

# Оценка совокупной стоимости владения центром обработки данных

## Л.А. Пирогова

Менеджер проектов LEAN

Компания Lamoda

Адрес: 115114, Москва, Летниковская ул., д. 10, стр. 5

E-mail: lbaydalina@gmail.com

## В.И. Грекул

кандидат технических наук,

профессор кафедры управления информационными системами и цифровой инфраструктурой

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20

E-mail: grekoul@hse.ru

## Б.Е. Поклонов

кандидат технических наук,

доцент кафедры управления информационными системами и цифровой инфраструктурой

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20

E-mail: bpoklonov@hse.ru

## Аннотация

В современных условиях наблюдается рост спроса на услуги ИТ-аутсорсинга, что влечет за собой активизацию процессов проектирования и строительства центров обработки данных (ЦОД). Поскольку ЦОД представляет собой сложную и дорогостоящую систему, возникает задача обоснованного выбора будущего проекта на основе показателей оценки затрат, которые могут возникнуть на этапе проектирования и эксплуатации центров обработки данных.

В работе анализируется один из возможных комплексов показателей для оценки затрат на создание и эксплуатацию центров обработки данных. В процессе анализа выявлены основные группы капитальных затрат при создании ЦОД, которые не в полной мере учитывались при оценке суммарного объема капитальных вложений по ранее предлагаемым методикам. В статье предложены регрессионные модели оценки проекта строительства центра обработки по двум показателям. Предложено оценивать капитальные затраты в зависимости от проектируемой площади технических площадок и от проектируемого количества стоек серверов. На основе разработанных моделей проведен анализ строительных площадок центров обработки данных, который показал адекватность модели реальным данным. Были установлены основные группы операционных затрат на содержание ЦОД и предложена регрессионная модель их оценки. На основе регрессионного уравнения предлагается рассчитывать мощность центра обработки в зависимости от площади технической площадки или количества стоек серверов. Стоимость эксплуатации центра обработки данных определяется, исходя из величины мощности. Анализ информации о стоимости эксплуатации различных центров обработки данных достаточно хорошо согласуется с расчетами, полученными на основе разработанной модели.

Предложенные модели позволяют с приемлемой точностью оценить характеристики проекта создания и последующей эксплуатации центра обработки данных.

**Ключевые слова:** центр обработки данных, регрессионная модель, строительство, репрезентативности выборки, структура затрат, операционные затраты, капитальные затраты.

**Цитирование:** Pirogova L.A., Grekoul V.I., Poklonov B.E. Estimated aggregate cost of ownership of a data processing center // Business Informatics. 2016. No. 2 (36). P. 32–40. DOI: 10.17323/1998-0663.2016.2.32.40.

## Введение

В современных условиях рыночных отношений наблюдается расширение сектора производства услуг, который обусловлен увеличением доли аутсорсинга. Наиболее привлекательным становится такой вид услуг, как ИТ-аутсорсинг. Основными производителями и поставщиками услуг ИТ-аутсорсинга являются современные центры обработки данных (ЦОД), которые обеспечивают достаточно широкий спектр различных ИТ-сервисов для потребителей. Использование ЦОД позволяет заказчику реализовать принятие эффективных управленческих решений в условиях ограниченных возможностей привлечения финансовых средств для разработки ИТ-инфраструктуры предприятия, что обеспечивает в конечном результате стабильную и безубыточную работу компании. Таким образом, можно предположить, что спрос на услуги ИТ-аутсорсинга будет расти. Поэтому задача создания инструментов для предварительной оценки затрат на реализацию таких дорогостоящих и ресурсоемких проектов, как создание центров обработки данных, становится актуальной.

Появление и развитие ЦОД напрямую связано с многократным увеличением объемов хранимой и обрабатываемой информации, необходимостью обеспечить высокую эксплуатационную готовность ответственных приложений и непрерывность бизнес-процессов.

