

Содержание

Об авторах	7
Приветственное слово от генерального директора Linx	9
Вступление от научного редактора	10
Введение	12
Виды ЦОД	14
Соответствие сертификационным стандартам и действующим нормам	16
Uptime Institute Tier Standard: Topology (TS: T)	16
Uptime Institute Tier Standard: Operational Sustainability (TS: OS)	17
EN50600 Information Technology — Data Centre Facilities and Infrastructures	18
ANSI/BICSI 002-2019 Data Center Design and Implementation Best Practices	19
BICSI 009-2019 Data Center Operations and Maintenance Best Practices	19
EPI DCOS Data Center Operations Standard 2021	20
ISO/IEC TS 22237-7:2018 Information technology — Data centre facilities and infrastructures — Part 7: Management and operational information	20
ГОСТ Р ИСО 9001-2015 / ISO 9001-2015 Quality Management	20
ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2021/ISO 27001:2021 Information Security	21
ГОСТ Р ИСО 22301-2014 / ISO 22301:2019 Business Continuity	23
Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП)	24
Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭЭ)	24
Соответствие Tier Standard: Operational Sustainability и Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП)	24

Потребители (клиенты) услуг ЦОД и уровень SLA	35
Соглашение об уровне обслуживания (SLA) и его важность	36
Основные параметры SLA для ЦОД	38
Определение параметров SLA	41
Служба эксплуатации ЦОД	43
Задачи службы эксплуатации ЦОД	43
Роль службы эксплуатации на различных этапах построения ЦОД	46
Пусконаладочные работы, приемка в эксплуатацию	48
Влияние службы эксплуатации на проектирование	48
Резервирование систем	60
Оценка текущего уровня процессов службы эксплуатации	64
Примерный чек-лист для определения уровня зрелости службы эксплуатации ЦОД	64
Методики оценки	68
Персонал службы эксплуатации	70
Необходимая численность персонала ЦОД	71
Аутсорсинг эксплуатации	72
Состав службы эксплуатации ЦОД	74
Организационная структура и другие схемы взаимодействия	77
График работы дежурного персонала	81
Содержание должностных инструкций руководителей и дежурных	88
Допуск к работе новых сотрудников	93
Тренировки и обучение	96
Дополнительное обучение персонала	100
Аттестация и поддержание уровня знаний	100
Мотивация и оценка деятельности (KPI) для дежурных	103
Базовая документация службы эксплуатации ЦОД	108
Method Of Procedure, или Метод отдельных процедур	109
SCP — процедуры настройки конфигурации площадки, или Стандартные режимы работы оборудования	113
SOP — рабочие процедуры, или Инструкции по оперативным переключениям	123
EOP — аварийные эксплуатационные процедуры	132
MOP — пошаговая процедура выполнения работ	138
Алгоритм построения документации	143
Общее описание процесса создания эксплуатационной документации	145

Процессы, обеспечивающие безопасное проведение работ в ЦОД	146
Приказы	146
Охрана труда (ОТ)	148
Наряды	148
Средства индивидуальной защиты (СИЗ)	149
Система LOTO (Lock Out / Tag Out)	152
Повседневные процессы службы эксплуатации	160
Прием и передача смены	160
Выполнение обходов	161
Оперативный журнал и отчет за смену	165
Журнал дефектов и неполадок	167
Шаблоны документов	169
Актуальные схемы, проекты и документация на оборудование	170
Организация и хранение инструментов и личных вещей персонала эксплуатации	171
Управление документацией ЦОД	176
Общие принципы ведения документации и Инструкция № 1	176
Документ типа «Процедура»	177
Документ типа «Инструкция»	179
Общий перечень всей документации и порядок ее обновления	181
Прозрачная логика хранения документации ЦОД	183
Управление активами и жизненный цикл оборудования	186
Перечень критических систем ЦОД	186
Жизненный цикл оборудования	188
Учет критического оборудования и средств измерения	190
Отслеживание требований к поверке приборов	192
Склад запасных частей	193
Обслуживание оборудования ЦОД	198
Типы технического обслуживания (ТО)	198
Профилактическое техническое обслуживание (Preventive Maintenance)	200
Упреждающее техническое обслуживание (Predictive Maintenance)	211
Поддержание порядка и чистоты в ЦОД	232
Инструкция «Политика чистоты»	232
Контроль уровня запыленности помещений, или Откуда в серверной берется пыль	233

Подрядчики и поставщики ЦОД	236
Типы подрядчиков и поставщиков	236
Требования к договорам с поставщиком и подрядчиком	237
Единый список контактов поставщиков и подрядчиков	238
Доступ и обучение сотрудников подрядчиков	240
Контроль за работой подрядчиков	245
Клиенты ЦОД	247
Типы клиентов	247
Служба поддержки клиентов ЦОД	248
Служба охраны ЦОД	249
Доступ клиентов	251
Создание комфортных условий для работы в ЦОД	261
Учет и расследование инцидентов	265
Учет дефектов и неполадок в работе оборудования	266
События near miss	266
Процедуры расследования инцидентов и событий near miss	267
Приоритеты и эскалация при инцидентах	269
Процессы для руководителей ЦОД	271
Регулярные совещания руководителей ЦОД	271
Управление рисками	286
Автоматизация процессов службы эксплуатации ЦОД	294
Система управления эксплуатацией ЦОД (CMMS/MMS)	297
Система мониторинга инфраструктуры ЦОД	299
Эпидемии, чрезвычайные ситуации	309
С чего начать?	312
Заключение	314
Приложения	315
Приложение 1. Плакат «Схема подключения оборудования к электропитанию в стойках»	316
Приложение 2. Плакат «Правила работы с фальшполом»	317
Глоссарий	318

Об авторах

Тарас Чирков — директор по эксплуатации ЦОД Linx Datacenter. Тарас обладает обширным опытом работы в ИТ-сфере: ранее занимался развитием ИТ-инфраструктуры компании Beeline в Северо-Западном регионе, управлял ИТ-инфраструктурой олимпийских объектов в компании AtoS на Олимпийских играх 2014 г. в Сочи.

Более десяти лет Тарас со своей командой обеспечивает бесперебойную работу ЦОД Linx Datacenter, управление системами обеспечения жизнедеятельности дата-центра, физической и информационной безопасности. Накопленный опыт лег в основу нового направления консультационных услуг в сфере эксплуатации ЦОД, обучающих курсов на базе АНО КС ЦОД и публикаций.

Под руководством Тараса Linx Datacenter подготовлен к аудиту на соответствие международным стандартам: Management & Operations Stamp of Approval от Uptime Institute, ISO 9001, ISO 27001, ISO 22301 с последующим подтверждением сертификации Британским институтом стандартов BSI, PCI DSS, SAP Cloud and Infrastructure Operations.

Тарас имеет сертификации в области управления дата-центрами — Accredited Operations Specialist от Uptime Institute и Certified Data Centre Facilities Operations Manager. Он сертифицированный ведущий аудитор BS ISO/IEC 27001:2013.

Константин Нагорный — главный инженер Linx Datacenter в Санкт-Петербурге. Присоединился к команде Linx в 2009 г. и за несколько лет прошел путь от рядового инженера ЦОД до главного инженера.

Основные достижения его профессиональной деятельности: участие в проекте строительства и запуске в эксплуатацию ЦОД Linx Datacenter в Санкт-Петербурге, бесперебойная

работа ЦОД с момента его основания, руководство проектом разработки и внедрения системы мониторинга ЦОД, организация процессов и разработка документации, регламентирующих работу и обучение персонала службы эксплуатации ЦОД.

Константин имеет сертификацию Accredited Tier Designer от Uptime Institute. Читает курс лекций по эксплуатации дата-центров на базе тренингового центра АНО КС ЦОД.

Андрей Чеснов — главный энергетик Linx Datacenter в Санкт-Петербурге, в Linx работает более 10 лет. Ранее был главным энергетиком на крупном производственном предприятии, принимал участие в его строительстве и эксплуатации.

Андрей имеет богатый опыт обслуживания и эксплуатации различных инженерных систем, отвечает за организацию производственных процессов и поддержание безопасной и бесперебойной работы систем жизнеобеспечения ЦОД, осуществил модернизацию системы резервного энергоснабжения.

Андрей прошел обучение по направлению «Сертифицированный специалист в области ЦОД» (Certified Data Center Specialist (CDCS) от Hewlett Packard Enterprise. Читает курс лекций по эксплуатации дата-центров на базе тренингового центра АНО КС ЦОД.

