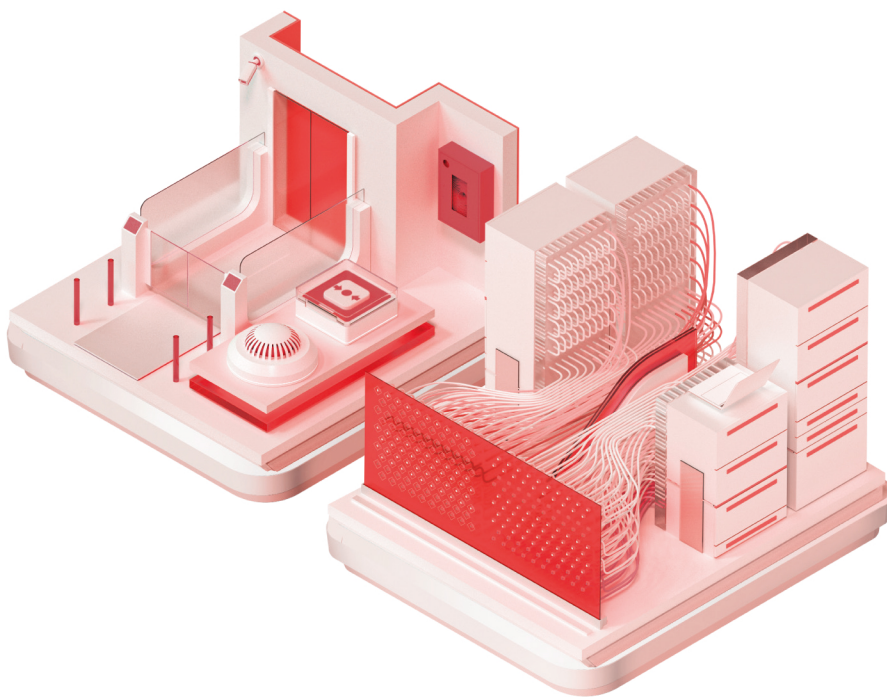


ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ДИАГНОСТИКА ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

nanoCAD BIM ОПС

nanoCAD BIM СКС



Д. А. Салкин, С. Н. Ивлиев, А. В. Волков, А. В. Марченко

Проектирование и диагностика локальных сетей в nanoCAD BIM ОПС и nanoCAD BIM СКС

*Учебное пособие из серии
«Академическая библиотека Нанософт»*

*Рекомендовано для высших учебных и средних профессиональных
учебных заведений по направлениям подготовки
«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»,
«Информатика и вычислительная техника»,
«Информационная безопасность», «Сервис»*



УДК 69:004.9nanoCAD(075)

ББК 38.4с

П79

Рецензенты:

М.М. Бутаев, доктор технических наук, профессор, ученый секретарь АО «НПП «Рубин»;

А.Д. Семенов, доктор технических наук, профессор кафедры «Информационно-измерительная техника и метрология» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет».

Д. А. Салкин, С. Н. Ивлиев, А. В. Волков, А. В. Марченко

П79 Проектирование и диагностика локальных сетей в nanoCAD BIM ОПС и nanoCAD BIM СКС / Д. А. Салкин, С. Н. Ивлиев, А. В. Волков, А. В. Марченко. – М.: ДМК Пресс, 2026. – 254 с.: ил.

ISBN 978-5-93700-497-0

Учебное пособие посвящено изучению современных технологий проектирования локально-вычислительных сетей и систем безопасности с использованием отечественного программного обеспечения nanoCAD BIM СКС и nanoCAD BIM ОПС. Цель пособия – формирование у студентов практических компетенций в области проектирования структурированных кабельных систем и систем видеонаблюдения. Рассматриваются теоретические основы технологий Ethernet и Wi-Fi различных поколений, принципы построения СКС в соответствии с требованиями российских и международных стандартов, сертификация кабельных систем, требования к проектированию IP-систем видеонаблюдения. Практическая часть включает освоение инструментария nanoCAD BIM СКС и nanoCAD BIM ОПС для создания проектной документации СКС и ОПС. Пособие состоит из восьми глав, последняя глава содержит практические задания для самостоятельной работы. Пособие предназначено для студентов направлений подготовки в области информационных технологий, телекоммуникаций и систем безопасности, может использоваться специалистами-проектировщиками инженерных систем.

Рекомендовано педагогическим советом ЧОУ ДПО «Инженерная школа Нанософт» при реализации программ дополнительного профессионального образования.

УДК 69:004.9nanoCAD(075)

ББК 39.1ся73+31.28ся73

Копирование и использование материалов допускается при условии указания источника:
© Д. А. Салкин, С. Н. Ивлиев, А. В. Волков, А. В. Марченко, ООО «Нанософт разработка», 2026

© Д. А. Салкин, С. Н. Ивлиев, А. В. Волков, А. В. Марченко,
ООО «Нанософт разработка», 2026