Исходя из реализуемых функций и основных требований к задачам и процессам обработки данных, ЦОД можно определить как комплексное решение, предназначенное для высокопроизводительной и надежной обработки, хранения и передачи данных, обладающее высокой эксплуатационной готовностью. Это решение также включает в себя инженерную инфраструктуру, составляющую значительную долю затрат как при создании центра, так и в процессе его эксплуатации, т.е. в стоимости совокупного владения системой. С другой стороны, ЦОД представляет собой объединение большого количества программных и аппаратных платформ различного типа – серверов, сетей хранения данных, операционных систем, систем управления нагрузкой и средств резервирования данных, выстроенных в соответствии со спецификой бизнес-задач его владельца.

Исходя из высокого уровня сложности системы обработки данных, необходимо обоснованно выбрать комплекс показателей оценки затрат, которые могут возникнуть на этапе создания и эксплуатации центров обработки.

Подобные задачи уже решались. Результаты решений представлены в работах [1–3]. В решении обозначенных проблем главным образом рассматривался зарубежный опыт. Рассмотрим данные, касающиеся отечественных проектов создания ЦОД.

## 1. Структура затрат на создание ЦОД

Анализ работ [4–6] позволяет выделить следующие четыре основные группы капитальных затрат:

1. Строительство здания. Качественные ЦОД (начиная с уровня Tier 3) должны размещаться в отдельно стоящем здании, обладающем специфическими характеристиками, поэтому стоимость строительства может отличаться от аналогичных проектов строительства складских помещений. Однако здание может быть арендовано, но и в этом случае необходимо привести его в соответствие всем техническим требованиям

2. Электрический ввод. Центры обработки данных отличаются большими объемами потребляемой энергии, поэтому они нуждаются в отдельном энергетическом вводе от электростанции. Причем если для ЦОД уровней Tier 1 и 2 достаточно иметь один путь ввода электричества, то для ЦОД уровня Tier 3 необходим один активный и один резервный, а для уровня Tier 4 – два активных.

3. Оптический кабель. Важно отметить, что с каждым годом наблюдается рост пропускной способности серверов. В связи с этим требования к оптическим кабелям и, соответственно, их стоимость возрастают. Предполагается, что в течение ближайших пяти лет будет наблюдаться увеличение потребности в пропускной способности линий связи (предполагается увеличение приблизительно в 4 раза).

4. Инженерные системы ЦОД. К данной статье капитальных расходов можно отнести затраты на резервный источник питания, приобретение источников бесперебойного питания, создание системы охлаждения, фальшпола, проведение электрических сетей и закупка оборудования (стоек и т.п.).

Обобщив материалы исследования структуры затрат [1, 7, 8], можно констатировать следующие составляющие стоимости строительства центра обработки данных:

1. Строительство здания (~ 10-15%);
2. Электрический ввод (~ 20-25%);
3. Оптический кабель (~ 0-5%);
4. Инженерные системы ЦОД (~ 60-70%).

Капитальные затраты, как правило, определяются площадью ЦОД (связанной с количеством стоек) и уровнем надежности Tier. Приведенные в работе [9] данные позволяют оценить показатели стоимости создания инженерной инфраструктуры для некоторого типового проекта центра обработки данных (таблица 1) и оценить зависимость этих показателей от уровня надежности ЦОД.

Таблица 1.

**Затраты на создание ЦОД**

Стоимость строительства ЦОД		
Tier II level	Tier III level	Tier IV level
Стоимость 1 м <sup>2</sup> ЦОД		
\$10 579	\$13 941	\$25 767
Стоимость в расчете на одну стойку		
\$26 447	\$34 852	\$64 417

Однако эти затраты не в полной мере отражают суммарный объем капиталовложений при строительстве ЦОД. Если учитывать создание дополнительных помещений, необходимых для гарантированного обеспечения повышенной надежности функционирования центра, то стоимость строительства 1 м<sup>2</sup> (основной площади) возрастает в 2,2 раза, а затраты в расчете на одну стойку увеличива-

ются в 2,4 раза. Стоимость 1 м<sup>2</sup> строительства ЦОД одного уровня Tier может значительно меняться в зависимости от общей площади центра. Кроме того, предложенные оценки не дают возможность распространить эти данные на проекты создания ЦОД иной конфигурации и не позволяют учесть регион строительства, который также оказывает существенное влияние на величину затрат.

