
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

SECTION OF SCIENTIFIC METHODOLOGY

Известия вузов. Строительство. 2022. № 6. С. 95–108.

ISSN 0536-1052

News of Higher Educational Institutions. Construction. 2022; (6): 95–108.

ISSN 0536-1052

Научная статья

УДК 725.1

DOI: 10.32683/0536-1052-2022-762-6-95-108

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПЛОЩАДИ ЭТАЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «УМНОГО» ОФИСНОГО ЗДАНИЯ

Андрей Борисович Семенов

Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет (НИУ МГСУ), Москва, Россия

Аннотация. Предложен подход к выбору площади этажных технических помещений комплекса слаботочных информационных систем современных офисных зданий класса «умный дом». Обоснована возможность проектирования этажных технических помещений с 30%-м уменьшением площади. Показано, что основная масса таких помещений должна иметь минимальные размеры и обеспечивать установку одного закрытого монтажного конструктива типовой высотой 42U. Приведены графики и соотношения для быстрого инженерного расчета количества конструктивов и требуемой площади этажного технического помещения в зависимости от общей площади этажа. Показана устойчивость полученных соотношений к вариациям геометрических параметров типового офиса.

Ключевые слова: этажное телекоммуникационное техническое помещение, информационно-телекоммуникационная система, структурированная кабельная система, гистограмма, «умный дом»

Для цитирования: Семенов А.Б. Обоснование выбора площади этажных технических помещений информационно-телекоммуникационной системы «умного» офисного здания // Известия вузов. Строительство. 2022. № 6. С. 95–108. DOI: 10.32683/0536-1052-2022-762-6-95-108.

Original article

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF THE STOREY TECHNICAL PREMISES AREA FOR THE INFORMATION AND TELECOMMUNICATIONS SYSTEM OF THE «SMART» OFFICE BUILDING

Andrey B. Semenov

Moscow State University of Civil Engineering (MGSU) National Research University, Moscow, Russia

Abstract. An approach to the selection of the area of floor technical room of a complex of low-current information systems for modern office buildings of the “smart house” class is proposed. The possibility of designing floor telecommunication technical room with a 30 % reduction in area is substantiated. It is shown that the bulk of such premises should have minimal dimensions and ensure the installation of one rack mount cabinet with a typical height of 42U. Graphs and ratios are given for a quick engineering calculation of the number of cabinets and the required area of a floor telecommunication technical room, depending on the total floor area. The stability of the obtained ratios to variations of geometric parameters of a typical office is shown.

Keywords: floor telecommunication technical room, information and telecommunication system, structured cabling system, histogram, “smart house”

For citation: Semenov A.B. Justification of the choice of the storey technical premises area for the information and telecommunications system of the “smart” office building. *News of Higher Educational Institutions. Construction.* 2022; (6): 95–108. (In Russ.). DOI: 10.32683/0536-1052-2022-762-6-95-108.

1. Введение. Офисные здания в реалиях сегодняшнего дня являются одним из массовых объектов гражданского строительства. Современный архитектурный объект данной разновидности должен обеспечивать максимальный комфорт как работающему персоналу, так и посетителям. В рамках реализации этого требования здание оборудуется инженерными системами, в перечень которых, наряду с традиционными электроснабжением, вентиляцией, кондиционированием, водопроводом и канализацией, в обязательном порядке включается комплекс различного слаботочного сетевого оборудования. Последний выполняется в форме общей для конкретного архитектурного объекта информационно-телекоммуникационной системы (ИТС), которая образована из отдельных независимых подсистем, реализующих определенную функцию или их обобщенную группу.

Все без исключения подсистемы ИТС выполнены в виде сетевых структур, между узлами которых в процессе функционирования происходит интенсивный информационный обмен. Сами структуры создаются преимущественно на общей аппаратной платформе Ethernet и имеют радиально-узловую схему соединения отдельных узлов.

2. Проблема архитектурного проектирования технических помещений ИТС. Создание полноценной ИТС невозможно без наличия многочисленных телекоммуникационных технических помещений (ТТП). В них монтируются те групповые активные и пассивные компоненты отдельных подсистем, которые необходимы для поддержки функционирования терми-

нального оборудования. Под последним понимаются рабочие станции локальной сети, телефонные аппараты телефонной сети, контролеры оборудования систем управления инженерным обеспечением здания, камеры видеонаблюдения и аналогичные им.

Технические помещения ИТС относятся к вспомогательным объектам, а их наличие уменьшает полезную площадь офисного здания, используемую для размещения персонала и организации общих пространств. В этой ситуации возникает естественное стремление к минимизации размеров ТТП при полном сохранении свойств и параметров, необходимых для нормальной организации и последующей эксплуатации ИТС.

