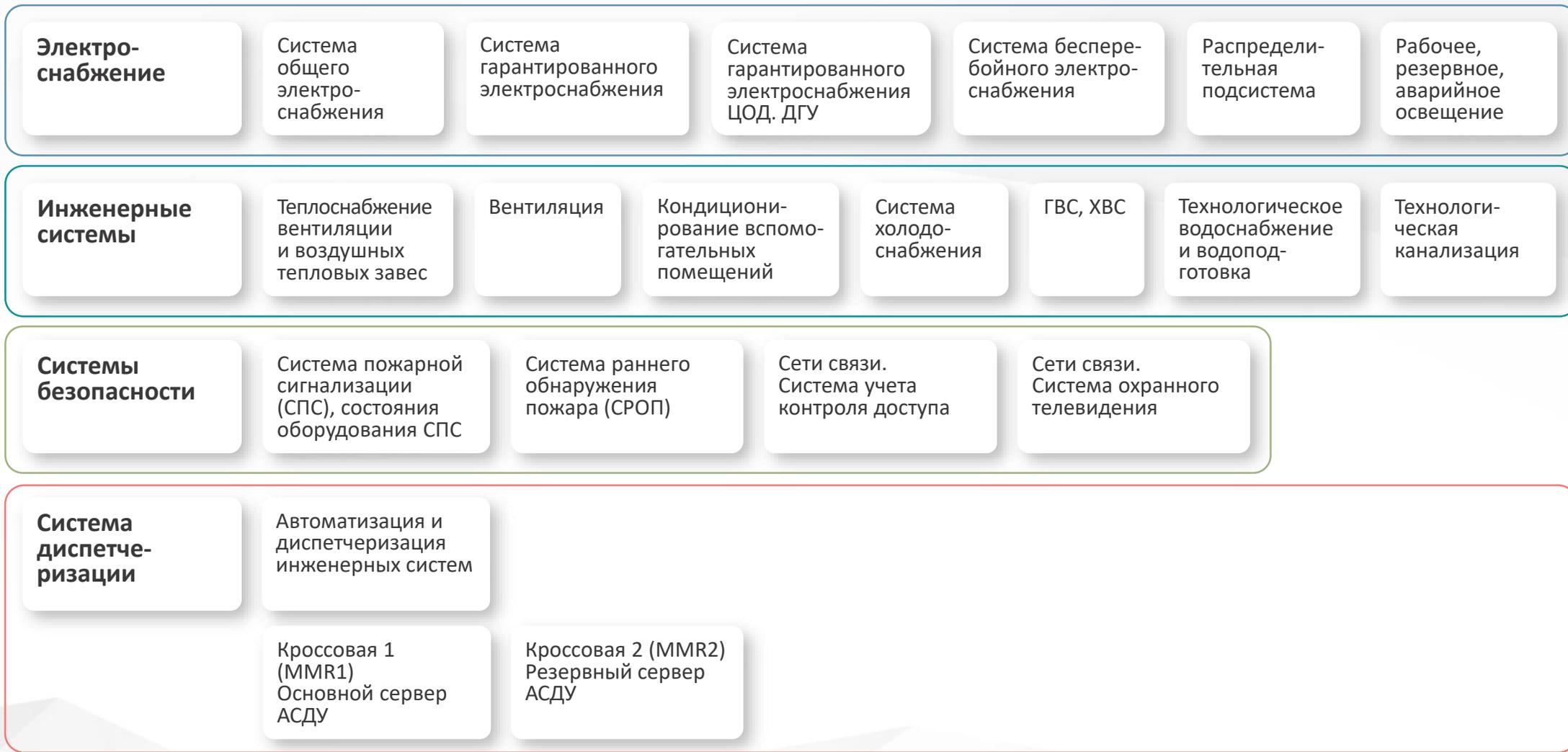
Опыт в проектировании ЦОД, бизнес-центров, жилых зданий, спортивных объектов, уникального объекта винного производства

Знание систем АСУД, АОВ, АХС, АВК, АЭОМ, АСКУЭ, АТМ, САКЗ

Общее количество объектов – более 50



Структурная схема автоматизации ЦОД



Электроснабжение ЦОД

Автоматизация электроснабжения обеспечивает удаленное управление нагрузками, получает информацию о состоянии автоматических выключателей ВРУ и распределительных шкафах, статусе ДГУ и ИБП, переходе на резерв, о потреблении электроэнергии. Отключение не приоритетных нагрузок дает гибкие возможности для ИТ-специалистов, обслуживающих дата-центр. Отключение освещения в помещении ЦОД, при отсутствии персонала, позволяет экономить на электроэнергии, а управление освещением по расписанию или удаленно дают более удобный и современный подход к концепции построения автоматизации.