Таким образом, методики оценки, основанные на детализации затрат, являются несостоятельными для оценки проектов на начальных этапах.

**2. Регрессионная модель капитальных затрат**

Все перечисленные выше составляющие затрат прямо или косвенно связаны с такими характеристиками центра обработки данных, как площадь или количество стоек. В связи с этим целесообразно разработать модель, которая позволила бы проводить предварительную оценку проекта по этим двум показателям.

Для выполнения поставленной задачи были собраны данные по 70 проектам строительства центров обработки в России за период 2008–2014 гг. (таблица 2).

Таблица 2.

**Исходная выборка данных по проектам строительства ЦОД**

Название	Год	Город	Стоимость проекта	Площадь общая, м <sup>2</sup>	Площадь технической площадки, м <sup>2</sup>	Кол-во стоек, шт.	Мощность, МВт	Уровень, Tier
Иркутск-энергосвязь	2014	Иркутск	2,5 млрд. руб.	10000	3200	1300	нет свед.	3
Правительство Челябинской области	2014	Челябинск	27269 тыс. руб.	12000	нет свед.	1600	16	нет свед.
Министерство здравоохранения Тульской области	2013	Тула	нет свед.	нет свед.	нет свед.	нет свед.	0,8	нет свед.
Газпром нефть	2013	Санкт-Петербург	нет свед.	нет свед.	нет свед.	нет свед.	нет свед.	3
Иркутская область	2013	Иркутск	30 млрд. руб.	нет свед.	нет свед.	нет свед.	30	нет свед.
Вымпелком	2013	Ярославль	4 млрд. руб.	15000	3000	1200	10	3
Ростелеком	2013	Москва	30 млн. долл.	11500	10000	нет свед.	40	3
Ростелеком-Сибирь	2012	Новосибирск	70 млн. руб.	215	нет свед.	60	3	нет свед.
Inoventica	2012	Владимирская обл	90 млн. руб.		300	60	0,45	3
Ростелеком	2012	Ставрополь	нет свед.	280	250	20	нет свед.	нет свед.
Электронная Москва	2012	Москва	114,5 млн. руб.	530	250	93	1	нет свед.
Dataline	2012	Владивосток	нет свед.	нет свед.	1000	509	нет свед.	нет свед.
Трастинфо	2012	Москва	нет свед.	нет свед.	600	200	нет свед.	нет свед.
Ай-Теко	2012	Красноярск	нет свед.	нет свед.	120	40	нет свед.	нет свед.
Икселерейт	2012	Москва	нет свед.	нет свед.	580	200	нет свед.	нет свед.
Stack	2012	Казань	37 млн. долл.	нет свед.	нет свед.	376	2,5	нет свед.
Stack	2012	Москва	нет свед.	нет свед.	250	30	нет свед.	нет свед.
Storedata	2012	Москва	нет свед.	250	125	30	0,3	нет свед.
Ростелеком	2012	Сочи	1 млрд. руб.	2000	400	92	нет свед.	нет свед.
Ростелеком	2012	Калининград	33,5 млн. руб.	нет свед.	150	20	0,1	нет свед.