ISBN 978-5-93700-497-0

© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2026

Оглавление

Введение	6
Глава 1. Локальные вычислительные сети Ethernet	8
1.1. Значение технологии Ethernet для практического проектирования в nanoCAD BIM	8
1.2. История развития стандартов локальных сетей.....	8
1.3. Технологии Ethernet.....	9
1.4. Канальный уровень технологии Ethernet.....	10
1.4.1. Адресация в сетях Ethernet	10
1.4.2. Формат кадра Ethernet	12
1.4.3. Коммутируемый Ethernet. Коммутаторы	13
1.5. Физический уровень технологии Ethernet	19
1.5.1. Кабель «витая пара».....	19
1.5.2. Коннекторы для «витой пары», коммутационные шнуры, порты сетевых устройств.....	22
1.5.3. Волоконно-оптический кабель	28
1.5.4. Оптические коннекторы, порты, патч-корды, кроссы, интерфейсы	34
1.5.5. Волновое мультиплексирование	40
1.5.6. Логическое и потенциальное кодирование.....	41
1.5.7. Структура физического уровня Ethernet	44
1.5.8. Спецификации физического уровня для кабеля «витая пара»	45
1.5.9. Спецификации физического уровня для оптоволокна	45
Глава 2. Беспроводные сети IEEE 802.11 (Wi-Fi)	51
2.1. Области применения WLAN и их отражение в проектах СКС.....	51
2.2. Режимы работы Wi-Fi	52
2.3. Канальный уровень Wi-Fi.....	52
2.4. Физический уровень технологии Wi-Fi.....	60
Глава 3. Основы проектирования структурированных кабельных систем	65
3.1. Назначение, нормативная база и архитектура структурированных кабельных систем (СКС).....	65
3.2. Горизонтальная подсистема СКС.....	67
3.3. Порядок проектирования СКС	70
Глава 4. Работа в nanoCAD BIM СКС 25: интерфейс и специализированные инструменты для проектировщика сетей	75
4.1. Назначение и возможности nanoCAD BIM СКС при проектировании сетевой инфраструктуры	75
4.2. Общая структура интерфейса nanoCAD BIM СКС	77
4.2.1. Главное окно программы	77

4.2.2. Лента инструментов и основные панели управления в интерфейсе nanoCAD BIM СКС	79
4.2.3. Функциональные панели nanoCAD BIM СКС	80
4.2.4. Область графических построений	82
4.2.5. Блок управления видами. Локатор	85
4.2.6. Строка вкладок листов активного чертежа	87
4.2.7. Командная строка	87
4.2.8. Строка состояния	89
4.2.9. Кнопка переключения интерфейсов	91
4.3. Основные инструменты nanoCAD BIM СКС, используемые при проектировании сетей	91
4.3.1. Инструменты панели Главная ленты nanoCAD BIM СКС	92
4.3.2. Инструменты панели Построение ленты nanoCAD BIM СКС	99
4.3.3. Инструменты панели Вставка ленты nanoCAD BIM СКС	103
4.3.4. Инструменты панели Оформление ленты nanoCAD BIM СКС	104
4.3.5. Инструменты панели СПДС ленты nanoCAD BIM СКС	106
4.3.6. Инструменты панели СКС ленты nanoCAD BIM СКС	111
Глава 5. Проектирование кабельной системы в nanoCAD BIM СКС 25.1	117
5.1. Отрисовка плана здания	117
5.2. Создание проекта СКС	120
5.3. Структурирование поэтажных планов	122
5.4. Создание и размещение рабочих мест СКС	124
5.5. Проектирование РУЭ	132
5.5.1. Создание коммутационного шкафа	132
5.5.2. Подключение рабочих мест	135
5.5.3. Создание магистрального соединения	137
5.5.4. Размещение оборудования в коммутационном шкафу	139
5.6. Проектирование кабеленесущей системы	141
5.7. Формирование проектной документации	149
Глава 6. Проектирование систем безопасности в САПР-платформе nanoCAD BIM ОПС 25.1	152
6.1. Общие вопросы построения систем видеонаблюдения, цели и задачи	153
6.2. Правовые ограничения и организационно-нормативное регулирование применения систем видеонаблюдения	156
6.3. Цифровые системы видеонаблюдения: современное состояние и технологии	165
6.4. Сети и сетевые технологии в видеонаблюдении	169
6.5. Основные компоненты и оборудование цифровых и сетевых систем видеонаблюдения	172
6.6. Особенности проектирования систем видеонаблюдения	182
6.7. Особенности выбора и расположения камер систем видеонаблюдения	190
6.8. Проектирование системы безопасности в nanoCAD BIM ОПС 25.0	196
Глава 7. Диагностика и сертификация проводных локальных вычислительных сетей	220
7.1. Этапы поиска и устранения сбоев в ЛВС	220
7.2. Уровни тестирования кабельных систем	221
7.3. Сертификация СКС	221
7.4. Параметры сертификационного тестирования	222
7.5. Основные виды сбоев на физическом уровне и их устранение	232

Глава 8. Практические задания и кейсы	235
8.1. Задание на проектирование СКС	235
8.2. Задание по техническим средствам охраны и видеонаблюдения	236
8.3. Варианты заданий для проектирования	236
Заключение	246
Глоссарий	247
Библиографический список.....	250

Введение

Современные локальные вычислительные сети (ЛВС) являются основой цифровой инфраструктуры организаций, обеспечивая передачу данных, доступ к информационным ресурсам, системам безопасности и прикладным сервисам. Стремительное развитие технологий проводных и беспроводных сетей, усложнение их архитектуры и рост требований к надежности и информационной безопасности предъявляют к специалистам повышенные требования в части как теоретической подготовки, так и практических навыков проектирования и диагностики.

Учебное пособие «Проектирование и диагностика локальных сетей» формирует у читателей целостное представление о технологиях локальных сетей и практические навыки их проектирования и обслуживания. Основной акцент сделан на изучении современных ЛВС как базы для построения компьютерных сетей и систем видеонаблюдения, объединяющих физические устройства в единую надежную информационную инфраструктуру. Особое внимание уделяется проектированию физического слоя – структурированных кабельных систем (СКС) – и освоению программного продукта nanoCAD BIM СКС, позволяющего выполнять полный цикл работ по проектированию кабельной инфраструктуры. Отдельная глава пособия посвящена созданию систем видеонаблюдения с помощью программы nanoCAD BIM ОПС.