Авторы руководили подготовкой ЦОД Linx Datacenter к прохождению аудита Uptime Institute на соответствие инфраструктуры и процессов ее эксплуатации требованиям Management & Operations Stamp of Approval в 2018, 2020, 2021 и 2023 г.

Приветственное слово от генерального директора Linx

Уважаемые читатели!

Рад представить вам книгу «Эксплуатация ЦОД: практическое руководство» — превосходный инструмент для всех, кто стремится улучшить процессы эксплуатации в уже действующем дата-центре или организывает их с нуля. Авторами пособия являются сотрудники нашей компании, уже более 20 лет предоставляющей решения в сфере хранения и обработки данных на базе собственных дата-центров.

ЦОД как площадка для хранения данных и размещения стремительно развивающихся облачных сервисов играет важную роль в обеспечении безопасности и операционной устойчивости ключевых процессов работы любой компании. Команда специалистов, создавшая данное практическое пособие, не только обладает богатым опытом по организации бесперебойной работы ЦОД, но и единственная в России четыре раза прошла аудит Management & Operations от Uptime Institute, благодаря чему ЦОД Linx вошел в топ-15 дата-центров в мире с подтвержденной высокой экспертизой в области эксплуатации ЦОД.

Книга «Эксплуатация ЦОД: практическое руководство» предлагает читателям практические советы и рекомендации, разработанные на базе лучших практик отрасли и адаптированные с учетом требований российского законодательства и реалий. Это руководство — идеальный помощник для всех, кто хочет выстроить процессы эксплуатации своего дата-центра в соответствии с самыми высокими стандартами отрасли.

Я горжусь тем, что могу представить вам данное руководство. Уверен, что вы найдете в нем ценные сведения, которые будут способствовать стабильной работе ЦОД и развитию бизнеса вашей компании.

*С наилучшими пожеланиями,
Михаил Ветров,
генеральный директор Linx*

Вступление от научного редактора

Российский рынок беден печатными изданиями, посвященными центрам обработки данных (ЦОД). Еще менее доступны источники, освещающие принципы и подходы к организации служб эксплуатации таких объектов. Между тем, учитывая важность и значимость ЦОД в нашей повседневной жизни и ограниченность информации о них, источники знаний о данной теме жизненно необходимы. В этой связи появление книги, посвященной эксплуатации ЦОД, — более чем важное событие.

Подходить к данной теме можно по-разному. Та информация, которую можно найти в интернете и немногочисленных публикациях, зачастую кажется очень общей по характеру изложения, и, хотя и, безусловно, способствует углублению знаний и пониманию тематики, но не дает конкретных, практических указаний по реализации принципов организации эксплуатации и технического обслуживания ЦОД. Отрадно видеть, что настоящее издание фокусируется именно на конкретных указаниях и живых примерах того, как эти принципы реализуются в повседневной работе.

ЦОД бывают разными — по назначению, сфере применения, масштабу, принципам построения и особенностям использования. Однако их роднит то, как реализуются принципы их повседневной эксплуатации. Реализация этих принципов может быть различной, но, применяя существующие на мировом рынке методологии и механизмы оценки уровня эксплуатации, можно выделять те объекты, которые стоят в авангарде отрасли. В этом контексте ЦОД Linx Datacenter — уникальный объект, четырехкратно награжденный оценкой Management and Operations Stamp of Approval. Эту оценку присуждает консалтинговая компания Uptime Institute — признанный отраслевой лидер мирового масштаба в сфере сертификации ЦОД по уровням Tier, отражающим степень надежности и качество эксплуатации центров обработки данных.

ЦОД Linx Datacenter на сегодняшний день — единственный в России (а, возможно, и в Европе), четырежды успешно прошедший аудит Management and Operations и получивший высокие оценки Uptime Institute. Стремление ключевых сотрудников данного объекта поделиться своим опытом в сфере эксплуатации нельзя расценивать иначе, как значительный вклад в популяризацию знаний об эксплуатации критических объектов.

Данная книга — особенная. Она идет много дальше общих рекомендаций по эксплуатации и дает массу практических советов, сопровождаемых примерами и иллюстрациями, о том, как подобрать необходимый персонал службы эксплуатации и рассчитать его численность, сформировать программы технического обслуживания инженерной инфраструктуры ЦОД, сформулировать и описать необходимые процессы и процедуры эксплуатации, корректно документировать их и обеспечить их доступность для службы эксплуатации, как управлять уровнем оказания услуг объекта, как отслеживать состояние складов, наличие необходимых инструментов, управлять повседневными операциями на объекте, обеспечивать безопасность труда и многое-многое другое.

Несмотря на кажущуюся очевидность того, как следует построить эксплуатацию объекта, ее практическая реализация — весьма нетривиальная задача, успешно решить которую под силу не каждому. В этом ключе данный труд — настоящий подарок для каждого участника отрасли ЦОД.

Эта книга станет незаменимым пособием по организации повседневной эксплуатации ЦОД для их владельцев, технических директоров, руководителей служб эксплуатации, ответственных лиц в данной сфере и линейных сотрудников служб эксплуатации. Учитывая универсальность излагаемых принципов и подходов, книга применима даже шире, нежели исключительно в отрасли ЦОД, — излагаемые знания и практические указания применимы для любых критических объектов.

*Константин Королев,
директор по развитию бизнеса
в России и СНГ, Uptime Institute*

Введение

Центры обработки данных (ЦОД) приобретают все более важное и критическое значение для повседневной жизни. Особенность их функционирования — непрерывная и круглосуточная работа. Даже минутные простои могут иметь катастрофические по степени финансового и репутационного ущерба последствия для организации или, в случае отказа каких-либо популярных сервисов, стать заметными по всему миру даже для людей, не связанных с ИТ-индустрией.

По опубликованным данным¹ опросов представителей отрасли, до 79% респондентов испытывали проблемы, связанные с жизнедеятельностью ЦОД, за последние три года. По нашей собственной десятилетней статистике инцидентов, это число составляет примерно 65%. Согласно статистическим исследованиям Uptime Institute, 75%² отказов в ЦОД связаны с человеческим фактором. Когда мы только начинали переосмысливать работу службы эксплуатации в 2015 г., эта цифра достигала лишь 70%.

Человеческий фактор включает в себя ошибки дежурного персонала ЦОД, но, что более важно, также говорит о принятии неверных управленческих решений в отношении подбора сотрудников, выстраивания процессов обслуживания, обучения и общей тщательности выполнения работ по техническому обслуживанию или повседневной деятельности. Независимо от топологии инфраструктуры дата-центра, человеческий фактор представляет наибольший риск для его работоспособности, так как на долю отказов оборудования приходится относительно малая часть инцидентов. Следовательно, целесообразно направлять усилия на устранение большего процента рисков, связанного с человеческими ошибками при эксплуатации. Из них 48%³ связано с неверным выполнением процедур, 41% — с неверно организованными процессами или процедурами.

При правильно организованной системе эксплуатации, даже с несовершенной инженерной инфраструктурой и незначительным уровнем резервирования, ЦОД может иметь лучшее время непрерывной работы, чем ЦОД с высоким уровнем резервирования систем, но с плохо выстроенной и организованной эксплуатацией.

¹ <https://uptimeinstitute.com/2021-data-center-industry-survey-results>.

² <https://ru.uptimeinstitute.com/professional-services/management-operations>.

³ <https://uptimeinstitute.com/2021-data-center-industry-survey-results>.

Недостатки инфраструктуры и низкий уровень резервирования можно компенсировать продуманными организационными мерами.

Мы — команда, которая уже более 10 лет занимается эксплуатацией ЦОД, — хотим поделиться с вами своим опытом организации современной модели эксплуатации ЦОД.

Современный подход к управлению эксплуатацией охватывает не только организацию качественной эксплуатации инфраструктуры ЦОД, но и контроль других сопряженных направлений — ИТ/телеком, службы поддержки, уборки, охраны, порядка доступа и пребывания сотрудников ЦОД, клиентов и подрядчиков на территории ЦОД.

Отметим, что описанная ниже модель эксплуатации даст результат только в случае реального осмысления принципов, описанных в этой книге, адаптации их под ваши процессы и самостоятельного внедрения с каждодневным использованием. В этом случае вы получите самоподдерживающуюся экосистему процессов и документации, позволяющую сохранять информированность сотрудников и качество процессов на уровне, позволяющем пройти любой аудит без предварительной подготовки.