ТТП предусматриваются при новом проектировании или же выделяются в существующем здании при переоборудовании в офисное. Сразу же укажем на тот факт, что организация в здании даже среднего размера наиболее экономичного по требуемой площади единственного ТТП (переход к так называемой централизованной структуре ИТС) в большинстве случаев нецелесообразен. Это определяется как чисто техническими ограничениями по предельной дальности связи сетевого оборудования ЛВС, так и финансовой невыгодностью подобной конфигурации.

Необходимость создания специализированных ТТП для размещения группового оборудования ИТС задается соответствующей нормативной базой, в том числе отечественными СП 118.13330.2012. При этом данный документ констатирует только факт наличия таких помещений, но не задает требования к их габаритным размерам. Информация об этом содержится в иной нормативной базе. Так, в США еще в 1991 г. был разработан соответствующий профильный стандарт, который в настоящее время действует уже в шестой редакции: ANSI/TIA-569E. Частично она дублируется в отечественных стандартах, например, в ГОСТ Р 58242–2018.

Известные источники не содержат полноценной информации о размерах ТТП в первую очередь нижнего уровня, называемых в дальнейшем кроссовыми (в [1] обозначаются как телекоммуникационные, ГОСТ Р 58241–2018 использует термин «этажные коммутационные центры»), которые целесообразно организовывать на каждом этаже. Требования и рекомендации нормативных документов дают явно завышенные значения этого параметра. Например, отечественный ГОСТ Р 56555–2015 определяет минимальный размер кроссовой при 500 портах в $9,6 \text{ м}^2$, что противоречит как практике реализации структурированной информационной проводки ИТС, так и требованиям более ранних редакций американского стандарта ANSI/TIA-569, который допускал этажное ТП размером в 6 м^2 . Если же обратиться к действующему американскому стандарту ANSI/TIA-569E, то он вообще не нормирует этажные кроссовые. В качестве минимальной площади приводится только величина 11 м^2 , но она относится к помещениям второго уровня иерархии.

Кроме того, несмотря на то что указанные документы разработаны в конце второго десятилетия нового века, они не учитывают ряд последних тенденций в области построения ИТС. К таковым относятся, в первую очередь, массовое использование управляемого светодиодного освещения и быстрое

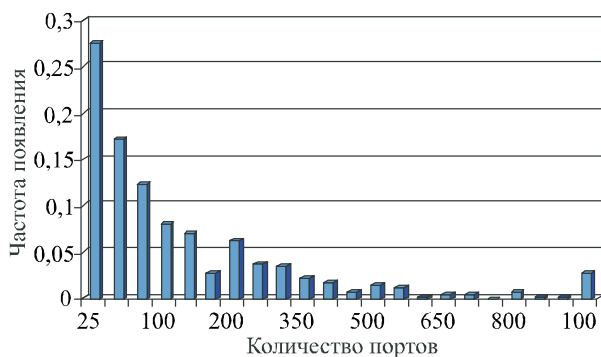


Рис. 1. Гистограмма количества портов в реализованных проектах СКС (среднее значение 134)

Fig. 1. Histogram of the number of ports in implemented SCS projects (average value 134)

количественное наращивание отдельных подсистем, облегчающих эксплуатацию здания.

Еще один недостаток действующей нормативной базы – отсутствие привязки размеров кроссовой к количеству портов информационной кабельной системы [2]. Практика реализации проектов показывает, что:

ИТС большинства офисов обслуживает сравнительно малое количество пользовательских портов (рис. 1);

СКС офиса имеет высокий уровень загрузки, т.е. к основной массе портов подключено терминальное оборудование (рис. 2);

пользовательские информационные розетки в основной своей массе имеют по два порта (рис. 3).

Площадь офиса хорошо коррелируется с количеством портов организованной в нем информационной кабельной системы (рис. 4). Последнее означает

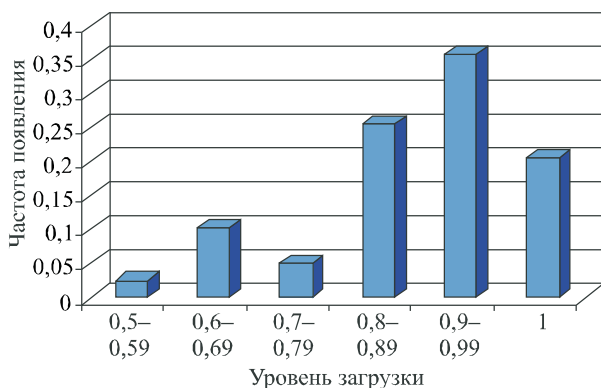


Рис. 2. Гистограмма уровня загрузки структурированной кабельной системы после трех лет эксплуатации (среднее значение 0,88 при среднеквадратичном отклонении 0,08, асимметрии $-0,46$ и эксцессе 0,08)