Структура пособия отражает логическую последовательность формирования компетенций: от фундаментальных основ функционирования проводных сетей Ethernet и беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11 (Wi-Fi) к изучению международных стандартов СКС и общих принципов проектирования физической инфраструктуры. Теоретические разделы служат базой для последующих практико-ориентированных глав, в которых демонстрируется сквозное использование программных продуктов nanoCAD BIM СКС и nanoCAD BIM ОПС при создании проектов СКС и систем безопасности. Отдельное внимание уделено вопросам диагностики и сертификации проводных локальных сетей. Главы, посвященные проектированию в nanoCAD BIM СКС и nanoCAD BIM ОПС, также снабжены видеоматериалами, наглядно демонстрирующими процесс проектирования на конкретных примерах. В дополнение к теоретическому материалу прилагаются готовые проекты СКС и системы видеонаблюдения, служащие наглядным пособием.

Пособие содержит комплекс практических заданий и кейсов, ориентированных на закрепление теоретических знаний и развитие устойчивых практических навыков проектирования, диагностики и сопровождения ЛВС в условиях, максимально приближенных к реальной профессиональной деятельности.

Для 4-й, 5-й и 6-й глав авторы подготовили подробные видеоуроки, сопровождающие практическую часть учебного пособия. Смотрите видеоуроки по ссылке или наведите камеру на QR-код.

Издание может быть использовано для студентов бакалавриата и магистратуры, обучающихся по направлениям «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», «Информатика и вычислительная техника», «Информационная безопасность», «Сервис» с профилем «Информационный сервис» и других направлений, где изучается процесс проектирования СКС. Также пособие будет полезно специалистам-практикам в области телекоммуникаций, сетевого администрирования и проектирования ИТ-инфраструктуры.

Инициатором разработки данного учебного пособия является ООО «Нано-софт разработка» – разработчик программных продуктов nanoCAD BIM СКС и nanoCAD BIM ОПС, что обуславливает тесную интеграцию теоретического материала с реальными инструментами проектирования. Такое взаимодействие академической и индустриальной среды позволяет максимально приблизить учебный процесс к практическим задачам, с которыми сталкиваются инженеры-проектировщики и специалисты по эксплуатации сетей.



Электронное приложение к учебному пособию

ГЛАВА 1

Локальные вычислительные сети Ethernet

1.1. Значение технологии Ethernet для практического проектирования в nanoCAD BIM

Ethernet стал фактическим стандартом для проводных локальных вычислительных сетей и лежит в основе подавляющего большинства проектов корпоративной сетевой инфраструктуры. Для инженера-проектировщика это означает, что корректное понимание принципов работы Ethernet на физическом и канальном уровнях (типов кабелей, методов доступа к среде, формирования кадров, VLAN, QoS и др.) непосредственно влияет на качество принимаемых проектных решений.

Изложение материала в данной главе ориентировано на дальнейшее практическое применение полученных знаний в среде профессионального проектирования. Концепции и механизмы, рассматриваемые в разделе о технологии Ethernet, далее будут использоваться при:

- ♦ разработке структурированных кабельных систем (СКС) в nanoCAD BIM СКС, выборе кабельных подсистем и топологий;
- ♦ размещении активного оборудования и проектировании коммутационной инфраструктуры;
- ♦ подготовке рабочей документации, спецификаций и схем, согласованных с реальными эксплуатационными требованиями.

1.2. История развития стандартов локальных сетей

Первая сеть, объединившая компьютеры в единую систему, была создана в начале 1970-х годов на базе радиосети ALOHA Гавайского университета под руководством Нормана Абрамсона. В этой сети компьютеры обменивались данными через общий радиоэфир, который служил общей средой передачи информации. В 1973 году Роберт Меткалф, работая в компании Xerox, развил эту идею, применив принцип разделяемой среды к коаксиальному кабелю. Он предложил концепцию «древовидного кабельного эфира» (cable-tree

ether) и технологию The Ether Network, позднее ставшую известной под названием Ethernet.

В дальнейшем крупные компании разработали собственные технологии локальных сетей: Xerox – Ethernet, IBM – Token Ring, Datapoint Corporation – ArcNet, при этом их решения были несовместимы друг с другом [1]. Для унификации подходов в 1980 году в институте IEEE был создан комитет 802, в рамках которого сформировано семейство стандартов IEEE 802.x, включившее наиболее распространенные технологии локальных сетей (LAN), в том числе IEEE 802.3 (Ethernet), IEEE 802.4 (ArcNet), IEEE 802.5 (Token Ring) и др. Стандарты IEEE 802 описывают функции физического и канального уровней модели OSI и определяют базу, на которой сегодня строятся корпоративные и кампусные сети.

Еще до включения в IEEE 802 технологию Ethernet в качестве стандартного сетевого решения начали использовать сразу три компании: DEC, Intel и Xerox. Этот промышленный стандарт получил название EthernetII или EthernetDIX. К концу 90-х годов XX века Ethernet стал доминирующей технологией в локальных сетях и впоследствии вытеснил все другие существующие конкурирующие технологии.

Для создания современных локальных сетей в настоящее время используют две технологии – Ethernet (IEEE 802.3) и Wi-Fi (IEEE 802.11). Остальные технологии устарели и на практике не применяются.

1.3. Технологии Ethernet

Существуют две принципиально разные реализации Ethernet:

1. Классический Ethernet на разделяемой среде – технология, где все узлы подключались к общей среде передачи данных. Это приводило к возникновению коллизий, ограничивало масштабируемость и снижало уровень безопасности. В качестве среды передачи использовались коаксиальный кабель либо кабель на основе витой пары совместно с концентраторами. Также допускалось применение оптического кабеля в отдельных сегментах. В современных проектах не применяется, однако знание принципов CSMA/CD помогает понимать эволюцию сетевых технологий.
2. Коммутируемый Ethernet – современная технология, в которой каждое устройство подключается к коммутатору по отдельному каналу «точка–точка». Это полностью исключает коллизии, обеспечивает полнодуплексную передачу, высокую производительность и безопасность. Коммутируемый Ethernet используется во всех версиях, начиная с Fast Ethernet (1995 г.) и до современных скоростных реализаций (10G, 40G, 100G Ethernet, Terabit Ethernet).