Система общего электроснабжения

РП 10кВ,
РУСН 10кВ,
ТП 10/0,4, ЩТЗТ



Система гарантированного электроснабжения

ЩГП,
ЩСН ДГУ



Система гарантированного электроснабжения

ДГУ



Система бесперебойного электроснабжения

ИБП, ЩБП,
АКБ, ЩРБП



Распределительная подсистема

ГРЩ, ЩР,
ПЭСФЗ, ЩСН РП



Рабочее, резервное, аварийное освещение

ЩО, ЩОА



Инженерные системы ЦОД

**Теплоснабжение
вентиляции
и воздушных
тепловых завес**



Вентиляция

ШУ ВУ, ШУ П,
ШУ В, ШУ ПВ



**Кондициони-
рование
вспомогательных
помещений**

ШУ сплит-систем



**Система холодо-
снабжения**

ШУ ХМ, ШУ НС,
ШУ фрикулинга



**Холодное
и горячее
водоснабжение**

ШУ АСКУВТ,
ШУ НС



**Технологическое
водоснабжение
и водоподготовка**

ШУ водоподготовки



Системы безопасности ЦОД

**Сети связи.
Система учета
контроля доступа**

ШУ СКУД



**Система пожарной
сигнализации (СПС), состо-
яния оборудования СПС**



**Система раннего
обнаружения
пожара (СРОП)**



**Сети связи.
Система охранного
телевидения**



Популярные протоколы связи в автоматизации. Modbus RTU

👍 Достоинства

- 1** Количество оборудования, поддерживающее этот протокол
- 2** Простота протокола
- 3** Топология «шина» – удобство для создания сети рядом стоящего оборудования
- 4** Ограниченная масштабируемость

🗨 Недостатки

- 1** Низкая скорость передачи данных
- 2** Высокие требования к качеству монтажа линии
- 3** Низкая помехоустойчивость
- 4** Сложность ПНР при помехах на линии
- 5** Специализированный кабель, срок поставки которого достигает двух месяцев

Популярные протоколы связи в автоматизации. Modbus TCP/IP

👍 Достоинства

- 1 Высокая скорость передачи данных
- 2 Простота протокола
- 3 Высокая помехоустойчивость
- 4 Типовой кабель для монтажа
- 5 Топология «звезда» – помехи либо отключение одного или нескольких устройств не влияют на остальное оборудование
- 6 Требования к монтажу кабеля аналогичные к СКС
- 7 Простота ПНР

🗨 Недостатки

- 1 Топология «звезда» – к каждому устройству необходимо прокладывать собственный кабель
- 2 Цена оборудования поддерживающего Modbus TCP/IP, как правило, выше, чем цена устройства с протоколом Modbus RTU

Популярные протоколы связи в автоматизации. SNMP

👍 Достоинства

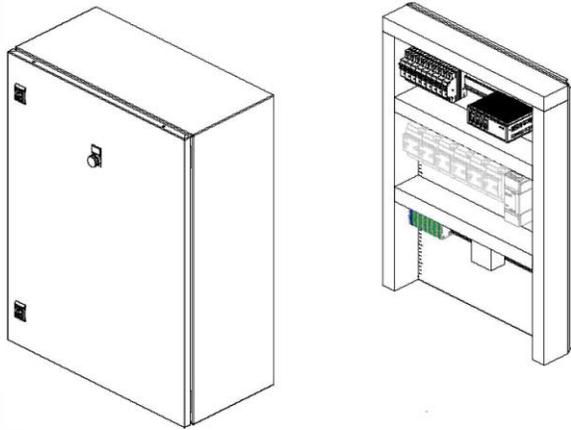
- 1** Простота и универсальность
Легкость внедрения – поддерживается
- 2** большинством сетевых устройств (серверы, коммутаторы, ИБП, датчики).
- 3** Гибкость и масштабируемость
- 4** Подходит для больших сетей – можно мониторить тысячи устройств.
- 5** Разные версии (v1, v2c, v3) – выбор в зависимости от требований к безопасности.
- 6** Эффективный сбор данных
- 7** Поддержка bulk-запросов (SNMPv2c/v3) – получение нескольких OID за один запрос.

🗨 Недостатки

- 1** Проблемы с безопасностью (в SNMPv1/v2c)
Передача данных в открытом виде – community-строка (public/private) не шифруется. Уязвимость к атакам (spoofing, DoS).
- 2** Ограниченная глубина данных
Нет сложной аналитики «из коробки» – только сырые значения OID.
- 3** Зависимость от MIB-файлов
Не все устройства используют стандартные OID – иногда требуются специфичные MIB.
- 4** Отсутствие встроенного управления

Система диспетчеризации ЦОД

Автоматизация и
диспетчеризация
инженерных систем



Кроссовая 1 (MMR1)
Основной сервер АСДУ



Кроссовая 2 (MMR2)
Резервный сервер АСДУ



SCADA-системы. Требование единого окна

Электроснабжение | ИБП Коммутац. | Вентиляция | Кондиционирование | Водоснабжение | Журнал Архивный | Связь | 24-06 13:24:21 | Логаут | Admin