В случае же разового точечного внедрения данной системы с целью пройти конкретный аудит вы, конечно же, достигнете временного результата, но все ваши усилия будут напрасны в долгосрочной перспективе, и каждый новый аудит будет вызывать страх и авральные приготовления как руководства, так и рядового персонала.

Мы также не рекомендуем заказывать услуги по созданию документации службы эксплуатации «под ключ». Это внедрение приведет к аналогичному временному результату. Без участия персонала — как руководящего звена, так и рядовых дежурных сотрудников — это все не будет работать. Важно платить деньги не за готовые формальные документы, а за качественное обучение вашего персонала, который сам уже потом применит полученные знания и создаст все требуемые процессы и инструкции, возможно, даже где-то улучшив предложенную концепцию.

Также следует бороться с формальным подходом к процессам со стороны дежурных инженеров ЦОД. Чаще всего он выражается в некачественном ведении отчетности, недостаточном контроле за работой подрядчиков, заполнении чек-листов не в процессе выполнения задачи, а задним числом (например, обход объекта без чек-листа и заполнение его потом). Руководству требуется вести непрерывный контроль, разъяснительную работу, мотивирование и выборочные проверки качества выполнения процедур дежурными, иначе все усилия руководителей могут быть перечеркнуты отношением сотрудников. А лучшим стимулом является собственный пример. Одновременно надо оценивать внедряемые процедуры и документы на предмет минимизации всего того, что требуется заполнять или отправлять в виде отчета. Новые процессы и документы должны упрощать работу руководителей и сотрудников, а не усложнять ее.

Виды ЦОД

Согласно ГОСТ Р 58811–2020, п. 3.1.13, «*Центр обработки данных; ЦОД: Специализированный объект, представляющий собой связанную систему ИТ-инфраструктуры и инженерной инфраструктуры, оборудование и части которых размещены в здании или помещении, подключенном к внешним сетям, как инженерным, так и телекоммуникационным*».

С точки зрения процессов под центрами обработки данных (ЦОД) мы будем подразумевать такие ИТ-площадки, которые достигли некоторого объема и зрелости процессов внутри организации, позволяющих организовывать эксплуатацию инженерной инфраструктуры отдельно от ИТ-инфраструктуры. В противном случае, когда поддержкой инженерной инфраструктуры ЦОД по старой памяти продолжает заниматься команда ИТ-отдела, это малоэффективно.

Наилучшее решение здесь — использование услуг колокации.

Колокация, колокейшн (от *англ.* colocation, сокращенно colo) — услуга, состоящая в том, что провайдер услуги размещает оборудование клиента в своем дата-центре, подключает его к электричеству, обеспечивает обслуживание и подключение к каналам связи с высокой пропускной способностью⁴.

Данная услуга востребована, так как для поддержания инженерной инфраструктуры ЦОД неспециализированной ИТ-компании потребуется достаточно большое количество непрофильных для нее процессов и специалистов, таких как электрики, механики и т. д.

⁴ <https://ru.wikipedia.org/wiki/Колокация>, с изменениями.

По построению инфраструктуры и организации эксплуатации ЦОД условно можно разделить на три категории:

- **Корпоративные ЦОД.** Для внутренних ИТ-нужд организаций.
- **Гиперскейл-ЦОД⁵,** дата-центры крупных интернет-компаний, мировых лидеров ИТ-индустрии.
- **Колокейшн-провайдер ЦОД⁶.** Коммерческие дата-центры.

Корпоративные ЦОД в большинстве случаев относительно просты по уровню резервирования и обслуживания. Круг решаемых задач очевиден и формулируется заранее, что позволяет выбрать, например, однотипное оборудование с низкими требованиями к параметрам окружающей среды. У таких ЦОД лишь один внутренний клиент, с которым достаточно просто договориться об остановке ЦОД для проведения каких-либо работ. Естественно, есть корпоративные ЦОД, отказ которых может быть видимым для всех, и к таким ЦОД предъявляются самые жесткие требования по инженерной структуре и бесперебойной работе. Но обычно это характерно лишь для достаточно крупных организаций, а в остальных случаях корпоративный ЦОД — просто «серверная комната».

Гиперскейл-ЦОД — гипермасштабируемые ЦОД, зачастую имеют меньшее резервирование компонентов инженерной инфраструктуры, так как падение ЦОД может быть компенсировано другими ЦОД этой же организации, что значительно удешевляет строительство ЦОД при мощности в сотни мегаватт. Такие ЦОД могут позволить себе использовать специально заказанное у вендора ИТ- и телеком-оборудование, способное работать в гораздо более широких температурных диапазонах с очень низкими запросами к внешней среде (например, нормальная температура эксплуатации до +40 °С без требований к уровню влажности), позволяя упростить системы охлаждения и требования к ним.

Колокейшн-провайдеры — компании, предоставляющие места в своих ЦОД для коммерческих клиентов. Тут применяются наиболее жесткие требования по бесперебойной работе и температурно-влажностным режимам по причине того, что диапазон размещаемого оборудования может быть очень широк по своим эксплуатационным параметрам и ЦОД должен соответствовать самым жестким требованиям. Для колокейшн-провайдеров характерны дополнительные специфические аспекты, которые требуют четкой регламентации, например наличие службы физической безопасности и отдела поддержки клиентов.

⁵ От *англ.* hyperscale, букв. «сверхмасштабные»; обладающие весьма значительными площадями и ресурсами по сравнению с другими центрами обработки данных и имеющие возможность сравнительно быстрого наращивания площадей и ресурсов. Часто также называются «гипермасштабируемые ЦОД».

⁶ От *англ.* colocation provider, букв. «поставщик услуг совместного размещения». Часто можно встретить также названия «многопользовательский ЦОД» в русскоязычной среде и multi-tenant data center (MTDC) в англоязычной среде.

Соответствие сертификационным стандартам и действующим нормам

Для ЦОД, особенно коммерческих, важно соответствие международным стандартам. В данном случае мы будем говорить только о тех стандартах или частях стандартов, которые относятся к службе эксплуатации ЦОД, не затрагивая аспекты строительства инфраструктуры, безопасности и т. д. Даже если вы не проходите официальную сертификацию, существуют еще и внутренние аудиты от клиентов ЦОД или внутренних служб, которые должны удостоверять, что эксплуатация выстроена правильно. Таким образом, целесообразно оценивать свою деятельность именно по существующим стандартам.

Для этого мы рассмотрим основные зарубежные и отечественные стандарты и нормативные документы, регламентирующие операционную деятельность ЦОД.

Uptime Institute Tier Standard: Topology (TS: T)

Стандарт американской консалтинговой компании Uptime Institute знаменит тем, что именно в нем излагается разработанная компанией и ставшая широко известной по всему миру классификация ЦОД по четырем уровням надежности (Tier), многократно повторенная позже в других стандартах.

Поскольку мы по ходу изложения будем упоминать эти уровни, напомним читателю об их сути и принципиальных отличиях.

- **Tier I** предполагает наличие базового набора элементов, позволяющего ЦОД выполнять свои функции;
- **Tier II** подразумевает наличие резервирования активных компонентов инфраструктуры (ДГУ, ИБП, чилеры, внутренние блоки системы кондиционирования и пр.);

- **Tier III** определяется такой топологией, которая позволяет проводить плановое обслуживание систем и любых их компонентов без прерывания работы ЦОД;
- **Tier IV** обеспечивает работоспособность ЦОД при любом единичном отказе в любой точке инфраструктуры.

С точки зрения эксплуатации ЦОД, Tier I и Tier II предполагают вынужденные остановки ЦОД на обслуживание, в то время как Tier III и Tier IV позволяют выполнять все необходимые работы по обслуживанию ЦОД без прерывания сервисов. Это обстоятельство, наряду со сравнительной простотой реализации ЦОД уровня Tier III по сравнению с Tier IV, обуславливает широкое распространение ЦОД уровня Tier III как в России, так и за рубежом.

Однако данный стандарт, излагая классификацию и принципы реализации ЦОД всех четырех уровней, никак не затрагивает подходы к эксплуатации и техническому обслуживанию ЦОД. Они описаны в другом стандарте Uptime Institute, о котором мы говорим далее.

