

Алексей Жумыкин

# НАСТОЛЬНАЯ КНИГА ЭКСПЛУАТАТОРА

Всё, что вы хотели знать  
о повседневной жизни  
**датацентров,**  
но боялись спросить



КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР  
ПО ЦОДАМ И ОБЛАЧНЫМ УСЛУГАМ  
Автономная некоммерческая организация

альпина PRO

**Алексей Жумыкин**  
**Настольная книга**  
**эксплуататора. Всё, что вы**  
**хотели знать о повседневной**  
**жизни датацентров,**  
**но боялись спросить**

*Текст предоставлен правообладателем*

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=69133264](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=69133264)*

*Настольная книга эксплуататора: Всё, что вы хотели знать о повседневной жизни датацентров, но боялись спросить: Альпина ПРО;*

*Москва; 2022*

*ISBN 9785206002041*

### **Аннотация**

Если перестанут работать дата-центры (ДЦ), вы не сможете заказать такси, отправить другу мем или оплатить коммунальные услуги через банковское приложение. За любыми, казалось бы, простыми действиями в интернете стоит «невидимая армия», или служба эксплуатации. Эти люди обеспечивают работу серверов и заботятся о том, чтобы информационный поток в наших девайсах никогда не прекращался.

*«Про работу службы эксплуатации уже появилось несколько не очень приятных стереотипов. На первых полосах бумажных газет о ней не прочитаешь, и в TikTok ее не увидишь. Существует даже мнение, что в дежурные идут для того, чтобы спокойно спать в ночную смену. Но все это совсем не так. От этих нескольких человек, находящихся в ночь с субботы на воскресенье на площадке, полностью зависит работа крупного банка, заказ еды или такси, сообщения мессенджеров, прогноз погоды – да трудно представить, какая часть информационного потока не идет сейчас через дата-центры».*

Деятельности дата-центров и посвящена книга Алексея Жумыкина, руководителя эксплуатации ДЦ «Яндекса». Автор, опираясь на собственный опыт, подробно объясняет процессы эксплуатации, рассказывает, как создать хорошую команду, и дает практические рекомендации по безопасности и техническому обслуживанию. Жумыкин простым языком говорит о сложных вещах: организации дата-центров, управлении мощностями, составлении документации, работе с подрядчиками, бюджетировании. В книге также приведены примеры того, как справляться с аварийными ситуациями. Для наглядности автор использует схемы, графики и таблицы, которые позволяют понять устройство оборудования и процессы внутри стандартных ДЦ.

### **Зачем читать**

- Понять, как работают дата-центры.
- Оценить и улучшить рабочие процессы внутри ДЦ.
- Организовать первоклассную команду специалистов дата-центров.

### **Вы узнаете**

- принципы эксплуатации оборудования, которые помогут избежать проблем;
- мифы и легенды о работе дата-центров;
- стоит ли привлекать подрядчиков в ДЦ;
- как справляться с инцидентами на рабочем месте в ДЦ;
- какие перспективы ожидают отрасль.

### **Для кого**

Для руководителей, специалистов эксплуатации дата-центров и людей, желающих разобраться в работе центров обработки данных.

# Содержание

Предисловие от компании 3data	11
Введение	13
Глава 1	17
Глава 2	26
Конец ознакомительного фрагмента.	54

**Алексей Жумыкин**  
**Настольная книга**  
**эксплуататора: Всё,**  
**что вы хотели знать**  
**о повседневной**  
**жизни датацентров,**  
**но боялись спросить**

Редакторы: *Никита Киселев, Людмила Васильева*

Дизайн *Антон Лойбо*

Корректоры *Саша Нойвельт, Наталья Ерохина*

Верстка *Саша Нойвельт*

*Все права защищены. Данная электронная книга предназначена исключительно для частного использования в личных (некоммерческих) целях. Электронная книга, ее части, фрагменты и элементы, включая текст, изображения и иное, не подлежат копированию и любому другому использованию без разрешения правообладателя. В частности, запрещено такое использование, в результате которого электронная книга, ее часть, фрагмент или элемент станут*

*доступными ограниченному или неопределенному кругу лиц, в том числе посредством сети интернет, независимо от того, будет предоставляться доступ за плату или безвозмездно.*

*Копирование, воспроизведение и иное использование электронной книги, ее частей, фрагментов и элементов, выходящее за пределы частного использования в личных (некоммерческих) целях, без согласия правообладателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.*

© Жумыкин А., 2022

© ООО «Альпина ПРО», 2022

\* \* \*

Алексей Жумыкин

# НАСТОЛЬНАЯ КНИГА ЭКСПЛУАТАТОРА

Всё, что вы хотели знать  
о повседневной жизни  
**датацентров**,  
но боялись спросить



*Книга издана при поддержке АНО  
«Координационный совет по ЦОДам и облачным  
технологиям» (АНО КС ЦОД)*

Вам выпала невероятная удача – прочитать самое блестящее описание непростой кухни эксплуатации датацентра<sup>1</sup> из всех, что были написаны на русском языке. Мне очень импонирует почти разговорный стиль изложения автора – далекий от псевдоакадемических умствований, призванных, как правило, замаскировать отсутствие живой и ясной мысли. Датацентры и без того достаточно сложны, чтобы дополнительно затуманивать понимание их устройства сложностью изложения.

Я был приятно удивлен, что идеи автора весьма созвучны стандарту эксплуатации датацентров Tier Standard: Operational Sustainability от Uptime Institute. Эта книга является его расширенным дополнением. В отличие от более чем лаконичного текста стандарта, здесь все изложено в деталях и подробностях с массой практических рекомендаций.

Автор скромно умолчал об уникальном опыте работы в крупнейших организациях, владеющих датацентрами.

---

<sup>1</sup> Датацентр, или дата-центр, – единого официального написания нет, даже американцы напишут data center, тогда как британцы – data centre. В книге мы будем использовать вариант написания «датацентр».

В этой связи я призываю читателя к вдумчивому чтению: не все, что хорошо для спортивного суперкара, подходит один в один для семейного минивэна или джипа-вездехода. При общей схожести подходов, есть существенная разница в деталях.