Пом. 6.01 (Венткамера)

Шкаф	Система	Шкаф	Система	Шкаф	Система
ШУВ2	B1 B3	щУ-ПВС11	P11 B11	щУ-ПВС16	P16 B16
	B4 B7	щУ-ПВС12	P12 B12	щУ-ПВС17	P17 B17
щУ-ПВС6	P6 B6	щУ-ПВС13	P13 B13	щУ-ПВС18	P18 B18
щУ-ПВС8	P8 B8	щУ-ПВС14	P14 B14		
щУ-ПВС10	P10 B10	щУ-ПВС15	P15 B15		

VRV системы кровля

K1	K5	K9
K2	K6	K10
K3	K7	K11
K4	K8	

Кл.	Время	Сообщение	Описание или ...	Знач...
КЕИТ	24.06.2025 13:26:21	Авария связи с ПВС5	щУ ПВС 5	
КЕИТ	24.06.2025 13:26:13	Авария связи с ПВС10	щУ ПВС 10	
КЕИТ	24.06.2025 13:24:10	Авария связи с ПВС16	щУ ПВС 16	
КЕИТ	24.06.2025 12:13:12	Авария связи с ПВС11	щУ ПВС 11	
КЕИТ	17.06.2025 08:28:45	Авария связи с ПВС12	щУ ПВС 12	
КЕИТ	14.06.2025 19:49:57	Авария связи с ПВС7	щУ ПВС 7	

Количество сообщений: 32, Автопрокрутка Время: 24.06.2025 13:26:21

Пом. 5.41 (502) Коммутационная

ТШ.Е.5.1 19 °C 43 %
 ТШ.Е.5.2 19 °C 41 %
 ШЭ ИБП 20 °C
 UPS UPS 49 %

Пом. 5.31 (521) Аппаратная

ТШ.Е.5.1 20 °C 31 %
 ТШ.Е.5.2 22 °C 27 %
 ШЭ ИБП 21 °C
 UPS UPS UPS 36 %

5.29 (523) Серверная

ТШ.М.5.1 19 °C 33 %
 ТШ.М.5.2 19 °C 30 %
 ТШ.М.5.3 19 °C 32 %
 ТШ.М.5.4 19 °C 34 %
 ТШ.М.5.5 18 °C 31 %
 ТШ.М.5.6 20 °C 31 %
 ШЭ ИБП
 GK 19 °C 39 %
 XK 18 °C 42 %
 UPS UPS

Залы

Помещение	5.04	5.07	5.32	5.32	5.28	5.26
Т, С	23.3	23.6	22.1	22.0	20.9	22.1
W, %	37.0	29.8	44.0	43.0	30.4	34.0
CO2, ppm	724	465	576	698	426	558

Пом. 4.58 (410) Коммутационная

ТШ.Е.4.1 20 °C 43 %
 ТШ.Е.4.2 20 °C 41 %
 ШЭ ИБП 0 °C
 UPS UPS 0 %

Залы

Помещение	4.48	4.44	4.41	4.38	4.35	4.31	4.28	4.25	4.22
Т, С	22.0	21.1	20.3	22.2	21.4	21.1	22.7	21.5	22.6
W, %	31.4	32.9	32.9	33.6	28.8	32.7	33.2	33.6	29.3
CO2, ppm	510	522	479	443	509	534	855	448	450

Канализация

Пом. 0.19 Приемок 1
 Пом. 0.20 Приемок 2
 Затвор Канализационный

Помещения архивов

Помещение	0.02	0.03	0.04	0.05	0.08
Т, С	20.5	20.4	21.4	22.2	19.6
W, %	48.5	46.3	49.5	44.4	49.5

Пом. 3.58 (310) Коммутационная

ТШ.Е.3.1 19 °C 37 %
 ТШ.Е.3.2 19 °C 35 %
 ШЭ ИБП 0 °C
 UPS UPS 0 %

Залы

Помещение	3.48	3.44	3.41	3.38	3.35	3.31	3.28	3.25	3.22
Т, С	20.4	20.0	20.0	19.6	21.1	23.0	23.3	23.1	22.9
W, %	34.8	36.0	37.2	35.0	37.4	29.6	30.7	30.9	30.8
CO2, ppm	419	421	418	419	493	415	418	419	425