Название	Год	Город	Стоимость проекта	Площадь общая, м <sup>2</sup>	Площадь технической площадки, м <sup>2</sup>	Кол-во стоек, шт.	Мощность, МВт	Уровень, Tier
Мегафон	2012	Оренбург	нет свед.	нет свед.	270	110	нет свед.	нет свед.
Fianco	2012	Красноярск	нет свед.	нет свед.	370	80	нет свед.	нет свед.
Fianco	2012	Екатеринбург	нет свед.	нет свед.	56	12	нет свед.	нет свед.
Inoventica	2012	Татарстан	нет свед.	нет свед.	300	60	нет свед.	нет свед.
Сбербанк	2011	Москва	1200 млн. долл.	16500	5000	1500	25	3
DataSpace	2011	Москва	85 млн. долл.	6000	3000	1000	4,8	3
Ростелеком	2011	Владивосток	110 млн. руб.	320	100	15	1,2	3
Яндекс	2011	Москва	нет свед.	4500	нет свед.	нет свед.	8	нет свед.
Linxdatabase	2011	Санкт-Петербург	20 млн. евро	7500	нет свед.	250	нет свед.	3
КРОК	2011	Москва	100 млн. долл.	5000	2000	800	нет свед.	3
BSTelehouse	2011	Москва	нет свед.	нет свед.	1000	75	нет свед.	нет свед.
Селектел	2011	Санкт-Петербург	нет свед.	нет свед.	800	250	нет свед.	нет свед.
Мегафон	2011	Хабаровск	нет свед.	нет свед.	390	50	нет свед.	нет свед.
ТЕЛ-Хостинг	2011	Москва	нет свед.	нет свед.	350	60	нет свед.	нет свед.
Пермэнерго	2011	Пермь	14,6 млн. руб.	44	34	14	0,06	нет свед.
Банк «Нейва»	2011	Екатеринбург	6,9 млн. руб.	34	25	4	0,04	нет свед.
ОБИТ	2011	Санкт-Петербург	15 млн. руб.	400	нет свед.	60	0,3	нет свед.
Башнефть	2011	Уфа	342,76 млн. руб.	400	нет свед.	нет свед.	0,56	3
Оверсан-Меркурий	2010	Москва	400 млн. руб.	950	500	200	4	3
Оверсан-Луна	2010	Москва		нет свед.	120	50	0,5	нет свед.
Мегафон Самара	2010	Самара	930 млн. руб.	6912	2400	720	8	3
МДМ-Банк	2010	Москва	100 млн. руб.	350	100	50	0,5	
Миран	2010	Санкт-Петербург	80 млн. руб.	нет свед.	нет свед.	100	3,5	3
Storedata	2010	Москва	60 млн. руб.	нет свед.	250	100	1	нет свед.
Сибирьтелеком	2009	Новосибирск	124 млн. руб.	900	300	70	1,5	3
Дженерал ДейтаКомм	2009	Санкт-Петербург	5 млн. долл.	2000	500	нет свед.	нет свед.	нет свед.
Комкор (Акадо Телеком)	2009	Москва	400 млн. руб.	нет свед.	нет свед.	140	нет свед.	нет свед.
Dataline	2009	МО - Коровинское ш.	BOA + 217,5 млн. руб.	нет свед.	2700	800	7	2
Dataline	2009	Москва - Боровая	BOA + 122 млн. руб.	1855	900	360	4	2
ИТ-парк	2009	Казань		3500	1000	294	5	3
Мегафон (Синтерра)	2009	Казань	100 млн. руб.	229,5	170	48	0,5	нет свед.
ПиН Телеком	2009	Санкт-Петербург	18 млн. руб.	200	нет свед.	38	нет свед.	нет свед.
ISG	2009		140 млн. руб.	700	нет свед.	150	3	нет свед.
Трастинфо	2009	Москва	BOA + 176 млн. руб.	3000	1600	800	6,4	нет свед.
ОКБ Прогресс	2009	Москва	BOA + 4 млрд. руб.	480	480	100	нет свед.	нет свед.
Infobox	2009		BOA + 7,9 млн. руб.	нет свед.	600	нет свед.	25	нет свед.
Селектел	2009	Москва	4,5-5 млн. долл.	500	300	80	нет свед.	2
Уралсвязьинформ	2009	Екатеринбург	300 млн. руб.	нет свед.	432	250	нет свед.	нет свед.
Dataplanet	2009	Зеленоград	BOA + 9,8 млн. руб.	170	160	40	0,3	нет свед.
Радуга-2	2009	Санкт-Петербург	BOA + 2,2 млн. руб.	нет свед.	60	20	нет свед.	нет свед.
Ростелеком	2008	Екатеринбург	10 млн. руб.	155	100	36	нет свед.	нет свед.
Тройка Диалог	2008	Москва	10 млн. долл.	200	нет свед.	нет свед.	0,5	нет свед.
Петер-Сервис	2008		20 млн. долл.	480	480	50	0,3	3
ОБИТ	2008	Санкт-Петербург	BOA + 10,1 млн. руб.	400	300	120	нет свед.	3
Селектел	2008	Санкт-Петербург	BOA + 69,5 млн. руб.	1500	700	200	2	2
ЮТК	2008		320 млн. руб.	1000	300	нет свед.	1,5	нет свед.
M1, Stack	2007	Москва	15 млн. долл.	2500	нет свед.	нет свед.	нет свед.	нет свед.
Техногород	2007	Москва	BOA + 10 млн. руб.	1500	нет свед.	нет свед.	1	3
Караван	2008	Москва	7 млн. долл.	1000	нет свед.	нет свед.	2	нет свед.
Ixcellerate	2008		нет свед.	15000	6200	нет свед.	нет свед.	нет свед.
Зеленоград	2008	Зеленоград	3 млрд. руб.	16000	14000	1215	21	3