Книга является ясным свидетельством того, что российские датацентры вышли на мировой уровень качества. На сегодняшний день у нас есть и опыт эксплуатации, ничем не уступающий лучшим мировым практикам, и люди, способные его описать, обобщить и поделиться, за что я крайне признателен автору.

*Алексей Солодовников,  
управляющий директор Uptime Institute в России и странах СНГ*

*Не было гвоздя – подкова пропала.  
Не было подковы – лошадь захромала.  
Лошадь захромала – командир убит.  
Конница разбита – армия бежит.  
Враг вступает в город, пленных не щадя,  
Оттого, что в кузнице не было гвоздя.*

*Стихотворение, приписываемое Бенджамину Франклину, 1758 г.  
Перевод Самуила Маршака*

# Предисловие от компании 3data

Компания 3data<sup>2</sup> решила издать эту книгу, потому что мы не понаслышке знаем, насколько важна роль эксплуататоров в функционировании ЦОДов. Наша сеть насчитывает десятки центров обработки данных по всей России. Опыт Алексея Жумыкина, которым он делится в книге, позволит нашим специалистам и всем инженерам ЦОДов свежим взглядом посмотреть на собственные рабочие процессы, оценить и улучшить их. Мы рассчитываем, что книга станет настольной для профессионалов отрасли.

За каждым заказанным такси, доставленной пиццей и мемом с котиком стоит сервер. Сотни миллионов серверов делают интернет самой большой машиной на планете Земля. Серверы вместе со всеми сайтами и сервисами мира живут в центрах обработки данных, и их обслуживают настоящие профессионалы своего дела.

Оборудование датацентров работает 24/7 365 дней в году. И люди тоже. Инженерные системы ЦОДов способны противостоять инцидентам и непредвиденным ситуациям. И люди тоже. Чем надежнее техника, тем незаметнее для пользователей ее труд. И вклад людей тоже.

---

<sup>2</sup> Федеральная сеть дата центров, учредитель Координационного совета по ЦОДам и облачным технологиям (АНО КС ЦОД), член Ассоциации участников отрасли ЦОД.

В качестве популяризации технологий мы будем рады предложить эту книгу и широкой аудитории. Она поможет читателям лучше узнать людей, которые трудятся за кулисами современных технологических процессов.

*Илья Хала,*

*генеральный директор сети датацентров 3data*

# Введение

Идея этой книги родилась жарким летом, когда в офисных помещениях закрывают окна поплотнее и включают кондиционеры. Для тех, кто отвечает за жизнедеятельность центров обработки данных, в это время настает действительно жаркая пора. Приходится, не отрывая глаз от мониторов, следить за температурой в серверных. В такие моменты как никогда чувствуешь, насколько современный, насквозь пропитанный информационными потоками мир может зависеть от капризов погоды и какие-то плюс два-три градуса в серверной могут привести к сбою оборудования и последствиям, если и не критичным, то заметным даже для рядовых офисных сотрудников в помещениях с кондиционерами.

Про работу службы эксплуатации уже появилось несколько не очень приятных стереотипов. На первых полосах бумажных газет о ней не прочитаешь и в TikTok ее не увидишь. Существует даже мнение, что в дежурные идут для того, чтобы спокойно спать в ночную смену. Но все это совсем не так. От этих нескольких человек, находящихся в ночь с субботы на воскресенье на площадке, полностью зависит работа крупного банка, заказ еды или такси, сообщения мессенджеров, прогноз погоды – да трудно представить, какая часть информационного потока не идет сейчас через датацентры.

Эта невидимая армия заслуживает своего описания –

именно службе эксплуатации будут посвящены страницы данной книги.

Эта книга не претендует на полное описание всех возможных аспектов работы датацентров, так же как и не содержит решений на все случаи жизни. Я уверен, что любой из действующих или бывших эксплуатационщиков может в какой-то момент не согласиться с моим мнением, добавить какие-то свои истории, методологии и ситуации. И это здорово.

Когда, спустя несколько лет, я вновь сел за свой старый, но все еще быстрый Lenovo X220, то вдруг по-настоящему понял признак истинного профессионала эксплуатации. Выбирать надежное оборудование, следить за его исправностью и использовать так долго, пока окружающие не начнут спрашивать: «Где ты откопал такой раритет?» За более чем десяток лет я продолжаю ежедневно сталкиваться с проблемами, решений для которых еще нет, и придумать их необходимо здесь, сейчас и конкретно для этого случая. И теперь мне больше всего хочется не научить, а рассказать. Однако работа единомышленников в больших компаниях помогла сформировать некие общие принципы, подходы к процессу эксплуатации, придерживаясь которых справляться с проблемами стало значительно проще. Именно этими принципами я и хочу поделиться.

Так получилось, что большую часть времени я провел в командах, где были приняты неформальное общение,

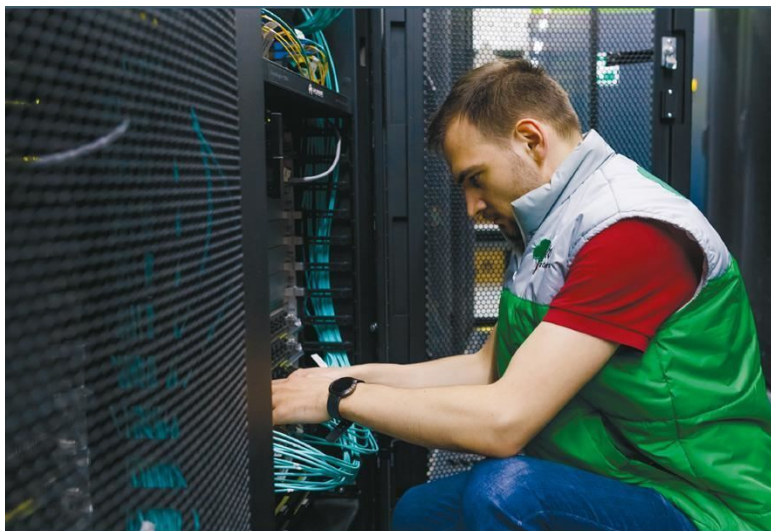
нестрогое отношение к одежде и внешнему виду. Это не могло не сказаться на живом общении и переписке. Надеюсь, мой стиль не покоробит никого из специалистов отрасли, кроме яростных поборников чистоты русского языка. С другой стороны, некоторая небрежность в одежде никак не коррелирует с жесткой, почти военной требовательностью и скрупулезностью в отношении оборудования.