Uptime Institute Tier Standard: Operational Sustainability (TS: OS)

На наш взгляд, это наиболее полный по содержанию документ, в общих принципах описывающий все аспекты эксплуатации ЦОД. Стандарт состоит из трех разделов: 1) Management and Operations («Управление и эксплуатация»); 2) Building Characteristics («Характеристики здания»); 3) Site Location («Место расположения здания»).

Первый раздел затрагивает следующие категории:

- подбор персонала и организация работ;
- обслуживание;
- обучение;
- планирование, координация и управление;
- условия эксплуатации.

Выполнение только первого раздела дает аттестацию Management and Operations (M&O), проводимую Uptime Institute. Второй и третий разделы требуются для прохождения полноценной сертификации Operational Sustainability («Эксплуатационная устойчивость») как завершающей части еще двух сертификаций: Design Documentation («Проектная документация») и Constructed Facility («Построенный объект»).

Второй раздел стандарта — Building Characteristics — также содержит требования к приемо-сдаточным испытаниям оборудования, что является неочевидным с точки зрения регламентирования этого требования. Наличие раздела Site Location также

вызывает вопросы, так как на этапе оценки эксплуатационной устойчивости уже поздно оценивать само здание, хотя и можно учесть существующие риски природного, техногенного и антропогенного характера.

В данном стандарте не рассматриваются вопросы безопасности труда, пожарной защиты и физической безопасности.

Причина отсутствия регламента пожарных систем и безопасности труда у Uptime Institute достаточно логична — слишком много внутренних регуляторных документов внутри каждой страны для создания единого стандарта. По физической безопасности, вероятно, и так есть значительное количество других, профильных регламентирующих стандартов.

Можно утверждать, что при выполнении требований первой части стандарта (Management & Operations) в полном объеме большая часть документов, описанных в этой книге, будет у вас готова в той или иной степени автоматически.

Следует также отметить, что стандарт описан достаточно общими понятиями, и это затрудняет его внедрение без специальной подготовки и консультаций, получения примеров и наработок из внешних источников.

EN50600 Information Technology — Data Centre Facilities and Infrastructures

Это группа стандартов от CENELEC⁷ — Европейского комитета электротехнической стандартизации. EN в наименовании стандарта обозначает Europäische Normung (нем. «европейские нормы»). Тексты стандартов EN50600 рассматривают различные аспекты построения и эксплуатации ЦОД; непосредственно к эксплуатации в EN50600 относится часть 3–1, называемая Management and Operational Information.

Помимо вопросов, связанных с организацией эксплуатации и общих с предыдущим стандартом, в EN50600–3–1 немалое внимание уделено вопросам построения инфраструктуры, а значительная часть стандарта посвящена оценкам энергоэффективности (в соответствии с «зеленой» европейской повесткой) и содержит много информации по расчетам различных видов энергоэффективности, из которых нам традиционно знаком только PUE (Power Usage Effectiveness). В этом же стандарте мы можем увидеть расчеты не только PUE или WUE (Water Usage Effectiveness⁸), но и экзотические для нас REF (Renewable Energy Factor⁹) или CUE (Carbon Usage Effectiveness¹⁰).

⁷ Comité Européen de Normalisation Électrotechnique (*фр.*) — Европейский комитет по стандартизации в электротехнике.

⁸ Эффективность утилизации воды (*англ.*).

⁹ Фактор использования возобновляемой энергии (*англ.*).

¹⁰ Эффективность утилизации углерода (*англ.*).

В отличие от Uptime Institute, этот стандарт достаточно подробно рассматривает системы физической безопасности и организацию противопожарных систем.

В целом документ можно иметь под рукой как дополнительный чек-лист для самопроверки при подготовке эксплуатации ЦОД, так как здесь отражено то, *что* должно быть сделано, но не даются ответы на вопрос «как?».

ANSI/BICSI 002-2019 Data Center Design and Implementation Best Practices

Это стандарт, выпущенный в США профессиональной ассоциацией BICSI (The Building Industry Consulting Service International Inc., Международная консалтинговая служба в строительной отрасли) и аккредитованный Американским национальным институтом по стандартизации (ANSI).

Строго говоря, этот документ является не стандартом как таковым, а, как следует из его названия, *best practices*, то есть сборником методических указаний на основе практического опыта участников ассоциации BICSI. Этот американский отраслевой стандарт периодически упоминается в различных статьях. В основном он посвящен построению инфраструктуры ЦОД, хотя в нем есть и раздел, посвященный эксплуатации ЦОД. Ничего дополнительного по сравнению с вышеперечисленным этот стандарт не дает.

BICSI 009-2019 Data Center Operations and Maintenance Best Practices

Чтобы полноценно осветить область управления и обслуживания ЦОД, BICSI выпустила стандарт 009. Этот документ уже непосредственно относится к эксплуатации ЦОД и рекомендуется к изучению теми, кто в этот процесс вовлечен. Внимание уделено не только повседневной жизни ЦОД — безопасности труда, хранению материалов, техническому обслуживанию, ведению документации, — но и другим, не менее важным аспектам жизнедеятельности ЦОД: организации физической безопасности, сервис-менеджменту, процессам для руководства ЦОД и пр. Отметим, что стандарт содержит достаточно конкретные указания и его можно использовать при организации процессов обслуживания ЦОД.

Тем не менее полным и всеобъемлющим этот стандарт также назвать нельзя. Например, из всего набора документации ЦОД в нем подробно описываются только процессы, связанные с аварийными процедурами, другая необходимая документация не указана. Очень подробно описаны процессы управления изменениями, хотя это область общеприменимого сервис-менеджмента, которую рассматривают и другие стандарты. Виртуализация и кибербезопасность, упоминаемые в стандарте, также излишни для подобного документа.

EPI DCOS Data Center Operations Standard 2021

Стандарт, выпущенный отраслевой консалтинговой организацией EPI (Enterprise Products Integration). Представляет краткое описание процессов, которые должны быть организованы в ЦОД. Описание достаточно условное и по большей части ориентировано на процессы верхнего уровня — для менеджмента, без конкретных деталей. Стандарт можно использовать как общее описание процессов, которое хорошо сочетается с обучающими курсами (CDFOM — Certified Data Center Facilities Operations Manager, CDCS — Certified Data Center Specialist и др.) от этой же организации, содержащими много конкретных деталей и мелочей по каждому из пунктов.

ISO/IEC TS 22237-7:2018 Information technology — Data centre facilities and infrastructures — Part 7: Management and operational information

Разработка Международной организации по стандартизации (The International Organization for Standardization, ISO¹¹), посвященная вопросам строительства инфраструктуры ЦОД. Состоит из семи частей, каждая из которых относится к отдельному направлению построения ЦОД: общая концепция, строительство здания, распределение питания, климатика, телекоммуникации, безопасность и информация для менеджмента и управления. Интересующие нас процессы, связанные с организацией эксплуатации, находятся в последнем разделе. По содержанию практически полностью дублирует EN50600-3-1, описанный ранее¹².

ГОСТ Р ИСО 9001-2015 / ISO 9001-2015 Quality Management

Стандарты ISO выпускаются Международной организацией по стандартизации (The International Organization for Standardization, ISO) и имеют применение по всему миру. В частности, стандарт ISO 9001 был локализован и выпущен Росстандартом как российский государственный стандарт (ГОСТ Р).

Стандарт ISO 9001 «Система менеджмента качества» особенно распространен в производственном секторе и для индустрии ЦОД не является профильным. Тем не менее достаточно многие требования стандарта применимы и здесь.

¹¹ ISO (англ. International Organization for Standardization), Международная организация по стандартизации, ИСО — международная организация, занимающаяся разработкой и выпуском стандартов в мировом масштабе для многих отраслей, кроме электротехники и электроники. Разработкой стандартов для последних под эгидой ИСО занимается Международная электротехническая комиссия (МЭК, IEC).

¹² Фактически данный стандарт является переизданием EN50600, выполненным ISO в рамках международного сотрудничества в направлении гармонизации различных стандартов. Следовательно, с текстуальной точки зрения эти два стандарта идентичны.