В табл. 1.1 приведены основные версии технологии Ethernet, различающиеся скоростью передачи и типами поддерживаемых кабелей.

Различные реализации стандарта Ethernet отличаются друг от друга исключительно реализацией физического уровня модели OSI. Именно на этом уровне определяются характеристики среды передачи – будь то коаксиальный кабель, витая пара или оптоволокно, а также способы кодирования сигналов. При этом

канальный уровень (в частности, подуровень MAC) остается неизменным для всех версий классического и коммутируемого Ethernet, поскольку использует единые принципы адресации и управления доступом к среде.

При проектировании сети в nanoCAD BIM СКК (nanoCAD BIM ОПС) выбор версии Ethernet определяет тип кабеля, разъемов, коммутационного оборудования и максимальные длины линий, что фиксируется в спецификациях и на планах трассировки.

Таблица 1.1. Версии технологии Ethernet

Название	Скорость	Тип кабеля	Стандарт IEEE
Ethernet	10 Мб/с	«толстый» и «тонкий» коаксиал, «витая пара», оптика	802.3
FastEthernet	100 Мб/с	«витая пара», оптика	802.3u
GigabitEthernet	1 Гб/с	«витая пара», оптика	802.3z 802.3ab
5G Ethernet	2,5 Гб/с 5 Гб/с	«витая пара»	802.3bz
10G Ethernet	10 Гб/с	«витая пара», оптика	802.3ae 802.3an
100G Ethernet	100 Гб/с 40 Гб/с	оптика	802.3ba 802.3bj 802.3bm 802.3cd 802.3cu 802.3ct
TerabitEthernet	200 Гб/с 400 Гб/с	оптика	802.3bs 802.3cd 802.3ck 802.3cm 802.3cn 802.3cu 802.3cw 802.3db

1.4. Канальный уровень технологии Ethernet

1.4.1. Адресация в сетях Ethernet

Для идентификации сетевых интерфейсов на канальном уровне модели OSI применяются MAC-адреса, формат и правила использования которых регламентированы стандартами группы IEEE 802.

Формат и запись адреса

MAC-адрес имеет длину 6 байт (48 бит). Он записывается в шестнадцатеричной системе счисления в виде:

11-A0-17-3D-BC-01 или 11:A0:17:3D:BC:01.

Каждый физический сетевой адаптер обладает собственным уникальным MAC-адресом. При этом адрес может обозначать не только конкретный узел, но и группу интерфейсов либо все устройства в пределах широковещательного домена.

Классификация MAC-адресов

Стандарт Ethernet выделяет три основных типа адресов в зависимости от назначения кадра:

- ◆ индивидуальный (Unicast): 80-93-A2-A9-54-9E. Предназначен для доставки кадра одному конкретному получателю;
- ◆ групповой (Multicast): 01-80-C2-00-00-08. Используется для отправки данных подмножеству узлов, входящих в определенную группу;
- ◆ широковещательный (Broadcast): FF-FF-FF-FF-FF-FF. Кадр с таким адресом назначения принимается и обрабатывается всеми устройствами в локальной сети.

Классификация адреса определяется значением отдельных битов в его старшем байте.

Младший бит старшего байта указывает на тип адреса:

- а) 0 – адрес является индивидуальным (Unicast);
- б) 1 – адрес является групповым (Multicast или Broadcast).

Широковещательный адрес является частным случаем группового, все 48 бит которого принимают значение единицы.

Второй бит старшего байта определяет способ администрирования:

- а) 0 – централизованный (глобально уникальный) адрес. Назначается производителем оборудования под контролем комитета IEEE. Подавляющее большинство устройств в коммерческих сетях используют именно этот тип адресации;
- б) 1 – локально администрируемый адрес. Назначается администратором сети вручную; в этом случае ответственность за уникальность адреса в пределах сегмента лежит на самом администраторе.

Централизованное распределение и идентификатор OUI

Для обеспечения глобальной уникальности MAC-адресов комитет IEEE выделяет каждому производителю сетевого оборудования собственный Организационно Уникальный Идентификатор (Organizationally Unique Identifier, OUI) [1]. OUI занимает три старших байта (первые 24 бита) MAC-адреса. Например, компании Cisco Systems принадлежат идентификаторы 00-00-0C, 6C-50-4D, 70-81-05; компании Intel – 00-02-B3 и др.

Оставшиеся три младших байта назначаются самим производителем для уникальной идентификации конкретного экземпляра устройства или интерфейса.

Аппаратный адрес сетевого адаптера можно определить с помощью стандартных системных утилит:

- ◆ в операционных системах семейства Windows: команда *ipconfig /all*;
- ◆ в операционных системах семейства Linux: команда *ifconfig* (или *ip link*).

1.4.2. Формат кадра Ethernet

На канальном уровне протокольной единицей данных является кадр. Для классического и коммутируемого Ethernet используется один и тот же формат кадра. Существует несколько стандартов формата кадра Ethernet:

- ◆ Ethernet I – первый экспериментальный стандарт, реализованный в Xerox;
- ◆ Ethernet DIX (Ethernet II) – промышленный стандарт, принятый DEC, Intel и Xerox;
- ◆ IEEE 802.3/LLC – стандарт, основанный на разделении канального уровня на два подуровня (кадры MAC и LLC);
- ◆ Raw 802.3 (Novell 802.3) – стандарт компании Novell;
- ◆ Ethernet SNAP – стандарт IEEE 802.