Управление датацентрами отчасти напоминает промышленные предприятия, где существует большое количество соприкосновений с другими отделами и, несмотря на то что все работают в одной компании, интересы соседних подразделений могут быть противоположны. И как поступать в спорных ситуациях, в общем случае предсказать невозможно. Я постараюсь придерживаться мнения, что команда эксплуатации права, когда ее позиция основана на ее ключевых интересах. Например, если при закупке оборудования выбор стоит между «быстро», «дешево» и «надежно», очевидно, что первое и второе эксплуатацию должно волновать гораздо меньше, чем третье. Другими словами, финансистам, проектному отделу или даже юристам какие-то решения эксплуатации могут не нравиться, но я буду говорить только за своих.

Немного о терминологии. В российской тусовке принято сокращать центры обработки данных как ЦОД. Это, конечно, правильно, но звучание такой аббревиатуры лично меня коробит. Сразу представляются ряды электронно-вычис-

лительных машин (ЭВМ), заполняющие эти ЦОДы, и среднего возраста научные работники в очках и белых халатах с пачкой перфокарт в руках. Лично мне, как и всей команде, с которой я работал, больше по душе сокращение ДЦ – датацентр.

Остальные разъяснения будут появляться по мере необходимости непосредственно в тексте. Итак, приступаем...

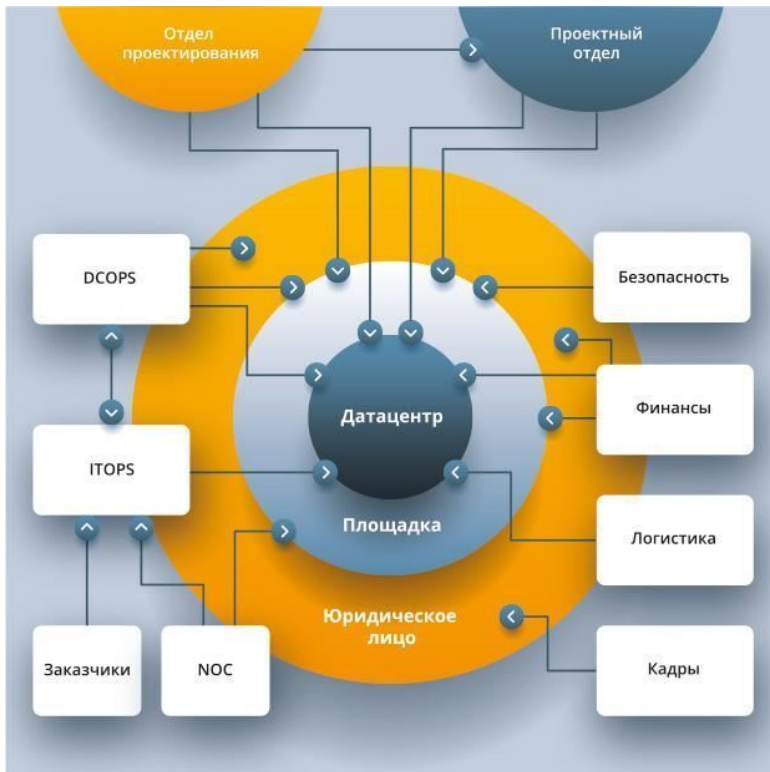


Подключение серверного оборудования в датацентре Эдата «У8»

# **Глава 1**

## **Зоны ответственности команды эксплуатации**

Прежде чем рассказывать о тонкостях эксплуатации датацентра, нужно ответить на два вопроса: когда и где начинается и заканчивается эксплуатация. Давайте разберем эти вопросы. Мы будем рассматривать пример абстрактной компании. В каждом конкретном случае имеет смысл составить такую же схему, чтобы визуально представлять, какие ресурсы и ограничения есть в работе и как их правильно использовать.



В повседневной жизни понятие «датацентр» может быть многозначным. Например, говоря о датацентре, кто-то может иметь в виду юридическое лицо, оказывающее услуги по хранению и обработке данных. Другие могут представлять находящуюся в поле огороженную площадку, на которой расположены разнообразные здания. Третьи под датацентром по-

нимают совокупность серверного и инженерного оборудования. Поэтому нужно хорошо понимать, в какой ситуации каким термином лучше оперировать. Например, в зависимости от того, идет речь о площадке или о юридическом лице, контактными лицами могут быть технический директор или генеральный директор компании.

Команда эксплуатации датацентров (Data Center Operations = DCOPS<sup>3</sup>) в нашем примере обеспечивает функционирование всех трех ипостасей датацентра. Основная задача – обеспечение непрерывного снабжения серверного оборудования ресурсами, то есть электричеством и охлажденным воздухом. Формальная граница между командой DCOPS и командой эксплуатации серверного оборудования может проходить по разъемам коробок отбора мощности на шинопроводах или разъемам кабелей питания, отходящих от главного распределительного щита.

Другие функции DCOPS: поддержание исправности инженерного оборудования, а также разнообразных процессов жизнедеятельности площадки – от функций генерального директора до заказа обедов для посетителей датацентра.

Команда эксплуатации серверного оборудования (IT Operations = ITOPS<sup>4</sup>) отвечает за работоспособность сер-

---

<sup>3</sup> Data Center Operations. Выдуманный жаргонный термин, обозначающий команду эксплуатации инженерных систем датацентра. Как правило, эта же команда следит и за зданиями и сооружениями на площадке.

<sup>4</sup> IT Operations. Как и DCOPS, выдуманный термин, описывающий специалистов по серверному и сетевому оборудованию.

веров, стоек и вспомогательного оборудования в стойках, кроссировку и т. п. Эта команда является точкой входа для заказчиков, поэтому именно в составе ITOPS имеет смысл организовать круглосуточную службу поддержки, которая будет принимать на себя все вопросы извне, связанные с работой датацентра, и координировать потоки информации внутри датацентра.