В данном стандарте мы находим много общего с требованиями TS: OS от Uptime Institute, например:

- Раздел «Цели в области качества и планирование их достижения» можно отнести к контролю функционирования ЦОД в рамках KPI и других параметров жизнедеятельности, к постановке целей менеджменту по достижению и контролю задач.
- Раздел «Обеспечение» регламентирует наличие персонала, необходимой инфраструктуры, ресурсов для мониторинга параметров качества. Тут мы вспоминаем отчетности, VMS, датчики систем и т. д. Также регламентируется наличие базы знаний, доступной всем на объекте и регулярно обновляемой.
- В разделе «Компетентность» указаны требования к квалификации — точно так же, как и в требованиях TS: OS.
- Отдельный раздел посвящен ведению и обновлению документации и управлению ею. Это важный момент, ему уделяется одинаково много внимания как в зарубежных стандартах, так и в отечественных регламентах.
- Важный момент в 9001 — контроль выполнения качества работ поставщиками. Это одна из основных задач команды эксплуатации ЦОД.
- Естественно, требуются постоянное улучшение практик, выявление несоответствий и корректирующие действия.
- Как и в других стандартах ISO, требуется наличие регулярных внутренних аудитов, что действительно полезно для поддержания уровня компетентности сотрудников.

Можно сказать, что выполнение требований ISO 9001 хорошо дополнит стандарт TS: OS, так как здесь есть детальные указания по документации, работе с поставщиками и несоответствиями. Немаловажен и значительный объем совпадений с требованиями российской нормативной документации, необходимой для функционирования ЦОД.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2021/ISO 27001:2021 Information Security

Стандарт ISO 27001 «Информационная безопасность», на первый взгляд, к эксплуатации ЦОД применим мало. Традиционно этот стандарт, рассматривающий ИТ-безопасность и физическую безопасность, понимают как сборник требований, направленных на безопасность носителей информации и самой информации. На самом деле действие стандарта распространяется гораздо шире, в том числе и относительно эксплуатации.

Для понимания, почему информационная безопасность (ИБ) относится и к жизнедеятельности ЦОД, вспомним о том, что и понятие информационной безопасности, и оценка рисков исходят из трех составляющих CIA:

C — Confidentiality. Конфиденциальность, секретность. То, что обычно и связывают с информационной безопасностью.

I — Integrity. Целостность. Тут мы можем рассматривать как традиционное для ИБ резервное копирование, которое нужно проверить на корректность восстановления, так и целостность оборудования (физическая сохранность, отсутствие повреждений, работоспособность) ЦОД, которая должна обеспечиваться различными способами.

A — Availability. Доступность, или готовность. ГОСТ 27.102–2021 «Готовность (объекта): способность объекта выполнять требуемые функции в заданных условиях, в заданный момент или период времени при условии, что все необходимые внешние ресурсы обеспечены».

Для ЦОД это ключевое понятие, и именно оно позволяет утверждать, что этот стандарт имеет отношение к эксплуатации ЦОД, — вся его суть направлена на обеспечение максимальной доступности.

Помимо разделов, перечисленных в ISO 9001 и общих для всех стандартов по управлению осведомленностью, коммуникациями, документацией, анализом менеджмента и непрерывному улучшению, в ISO 27001 можно выделить следующие разделы:

- оценку рисков информационной безопасности. Для нас особо важны аспекты I и A;
- управление активами. Наличие и актуализация как складов, так и установленного оборудования имеет важное значение для ЦОД;
- оборудование. Размещение и защита оборудования, обслуживание оборудования, его утилизация. Один из подпунктов, «Служба обеспечения», гласит, что «оборудование должно быть защищено от перебоев в электроснабжении». Как мы видим, это уже напрямую описывает работу таких объектов, как ЦОД;
- отношения с поставщиками. Для ЦОД особенно важны безопасные отношения с поставщиками услуг, электроэнергии, топлива, подрядчиками по выполнению ТО. Безопасность тут может быть различная, от заключаемых SLA до наличия складов ЗИП на объектах;
- непрерывность информационной безопасности. Здесь мы опять вспоминаем про ключевой для ЦОД параметр Availability и всю деятельность службы эксплуатации, направленную на непрерывность работы ЦОД. В рамках этого стандарта традиционно подразумевается DRP (Disaster Recovery Plan¹³), но, если идти дальше, это будут также и тренировки, и документы по устранению аварийных ситуаций, и различные схемы резервирования оборудования.

¹³ План восстановления после аварии (англ.).

ГОСТ Р ИСО 22301–2014 / ISO 22301:2019 Business Continuity

«Управление непрерывностью бизнеса» — по названию наиболее подходящий под деятельность ЦОД стандарт ISO. После выполнения требований предыдущих двух стандартов имеет совсем немного добавлений, тем не менее важных для обеспечения непрерывности работы ЦОД.

Что добавилось сейчас, помимо вышеперечисленных общих частей?

- В Политике непрерывности бизнеса задекларировано, почему и каким образом мы будем защищаться от перерывов в работе (с точки зрения ЦОД основные риски — энергетика, охлаждение и т. д.).
- Оценка рисков организации уже требовалась для ISO 27001; здесь к ней добавляется Business Impact Analysis¹⁴. Что это дает с точки зрения эксплуатации? Например, у нас заканчивается мощность ДГУ, но они дорогие и нарастить их число в короткий срок невозможно. Вы вынуждены использовать резервный ДГУ в качестве основного. К чему может привести потеря резерва? Во время прерывания подачи электроэнергии на объекте и выхода из строя одного из ДГУ не будет достаточной мощности, чтобы поддержать ЦОД. Тут можно сопоставить стоимость дополнительной ДГУ и ту сумму штрафов, что мы заплатим за нарушение SLA, и понять, что приведет к большим затратам. Далее мы принимаем соответствующее решение: возможно, экономически целесообразнее будет иногда падать, то есть допускать отключение нагрузки.
- Также в стандарте описано, как реализовывать стратегию непрерывности работы. Все это будет являться составными элементами в ходе технического обслуживания, аварийных тренировок и деятельности по эксплуатации ЦОД в целом. Стандарт оперирует понятиями Business Continuity Plans¹⁵, но это могут быть как DRP, так и противоаварийные мероприятия, сценарии и тренировки по пожаротушению, альтернативные контракты с поставщиками критических ресурсов и т. д.
- Добавлен раздел «Восстановление», касающийся действий после наступления каких-либо критических ситуаций.
- Раздел учений и тренировок. Ранее он не был выделен, но в этом стандарте он играет немаловажную роль. Значимость тренировок подчеркивается везде, особенно в TS: OS от Uptime Institute.

В целом, если вы планируете сертифицироваться по всем процессам в соответствии со стандартами ISO, мы бы предлагали делать это именно в приведенной последовательности, так как с каждым разом объем наработок, накопленных с прошлыми стандартами, будет все больше.

¹⁴ Анализ влияния на бизнес-процессы (англ.).

¹⁵ Планы по обеспечению непрерывности бизнеса (англ.).

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП)

Важный нормативный документ, содержащий множество ранее перечисленных аспектов организации эксплуатации оборудования, аналогичных по своим требованиям международным стандартам.

Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭЭ)

Этот документ помогает организовывать процессы безопасной работы с персоналом ЦОД и подрядчиками в соответствии с требованиями российского законодательства. Он также имеет множество совпадений с требованиями международных стандартов.

В процессе нашей работы мы проходили множество внутренних и внешних аудитов, как международных сертификаций, так и проверок локальными инспекторами Ростехнадзора, и в результате отметили много общего в требованиях различных документов. Хотя они сформулированы несколько по-разному, но суть того, что хотят увидеть аудиторы, — одна. Мы пришли к выводу, что было бы очень удобно создать одну универсальную экосистему документации, позволяющую проходить любые применимые аудиты, от Ростехнадзора до Uptime Institute. Как это возможно? Мы приведем пример далее, разбирая, насколько схожи требования Uptime Institute и ПТЭЭП\ПОТЭЭ.

Соответствие Tier Standard: Operational Sustainability и Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП)

Как мы уже упомянули выше, требования действующих в России норм и правил часто полностью совпадают с требованиями сторонних стандартов. В большинстве случаев их можно объединить и выполнить одновременно.

На некоторые критические системы ЦОД нормы не распространяются (так называемые неподнадзорные системы). Несмотря на это, в ЦОД огромный объем действительно критических факторов для обеспечения непрерывности оборудования. Поэтому далее по тексту книги мы будем постоянно переносить требования норм к электрооборудованию на все критическое оборудование, например на системы охлаждения.

Давайте осмыслим, адаптируем и применим такие требования ко всем критическим системам ЦОД.