Fig. 2. Histogram of the load level of a structured cabling system after three years of operation (the average value is 0.88 with a standard deviation of 0.08, an asymmetry of -0.46 and an excess of 0.08)

потенциальную возможность сокращения требуемой площади кроссовых как этажных ТТП.

Далее рассмотрен подход к решению данной задачи, дополнительно учитывающий факт того, что значительная часть современных архитектурных объектов офисного назначения создается в рамках концепции «умного дома».

3. Оценка величины площади офисного пространства, обслуживаемого типовой кроссовой. Общая площадь этажа офиса и его рабочая составляющая, используемая для размещения пользовательских рабочих столов, на основании гистограммы рис. 4, статистически довольно жестко скоррелированы между собой. Распределение, задаваемое гистограммой, значительно отличается от нормального, поэтому для его описания воспользуемся кривой Грама–Шарлье, в степенной части которой с учетом близости к нулю коэффициента эксцесса удержим два члена

$$G(x) = e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} \left[1 - 3 \left(\frac{x-m}{\sigma} \right) + \frac{\gamma_3}{3!} \left(\frac{x-m}{\sigma} \right)^3 \right],$$

где m – среднее значение, σ^2 – дисперсия, γ_3 – коэффициент эксцесса.

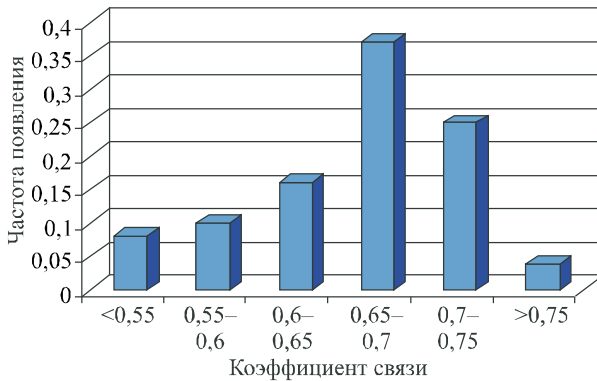


Рис. 4. Гистограмма коэффициента связи общей и рабочей площади офисного помещения с кабинетной системой планировки (среднее значение 0,65 при среднеквадратичном отклонении 0,08, асимметрии –0,46 и эксцессе 0,08)

Fig. 4. Histogram of the relationship between the total and working area of an office space with a cabinet layout (the average value is 0.65 with a standard deviation of 0.08, an asymmetry of –0.46 and an excess of 0.08)



Рис. 3. Статистика количества портов пользовательских розеток

Fig. 3. Statistics of the ports number of terminal equipment outlets

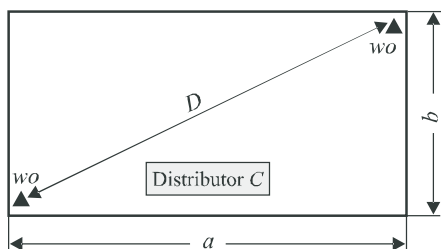


Рис. 5. Размеры модельной рабочей области и определение ее диаметра

Fig. 5. Dimensions of the model workspace and definition of its diameter

Переходя к плотности $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} G(x)$ и решая уравнения $\Phi(t) = 0,01$ и $\Phi(t) = 0,99$ при $\sigma = 0,08$, где $\Phi(t) = \int_{-\infty}^t \varphi(x) dx$, получаем преде-

лы изменения коэффициента связи $\rho_s \in [0,5-0,81]$. Последнее значение практически точно соответствует полученной эмпирическим путем еще в середине 1990-х гг. величине 0,8 [3].

Отдельно укажем на то, что переход на популярную схему открытого офиса построения пользовательского рабочего пространства качественно не меняет данную картину, т.е. не ограничивает общность получаемых далее результатов [4].

Предельное значение площади этажа или его части, обслуживаемого одним этажным ТТП при условии его расположения в центре области или при небольшом смещении от него, определяется двумя параметрами [5]:

максимальным диаметром обслуживаемой рабочей области, равным 70 м (при превышении этого значения целесообразно вводить дополнительное этажное ТТП [6]);

коэффициентом формы, который в системе обозначений рис. 5 численно равен b/a .