Команда сетевых подключений (Network Operations Center = NOC<sup>5</sup>). Этот отдел может как быть частью команды внутри конкретного датацентра, так и ориентироваться на решение задач внешней связности. Обычно участие его сотрудников в ежедневной жизни датацентра ограничивается написанием правил, по которым заказчики подключаются к сети, и размещением собственного оборудования в специально выделенных помещениях и стойках.

Заказчики – могут быть как внешними, работа с которыми регламентируется контрактными обязательствами, так и внутренними, с которыми, с одной стороны, легче договориться, но с другой – их требования и пожелания часто превышают границы, которые внешний заказчик вряд ли бы перешел.

Существенные изменения в архитектуре и инженерных системах датацентра реализуются связкой отдела проекти-

---

<sup>5</sup> Network Operations Center. Центр сетевой связности объекта. В отрасли существуют и другие термины, по сути обозначающие то же самое: meet-me room, коммутационный центр и т. п. Может отличаться от FMR.

рования и проектного отдела (не следует их путать. На английском языке различие в их наименовании более очевидно: это Design Team и Project Team соответственно, но в русском может быть путаница).

Задача первых – разрабатывать решения, которые будут применяться в датацентре, а задача вторых – реализовать эти решения путем, непосредственно строительства объекта, а также его дальнейшей модернизации. Иногда, если проект не слишком большой, эта задача может быть решена и силами команды эксплуатации на площадке.

Отдел обеспечения безопасности имеет два направления: физическую безопасность и информационную. Физическая безопасность фокусируется на вопросах контроля доступа, видеонаблюдения и предотвращения физического убытка и в основном работает с командой DCOPS.

Подразделение информационной безопасности чаще взаимодействует с ITOPS и NOC – для разработки, внедрения и контроля выполнения правил подключения к сети компании и ограничений по трафику этой сети.

Финансовый отдел занимается бюджетированием и закупками необходимого оборудования для датацентров и работает в тесном контакте от начала проекта и после наладки готового объекта.

Логистика – команда, организующая прием, учет, хранение и перемещение материальных ценностей в датацентре, на складах и между ними.

Отдел кадров покрывает своей деятельностью всю компанию.

С точки зрения работы датацентра нас будут интересовать функции подразделений по подбору персонала, HR-аналитиков и административного управления.

Могут быть и есть другие отделы – продаж и технической поддержки продаж, маркетинга и др., которые также взаимодействуют с персоналом датацентра.

Разобравшись со структурой компании с точки зрения датацентра, нужно определить, кто из команды эксплуатации будет взаимодействовать с перечисленными коллегами. Эти роли нужно будет учесть при построении команды.

Ответив на вопрос «Где?», давайте разберемся с вопросом «Когда?». Представив жизненный цикл датацентра в виде последовательных прямоугольников, мы получим следующую картину:



Сначала компания, собирающаяся построить датацентр, составляет и анализирует бизнес-план проекта и производит поиск подходящей площадки.

Затем наступает долгий и мучительный (но интересный) период проектирования, по окончании которого заключаются контракты и производится закупка оборудования, после чего начинается строительство. Каждый из перечисленных этапов важен по-своему и требует вовлечения разного типа специалистов, но участие команды эксплуатации в этот период вряд ли принесет осязаемую выгоду.

По-настоящему команда эксплуатации берется за дело уже на этапе пусконаладочных работ (ПНР<sup>6</sup>). Часто для проведения ПНР привлекается сторонний агент, иногда, что хуже, эту роль выполняет представитель проектировщика или подрядчика. На самом деле пусконаладка должна стать исходной точкой для построения качественной эксплуатации в дальнейшем. Поэтому ни одна сторона не справится с задачей лучше, чем собственная служба эксплуатации.

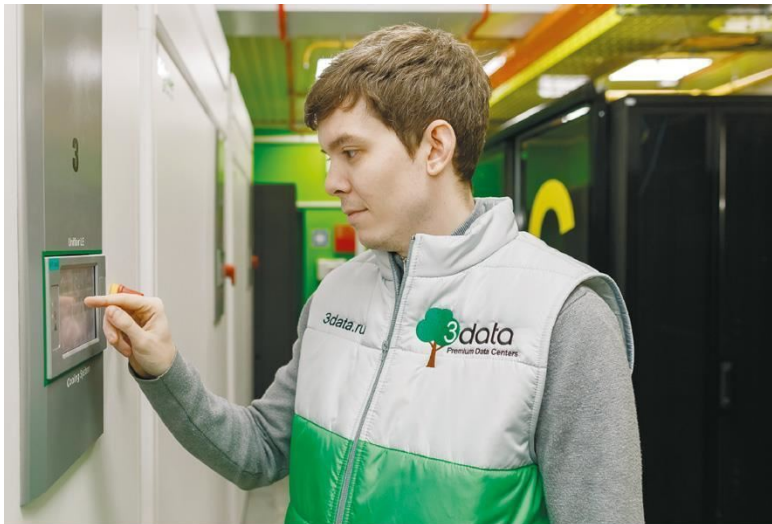
После завершения пусконаладки наступает самый длительный этап в жизни датацентра, в течение которого контролируется его работа и проводится регулярное техническое обслуживание.

---

<sup>6</sup> Пусконаладочные работы. Ответственный этап в строительстве датацентра, во время которого по частям и полностью проверяется пригодность построенного объекта к дальнейшей эксплуатации.

Если произошел инцидент, при котором какой-либо компонент инженерных систем или здания вышел из строя, служба эксплуатации организует ремонтные работы. Если оборудование не подлежит ремонту, его демонтируют, списывают и заменяют. Когда объем заменяемого оборудования становится значительным, разумнее провести полную модернизацию. После ремонта или модернизации имеет смысл повторить пусконаладочные проверки, если есть такая возможность.

И наконец, при достижении датацентром срока его полезного использования проводится полный демонтаж оборудования и закрытие площадки. Практика показывает, что для этого также имеет смысл выделять специальную команду, что позволит провести разукomплектацию и разборку максимально безболезненно и быстро по возможности с сохранением какой-то остаточной стоимости разобранного оборудования.