В некоторых проектах в графе «стоимость проекта» встречается аббревиатура ВОА. Это значит, что стоимость проекта не раскрывается компанией, но при анализе данных из системы СПАРК-Интерфакс можно обнаружить увеличение стоимости внеоборотных активов (ВОА) на указанную сумму во время проведения строительства центров обработки данных.

После сбора данных о проектах строительства ЦОД была проведена процедура приведения их к единой валюте (в нашем случае был выбран доллар США) и ценам одного года (выбран 2013 год). Это было сделано с использованием индекса цен на машины и оборудование, используемого в строительстве.

К сожалению, в некоторых случаях данные о проектах были неполными: например, при известной стоимости строительства и площади технических площадок было неизвестно количество стоек. В таких случаях для восстановления данных использовались соотношения, выявленные в исследованиях рынка [8] и представленные в *таблице 3*.

Таблица 3.

**Динамика развития рынка ЦОД 2011–2016 гг.**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Стойки, тыс. ед.	15.9	18.7	23.1	28.7	34.5	42.2
Площадь, тыс. кв.м.	52.8	62.6	84.6	103.7	121.8	146.8
Кв. м. / стойка	3.3	3.3	3.7	3.6	3.5	3.5

После обработки исходной выборки были построены регрессионные модели с разбивкой по проектам строительства ЦОД в Москве и в регионах.

В качестве независимых переменных были выбраны планируемая площадь ЦОД (S) и планируемое количество стоек (N).

По всем проектам в России капитальные затраты (CAPEX) определяются следующими соотношениями:

1.  $CAPEX = -2856583 + 22136 \cdot S$  (при этом  $R^2 = 0.72$ ; P-значение для коэффициента переменной S составляет  $4,7E-11$ . P-значение свободной константы 0,76). Малое P-значение для коэффициента при переменной S позволяет с большой уверенностью сказать, что стоимость строительства одного квадратного метра (при стандартной ошибке 2 339 долл.) находится в промежутке от 19 797 до 24 475 долларов, что согласуется с оценками экспертов в 15–25 тыс. долларов [10].

2.  $CAPEX = -3375063 + 78751 \cdot N$  (при этом  $R^2 = 0,8$ ; P-значение для коэффициента переменной N составляет  $2,03E-13$ , P-значение свободной константы равно 0,67). При стандартной ошибке коэффициента при  $N=6757$  стоимость строительства в перерасчете на стойку находится в промежутке от 71 994 до 85 508 долларов. Таким образом, полученная стоимость строительства одной стойки примерно в 3,5 раза больше стоимости строительства одного квадратного метра ЦОД, что практически равно соотношению, полученному из маркетинговых исследований.