Соответствующая статистика по коэффициенту формы, которая приведена на рис. 6, дает математическое ожидание коэффициента формы 0,34. С учетом близкого к равномерному распределения пользовательских розеток по пространству офиса, а также из представленного на рис. 5 определения

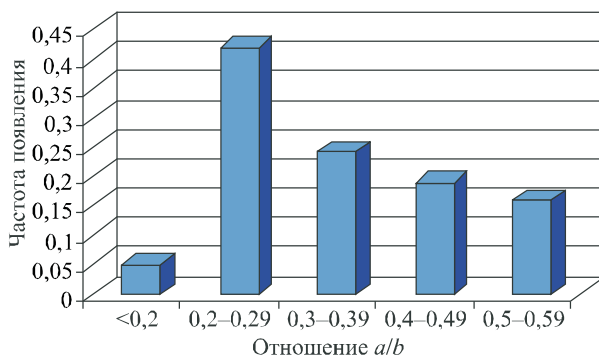


Рис. 6. Статистика изменения отношения линейных размеров a/b (коэффициента формы) офисного пространства (среднее значение 0,34 при среднеквадратичном отклонении 0,12, асимметрии $-0,46$ и эксцессе 0,08)

Fig. 6. Statistics of changes in the ratio of linear dimensions a/b (shape coefficient) for office premises (average value 0.34 with standard deviation 0.12, asymmetry -0.46 and excess 0.08)

диаметра рабочей области как наибольшего расстояния между произвольной парой таких розеток, обслуживаемых данным ТП, следует, что

$$S = ab = 0,34a^2. \quad (1)$$

Вторая часть этого равенства представляет собой математическое ожидание S как случайной величины в предположении равномерного распределения a и b , которые также дополнительно являются независимыми случайными величинами. Одновременно

$$D^2 = a^2 + b^2 = 1,12a^2. \quad (2)$$

Комбинация (1) и (2) при $D = 70$ м дает $a^2 = 4391$ м² и $S = 1493$ м².

4. Установка оборудования ИТС в монтажных конструктивах.

Групповое активное и пассивное оборудование ИТС в подавляющем большинстве случаев монтируется в закрытых телекоммуникационных шкафах 19-дюймового формата [7], к которым для облегчения текущего эксплуатационного обслуживания системы должен быть обеспечен круговой доступ. Ширина шкафа по рекомендациям ANSI/TIA-569E установлена равной 800 мм, что позволяет:

без проблем подавать к коммутационным панелям жгуты горизонтальных кабелей при подъеме последних по передним 19-дюймовым монтажным рельсам;

обеспечивать условия нормальной эксплуатации активного сетевого оборудования в случае применения в нем боковой схемы прохода охлаждающего воздуха.

Высота шкафа из соображений обеспечения удобства текущего обслуживания ИТС составляет 42U. Глубина шкафа равна 800 мм, что позволяет при необходимости монтировать в нем локальные стоечные серверы с корпусом глубиной вплоть до 500–600 мм.

Считается, что ИТС построена по классическому принципу и обслуживает: рабочие станции ЛВС и традиционные аналоговые или цифровые телефоны, подключенные к портам пользовательских информационных розеток;

систему управляемого светодиодного освещения;

оборудование «цифрового потолка» [8] типа точек беспроводного доступа Wi-Fi, телекамер видеонаблюдения, системы часофикации и аналогичных им;

прочее оборудование инженерного обеспечения здания.

На основании накопленной статистики, представленной в табл. 1 и подтверждаемой также данными [9], две последние позиции указанного перечня можно оценить величиной 12 % от традиционных портов для обслуживания рабочих станций ЛВС и пользовательских телефонных аппаратов.

В схематическом виде кабели, вводимые в это этажное ТП и подаваемые затем к панелям в шкафу, показаны на рис. 7. Коммутационные панели СКС в зависимости от обслуживаемой подсистемы имеют плотность конструкции 24 или 48 портов на 1U монтажной высоты. Плотность конструкции коммута-

Таблица 1. Среднестатистическое количество портов отдельных подсистем СКС в офисе с общей площадью 1000 м²
 Table 1. The average number of ports of individual SCS subsystems in an office with a total area of 1000 m²

Подсистема ИТС	Количество портов
ЛВС и телефония	330
Светодиодное освещение	250
СКУД, видеонаблюдение, оповещение	12
Точки доступа Wi-Fi	4
Инженерное обеспечение	8
IP-часы, интерком и прочие устройства	16

торов вне зависимости от их функционального назначения соответствует 24 портам на 1U монтажной высоты.