Настройка внутренних блоков кондиционеров в датацентре 3data «HP26»

# Глава 2

## Пусконаладка как часть эксплуатации

Всего несколько лет назад пусконаладка считалась кратковременным, проходным этапом в процессе строительства, а зачастую и вовсе игнорировалась. А как же иначе, если монтаж оборудования задерживается, стойки заказчика уже ждут, контракт горит? Давайте пока запустим как есть, потом доустановим недостающее и будем надеяться, что проектировщики нигде не ошиблись и все будет работать как надо.

У такого подхода есть огромное преимущество: кроме минимальных сроков ввода объекта, мы обеспечиваем службу эксплуатации интересной и захватывающей работой по поиску неисправностей и их срочному устранению в работающем датацентре на несколько лет вперед. Для тех же заказчиков, которые могли себе позволить потратить какое-то время на проверку смонтированных систем, сторонние организации, как правило, тестировали взаимодействие систем вентиляции и пожаротушения, а также все или самые основные переключения с города на ДГУ (дизель-генераторную установку)<sup>7</sup> и т. п.

---

<sup>7</sup> Большая, шумная и дымящая машина, предназначенная для генерации электричества из топлива в том случае, если электроэнергия по проводам больше

Между тем зарубежный опыт привел к пониманию, что грамотно проведенная пусконаладка позволяет обнаружить и устранить подавляющее большинство неисправностей еще до подключения полезной нагрузки и следующие годы жить намного спокойнее. В мире существует несколько компаний, которые специализируются только на услугах пусконаладки (такой участник процесса называется Commissioning Agent<sup>8</sup> – агент ПНР) и делают их на самом высоком уровне. Правда, услуги их совсем недешевы, и это еще одна из причин, почему многие заказчики стремятся сэкономить не только время, но и деньги, стараясь избежать полноценных пусконаладочных работ.

В то же время теоретические принципы проведения ПНР уже достаточно хорошо документированы и распространены, по крайней мере на Западе, и при осознании важности этого этапа и выделении ресурсов пусконаладку вполне возможно провести самостоятельно.

Есть несколько аргументов за то, чтобы ПНР проводилась собственной службой эксплуатации. Самыми главными я бы назвал два.

- За время подготовки и проведения пусконаладки будущие специалисты эксплуатации на своем опыте знакомятся со всеми единицами оборудования, их особенностями

---

не приходит.

<sup>8</sup> Агент пусконаладки. Команда, берущая на себя бремя лидерства в процессе пусконаладочных работ.

и ограничениями. Этот опыт в последующие годы будет просто бесценен, даже при наличии самой лучшей документации от поставщика. Кроме того, такие моменты, как постановка оборудования на учет и заполнение всех его данных в системе CMMS<sup>9</sup>, также будут производиться вдумчиво и последовательно для каждой единицы оборудования.

- Все остальные претенденты на роль агента пусконаладки имеют свои собственные интересы, которые будут противоречить задачам дальнейшей многолетней эксплуатации. Так проектировщики, осознанно или нет, при обнаружении проектных ошибок не будут заинтересованы в их признании, говоря, что датацентр должен быть построен точно по их проекту. Подрядчики сделают все возможное, чтобы скрыть огрехи стройки, переложив ответственность либо на проектировщиков, либо на поставщиков, либо даже на заказчиков, которые чересчур строго давят на сроки и экономят бюджет. Формальный технадзор приносит много пользы, но, как правило, не до конца понимает сущность работы всего датацентра как единого целого, поэтому легко допускает ситуацию, когда «к пуговицам претензий нет, но костюм носить невозможно». Даже специально приглашенный агент ПНР чаще всего работает за деньги, поэтому воспринимает свою работу как продажу человеко-часов. Их вовлеченность, как пра-

---

<sup>9</sup> Computerized Maintenance Management System. Единая система, хранящая все аспекты эксплуатации объекта. Производители программного обеспечения с разным успехом приближаются к идеальному продукту, но окончательно достичь этой цели, по-видимому, невозможно.

вило, оформлена в виде консультационных услуг, поэтому вряд ли они станут защищать интересы клиентов сверх огороженных рамок.

Другими словами, если не собственная команда эксплуатации – кто тогда?

## **Определение матрицы ответственных**

Итак, никто не сможет провести пусконаладочные работы лучше специально подготовленного агента ПНР, которым эффективнее всего назначить команду эксплуатации этого датацентра, проведя специализированное обучение.

Наличие в проекте выделенного координатора для ПНР может привести к неожиданным отрицательным эффектам. Например, генеральный проектировщик может «обидеться» и начать слишком рьяно защищать идеи, заложенные им в проект, даже если это будет противоречить реальным интересам заказчика. Поставщики отдельных систем, наоборот, постараются самоустраниться из всех активностей по тестированию. В каждом конкретном случае рецепты решения таких ситуаций будут свои. Однако с самого начала имеет смысл не забывать упоминать на встречах и в контрактах об этапе пусконаладки, чтобы подрядчики сразу поняли важность и неизбежность этого этапа строительства.

Отличную службу здесь может сослужить... РМВОК<sup>10</sup> – библия проектного управления, в свежих изданиях которой инструменты управления проектами доведены практически до совершенства. Если проектом строительства датацентра занимается прожженный профи, то он в самом начале составит действующий, а не формальный устав проекта, в котором подробно расскажет о назначении, этапах, сроках и участниках ПНР. Например, скопировав все из этой книги. Но даже начинающий руководитель проекта может сделать необходимый минимум – создать матрицу ответственности специально для этапа пуска наладки.

В идеальном случае эта матрица должна попасть приложением в контракты участников проекта.

Ниже я приведу пример такой матрицы в немного упрощенном виде, насколько позволяет формат книги. На практике лучше распечатать ее на большом листе. Такая матрица должна содержать:

- перечисление всех этапов ПНР в текущем проекте;
- перечисление всех участников ПНР;
- контакты реальных представителей каждого из участников с учетом этапа ПНР. Например, для проведения FAT<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> Project Management Body of Knowledge. Культовая книга руководителей проектов из любой отрасли, наподобие той, которую вы сейчас держите в руках. Рассказывает о всех тонкостях профессии.

<sup>11</sup> Factory Acceptance Test. Производственная проверка оборудования перед отправкой заказчику.