Поскольку в реальном сетевом оборудовании применяется кадр Ethernet DIX, ограничимся его рассмотрением (см. рис. 1.1). Кадр Ethernet DIX объединяет функции как подуровня LLC (поле Type), так и подуровня MAC (все остальные поля).

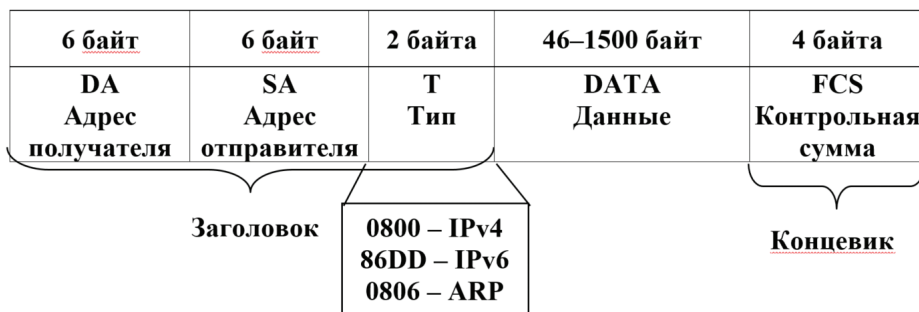


Рис. 1.1. Формат кадра EthernetDIX

Кадр включает заголовок, полезные данные и концевик [1; 2]. В формат кадра Ethernet DIX входят следующие поля:

- ◆ DA (Destination Address) – MAC-адрес узла назначения;
- ◆ SA (Source Address) – MAC-адрес узла отправителя;
- ◆ Type (EtherType) – условный код (в шестнадцатеричном формате) протокола верхнего уровня, данные которого находятся в поле данных кадра (например, значение 0800 соответствует протоколу IP, 86DD – IPv6, 0806 – ARP);
- ◆ Data – передаваемые данные размером от 46 до 1500 байт. Если длина данных меньше 46 байт, поле дополняется до минимального размера байтами заполнения. Максимальный размер кадра (MTU) может быть увеличен с использованием jumbo-кадров (до 9000 байт);
- ◆ FCS (Frame Check Sequence) – контрольная сумма, вычисляемая по алгоритму CRC-32. Получатель кадра рассчитывает контрольную сумму и сравнивает с пришедшей; при несовпадении кадр отбрасывается. Протокол Ethernet не гарантирует доставку данных – за это отвечают вышестоящие протоколы (например, TCP).

1.4.3. Коммутируемый Ethernet. Коммутаторы

Сети Ethernet на разделяемой среде (классический Ethernet) имели существенные недостатки: плохую масштабируемость, низкую безопасность, ограниченный диаметр сети (до 2500 м) и максимальное количество узлов (1024). Все узлы находились в одном домене коллизий, что снижало производительность при увеличении числа абонентов.

Для преодоления этих ограничений сначала стали применять деление сети на сегменты с помощью мостов (bridges), которые работали на канальном уровне и могли соединять два сегмента, передавая кадры только при необходимости. Однако мосты в каждый момент времени могли коммутировать лишь два порта.

В дальнейшем появились более производительные устройства – коммутаторы (switch). **Коммутатор** – это мультипроцессорный мост, способный одновременно соединять несколько портов и параллельно передавать кадры между любыми парами портов. Каждый порт имеет собственный процессор, а центральный процессор координирует их работу.

В настоящее время применяются только полностью коммутируемые сети Ethernet (рис. 1.2), в которых отсутствуют коллизии и обеспечивается полнодуплексная связь. Развитие коммутируемого Ethernet началось с появлением технологии Fast Ethernet (IEEE 802.3u) в 1995 году.

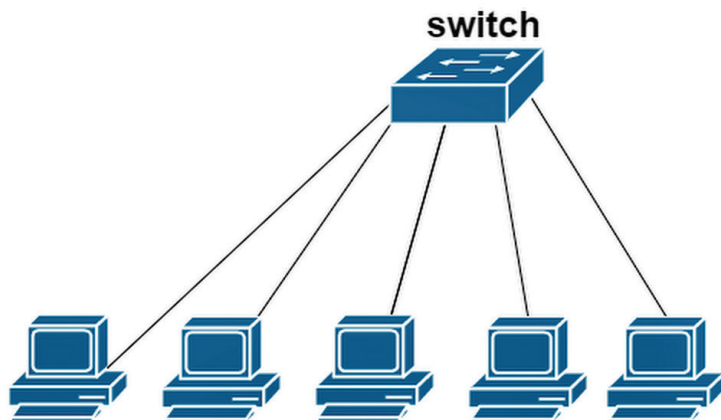


Рис. 1.2. Полностью коммутируемая сеть Ethernet

Принцип работы коммутатора. Функционирование коммутаторов базируется на двух ключевых алгоритмах:

- ◆ алгоритме обратного обучения;
- ◆ алгоритме прозрачного моста [3].

Каждый коммутатор оперирует собственной адресной таблицей (рис. 1.3), в которой фиксируется информация о доступности MAC-адресов устройств, подключенных к тому или иному порту. Иными словами, таблица позволяет определить, за каким именно портом закреплен узел с конкретным MAC-адресом.