Пом. 0.20 (002) Венткамера

Шкаф	Система
щУ-ПВС2	P2 B2
щУ-ПВС3	P3 B3
щУ-ПВС7	P7 B7

Пом. 0.19 ИТП

СО М1 М2 ГВС М3 М4 Кл. 100 %
 Кл. 100 %

Пом. 2.55 (210) Коммутационная

ТШ.Е.2.1 20 °C 39 %
 ТШ.Е.2.2 20 °C 38 %
 ШЭ ИБП 22 °C
 UPS UPS 43 %

Залы

Помещение	2.48	2.45	2.42	2.39	2.36	2.32	2.29	2.26	2.23
Т, С	19.9	20.0	20.2	19.7	20.9	22.2	21.9	21.9	22.7
W, %	32.5	36.5	37.8	33.9	31.4	29.2	33.8	33.1	29.9
CO2, ppm	423	425	400	454	434	419	503	450	414

Пом. 0.17 (012) Венткамера

Шкаф	Система
щУ-ПВС1	P1 B1
щУ-ПВС4	P4 B4
щУ-ПВС5	P5 B5
щУ-ПВС9	P9 B9

Пом. 0.19 Насосная АПС

Стоп Стоп Давление вх. 1 4.7 Бар
 Давление вх. 2 4.7 Бар
 Режим системы: БЛОК

Пом. 0.19 Насосная

откл. авто Давление вых. 5 Бар
 Давление вх. 4 Бар
 Режим: АВТО

Пом. 1.65 (109) Коммутационная

ТШ.Е.1.1 18 °C 45 %
 ТШ.Е.1.2 17 °C 50 %
 ШЭ ИБП 22 °C
 UPS UPS 47 %

Подвал

Пом. 0.07 (001) Эл. Щитовая ВРУ

ВРУ 1	ВРУ 2
QF1 QF2	QF1 QF2
QF3	QF3

Пом. 0.13 ИБП

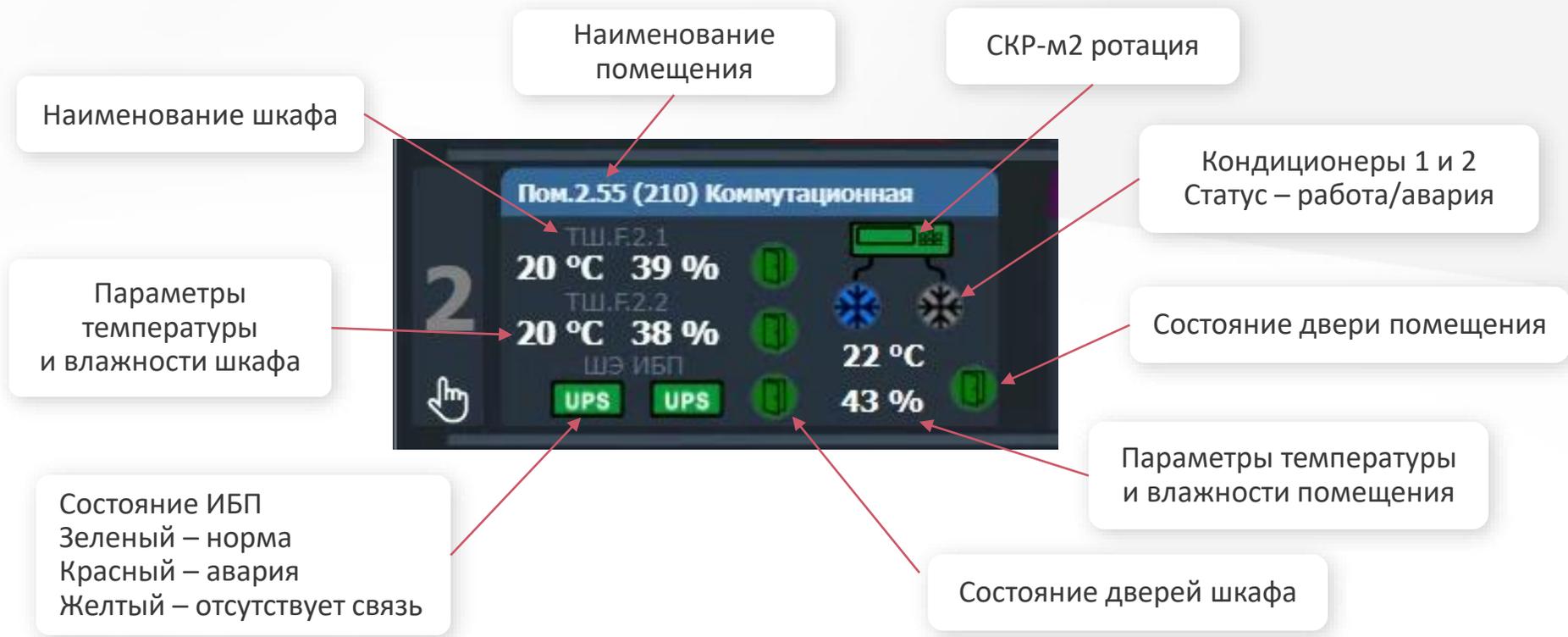
ИБП 1 Выход Авария связи Выход
 ИБП 2 Выход Авария связи Выход
 ИБП 3 Выход Статус Выпас Выход