(factory acceptance test) и SAT<sup>12</sup> (site acceptance test) это могут быть разные люди;

- перечисление ролей внутри каждого из этапов и соответствие ролей и участников.

Сама таблица может иметь несколько вариантов. Мы выберем аналог известной RACI<sup>13</sup> – модели, в которой для каждого из участников проставляется роль, которую он играет на данном этапе. Важно отметить, что таблица имеет примерный вид и в каждом конкретном проекте следует внимательно изучать каждую строку матрицы, чтобы избежать конфликтных ситуаций.

Для того чтобы содержание матрицы легче воспринималось, я разобью ее на несколько частей и каждую часть помещу в описание соответствующего этапа.

## Этапы ПНР

Классическая модель ПНР строится на пяти шагах (milestones – вехах). Мне довелось несколько раз участвовать в полноценных проектах пусконаладки, и опытным путем мы с коллегами пришли к выводу, что в реальной жизни

---

<sup>12</sup> Site Acceptance Test. Функциональные испытания отдельно взятой системы или оборудования.

<sup>13</sup> Responsible, Accountable, Consulted, Informed. Популярный вид отображения ролей в проекте, где для каждой задачи определяются исполнители, ответственные, консультанты и «те, кто стоит в копии», – пользователи информации.

нужно добавлять еще два: один в начале классической модели и один в конце. Ниже перечислим все эти вехи, при этом я приведу также и их английские наименования. Это может быть полезно при дальнейшем изучении вопроса на англоязычных сайтах.

## **1. DCC<sup>14</sup> (Design Compliance Check) – проверка соответствия проекту**

Этот этап очень часто опускается, а иногда даже умышленно исключается, чтобы команда эксплуатации со своими умными мыслями не мешала строить новый, «еще более лучший» датацентр. Тут многое зависит от коллектива и от того, как задачи эксплуатации воспринимаются в компании. Но важно понять, что мнение команды эксплуатации очень ценно на начальных этапах, поскольку либо им самим придется потом работать с этим оборудованием многие годы, либо эти люди уже успели накопить практический опыт и знают, на что обращать внимание при проектировании и выборе оборудования, чтобы не ошибиться.

На этом этапе важно убедиться в том, что проектные решения пригодны к эксплуатации. Например, что дверцы всех шкафов открываются в нужном направлении, во всех поме-

---

<sup>14</sup> Design Compliance Check. Начальный этап пусконаладки, на котором проверяют, насколько проектные решения соответствуют требованиям технического задания и годятся для реальной эксплуатации в дальнейшем.

щениях предусмотрены места для временного хранения инструментов, все помещения имеют розетки для уборочной техники, порожки на всем пути движения стоек отсутствуют, дежурному для проверки запуска дизеля не нужно спускаться.

Как таковой программы тестирования на этой стадии нет – достаточно, чтобы команда эксплуатации участвовала в общих обсуждениях проекта и в окончательном выборе конкретных типов оборудования.

В то же время этот этап в проекте используется для настройки взаимодействия между участниками, оформления документов и подготовки скриптов (программ) тестов, как показано в таблице далее.

## 1. Проверка соответствия проекту (DCC)

### 1.1. Предоставление документов проекта

Генеральный проектировщик	Предоставляет действующую версию рабочей документации
Конечный заказчик	Предоставляет дополнительную информацию по площадке
Технический надзор	—
Подрядчик (субподрядчик)	Предоставляет дополнительную информацию по своей системе
Руководитель проекта	Организует передачу документации
Агент ПНР	Изучает предоставленную документацию

## 1.2. Сессии вопрос-ответ по окончании анализа.

### Уточнение целей и конечных показателей по результатам ПНР

Генеральный проектировщик	Отвечает на вопросы агента ПНР
Конечный заказчик	Отвечает на вопросы агента ПНР
Технический надзор	—
Подрядчик (субподрядчик)	Отвечает на вопросы агента ПНР
Руководитель проекта	Организует встречу
Агент ПНР	Предоставляет лист вопросов по окончании анализа

### 1.3. Разработка плана-графика пусконаладочных работ

Генеральный проектировщик	—
Конечный заказчик	—
Технический надзор	—
Подрядчик (субподрядчик)	—
Руководитель проекта	Вносит данные по этапам и срокам пусконаладки в мастер-план проекта
Агент ПНР	Разрабатывает перечень необходимых испытаний и их календарные сроки



#### 1.4. Разработка скриптов ПНР

Генеральный проектировщик	Изучает скрипты на соответствие проекту
Конечный заказчик	Изучает скрипты на соответствие требованиям службы эксплуатации
Технический надзор	—
Подрядчик (субподрядчик)	Изучает скрипты и подтверждает их выполнимость
Руководитель проекта	Организует обмен информацией между участниками проекта
Агент ПНР	Разрабатывает или запрашивает у производителей скрипты ПНР

#### 1.5. Внедрение скриптов ПНР в проект

Генеральный проектировщик	—
Конечный заказчик	—
Технический надзор	—
Подрядчик (субподрядчик)	—
Руководитель проекта	Вносит план-график проведения ПНР в общий план проекта
Агент ПНР	Подтверждает окончание этапа

## **2. FAT, FWT<sup>15</sup> (Factory Acceptance Test, Factory Witness Test) – заводские испытания оборудования**

Основная задача на этой стадии – убедиться в том, что оборудование обладает заявленными характеристиками и покинуло завод пригодным для дальнейших монтажа и эксплуатации.

Обычно компании-производители используют свои собственные программы для заводских тестов, которые в случае визитов представителей заказчика могут быть даже существенно упрощены. Для команды эксплуатации особенный интерес могут представлять так называемые *type tests* – расширенные испытания, которые проходят не все собранные единицы, а только несколько из партии, или самые первые образцы, если речь идет о новой модели. Ведь именно на таких тестах выбранные единицы оборудования проверяются в по-настоящему пограничных условиях, а остальная партия таким тестам не подвергается. Поэтому имеет смысл напроситься к производителю именно на подобное тестирование, даже если это и не те экземпляры, которые поедут именно к вам. Часто производитель не возражает против участия за-

---

<sup>15</sup> Factory Witness Test. Разновидность FAT, при котором заказчики посещают завод производителя и присутствуют при выполнении теста.