Для уточнения стоимости можно построить отдельные модели регрессии в зависимости от местоположения ЦОД:

♦ Москва:  $CAPEX\_Moscow = -2651754 + 22612 \cdot S$  или  $CAPEX\_Moscow = -3315038 + 73616 \cdot N$ ;

♦ Регионы:  $CAPEX\_Regions = -8077885 + 26586 \cdot S$  или  $CAPEX\_Regions = -6171183 + 95935 \cdot N$ .

Таблица 4.

**Географическая сегментация стоимости строительства ЦОД**

Расположение ЦОД	Москва	Регионы	Россия
Средняя стоимость строительства 1 кв. м. (совокупный CAPEX выборки / совокупное S)	19 686	22 890	22 291
Средняя стоимость строительства 1 стойки (совокупный CAPEX выборки / совокупное N)	62 080	85 400	80 407
Удельная стоимость строительства 1 кв. м. (регрессия)	22 612	26 586	22 136
Удельная стоимость строительства 1 стойки (регрессия)	73 616	95 935	78 751
Доверительный интервал – стоимость строительства 1 кв. м. (регрессия)	17 388 – 27 836	24 153 – 29 019	19 797 – 24 475
Доверительный интервал – стоимость строительства 1 стойки (регрессия)	59 201 – 88 031	93 366 – 98 502	71 994 – 85 508
Средняя площадь ЦОД	1 583	1041	1258
Среднее количество стоек ЦОД	509	242	349
Отклонение стоимости строительства 1 кв. м.	13%	14%	-1%
Отклонение стоимости строительства 1 стойки	16%	11%	-2%



Подводя итог построения регрессионных зависимостей и сравнив результаты расчетов по модели с реальными данными, можно сделать вывод о том, что модель достаточно адекватно описывает реальные данные. Отклонения расчетных данных от усредненных по всей выборке значений показаны в *таблице 4*.

Из этой таблицы можно вывести одну интересную закономерность: стоимость строительства ЦОД в расчете на 1 кв. м. (или на 1 стойку) в Москве ниже, чем в регионах, примерно на 20%. Это можно объяснить тем, что размеры среднестатистического московского ЦОД на 80% превосходят размеры регионального ЦОД, а при увеличении масштаба проекта удельная стоимость существенно снижается для каждой новой стойки или квадратного метра.

Полученные соотношения могут использоваться как при оценке затрат на первоначальном этапе строительства, так и при оценке затрат на дальнейшее развитие ЦОД, если оно предусматривается.

Ввиду недостаточной репрезентативности выборки включить в регрессионную модель такие параметры, как уровень Tier и время создания центра оказалось невозможно.

Влияние уровня Tier на стоимость 1 кв. м. можно учесть путем умножения полученной величины CAPEX на корректирующий коэффициент  $K_T$ , значения которого были получены на основе таблицы 1:

$K_T = 0.8$  для уровня Tier 2;  $K_T = 1$  для уровня Tier 3;  $K_T = 1,8$  для уровня Tier 4.

Для учета динамики изменения стоимости во времени можно воспользоваться результатами исследований, приведенных в работе [11], которые показывают, что стоимость строительства 1 кв. м. увеличивается приблизительно на 30% в год.

Таким образом, затраты на строительство ЦОД в году  $G$  определяются соотношением:

$$CAPEX_G = CAPEX \cdot K_T \cdot 1.3^{(G-2013)}$$

### 3. Структура затрат на содержание ЦОД

Операционные затраты на содержание ЦОД можно разделить на пять основных групп:

1. Оплата потребляемой электроэнергии. При расчете данного параметра необходимо опираться не только на количество кВт, потребляемое стойками, а учитывать структуру энергопотребления.

2. Аренда помещения. Данный параметр сильно зависит от географического размещения ЦОД и изменяется во времени.

3. Фонд оплаты труда может сильно отличаться для центров обработки, независимо от уровня надежности, исходя из требований непрерывности функционирования.

4. Техническое обслуживание. Стоимость обслуживания определяется составом используемых систем.

5. Прочие затраты: амортизация оборудования, страхование центра обработки и т.д.