В соответствии с правилами организации СКС панели отдельных подсистем сводятся в специализированные функциональные секции. Они набираются из отдельных функциональных единиц, каждая из которых включает в себя соответствующую панель (панели) и может содержать требуемый стандартами горизонтальный организатор кабелей коммутационных шнуров. При формировании функциональных единиц цифрового потолка и светодиодного освещения в связи со статическим во времени характером этих частей ИТС организаторы не применяются, а коммутация осуществляется короткими шнурами-перемычками.

Всего в общем случае применяется пять разновидностей таких функциональных единиц (рис. 8). Их соответствие отдельным функциональным секциям приведено в табл. 2.

В дальнейшем для определенности считается, что при построении основных функциональных секций коммутационного поля не применяется такая мало популярная в практике создания ИТС техника

как оборудование, устанавливаемое на задней паре монтажных рельсов шкафа;

панели в так называемой «zero-U» форм-факторе.

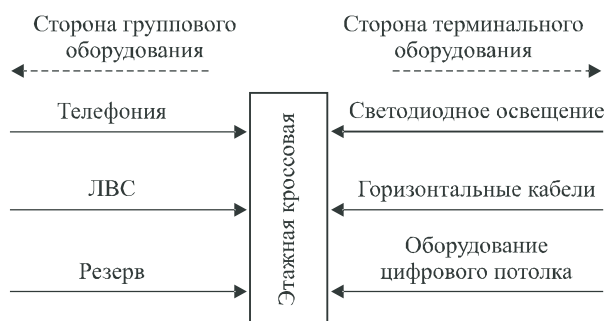


Рис. 7. Типы кабелей, обслуживаемых этажным ТТП

Fig. 7. Types of cables serviced by a floor telecommunication technical room

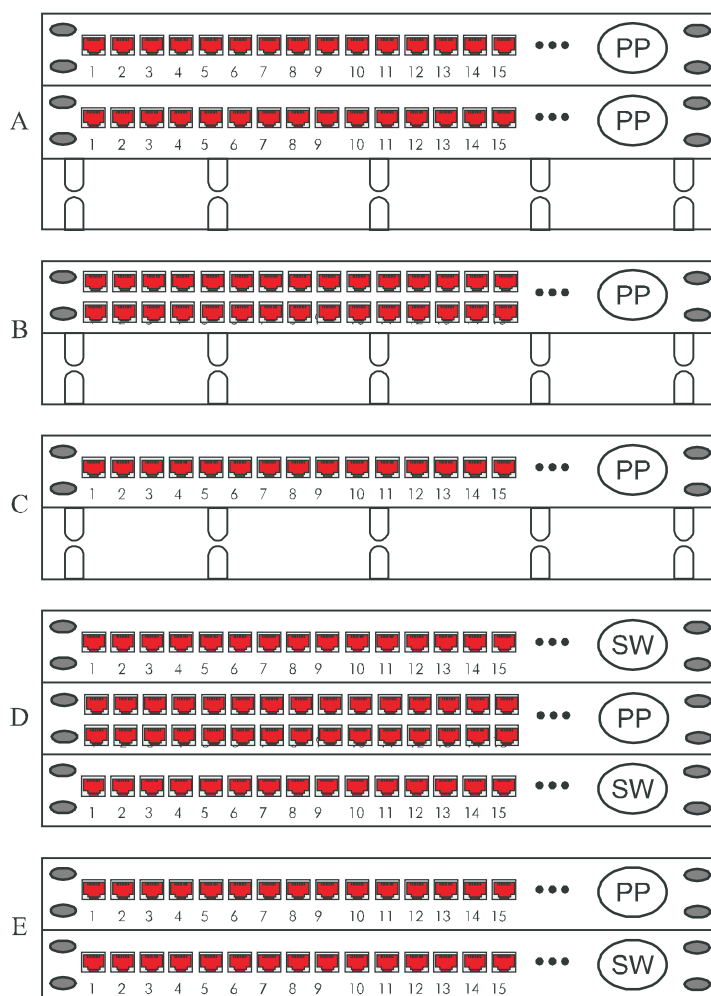


Рис. 8. Функциональные единицы функциональных секций коммутационного поля

Fig. 8. Functional units of functional sections of the switching field

Таблица 2. Типы структур функциональных единиц отдельных функциональных секций коммутационного поля
Table 2. Types of structures functional units of individual functional sections of the switching field