казчика в таких тестах, если ему обоснованно разъяснить, зачем это нужно.

Программу FAT стоит запросить у производителя сразу после покупки оборудования (а иногда даже еще во время тендера), также следует разобраться в каждой строчке: зачем этот тест делается, что именно проверяется? После этого нужно принять решение, стоит ли ехать на завод. Чаще всего – да, ведь это не только первое знакомство с новым оборудованием, но и прекрасная возможность лучше понять культуру производства, разобраться в его особенностях, а также познакомиться не только с продавцами и маркетологами, но и с настоящими инженерами производства. Последним можно напрямую задать интересующие вас вопросы, ответы на которые иногда содержат такую информацию, которую маркетологи могут не знать или даже специально скрывать. Это отличный и при этом сравнительно недорогой способ профессионального обучения. Между нами скажу, что иногда получалось упросить инженеров на производстве провести тестирование, которое не входило в стандартную программу испытаний и вряд ли было бы одобрено отделом продаж производителя, но было важно с точки зрения заказчика, а с профессиональной точки зрения интересно и самим инженерам на производстве.

Еще одной важной причиной посетить завод и посмотреть свое новое оборудование является заблаговременная проверка качества маркировки, компоновочных решений

и монтажа, особенно если речь идет об уникальных продуктах, таких как ГРЩ (главный распределительный щит), собранный под конкретного заказчика. Когда инженер эксплуатации, зная, что ему предстоит ежегодная протяжка болтовых соединений шин, прямо на заводе берет гаечный ключ и пытается их подтянуть, он сразу может оценить, и какой ему понадобится инструмент, и можно ли вообще дотянуться до нужного болта. Кстати, совершенно не исключаются варианты, когда представитель заказчика еще на заводе наткнется на недостаточный момент затяжки.

Другой повод для визита находится где-то посередине между упомянутыми DCC и FAT. Когда оборудование изготавливается впервые, например по ТЗ заказчика, то имеет смысл приехать на так называемый pre-FAT, чтобы убедиться, что мелочи, которые невозможно было сразу разглядеть в документации на новое изделие, не помешают качественно эксплуатировать оборудование. Для примера приведу случай, когда изготовитель установил контрольный прибор на высоте около 2,5 м, и для снятия показаний была нужна лесенка. Или рама вент-установки, на которой крепились фильтры, имела недостаточную жесткость и при работе вентиляторов прогибалась бы под напором воздуха. Такие мелочи рано или поздно были бы обнаружены, но устранить их, пока оборудование еще на заводе, – гораздо быстрее, дешевле, да и правильнее.

Подводя итог, если есть возможность съездить на произ-

водство – нужно ехать. В любом случае такой визит приведет к появлению новых идей, что в нашем инженерном мире, наверное, самое главное. Если же такой возможности нет – ее надо организовать...

## 2. Заводские испытания оборудования (FAT)

### 2.1. Подготовка программ тестирования

Генеральный проектировщик	Проверяет программы испытаний на соответствие проекту
Конечный заказчик	Проверяет программы испытаний в соответствии с требованиями эксплуатации. Формирует пожелания к дополнительным тестам
Технический надзор	—
Подрядчик (субподрядчик)	Предоставляет типовые программы заводского тестирования оборудования
Руководитель проекта	—
Агент ПНР	Собирает программы испытания у производителей, координирует сбор и получение обратной связи по изменениям

## 2.2. Проведение FAT

Генеральный проектировщик	Присутствует опционально
Конечный заказчик	Присутствует опционально
Технический надзор	Присутствует опционально
Подрядчик (субподрядчик)	Сообщает о готовности оборудования к испытаниям, организует проведение испытаний на производстве. Выполняет тесты силами сотрудников производства
Руководитель проекта	—
Агент ПНР	Координирует организацию поездки на производство для заинтересованных сторон и выступает в роли стороны, принимающей результаты испытаний

## 2.3. Подтверждение результатов работ

Генеральный проектировщик	Выдает комментарии по результатам испытаний
Конечный заказчик	Выдает комментарии по результатам испытаний
Технический надзор	Выдает комментарии по результатам испытаний
Подрядчик (субподрядчик)	Предоставляет отчет по результатам заводских испытаний

### **3. IA (Installation Acceptance) – приемка монтажа**

После того как оборудование доехало на площадку и было установлено в помещении, включать его еще рано. Сначала нужно убедиться, что оно смонтировано именно в проектом месте и такая установка соответствует отраслевым нормативам (тут неоценимую помощь окажет специалист по техническому надзору, лучше всех разбирающийся в тонкостях СНиПов и подобной документации) и требованиям производителя. Внимательный осмотр позволит найти даже мелкие повреждения, убедиться в полной комплектности поставки и уже на своей территории еще раз удостовериться, что нет никаких проблем с дальнейшей эксплуатацией, например что все органы управления, контроля и регулировок легко доступны.

В одной из команд, с которыми мне приходилось работать, был специалист-слаботочник, до того дотошно контролировавший шкафы управления, что вручную проверял каждый, да-да, каждый проводок – хорошо ли он зажат в разъеме. Зато именно такой подход дает бóльшую уверенность, что в ближайшее время в этих местах соединений не проявится дребезг контактов.

Подробной программы таких испытаний обычно нет ни у производителя, ни у монтажников. Исключением, навер-

ное, являются большие производители дизель-генераторных установок, скрупулезности проверочных документов которых можно только поражаться. Для другого оборудования программу придется составлять агенту пусканаладки. Важно не забыть заблаговременно согласовать ее с монтажниками, чтобы они знали, к чему готовиться, и заранее устраняли досадные мелкие недочеты, чтобы сберечь время в проекте.

Приемка монтажа – самый «дружелюбный» тест в том смысле, что на этом этапе очень многое может быть временно прощено поставщику (некомплектность, отсутствие маркировки и т. п.) и оборудование может быть допущено к следующим шагам тестирования. Однако тщательный подход к проведению ПНР обязывает зафиксировать все найденные неисправности и по каждой из них проставить время исправления.