Например, по ПТЭЭП (пункт 1.4.5.2) для допуска нового дежурного электрика к работе ему необходимо пройти:

- вводный/первичный инструктаж;
- стажировку в дневные часы под контролем опытного сотрудника¹⁶;
- дублирование функций дежурного в смену под контролем опытного дежурного;
- проверку знаний (аттестацию) и получение допуска к самостоятельной работе;
- оформление всего вышеперечисленного приказами.

Давайте ответим на вопрос: с точки зрения надежности ЦОД чем дежурный электрик отличается от дежурного сотрудника, отвечающего за системы охлаждения (дежурный механик), или дежурного сотрудника, отвечающего за СКС (дежурный по ИТ/телеком-системам), или даже охранника, отвечающего за доступ в машинный зал ЦОД посетителей? Ответ: **ничем**. Ошибка любого из них может быть фатальной с точки зрения SLA.

Следовательно, к этим сотрудникам применимы аналогичные процессы предоставления допуска к самостоятельной работе. При этом в отношении электрика мы выполняем требования и норм, и стандартов, в отношении остальных — только требования стандартов.

Такой подход мы применяем к любым системам ЦОД. Читаем нормы и заменяем в них «электрооборудование» на «критическое оборудование». В итоге, во-первых, решается важная задача: пропадает необходимость ведения двойной документации — одной для Uptime Institute, второй для Ростехнадзора и пр.; во-вторых, применяется единый подход для всех остальных подразделений службы эксплуатации.

Давайте сравним, насколько похожи требования современного международного стандарта TS: OS от Uptime Institute и отечественных, вроде бы несовременных, существующих со времен СССР правил ПТЭЭП и ПОТЭЭ. Для нас было удивительно при пошаговом сравнении увидеть столько совпадений.

Сравнение требований современного международного стандарта TS: OS от Uptime Institute и отечественных правил ПТЭЭП и ПОТЭЭ

<p>Uptime Institute Tier Standard: Operational Sustainability</p>	<p>Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (в редакции до 2022 г.) / Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (с изменениями 2021 г.)</p>
<p>Таблица 1.1. Квалификация 1. Надлежащие разрешения и допуск у персонала в соответствии с государственными нормами</p>	<p>1.2.1. Эксплуатацию электроустановок Потребителей должен осуществлять подготовленный электротехнический персонал. В зависимости от объема и сложности работ по эксплуатации электроустановок у Потребителей создается энергослужба,</p>

¹⁶ В англоязычной литературе для такой формы стажировки часто используют название On-the-Job Training, OJT.

<p>Uptime Institute Tier Standard: Operational Sustainability</p>	<p>Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (в редакции до 2022 г.) / Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (с изменениями 2021 г.)</p>
<p>2. Опыт и техническая подготовка, необходимые, чтобы правильно обслуживать и эксплуатировать установленное инженерное оборудование</p> <p>3. Работающий посменно персонал с надлежащей квалификацией для определенных операций смены, выполняемых в индивидуальном порядке или сменной бригадой</p>	<p>укомплектованная соответствующим по квалификации электротехническим персоналом. Допускается проводить эксплуатацию электроустановок по договору со специализированной организацией</p> <p>1.4.7. Работники, принимаемые для выполнения работ на электроустановках, должны иметь профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы. При отсутствии профессиональной подготовки такие работники должны быть обучены (до допуска к самостоятельной работе) в специализированных центрах подготовки персонала (учебных комбинатах, учебно-тренировочных центрах и т. п.)</p> <p>1.4.43. У Потребителей должна проводиться систематическая работа с электротехническим персоналом, направленная на повышение его квалификации, уровня знаний правил и инструкций по охране труда, изучения передового опыта и безопасных приемов обслуживания электроустановок, предупреждение аварийности и травматизма. Объем организуемой технической учебы, необходимость проведения противоаварийных тренировок определяет технический руководитель Потребителя</p>
<p>Таблица 1.1. Организация</p> <p>1. Организационная диаграмма, показывающая цепочки отчетности и все взаимодействия между подразделениями, ответственными за эксплуатацию ЦОД</p>	<p>1.5.9. Система оперативного управления электрохозяйством, организационная структура и форма оперативного управления, а также вид оперативного обслуживания электроустановок, число работников из оперативного персонала в смене определяется руководителем Потребителя и документально оформляется</p> <p>1.5.15. Взаимоотношения персонала различных уровней оперативного управления должны быть регламентированы соответствующими положениями, договорами и инструкциями, согласованными и утвержденными в установленном порядке</p>
<p>Таблица 1.1. Организация</p> <p>2. Должностные инструкции для сотрудников службы эксплуатации доступны и используются</p>	<p>1.8.1. У каждого Потребителя должна быть следующая техническая документация: — должностные инструкции по каждому рабочему месту</p>
<p>Таблица 1.1. Организация</p> <p>4. Назначенные ведущие специалисты и их заместители</p>	<p>1.2.3. Для непосредственного выполнения обязанностей по организации эксплуатации электроустановок руководитель Потребителя (кроме граждан — владельцев электроустановок напряжением выше 1000 В) соответствующим документом назначает ответственного за электрохозяйство организации (далее — ответственный за электрохозяйство) и его заместителя</p>

<p>Uptime Institute Tier Standard: Operational Sustainability</p>	<p>Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (в редакции до 2022 г.) / Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (с изменениями 2021 г.)</p>
<p>5. Интегрированный подход к управлению эксплуатацией, охватывающий все аспекты работы центра обработки данных (эксплуатация, ИТ, безопасность)</p>	<p>У Потребителей, установленная мощность электроустановок которых не превышает 10 кВА, работник, замещающий ответственного за электрохозяйство, может не назначаться. Ответственный за электрохозяйство и его заместитель назначаются из числа руководителей и специалистов Потребителя. При наличии у Потребителя должности главного энергетика обязанности ответственного за электрохозяйство, как правило, возлагаются на него</p> <p>1.5.10. Оперативное управление должно быть организовано по иерархической структуре, предусматривающей распределение функций оперативного контроля и управления между уровнями, а также подчиненность нижестоящих уровней управления вышестоящим</p>
<p>Таблица 1.2. Программа профилактического обслуживания 1. Эффективная программа профилактического обслуживания, включающая в себя список мероприятий по ТО, сроки проведения и запись о завершении</p>	<p>1.6.2. Объем технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов должен определяться необходимостью поддержания работоспособности электроустановок, периодического их восстановления и приведения в соответствие с меняющимися условиями работы</p> <p>1.6.3. На все виды ремонтов основного оборудования электроустановок должны быть составлены ответственным за электрохозяйство годовые планы (графики), утверждаемые техническим руководителем Потребителя</p> <p>1.6.4. Графики ремонтов электроустановок, влияющие на изменение объемов производства, должны быть утверждены руководителем организации. Потребителям следует разрабатывать также долгосрочные планы технического перевооружения и реконструкции электроустановок</p> <p>1.6.5. Периодичность и продолжительность всех видов ремонта, а также продолжительность ежегодного простоя в ремонте для отдельных видов электрооборудования устанавливаются в соответствии с настоящими Правилами, действующими отраслевыми нормами и указаниями заводов-изготовителей</p>
<p>Таблица 1.2. Система управления ТО 5. Отслеживание требований к калибровке.</p>	<p>2.11.11. На средства измерений и учета электрической энергии составляются паспорта (или журналы), в которых делаются отметки обо всех ремонтах, калибровках и поверках</p>
<p>Таблица 1.2. Система управления ТО 6. Ведение перечня критически важных запчастей с установленными точками повторного заказа</p>	<p>1.6.10. Установленное у Потребителя оборудование должно быть обеспечено запасными частями и материалами. Состояние запасных частей, материалов, условия поставки, хранения должны периодически проверяться ответственным за электрохозяйство</p>

**Uptime Institute Tier Standard:
Operational Sustainability**

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (в редакции до 2022 г.) / Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (с изменениями 2021 г.)

Таблица 1.2. Программа предиктивного обслуживания

1. Эффективная программа предиктивного обслуживания

1.6.6. Техническое обслуживание и ремонт могут проводиться и по результатам технического диагностирования при функционировании у Потребителя системы технического диагностирования — совокупности объекта диагностирования, процесса диагностирования и исполнителей, подготовленных к диагностированию и осуществляющих его по правилам, установленным соответствующей документацией

1.6.15. Для своевременного и качественного выполнения задач, указанных в настоящей главе, ремонтный персонал должен иметь склады, мастерские и другие соответствующие помещения, а также приспособления, средства испытаний и измерений, в том числе для проведения раннего диагностирования дефектов, например виброакустические приборы, тепловизоры, стационарные и передвижные лаборатории и т. д.