Функциональная секция	Функциональная единица
Горизонтальной подсистемы	A
Коммутаторов ЛВС	A
Телефонной магистрали	B
Волоконно-оптической магистрали	C
Резерва волоконно-оптической магистрали	C
Системы цифрового потолка	E
Освещения	D

5. Оценка площади и размеров помещения кроссовой. Для оценки требуемой площади этажного ТТП привлекается следующая схема:

*Количество юнитов → количество конструктивов →
→ учет сервисного пространства.*

При максимальной площади офиса и размещении одного рабочего места на 4 м² для связи этажного ТТП с техническим помещением более высокого уровня потребуется не более 12 оптических линий. Отсюда функциональные секции волоконно-оптической магистрали и резерва могут быть реализованы на основе единственной 24-портовой коммутационной панели. Далее, с учетом предположения того, что:

одна управляемая светодиодная панель, подключенная к порту соответствующего PoE-коммутатора, создает нормальные условия освещения на 4 м² общей площади;

отдельные функциональные секции реализуются с привлечением данных табл. 2;

количество портов вновь вводимых систем «умного дома» можно оценить значением 12 % от количества портов горизонтальной подсистемы, следует оценка общего количества требуемых посадочных мест на 19-дюймовых рельсах

$$U = 0,8 \times \frac{S}{4} \left[2 \frac{3}{48} + \frac{3}{48} + \frac{2}{48} \right] + 4 + \Xi \cdot \left[0,8 \times \frac{S}{4} \cdot \left(0,12 \times 2 \cdot \frac{2}{48} \right) \times + \frac{3}{48} \frac{S}{4} \right]. \quad (3)$$

Первая сумма в скобках – количество посадочных мест при реализации классической СКС по ISO/IEC 11801:2017, вторая квадратная скобка – количество посадочных мест дополнительных систем «умного дома» и быстро набирающей популярность системы светодиодного освещения [10]. Поправка 4 учитывает особенности построения классического коммутационного поля. Принимается, что $\Xi = 1$. При $\Xi = 0$ имеем офис предыдущего поколения.

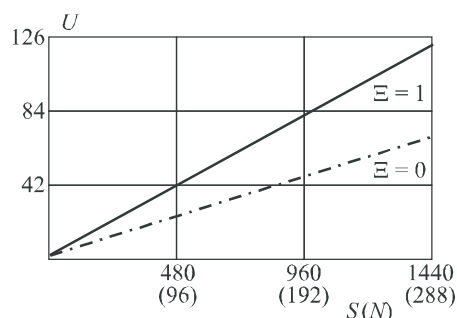


Рис. 9. Зависимость суммарной высоты 19-дюймовых конструктивов от офисной площади

Fig. 9. Dependence of the total height of 19-inch rack mount cabinets on office space

С учетом того, что стандарт ANSI/TIA-569E из соображений обеспечения удобства эксплуатации ИТС ограничивает высоту конструктива 42U, общее количество шкафов найдется делением оценки (3) на 42 с округлением до ближайшего целого сверху. Результат соответствующих расчетов в графической форме приведен на рис. 9.

К монтажному конструктиву для группового оборудования ИТС согласно требованиям нормативных документов обеспечивается круговой доступ. Глубина пространства перед передней дверью шкафа задана

Таблица 3. Зависимость площади этажного ТТП от количества монтажных шкафов

Table 3. Dependence of the area of the floor telecommunication technical room on the number of rack mount cabinets

Количество шкафов	Минимальная площадь, м ²	Размеры, м
1	7,2	2,4×3,0
2	9,6	3,2×3,0
3	12,0	4,0×3,0

ANSI/TIA-569E и составляет 1,2 м, рекомендованная ширина прохода в области задней двери равна 1 м, нормированная ширина бокового прохода составляет 0,8 м. В результате приходим к структуре, показанной на рис. 10 и дающей возможность оценить требуемую площадь этажного ТТП на N 42-юнитовых шкафов как

$$S_1 = 4,8 + N \cdot 2,4 \text{ м}^2, \tag{4}$$

а также определить их линейные размеры. Результаты соответствующих расчетов приведены в табл. 3.

6. Анализ. Комбинируя (3) и (4), получаем удобную для текущих инженерных расчетов формулу

$$N = INT(0,075 \cdot S + 0,1) + 1, \tag{5}$$

где через $INT(x)$ обозначена операция выделения целой части.