### 3. Приемка смонтированного оборудования (IAT)

#### 3.1. Подготовка программы проверки

Генеральный проектировщик	—
Конечный заказчик	Изучает программу проверки с точки зрения интересов команды эксплуатации
Технический надзор	Проверяет программу проверки на соблюдение локальных технических норм и правил
Подрядчик (субподрядчик)	Подтверждает применимость программы проверки к смонтированному оборудованию
Руководитель проекта	—
Агент ПНР	Готовит программу проверки смонтированного оборудования, рассылает ее участникам испытаний, собирает обратную связь и при необходимости вносит коррективы

### 3.2. Проведение проверки

Генеральный проектировщик	—
Конечный заказчик	Представлен командой эксплуатации, которая непосредственно выполняет пункты программы проверки
Технический надзор	Обязательно участвует в проверке соответствия строительным нормам и правилам
Подрядчик (субподрядчик)	Сообщает о готовности оборудования к испытаниям и организует проведение проверки
Руководитель проекта	При необходимости координирует передачу информации
Агент ПНР	Участвует в выполнении проверки совместно с командой эксплуатации заказчика

### 3.3. Подтверждение результатов работ

Генеральный проектировщик	—
Конечный заказчик	Выдает комментарии по результатам проверки

## **4. СТ (Component Test) – компонентное тестирование (индивидуальные испытания)**

После успешной приемки монтажа на оборудование можно подавать напряжение и приступать к поочередной проверке всех его составляющих. Это достаточно долгий и утомительный тест, но с точки зрения конечного результата его ценность трудно преувеличить. Так, например, приходилось видеть стену из двух десятков вентиляторов, вполне себе работоспособную, в которой из-за неисправности модуля управления один вентилятор всегда вращался с постоянной скоростью, остальные свою скорость меняли. Найти такой недочет можно или случайно, или путем последовательной проверки каждого вентилятора одного за другим. Понятно, что рано или поздно подобный неисправный компонент все равно бы нашелся, но предположу, что времени на его поиски было бы потрачено намного больше.

Программу таких испытаний написать трудно. Иногда для стандартных продуктов производитель готовит соответствующие чек-листы, но для специально спроектированного оборудования это, скорее всего, будет задачей агента пусконаладки. И тут будет необходимо привлечь весь опыт и всю экспертизу эксплуатации, чтобы не только учесть все уже известные типы неисправностей, но и предположить, что еще

может произойти с конкретным компонентом в конкретном типе оборудования.

В идеальном случае на этом же этапе необходимо убедиться в сопряжении оборудования с системой мониторинга центра, чтобы уже на следующем тесте наблюдать изменение режимов работы, находясь не только непосредственно перед пультом управления, но и удаленно, с места дежурного.

Я бы не рекомендовал переходить к следующему этапу тестирования, если на СТ остаются недочеты. Практически невозможно провести полное функциональное тестирование всей системы, если какой-то ее компонент все еще не готов или неисправен. Тем не менее могут быть объективные причины, по которым проект задерживать нельзя, поэтому особое внимание здесь стоит обратить на тщательное заполнение листа доработок и последующий регулярный, вплоть до ежедневного, контроль за их устранением.

Часто для стандартного оборудования компонентное тестирование производится сразу же после проверки монтажа, в тот же день. Это значит, что обе программы лучше подготовить одновременно. Однако здравый смысл должен преобладать. Слишком долгие испытания приводят к повышенной утомляемости, большему количеству ошибок и стремлению поскорее закончить весь процесс. А это противоречит самой главной цели пуска наладки.

## 4. Компонентное тестирование (СТ)

### 4.1. Подготовка программы тестирования

Генеральный проектировщик	—
Конечный заказчик	Изучает программу тестирования с точки зрения интересов команды эксплуатации
Технический надзор	Проверяет программу тестирования на соблюдение локальных технических норм и правил
Подрядчик (субподрядчик)	Подтверждает применимость программы проверки для оборудования
Руководитель проекта	—
Агент ПНР	Готовит программу проверки отдельных компонентов оборудования, рассылает ее участникам испытаний, собирает обратную связь и при необходимости вносит коррективы

### 4.2. Проведение проверки

Генеральный проектировщик	—
Конечный заказчик	Присутствует в лице команды эксплуатации
Технический надзор	Обязательно участвует в проверке соответствия строительным нормам



Подрядчик (субподрядчик)	Сообщает о готовности оборудования к испытаниям и организует проведение проверки. Обеспечивает выполнение процедур LOTO (Lock Out Tag Out) и инструктаж участников. Так как оборудование уже находится во включенном состоянии, все тесты проводятся исключительно представителями подрядчика
Руководитель проекта	При необходимости координирует передачу информации
Агент ПНР	Руководит выполнением пунктов программы тестирования

#### 4.3. Подтверждение результатов тестирования

Генеральный проектировщик	—
Конечный заказчик	Выдает комментарии по результатам испытаний
Технический надзор	Выдает комментарии по результатам испытаний
Подрядчик (субподрядчик)	Принимает и исправляет замечания по результатам испытаний, вносит изменения в исполнительную документацию
Руководитель проекта	Отмечает в плане проекта выполнение этапа ПНР
Агент ПНР	Собирает комментарии, координирует обмен информацией, подтверждает отсутствие замечаний

## **5. SAT (Site Acceptance Test) – приемо-сдаточные испытания**

В большинстве контрактов именно этим шагом отмечается окончание всех работ – когда подрядчик сдает, а заказчик принимает собранную и проверенную систему. Для этого подрядчик может заранее подготовить форму соответствующего акта и даже сделать ее приложением к контракту. Большие и уважаемые компании-поставщики вообще разрабатывают стандартную международную форму актов и программы испытаний, оспорить которую совсем не легко. Тут нужно хорошо понимать, устраивает ли вас стандартная форма, или вы хотите каких-то дополнительных проверок, и если да, то как именно договориться с подрядчиком об изменении процедуры проверки.

Для локальных или более мелких поставщиков разработку программы тестирования можно поручить агенту ПНР. Принципиальная разница в том, что при создании проекта часть оборудования берется с рынка и проект как бы подстраивается под спецификацию конкретных моделей. Тогда очевидно, что и процедура проверки решения должна определяться производителем. Другая же часть, наоборот, изготавливается под конкретное техническое задание, а значит, и тестирование должно исходить из задачи получения про-

ектных значений.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.