Подвал

Шкафы СКС

Имя	ТШ.Е.Т.01
Т, С	29.9
W, %	23.4
Имя	ТШ.Е.Т.02
Т, С	32.6
W, %	31.6
Имя	ТШ.Е.Т.03
Т, С	37.0
W, %	18.0

SCADA-системы. Основы компоновки и цветовая индикация



Цвета должны соответствовать общепринятым стандартам (ГОСТ Р 12.4.026-2015, ISO 3864):

- Красный – авария, критическое состояние (отказ ИБП, пожар)
- Желтый – предупреждение (перегрев, низкий заряд батарей)
- Зеленый – нормальная работа
- Синий – информационное сообщение (например, режим охлаждения)
- Серый – оборудование отключено или неактивно

Основы компоновки и цветовая индикация аварийных сообщений

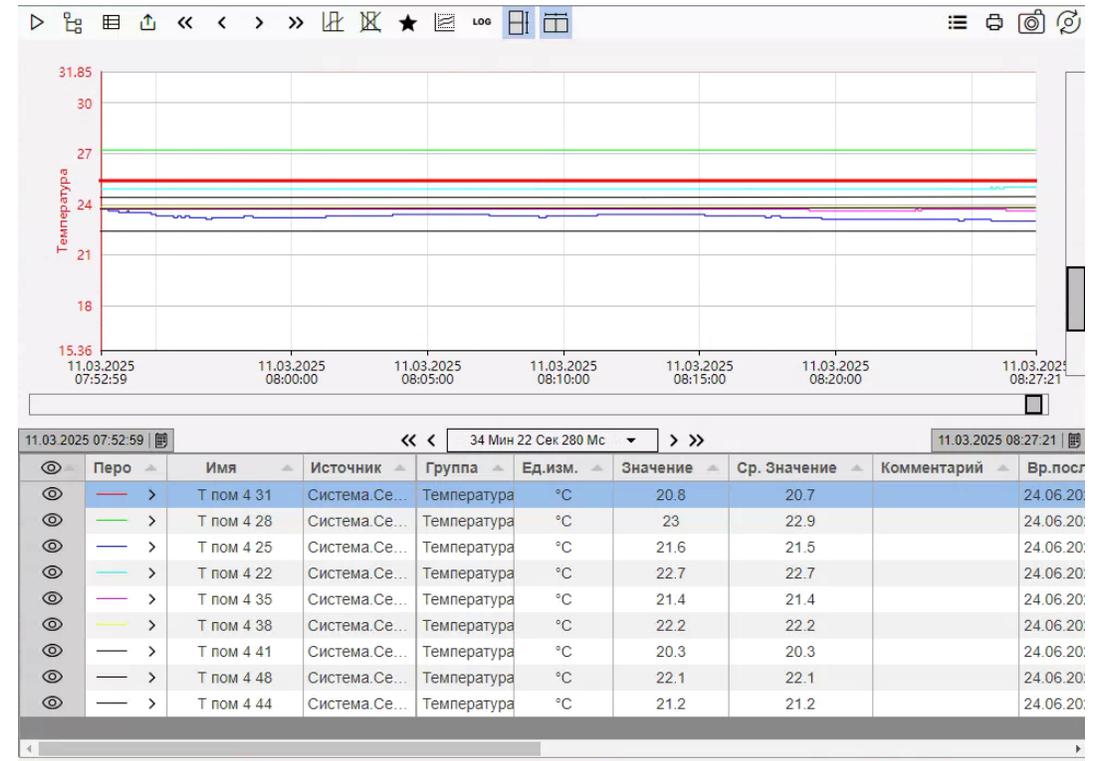
Журнал сообщений

№...	Время	Сообщение	Описание или источник
КБИТ	24.06.2025 13:30:08	Авария связи СРК-М2 (пом. 1.65(109))	СРК-1
КБИТ	24.06.2025 13:30:03	Авария связи СРК-М2 (пом. 2.55(210))	СРК-2
КБИТ	24.06.2025 13:30:02	Авария связи СРК-М2 (пом. 5.41(502))	СРК-5
КБИТ	24.06.2025 13:29:55	Авария связи СРК-М2 (пом. 3.58(310))	СРК-3
КБИТ	24.06.2025 13:29:27	Авария связи с ПВС10	ЩУ ПВС 10
КБИТ	24.06.2025 13:29:23	Авария связи СРК-М2 (пом. 5.31(521))	СРК-6
КБИТ	24.06.2025 13:29:11	Авария связи с ПВС6	ЩУ ПВС 6
КБИТ	24.06.2025 13:29:02	Авария связи СРК-М2 (пом. 4.58(410))	СРК-4
КБИТ	24.06.2025 13:26:44	В уровень Датчик температуры	Щаф видеонаблюдения уличный ТЕ/МЕ-ТШ.Ф.Т.03
КБИТ	24.06.2025 13:26:21	Авария связи с ПВС5	ЩУ ПВС 5
	24.06.2025 13:25:55	Вход в систему	Безопасность
КБИТ	24.06.2025 13:24:14	Авария связи с ПВС9	ЩУ ПВС 9
КБИТ	24.06.2025 13:24:10	Авария связи с ПВС16	ЩУ ПВС 16
КБИТ	24.06.2025 13:02:17	Авария связи с ПВС1	ЩУ ПВС 1
КБИТ	24.06.2025 13:00:26	Авария связи с ШУВ2 (Б1 Б3 Б4 Б7)	ШУВ2
КБИТ	24.06.2025 12:13:12	Авария связи с П1В1	ЩУ П1В1
КБИТ	24.06.2025 09:05:30	Авария связи с контроллером АВР 2	Авария связи АВР 2
КБИТ	23.06.2025 16:22:52	Авария связи с контроллером АВР 1	Авария связи АВР 1