В состав адресной таблицы входят следующие поля:

- ◆ номер порта коммутатора;
- ◆ MAC-адрес оконечного устройства (компьютера либо иного оборудования), присоединенного к данному порту;
- ◆ вид записи (динамическая или статическая);
- ◆ идентификатор виртуальной локальной сети (VLAN), к которой относится порт (если не задано иное, все порты входят в состав Vlan1).

```
Switch>en
Switch#show mac address-table
      Mac Address Table
-----
Vlan    Mac Address      Type        Ports
----    -
  20     001b.10a0.2500    DYNAMIC     Gi1/0
  20     001b.10ae.7d00    DYNAMIC     Gi0/0
  30     001b.108c.8700    DYNAMIC     Gi1/2
  30     001b.10ae.7d00    DYNAMIC     Gi0/0
  30     0050.7966.6803    DYNAMIC     Gi1/1
Total Mac Addresses for this criterion: 5
Switch#
```

Рис. 1.3. Адресная таблица коммутатора

В литературе и документации адресную таблицу также именуют таблицей коммутации, таблицей продвижения либо таблицей фильтрации.

При первоначальном включении коммутатора в сеть адресная таблица не содержит никаких сведений, то есть является незаполненной.

Формированием содержимого адресной таблицы управляет *алгоритм обратного обучения*. За логику обработки и транспортировки кадров отвечает *алгоритм прозрачного моста*. Термин «прозрачный» подразумевает, что коммутатор в процессе работы не принимает во внимание присутствие сетевых интерфейсов конечных станций (персональных компьютеров, принтеров и т. п.). В свою очередь, для оконечных узлов наличие коммутатора также остается незаметным. Поскольку оба алгоритма действуют параллельно, далее будет представлено совместное описание процедуры наполнения адресной таблицы и процесса передачи кадра внутри устройства.

Предположим, в нашем распоряжении имеется восьмипортовый коммутатор с подсоединенными к нему рабочими станциями (рис. 1.4). Проследим, как выполняется автоматическое обучение устройства.

Допустим, компьютер, занимающий порт 1, отправляет кадр в направлении сервера, расположенного на порту 7 того же коммутатора. В начальных шести байтах кадра содержится MAC-адрес получателя. Как только порт 1 помещает указанные шесть байт в буферную память, коммутатор начинает поиск совпадения между адресом назначения и существующими строками в адресной таблице. Однако на

данном этапе таблица еще пуста (рис. 1.4). Не имея сведений о том, на какой именно порт необходимо передавать кадр, коммутатор рассылает копию поступившего кадра на все свои порты, исключая тот, с которого кадр был получен. Подобный механизм распространения данных называется затоплением сети (flooding).

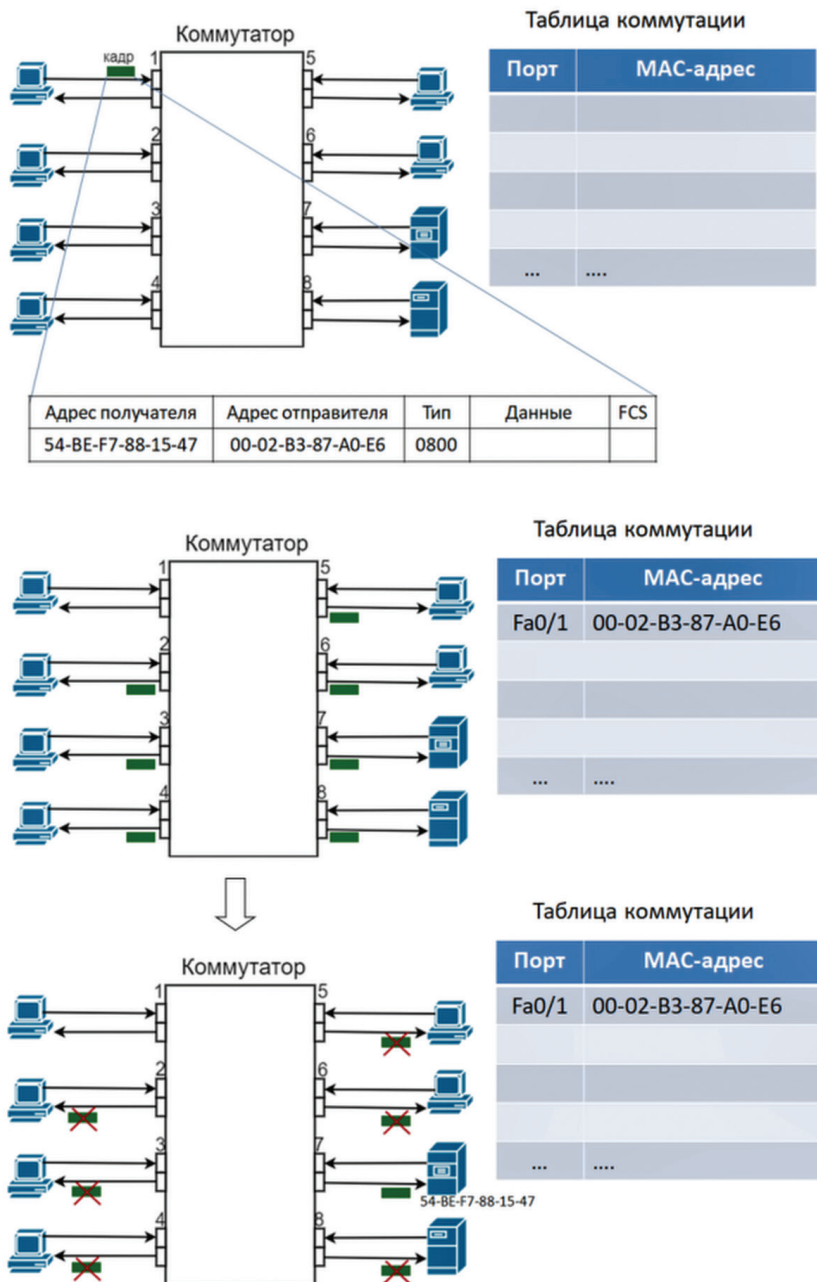


Рис. 1.4. Режим самообучения коммутатора

Параллельно с отправкой кадра на остальные порты в адресной таблице фиксируется новая информация. В таблицу заносятся MAC-адрес отправителя, извлеченный из следующих шести байт кадра, и идентификатор порта, с которого этот кадр поступил (например, fa0/1).