Таблица 1.2. Планирование жизненного цикла

1. Эффективный процесс планирования организации и финансирования. Замена основных компонентов инфраструктуры после завершения жизненного цикла

1.6.7. По истечении установленного нормативно-технической документацией **срока службы** все технологические системы и электрооборудование должны подвергаться техническому освидетельствованию комиссией, возглавляемой техническим руководителем Потребителя, с целью оценки состояния, установления сроков дальнейшей работы и условий эксплуатации.

Техническое освидетельствование может также производиться специализированными организациями

Таблица 1.2. Программа анализа отказов

1. Ведение списка всех отказов
2. Эффективный процесс определения первопричины
3. Процесс анализа тенденций

1.1.3. **Расследование и учет** нарушений в работе электроустановок Потребителей производятся в соответствии с установленными требованиями

1.2.2. Потребитель обязан обеспечить: **учет, анализ и расследование** нарушений в работе электроустановок, несчастных случаев, связанных с эксплуатацией электроустановок, и принятие мер по устранению причин их возникновения

1.5.2. У Потребителя должен быть организован **анализ** технико-экономических показателей работы электрохозяйства и его структурных подразделений для оценки состояния отдельных элементов и всей системы электроснабжения, режимов их работы, соответствия нормируемых и фактических показателей функционирования электрохозяйства, эффективности проводимых организационно-технических мероприятий

1.5.3. На основании **анализа** должны разрабатываться и выполняться мероприятия по повышению надежности, экономичности и безопасности электроснабжения организации и ее структурных подразделений

**Uptime Institute Tier Standard:
Operational Sustainability**

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (в редакции до 2022 г.) / Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (с изменениями 2021 г.)

Таблица 1.3. Обучение персонала ЦОД

1. Программа обучения на рабочем месте (ОТ) для каждого нового сотрудника: а) по системам, за эксплуатацию и поддержание работоспособности которых они будут нести ответственность, и б) правилам работы в центре обработки данных

1.4.5. Предписывает проводить с персоналом инструктажи, стажировку, дублирование и допуск к самостоятельной работе, а также контрольные противоаварийные и противопожарные тренировки

1.4.8. Электротехнический персонал до назначения на самостоятельную работу или при переходе на другую работу (должность), связанную с эксплуатацией электроустановок, а также при перерыве в работе в качестве электротехнического персонала свыше 1 года обязан пройти стажировку (производственное обучение) на рабочем месте. Для обучения работнику должен быть предоставлен срок, достаточный для ознакомления с оборудованием, аппаратурой, оперативными схемами

1.4.9. **Программы подготовки** электротехнического персонала с указанием необходимых разделов правил и инструкций составляются руководителями (ответственными за электрохозяйство) структурных подразделений и могут утверждаться ответственным за электрохозяйство Потребителя. Программа подготовки руководителей оперативного персонала, работников из числа оперативного, оперативно-ремонтного и ремонтного персонала должна предусматривать стажировку и проверку знаний, а для руководителей оперативного персонала, работников из числа оперативного, оперативно-ремонтного персонала еще и дублирование

Таблица 1.3. Обучение персонала ЦОД

2. Выделенная аудитория для проведения занятий, демонстрации действий и/или подробного изучения работы смен должна содержать следующее:
— аварийные эксплуатационные процедуры

1.4.15. В период дублирования работник должен принять участие в контрольных **противоаварийных** и противопожарных **тренировках** с оценкой результатов и оформлением в соответствующих журналах. Количество тренировок и их тематика определяются программой подготовки дублера

Таблица 1.3. Обучение персонала ЦОД

3. Учебные программы, включая график обучения, планы занятий, необходимые справочные материалы и записи о посещаемости

1.4.13. В процессе стажировки работник должен:

- усвоить требования правил эксплуатации, охраны труда, пожарной безопасности и их практическое применение на рабочем месте;
- изучить схемы, производственные инструкции и инструкции по охране труда, знание которых обязательно для работы в данной должности (профессии);
- отработать четкое ориентирование на своем рабочем месте;
- приобрести необходимые практические навыки в выполнении производственных операций;
- изучить приемы и условия безаварийной, безопасной и экономичной эксплуатации обслуживаемого оборудования

**Uptime Institute Tier Standard:
Operational Sustainability**

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (в редакции до 2022 г.) / Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (с изменениями 2021 г.)

Таблица 1.3. Обучение персонала ЦОД

4. Формальная программа квалификации для назначенного персонала, осуществляющего эксплуатацию центра обработки данных

1.4.19. Проверка знаний работников подразделяется на первичную и периодическую (очередную и внеочередную). Первичная проверка знаний проводится у работников, впервые поступивших на работу, связанную с обслуживанием электроустановок, или при перерыве в проверке знаний более 3 лет; очередная — в порядке, установленном в п. 1.4.20; а внеочередная — в порядке, установленном в п. 1.4.23

1.4.20. Очередная проверка должна производиться в следующие сроки:
— для электротехнического персонала, непосредственно организующего и проводящего работы по обслуживанию действующих электроустановок или выполняющего в них наладочные, электромонтажные, ремонтные работы или профилактические испытания, а также для персонала, имеющего право выдачи нарядов, распоряжений, ведения оперативных переговоров, — 1 раз в год;
— для административно-технического персонала, не относящегося к предыдущей группе, а также для специалистов по охране труда, допущенных к инспектированию электроустановок, — 1 раз в 3 года

1.4.37. Проверка знаний каждого работника производится индивидуально.
Для каждой должности (профессии) руководителем Потребителя или структурного подразделения должен быть определен объем проверки знаний норм и правил с учетом должностных обязанностей и характера производственной деятельности работника по соответствующей должности (профессии), а также требований тех нормативных документов, обеспечение и соблюдение которых входит в его служебные обязанности

Таблица 1.3. Обучение поставщиков

2. Брифинг по процессам ЦОД и процедурам, связанным с работами, которые необходимо провести

46.4. ПОТЭЭ. Командированный персонал по прибытии на место командировки должен пройти вводный и первичный инструктаж по безопасности труда, должен быть ознакомлен с электрической схемой и особенностями электроустановки, в которой им предстоит работать, а работники, которым предоставляется право выдачи наряда, исполнения обязанностей ответственного руководителя и производителя работ, должны пройти инструктаж по схеме электроснабжения электроустановки

Таблица 1.4. Правила объекта

1. Официально документированные политики и процедуры по следующим направлениям:

- Конфигурация площадки: для штатных условий эксплуатации

1.8.9. В состав оперативной документации может быть включена следующая документация: карты уставок релейной защиты и автоматики

1.5.18. Для каждой электроустановки должны быть составлены однолинейные схемы электрических соединений для всех напряжений при нормальных режимах работы оборудования