Рассматривая результаты исследований разных компаний, следует отметить существенные различия в структуре операционных затрат российских и зарубежных центров обработки. В частности, для российского рынка характерно распределение затрат [1, 12, 13] представленное в *таблице 5*.

Таблица 5.  
Структура стоимости содержания российских ЦОД

	Крок	Дата-домдом	CNews	Radius Group
Оплата электроэнергии	42%	25%	25%	42%
Аренда помещений	9%	24%	20%	16%
Оплата персонала	36%	40%	40%	35%
Техническое обслуживание	5%	11%	-	7%
Прочие затраты	8%	-	15%	7%

Американские компании используют иную структуру операционных затрат [9]. Разница обусловлена разным подходом к кластеризации подгрупп затрат среди всех операционных затрат, а также спецификой российской экономики, в частности, разницей в заработных платах, в стоимости электроэнергии и так далее. Тем не менее, во всех исследованиях в стоимость обслуживания ЦОД входят затраты на оплату электроэнергии (в среднем 30%) и аренды помещения. Как правило, в стоимость обслуживания ЦОД также включают затраты на персонал и стоимость технического обслуживания. Дальнейшие статьи расходов на эксплуатацию центра обработки уже могут значительно различаться.

Операционные затраты могут быть выведены из капитальных за счет такого важнейшего показателя, как мощность ЦОД, а в дальнейшем – исходя из мощности ЦОД и стоимости потребляемой электроэнергии.

Из анализа структуры энергопотребления в различных центрах [9, 12] видно, что используемое ИТ-оборудование потребляет около половины всей электроэнергии, используемой центром об-

работки данных. Это значит, что все стойки ЦОД потребляют электроэнергию, стоимость которой составляет приблизительно 15% от всех операционных затрат. На данный момент в большинстве ЦОД используются стойки на 42 U мощностью 5 кВт, но стоимость 1 кВт энергии в разных регионах сильно отличается.

Таким образом, предположим, что операционные затраты подразделяются на пять групп, каждая из которых вносит определенный вклад в общие затраты:

1. Оплата потребляемой электроэнергии (~ 30-35%).
2. Аренда помещения (~ 15-20%).
3. Фонд оплаты труда (~ 25-30%).
4. Техническое обслуживание (~ 10-15%).
5. Прочие затраты: амортизация оборудования, страхование и т.д. (~ 10-15%).

Для оценки стоимости операционных затрат можно использовать регрессионную модель. Прежде, чем приступить к ее созданию, необходимо осветить основные принципы, используемые для оценки данного вида затрат. Рассмотрим в качестве центральной переменной для расчета мощность ЦОД, поскольку:

♦ она может довольно точно определиться из изначально заявляемых технических характеристик (в частности, количества стоек и площади ЦОД);

♦ затраты на оплату электроэнергии являются самой весомой группой операционных затрат.

Итак, введем новые переменные для создания регрессии, позволяющей оценить структуру операционных затрат:

♦ OPEX – операционные затраты в течение года, долл.

♦ M – мощность ЦОД, мВт

♦ e – стоимость электроэнергии, долл. / кВт.ч. (различна для каждого региона России)

Рассмотрим зависимость мощности центра обра-

ботки от его характеристик, построив соответствующие регрессии:

•  $M = -0,17797 + 0,01192 \cdot N$  ( $R^2 = 0,93$ , P-значение для коэффициента при N составляет  $6,61E-16$ );

•  $M = 0,24135 + 0,002671 \cdot S$  ( $R^2 = 0,66$ , P-Значение для коэффициента при S составляет  $2,28E-07$ ).

Интересно, что удельная мощность каждой дополнительной стойки в ЦОД получилась 11,9 кВт. Учитывая, что в структуре электропотребления собственно оборудование использует около 50% всей энергии, а типовая стойка в 42U имеет мощность 5 кВт, это подтверждает достоверность полученных результатов.

Как видно из полученных регрессий, для оценки мощности лучше использовать количество стоек. При оценке капитальных затрат предлагалось строить отдельные регрессии для Москвы, регионов и России в целом. В данном случае это нецелесообразно, потому что такой ключевой показатель (помимо мощности ЦОД), как стоимость электроэнергии значительно отличается для каждого региона России и должен быть подобран отдельно.