Получив копию кадра, каждый узел сверяет указанный в нем MAC-адрес получателя с собственным аппаратным адресом. Совпадение означает, что кадр предназначен именно данному устройству, и его обработка продолжается. В противном случае кадр игнорируется и удаляется.

Процесс самообучения коммутатора носит непрерывный характер и протекает одновременно с выполнением им функций по передаче трафика.

Далее рассмотрим случай, при котором MAC-адрес назначения, содержащийся в принятом кадре, уже присутствует в адресной таблице устройства (рис. 1.5). В данной ситуации активируется алгоритм прозрачного моста, работу которого можно условно разделить на четыре последовательных шага.

- 1) Предположим, что рабочая станция, присоединенная к порту 3, инициирует передачу узлу кадра, подключенного к порту 5 того же коммутатора. Порт 3 сохраняет поступающие данные в собственный буфер.
- 2) Получив начальные шесть байт кадра, коммутатор анализирует адресную таблицу на предмет наличия записи, соответствующей MAC-адресу. При обнаружении искомой записи инициируется процедура продвижения кадра. Если совпадение не выявлено, кадр, как было описано ранее, рассылается на все порты (режим flooding).
- 3) Установив, что адресат подключен к порту 5, коммутатор производит соединение (коммутацию) входящего порта 3 с исходящим портом 5. В результате образуется прямой канал передачи, по которому кадр следует от порта 3 к порту 5.
- 4) Заключительный этап предполагает выдачу кадра в линию связи через порт 5. Для этого порт 5 получает доступ к среде передачи и начинает трансляцию кадра в сетевой сегмент. Узел, присоединенный к порту 5, выполняет его прием кадра.

Коммутатор может одновременно обрабатывать несколько потоков кадров, курсирующих между различными парами портов. Подобная возможность реализуется благодаря наличию в составе устройства коммутационной матрицы.

Функциональность современных коммутаторов не ограничивается только параллельным продвижением кадров. Дополнительно данные устройства обеспечивают фильтрацию трафика, назначение приоритетов передаваемым данным, объединение физических линий в логические каналы (агрегирование), выявление и устранение петель на основе алгоритма покрывающего дерева, а также возможность организации виртуальных сетей (VLAN).

Производительность коммутатора определяется количеством пользовательских данных, переданных в единицу времени через его порты, и измеряется в мегабитах в секунду (Мбит/с):

$$\text{производительность коммутатора} = (N/2) \times \text{ПП}, \quad (1.1)$$

где ПП – производительность порта (Мбит/с),

N – количество портов коммутатора.