Рассматривая (5) как уравнение относительно S , при $N = 1$ получаем $S = 500 \text{ м}^2$, что при коэффициенте связи $\rho_s = 0,8$ соответствует 100 рабочим местам и 200 портам СКС. Гистограмма рис. 1 хорошо описывается экспонентой. Из определяемого ею показательного распределения вытекает

$$\frac{1}{\lambda} \int_0^{200} \exp\left(-\frac{x}{\lambda}\right) dx = 0,78, \tag{6}$$

т.е. более трех четвертей этажных ТТП могут иметь минимальные размеры, причем их площадь может устанавливаться на треть меньше рекомендуемой

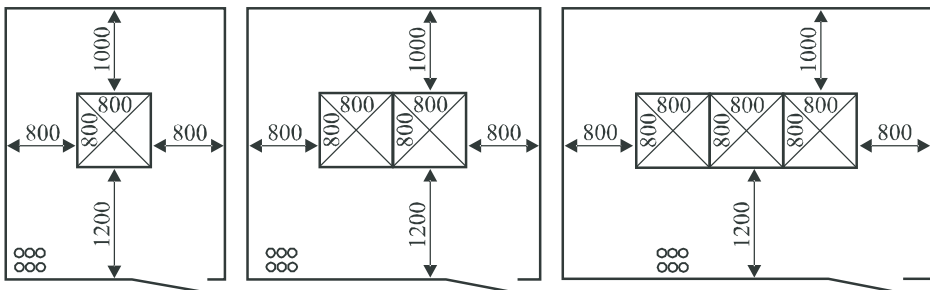


Рис. 10. Расположение монтажных шкафов в этажных телекоммуникационных технических помещениях различных размеров

Fig. 10. Arrangement of mounting cabinets in floor-level telecommunication technical rooms of various sizes

ГОСТ Р 56555–2015. Фактически (6) выполняет оценку снизу, так как гистограмма рис. 1 не учитывает наличие в составе СКС магистральной подсистемы, что означает организацию на этаже нескольких кроссовых.

Коэффициенты выражения (3) для совокупности конкретных проектов являются стохастическими. Эта особенность позволяет записать его в виде

$$U(\xi, \eta) = A(1 + \xi)S + 4 + B(1 + \eta)S,$$

где $A = 0,048$; $B = 0,016$; $\xi \in [0,5 - 0,8]$ и $\eta \in [-0,1 - 0,1]$ – случайные величины, учитывающие стохастический характер коэффициента связи общей и рабочей площади офиса и изменения пространственной плотности размещения светодиодных светильников по офисной площади.

Тогда

$$\Delta U = \frac{\partial U}{\partial \xi} \Delta \xi + \frac{\partial U}{\partial \eta} \Delta \eta = AS \Delta \xi + BS \Delta \eta. \quad (7)$$

С учетом фактических величин A и B , а также $\Delta \xi$, $\Delta \eta$ из (7) вытекает, что $\frac{\partial U}{\partial \xi} \Delta \xi > \frac{\partial U}{\partial \eta} \Delta \eta$. Кроме того, в независимости от S при $\Delta \eta = \text{const}$ имеем $\frac{\Delta U}{U} \ll 1$, что свидетельствует об устойчивом характере оценок (3) и (5).

При переходе к популярной IP-телефонии уравнение (3) при неизменности остальных предположений преобразуется в

$$U = 0,8 \times \frac{S}{4} \left[\frac{3}{48} + \frac{3}{48} \right] + 4 + \Xi \cdot \left[0,8 \times \frac{S}{4} \cdot \left(0,12 \times 2 \cdot \frac{2}{48} \right) \times + \frac{3}{48} \frac{S}{4} \right]. \quad (8)$$

Подстановка в (8) $S = 1440 \text{ м}^2$, что соответствует 288 пользовательским рабочим местам и максимальному диаметру обслуживаемой рабочей области, получаем $U = 68$, т.е. возможность установки в этажных ТТП только двух 42-юнитовых шкафов.

7. Выводы. 1. При планировании этажных телекоммуникационных технических помещений слаботочных информационных систем офисных зданий допустимо обоснованно отступать от положений нормативных документов в части выбора их площади в меньшую сторону.

2. Нижняя граница площади этажных телекоммуникационных технических помещений определяется единственным параметром: общей площадью, обслуживаемой этим архитектурным компонентом современного офисного здания.

3. Минимальная площадь этажного телекоммуникационного технического помещения, достаточная для создания нормальных условий построения и последующей эксплуатации ИТС, составляет $7,2 \text{ м}^2$. Нарастивание площади этажного телекоммуникационного помещения свыше 12 м^2 нецелесообразно.