КБИТ	23.06.2025 13:20:01	Авария связи с ПВС4	ЩУ ПВС 4
КБИТ	23.06.2025 10:34:44	Авария связи с ПВС13	ЩУ ПВС 13
КБИТ	20.06.2025 15:17:22	Авария связи с ПВС14	ЩУ ПВС 14
КБИТ	18.06.2025 06:39:58	Авария связи с ПВС18	ЩУ ПВС 18
КБИТ	17.06.2025 21:42:38	Авария связи ТШ.Ф.С.1 Модуль МВ210-202 А2 (пом. 5.41(502))	МВ210-202 А2
КБИТ	17.06.2025 21:42:38	Авария связи ТШ.Ф.С.1 Модуль МВ210-202 А1 (пом. 5.41(502))	МВ210-202 А1
КБИТ	17.06.2025 21:42:38	Авария связи ТШ.Ф.С.1 Модуль МВ210-101 А3 (пом. 5.41(502))	МВ210-101 А3
КБИТ	17.06.2025 08:28:45	Авария связи с ПВС12	ЩУ ПВС 12
КБИТ	15.06.2025 08:28:32	В уровень Датчик температуры	Щаф видеонаблюдения уличный ТЕ/МЕ-ТШ.Ф.Т.01
КБИТ	15.06.2025 07:28:30	В уровень Датчик температуры	Щаф видеонаблюдения уличный ТЕ/МЕ-ТШ.Ф.Т.02
КБИТ	14.06.2025 19:49:57	Авария связи с ПВС7	ЩУ ПВС 7
КБИТ	14.06.2025 19:49:45	Авария связи с ПВС2	ЩУ ПВС 2
КБИТ	14.06.2025 19:49:33	Авария связи с ПВС3	ЩУ ПВС 3
КБИТ	14.06.2025 19:49:27	Автомат QF1 Отключен АВР ВРУ2	QF1_off
КБИТ	14.06.2025 19:49:27	Автомат QF2 Включен АВР ВРУ2	QF2_on
КБИТ	14.06.2025 19:49:27	Автомат QF1 Включен АВР ВРУ2	QF1_on
КБИТ	14.06.2025 19:49:22	Автомат QF1 Отключен АВР ВРУ1	QF1_off
КБИТ	14.06.2025 19:49:22	Автомат QF2 Включен АВР ВРУ1	QF2_on
КБИТ	14.06.2025 19:49:22	Автомат QF1 Включен АВР ВРУ1	QF1_on
КБИТ	14.06.2025 19:49:18	Авария ИБП, Имя "4.58 UPS2" Уст-во UPS2, Пом:4 этаж 4.58 (410), IP:172.16.40.44	Тревога авария ИБП

Количество сообщений: 264, Автопрокрутка Время: 24.06.2025 13:30:22

SCADA-системы. Анализ данных. Data-driven-подход

Data-driven – это подход к принятию решений, основанный на анализе данных, а не на интуиции, опыте или личных предпочтениях. Вместо того, чтобы полагаться на догадки, компании, использующие data-driven-подход, собирают и анализируют данные из различных источников для выявления закономерностей, трендов и принятия обоснованных решений.