Итак, исходя из предыдущего анализа структуры операционных затрат (на электроэнергию приходится около 30% OPEX), можно проводить оценку по следующей формуле:

$$OPEX = M \cdot [365 \text{ days}] \cdot [24 \text{ hours}] \cdot e / 0.3 \text{ или}$$

$$OPEX = (-0.17797 + 0.01192 \cdot N) \cdot 29200 \cdot e / 0.3$$

$$OPEX = (0.24135 + 0.002671 \cdot S) \cdot 29200 \cdot e / 0.3.$$

### Заключение

Безусловно, все центры обработки данных отличаются друг от друга, поэтому не может быть универсального инструмента, который абсолютно точно рассчитывал бы денежные потоки. Предложенная методика позволяет с приемлемой точностью предварительно оценить характеристики проекта создания центра обработки данных. ■

### Литература

1. Экономика ЦОД // Radius Group. [Электронный ресурс]: <http://www.rvip.ru/1065/document1071.shtml#5> (дата обращения 01.06.2016).
2. Patel C.D., Shah A.J. Cost model for planning, development and operation of a data center // Internet Systems and Storage Laboratory – HP Laboratories Palo Alto. [Электронный ресурс]: <http://www.hpl.hp.com/techreports/2005/HPL-2005-107R1.pdf> (дата обращения 01.06.2016).
3. Hamilton J. Overall data center costs // Perspectives. James Hamilton's Blog. [Электронный ресурс]: <http://perspectives.mvdirona.com/2010/09/18/OverallDataCenterCosts.aspx> (дата обращения 01.06.2016).
4. Лебедев П. Коммерческие ЦОД в России: смена бизнес-модели // CNews. [Электронный ресурс]: <http://www.cnews.ru/reviews/free/cloud/articles/articles13.shtml> (дата обращения 01.06.2016).

5. Обзор рынка датацентров Санкт-Петербурга в I полугодии 2012 г. // Comprice.ru. [Электронный ресурс]: <http://www.comprice.ru/articles/detail.php?ID=475362&print=true> (дата обращения 01.06.2016).
6. Особенности построения небольшого датацентра в Москве // telecomblogger.ru. [Электронный ресурс]: <http://telecomblogger.ru/14535> (дата обращения 01.06.2016).
7. Сухов Р. Как рассчитать затраты на ЦОД? // Журнал сетевых решений LAN. 2008. № 04. [Электронный ресурс]: <http://www.osp.ru/nets/2008/04/4944787/> (дата обращения 01.06.2016).
8. Павлов А., Басистый Д., Кусакин Д. Бизнес-план и финансовая оценка создания ЦОДа высокого уровня надежности // iKS-Media. [Электронный ресурс]: <http://www.iks-media.ru/issue/2012/7/4430815.html> (дата обращения 01.06.2016).
9. Статистика ЦОД // AboutDC.ru. [Электронный ресурс]: <http://aboutdc.ru/page/64.php> (дата обращения 01.06.2016).
10. Data-центры растут как грибы... // it-weekly.ru. [Электронный ресурс]: <http://www.it-weekly.ru/analytics/tech/45540.html> (дата обращения 01.06.2016).
11. Орлов С. ЦОД: российская специфика // Журнал сетевых решений LAN. 2008. № 09. [Электронный ресурс]: <http://www.osp.ru/lan/2008/09/5535759/> (дата обращения 01.06.2016).
12. Павлов А. Инженерные решения, используемые для снижения затрат при эксплуатации ЦОД // Открытые системы [Электронный ресурс]: <http://www.osp.ru/data/670/942/1238/10.pdf> (дата обращения 01.06.2016).
13. Габриелян В. Как построить собственный ЦОД // Byte Россия. [Электронный ресурс]: <http://www.bytemag.ru/articles/detail.php?ID=15495> (дата обращения 01.06.2016).