4. В этажных телекоммуникационных технических помещениях при построении СКС по классической схеме устанавливается не более двух типовых шкафов высотой 42U, в современных ИТС, обслуживающих объекты класса «умный дом», может потребоваться три шкафа высотой 42U.

5. В этажных телекоммуникационных технических помещениях более трех четвертей ИТС может устанавливаться единственный 42-юнитовый

монтажный шкаф, а площадь этого помещения целесообразно задавать на уровне минимальной.

6. «Двухшкафные» этажные телекоммуникационные технические помещения при максимальном размере обслуживаемой ими площади возможны только в случае отказа от классической схемы построения ИТС в пользу тотального перехода на IP-принципы транспорта данных, в первую очередь в области телефонной связи.

7. Требуемая площадь этажного телекоммуникационного технического помещения и количество устанавливаемых в них закрытых монтажных шкафов слабо зависят от наблюдаемых на практике вариаций геометрических размеров рабочей площади офисного здания относительно среднего значения.

Список источников

1. Смирнов И.Г. Структурированные кабельные системы: проектирование, монтаж и сертификация. М.: Экон-Информ, 2015. 360 с.
2. Уэнделл О. Компьютерные сети. Первый шаг. М.: Вильямс, 2017. 365 с.
3. Gerschau L. Strukturierte Verkabelung. Bergheim. DATACOM, 1995. 276 S.
4. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети: Принципы, протоколы, технологии. М.: Прогресс книга, 2020. 1008 с.
5. Semenov A.B. The mathematical modeling as the basis for the method of the rapid evaluation of the resources for the building of the physical level of modern civil engineering facilities information systems // Journal of Physics: Conference Series. International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis. 2019. MMSA 2019. 2020. p. 012155.
6. Семенов А.Б., Артюшенко В.М., Аббасова Т.С. Введение в структурированные кабельные системы. М.: Науч. консультант, 2018. 206 с.
7. Бердичевский М. Стандартные типоразмеры корпусов электронного оборудования // Современные технологии автоматизации. 1997. № 1. С. 96–106.
8. Семенов А.Б. Активная консолидационная точка для офисных информационных систем // Вестник связи. 2020. № 8. С. 20–24.
9. Руководство по проектированию систем освещения PoE 60 Вт: зонное распределение и зоны обслуживания в СКС // Фирменный материал компании Siemon. 2017. 12 с.
10. Рентюк В. TE Connectivity: “Умный дом” начинается с умного освещения // Полупроводниковая светотехника. 2020. № 6. С. 46–53.

References

1. Smirnov I.G. Structured cable systems: design, installation and certification. Moscow: Ekon-Inform, 2015. 360 p. (In Russ.).
2. Wendell O. Computer Networks. The first step. Moscow, 2017. 365 p. (In Russ.).
3. Gerschau L. Strukturierte Verkabelung. Bergheim: DATACOM, 1995. 276 p. (In Germ.).
4. Olifer V., Olifer N. Computer networks: principles, protocols, technologies. Moscow, 2020. 1008 p. (In Russ.).
5. Semenov A.B. The mathematical modeling as the basis for the method of the rapid evaluation of the resources for the building of the physical level of modern civil engineering facilities information systems. *Journal of Physics: Conference Series. International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis.* 2019. MMSA 2019. 2020: 012155.

6. *Semenov A.B., Artushenko V.M., Abbasova T.S.* Introduction to structured cabling systems. Moscow, 2018. 206 p. (In Russ.).
7. *Berdichewskiy M.* Standard sizes of electronic equipment housings. *Sovremennyye tekhnologii avtomatizatsii = Modern automation technologies*. 1997; (1): 96–106. (In Russ.).
8. *Semenov A.B.* Active consolidation point for office information systems. *Vestnik svyazi = Bulletin of Communications*. 2020; (8): 20–24. (In Russ.).
9. Guidelines for the design of 60W PoE lighting systems: zone distribution and service areas in SCS. White paper, Siemon Co. 2017. 12 p. (In Russ.).
10. *Rentyuk V.* TE Connectivity: “Smart home” begins with smart lighting. *Poluprovodnikovaya svetotekhnika = Semiconductor lighting engineering*. 2020; (6): 46–53. (In Russ.).

Информация об авторе

А.Б. Семенов – доктор технических наук, профессор, andre52.55@mail.ru

Information about the author

A.B. Semenov – DSc, Professor, andre52.55@mail.ru

Статья поступила в редакцию 22.03.2022
Одобрена после рецензирования 22.04.2022
Принята к публикации 29.04.2022

The article was submitted 22.03.2022
Approved after reviewing 22.04.2022
Accepted for publication 29.04.2022