Цели и задачи автоматизации и диспетчеризации ЦОД

- 1** Стремление к нулевому MTTR (Mean Time To Repair/Resolve/Recovery) – это среднее время, необходимое для восстановления системы после сбоя. Включает в себя время от обнаружения неисправности до полного восстановления работоспособности системы
- 2** Управление оборудованием в режиме онлайн
- 3** Автоматические алгоритмы управления оборудованием при аварийных ситуациях
- 4** Предиктивный анализ и диагностика неисправностей
- 5** Прогнозирование нагрузки
- 6** Уменьшение издержек на содержание персонала

Пример реализуемого сценария

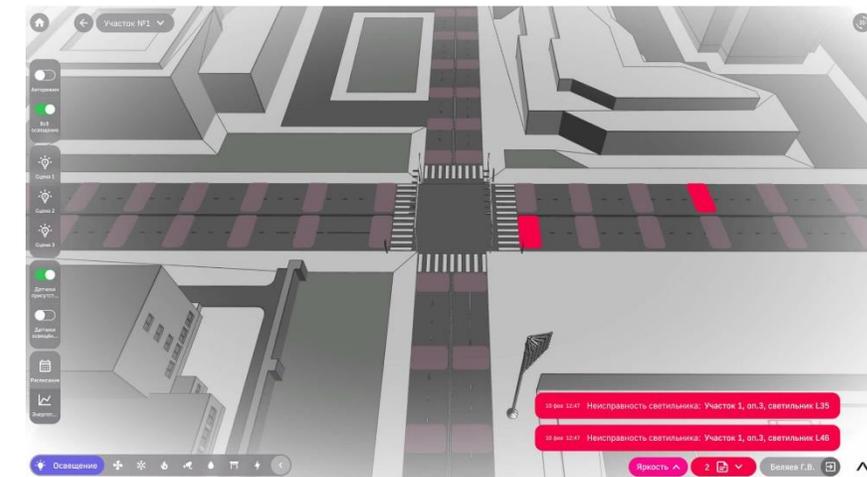
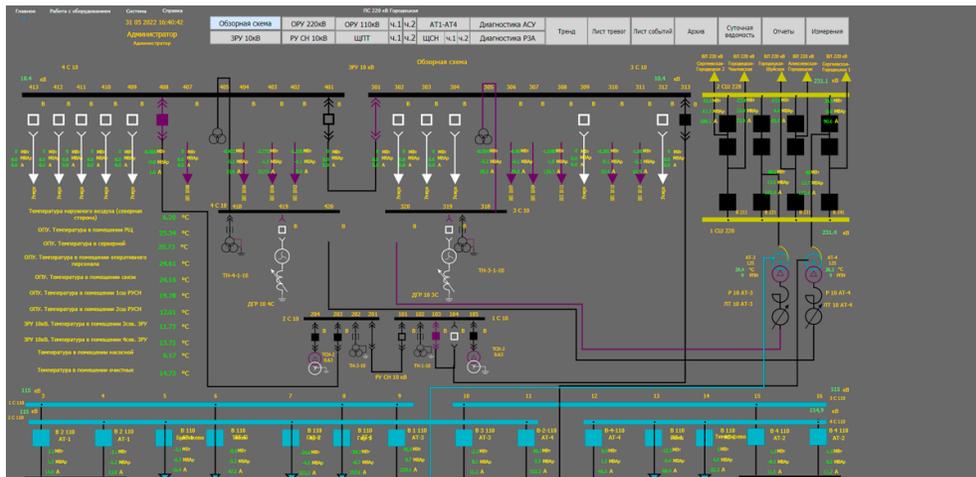
Автоматизированный инцидент-менеджмент при потере питания. При аварии на вводе система:

- 1** Фиксирует событие
- 2** Запускает ДГУ
- 3** Переключает нагрузку
- 4** Анализирует оставшийся заряд ИБП и текущую ИТ-нагрузку
- 5** Автоматически инициирует сценарии Graceful Shutdown некритичных виртуальных машин и сервисов по заранее заданным приоритетам для максимального продления работы критичных систем
- 6** Создает инцидент в Service Now/Jira
- 7** Рассылает оповещения по всем каналам с детальным статусом

Отечественные SCADA-платформы

Отечественные лидеры SCADA-решений совершили качественный скачок, став незаменимыми ИТ-инструментами для управления современным ЦОД. Они обеспечивают:

- Единую картину ИТ- и инженерной инфраструктуры.
- Интеллектуальную аналитику для прогнозирования и оптимизации.
- Автоматизацию реагирования, сокращающую простои.
- Безопасность и соответствие требованиям.
- Удобство и скорость разработки прикладных решений под ваши нужды.