<p>Uptime Institute Tier Standard: Operational Sustainability</p>	<p>Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (в редакции до 2022 г.) / Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (с изменениями 2021 г.)</p>
<p>Таблица 1.4. Правила объекта</p> <p>1. Официально документированные политики и процедуры по следующим направлениям:</p> <ul style="list-style-type: none"> стандартные операции изменения в нормальной рабочей конфигурации 	<p>1.5.20. У каждого Потребителя должны быть разработаны инструкции по производству оперативных переключений с учетом специфики и структурных особенностей организаций</p>
<p>Таблица 1.4. Правила объекта</p> <p>1. Официально документированные политики и процедуры по следующим направлениям:</p> <ul style="list-style-type: none"> Аварийные операции. Управление площадкой в нештатных ситуациях или при наступлении необычных событий 	<p>1.5.19. На каждом диспетчерском пункте, щите управления системы электроснабжения Потребителя, объекте с постоянным дежурством персонала должны быть местные инструкции по предотвращению и ликвидации аварий</p>
<p>Таблица 1.4. Библиотека справочной литературы</p> <p>1. Можно воспользоваться следующими ссылками и документами (на площадке или вне ее):</p> <ul style="list-style-type: none"> исполнительная документация; документация по эксплуатации и техническому обслуживанию; протоколы обследования/испытания (структурные, электрические, технические, в том числе по грунтам, выключателям, цепям и т. д.); отчеты о пусконаладочных работах; гарантийная документация и предварительные соглашения на обслуживание; записанные автоматические последовательности операций 	<p>1.8.1. У каждого Потребителя должна быть следующая техническая документация:</p> <ul style="list-style-type: none"> Исполнительные рабочие схемы первичных и вторичных электрических соединений, утвержденная проектная документация (чертежи, пояснительные записки и др.) со всеми последующими изменениями; производственные инструкции по эксплуатации электроустановок; должностные инструкции по каждому рабочему месту, инструкции по выполнению переключений без распоряжений, инструкции по пожарной безопасности, инструкции по предотвращению и ликвидации аварий, акты приемки скрытых работ, испытаний и наладки электрооборудования, приемки электроустановок в эксплуатацию; технические паспорта основного электрооборудования, зданий и сооружений энергообъектов, сертификаты на оборудование и материалы, подлежащие обязательной сертификации
<p>Таблица 1.4. Библиотека справочной литературы</p> <p>2. Перечисленные выше ссылки и документы доступны на площадке в любое время</p>	<p>1.8.7. Все рабочие места должны быть снабжены необходимыми инструкциями: производственными (эксплуатационными) и т. д.</p> <p>1.5.19. На каждом диспетчерском пункте, щите управления системы электроснабжения Потребителя и объекте с постоянным дежурством персонала должны быть местные инструкции по предотвращению и ликвидации аварий. Указанные инструкции должны быть согласованы с вышестоящим органом оперативно-диспетчерского управления</p>

<p>Uptime Institute Tier Standard: Operational Sustainability</p>	<p>Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (в редакции до 2022 г.) / Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (с изменениями 2021 г.)</p>
<p>Таблица 1.4. Библиотека справочной литературы 3. Справочные материалы с централизованным хранилищем (библиотеки), доступные для обслуживающего персонала площадки</p>	<p>1.8.2. У каждого Потребителя для структурных подразделений должны быть составлены перечни технической документации, утвержденные техническим руководителем. Полный комплект инструкций должен храниться у ответственного за электрохозяйство цеха, участка, и необходимый комплект — у соответствующего персонала на рабочем месте</p> <p>1.8.6. Комплект схем электроснабжения должен находиться у ответственного за электрохозяйство на его рабочем месте. Оперативные схемы электроустановок данного цеха, участка (подразделения) и связанных с ними электрически других подразделений должны храниться на рабочем месте оперативного персонала подразделения. Основные схемы вывешиваются на видном месте в помещении данной электроустановки</p>
<p>Таблица 1.4. Библиотека справочной литературы 4. Процесс своевременного обновления главных копий и хранения дополнительных копий для эксплуатационного персонала площадки, поставщиков, проектировщиков и т. д.</p>	<p>1.6.8. Конструктивные изменения электрооборудования и аппаратов, а также изменения электрических схем при выполнении ремонтов осуществляются по утвержденной технической документации</p> <p>1.5.18. Для каждой электроустановки должны быть составлены однолинейные схемы электрических соединений для всех напряжений при нормальных режимах работы оборудования, утверждаемые 1 раз в 2 года ответственным за электрохозяйство Потребителя</p> <p>1.8.3. Все изменения в электроустановках, выполненные в процессе эксплуатации, должны своевременно отражаться на схемах и чертежах за подписью ответственного за электрохозяйство с указанием его должности и даты внесения изменения</p> <p>1.8.5. Соответствие электрических (технологических) схем (чертежей) фактическим эксплуатационным должно проверяться не реже 1 раза в 2 года с отметкой на них о проверке</p> <p>1.8.8. В случае изменения условий эксплуатации электрооборудования в инструкции вносятся соответствующие дополнения, о чем сообщается работникам, для которых обязательно знание этих инструкций, под роспись. Инструкции пересматриваются не реже 1 раза в 3 года</p>
<p>Таблица 1.4. Управление мощностями 3. Периодический процесс прогнозирования остающихся в наличии мощностей по электроснабжению, охлаждению и пространства для размещения серверного оборудования (например, 1/6/12/24/36 месяцев).</p>	<p>1.5.2. У Потребителя должен быть организован анализ технико-экономических показателей работы электрохозяйства и его структурных подразделений для оценки состояния отдельных элементов и всей системы электроснабжения, режимов их работы, соответствия нормируемых и фактических показателей функционирования электрохозяйства, эффективности проводимых организационно-технических мероприятий</p>

Uptime Institute Tier Standard: Operational Sustainability	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (в редакции до 2022 г.) / Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (с изменениями 2021 г.)
<p>4. Механизм отслеживания использованных мощностей по электро-снабжению, охлаждению и пространству для размещения серверного оборудования.</p> <p>5. Эффективный процесс для а) управления воздушными потоками в компьютерном зале и б) мониторинга, управления и анализа электропитания</p>	<p>1.5.6. В электрохозяйстве Потребителя и его структурных подразделениях должен быть организован по установленным формам учет показателей работы оборудования (сменный, суточный, месячный, квартальный, годовой) для контроля его экономичности и надежности, основанный на показаниях контрольно-измерительной аппаратуры, результатах испытаний, измерений и расчетов</p>
<p>Таблица 2.1. Пусконаладочные работы</p> <p>2. Получение, установка и предварительное функциональное тестирование критически важного инженерного оборудования.</p> <p>3. Функциональное тестирование, автономное тестирование критически важного инженерного оборудования и начальная конфигурация предварительного пуска системы.</p> <p>4. Запуск системы, OEM-тестирование и индивидуальное тестирование систем (IST).</p> <p>5. Интегрированные эксплуатационные испытания систем ЦОД (ISOT)</p>	<p>Глава 1.3. Приемка в эксплуатацию электроустановок</p> <p>1.3.3. Перед приемкой в эксплуатацию электроустановок должны быть проведены: в период строительства и монтажа энергообъекта — промежуточные приемки узлов оборудования и сооружений, в том числе скрытых работ; приемосдаточные испытания оборудования и пусконаладочные испытания отдельных систем электроустановок; комплексное опробование оборудования</p>

Мы видим множество совпадений, хотя и описанных по-разному, но имеющих одну суть. Кроме того, в обоих документах большое внимание уделено подготовке и допуску нового персонала к работе, что подчеркивает важность этого процесса. В отличие от стандарта TS: OS, в пунктах ПТЭЭП (1.4.11 и 1.4.14) указаны конкретные сроки подготовки, например четкие цифры длительности стажировок персонала. Процесс дублирования и стажировки в итоге занимает в сумме от 4 до 26 смен (стажировка 2–14 смен, дублирование 2–12 смен). При сменном режиме работы сутки через трое обучение нового сотрудника может занимать до 3 месяцев, хотя мы и не советуем так делать ввиду длительности процесса. В спорных ситуациях, например при аудитах и сертификации, рекомендуем использовать эти данные.

Также ПТЭЭП уделяет особое внимание разделу документации, повторяя эти требования почти в каждом разделе.

Основные отличия TS: OS от ПТЭЭП состоят в рассмотрении клининга и финансовых процессов, что обуславливается ориентацией первого из документов на ЦОД.

В целом, как видно из таблицы, ПТЭЭП практически совпадает в требованиях с TS: OS, что говорит о единстве требований в мировой практике. Мы рекомендуем рассматривать требования норм и проверку Ростехнадзора как одну из разновидностей сертификации и аудита, критически важную для ЦОД, но не противоречащую мировым практикам. Как мы писали выше, локальные нормы и правила должны стать базой для создания документации по лучшим практикам.

Еще раз отметим, что создание рекомендуемого нами объема документации позволит вам исполнить требования как отечественных норм и правил, так и многих международных стандартов.

В процессе создания и ведения документации самое главное — понимать, что инженеры ЦОД должны не только владеть знаниями о технологиях и оборудовании, используемых в ЦОД, но и знать принципы организации процессов и базовой документации ЦОД. Они должны иметь информацию, где находится документация, как ее применять, постоянно обновляя и совершенствуя свои знания. Это достигается регулярным обучением, тренировками и проверками знаний (аттестацией). Только в этих случаях риски отключений в ЦОД, вызванных человеческим фактором, будут сведены к минимуму.

Когда будет организована система документации на критические системы, ничто не мешает пойти дальше и построить аналогичные алгоритмы для других, уже некритических действий и систем, в итоге получив законченный комплекс эксплуатационной деятельности ЦОД.