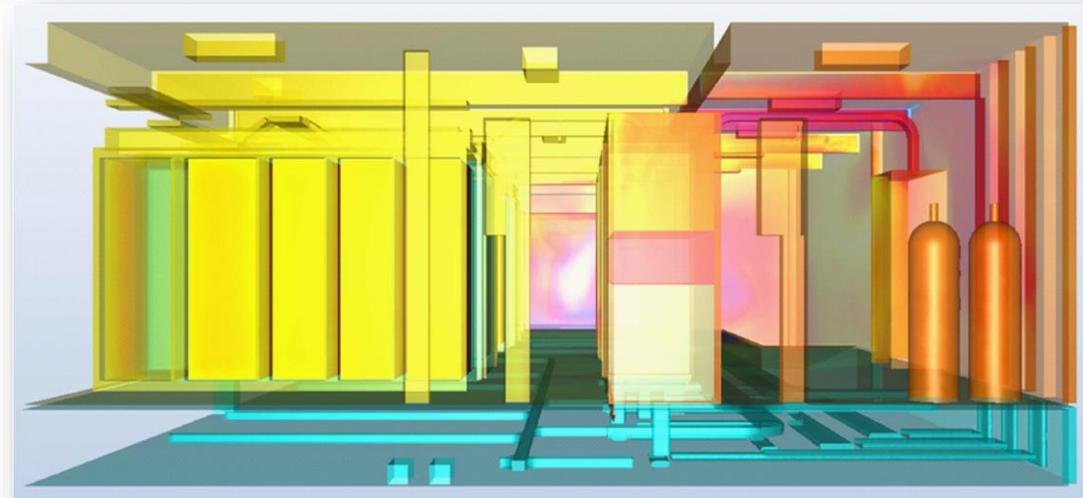


Проектный опыт по внедрению инженерной инфраструктуры и SCADA-систем в ЦОД

Наша компания имеет опыт проектирования всей линейки ЦОД, от нескольких стоек, до ЦОД на несколько тысяч стоек и десятки мегаватт мощности

В запроектированных ЦОД системы диспетчеризации обеспечили контроль всех инженерных систем – их работоспособности, удобную визуализацию, предупреждение об инцидентах, накопление архивов

При проектировании мы выполняем CFD-моделирование работы ЦОД для различных сценариев охлаждения, что позволяет проверить достаточность охлаждения и отсутствие перегревов.



Заключение

- 1** Ни один современный ЦОД не может обойтись без автоматизации
- 2** Контроллеры инженерного оборудования ЦОД должны иметь протокол связи
- 3** Предпочтительный протокол связи по соотношению цена/качество – Modbus TCP/IP
- 4** Чем выше уровень автоматизации, тем быстрее и точнее можно определить неисправности оборудования
- 5** Отечественные SCADA-системы достигли очень высокого уровня и позволяют управлять всей инфраструктурой ЦОД

Контакты

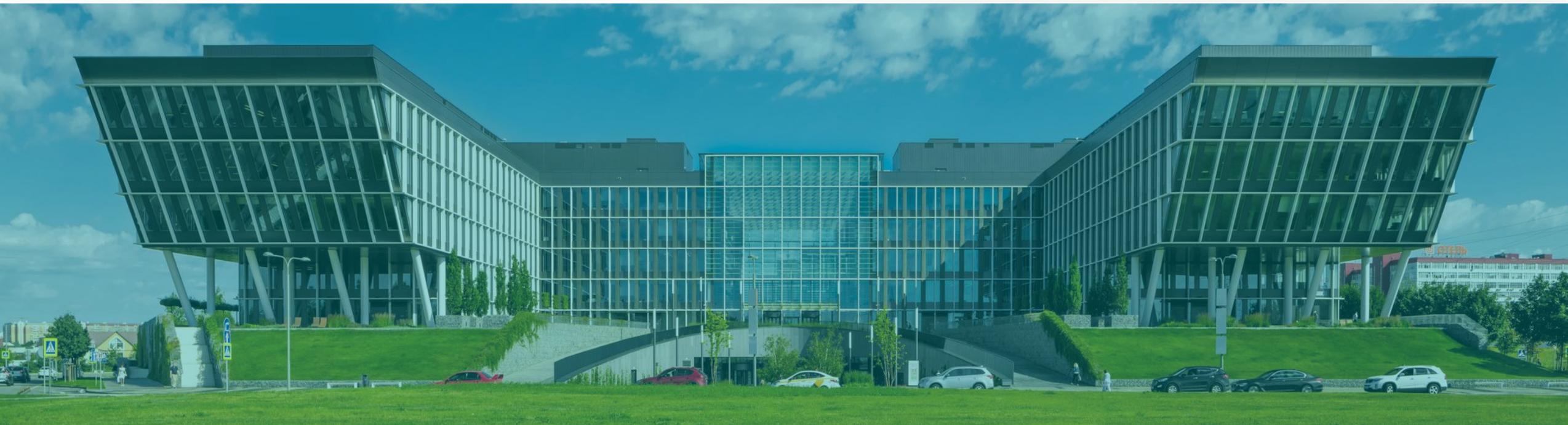
Алексей Данилов

Ведущий инженер-проектировщик систем
автоматизации и диспетчеризации STEP LOGIC

+7 905 377 78 85

A_Danilov@step.ru





Россия, 108811, Москва, район Солнцево,
Киевское ш., 22-й км., БЦ Комсити, дв. 6, стр.1
+ 7 (495) 775 31 20
info@step.ru | step.ru