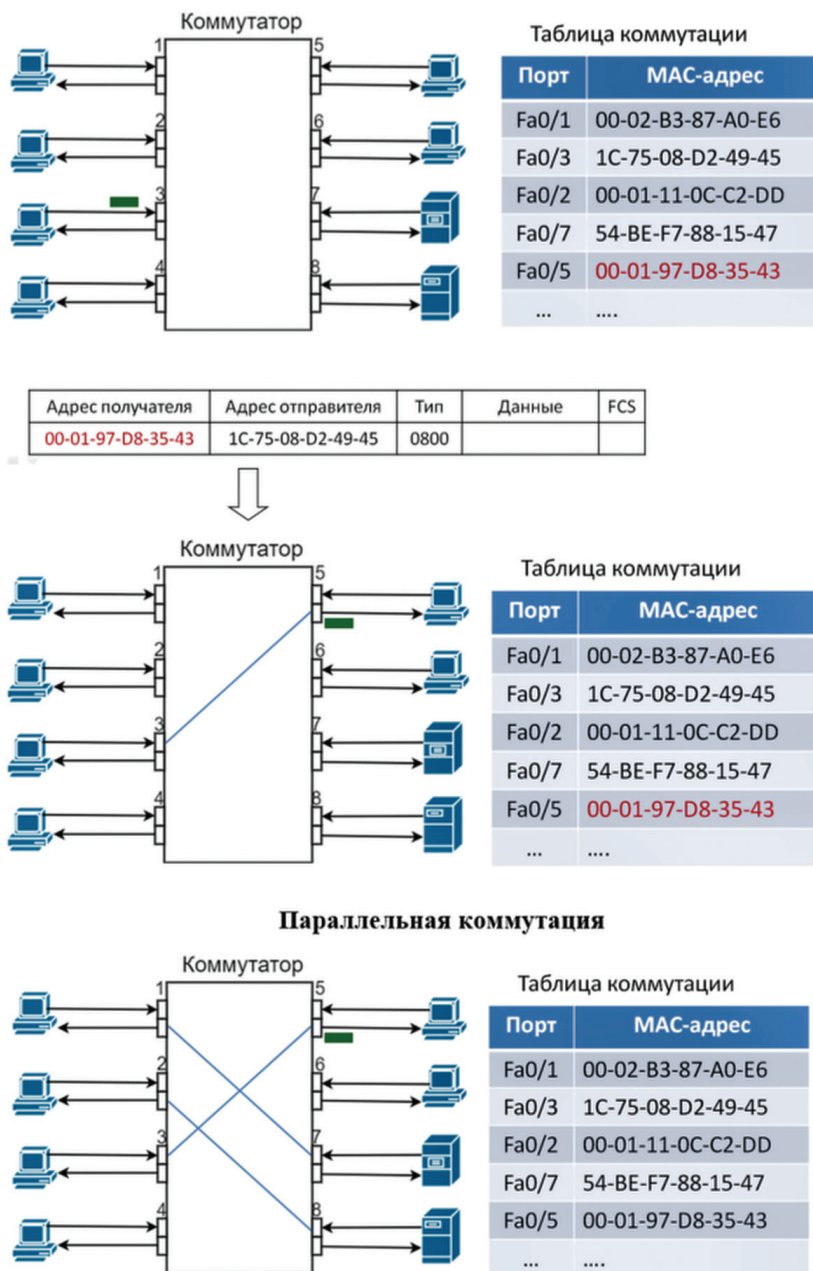


Рис. 1.5. Принцип работы коммутатора: продвижение кадра

На практике часто возникает ситуация, когда нескольким компьютерам, подключенным к разным портам, необходимо передавать кадры на один и тот же порт одновременно (например, на сервер). Это может привести к переполнению буфера порта и потере кадров. Для решения применяются:

- ◆ механизм приостановки передачи кадра (обеспечивается подуровнем MAC);
- ◆ использование магистральных (uplink) портов с более высокой скоростью.

Максимальная емкость адресной таблицы определяет максимальное количество MAC-адресов, которыми может одновременно оперировать коммутатор (от нескольких десятков до тысяч). Недостаточная емкость может замедлить работу и вызывать flooding.

Скорость продвижения – скорость, с которой коммутатор выполняет этапы: прием кадра в буфер, просмотр адресной таблицы, передача кадра в сеть (кадр/с).

Скорость фильтрации – скорость, с которой коммутатор выполняет прием, просмотр таблицы и уничтожение кадра, если порт назначения совпадает с портом источника (кадр/с).

Задержка передачи кадра – время с момента прихода первого байта на входной порт до появления этого байта на выходном порту.

Типы коммутаторов. Коммутаторы делятся на управляемые и неуправляемые.

Управляемые коммутаторы поддерживают протоколы сетевого управления (SNMP) и могут настраиваться удаленно (через Telnet, SSH, веб-интерфейс).

Неуправляемые коммутаторы не поддерживают управление по SNMP. Среди них выделяют:

- ◆ настраиваемые – позволяют выполнять некоторые настройки (например, VLAN);
- ◆ ненастраиваемые – используются иногда на объектах, не охваченных СКС.

Также коммутаторы делятся по уровню модели OSI:

- ◆ коммутаторы уровня 2 (L2) – работают на канальном уровне, соединяют устройства в пределах одной локальной сети;
- ◆ коммутаторы уровня 3 (L3) – поддерживают маршрутизацию на аппаратном уровне (с помощью ASIC-микросхем), могут объединять различные VLAN и подсети.

Интеллектуальные функции коммутаторов. Современные коммутаторы локальных сетей оснащены расширенными возможностями, которые помогают устранить недостатки древовидной топологии, предотвратить ширококестельные штормы и решить другие подобные проблемы. Основные из них включают:

- ◆ фильтрацию трафика: позволяет selectively пропускать или блокировать пакеты на основе заданных правил;
- ◆ технику виртуальных локальных сетей (VLAN): разделяет сеть на логические сегменты без физического разделения кабелей;
- ◆ алгоритм покрывающего дерева (Spanning Tree Protocol): предотвращает петли в сети, обеспечивая ее стабильность;
- ◆ механизм агрегирования каналов (Link Aggregation): объединяет несколько физических линий в один логический канал для повышения пропускной способности и отказоустойчивости;
- ◆ методы QoS (Quality of Service): приоритизируют трафик, гарантируя качество обслуживания для критически важных данных.

1.5. Физический уровень технологии Ethernet

В первой версии Ethernet (10 Мбит/с) в качестве физической среды передачи данных использовались коаксиальный кабель, витая пара и оптоволокну. Для современных сетей коммутируемого Ethernet применяются:

- ◆ электрический кабель «витая пара» (экранированный или неэкранированный);
- ◆ волоконно-оптический кабель (одномодовый и многомодовый).

1.5.1. Кабель «витая пара»

«Витая пара» (англ. twisted pair) – это электрический слаботочный кабель, состоящий из одной или нескольких пар изолированных проводников, скрученных между собой (рис. 1.6). Проводники скручивают, чтобы:

- ◆ уменьшить влияние внешних электромагнитных помех;
- ◆ снизить взаимные наводки между проводами.

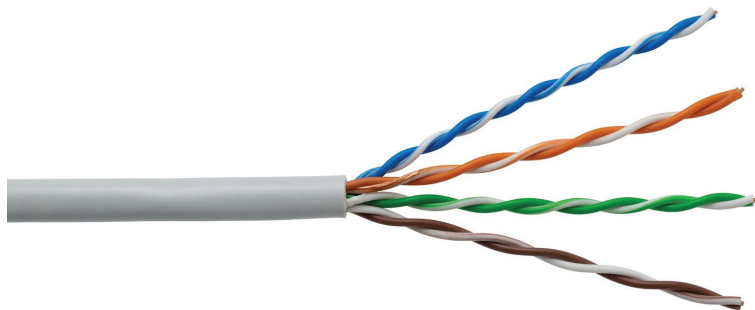


Рис. 1.6. Кабель «витая пара»

Кабели данного типа относятся к симметричным, так как их проводники конструктивно одинаковы (в отличие от несимметричного коаксиального кабеля). В зависимости от наличия защитных экранов кабели «витая пара» бывают экранированными и неэкранированными.

В настоящее время применяются стандартизированные кабели на основе витой пары. Согласно международному стандарту ISO/IEC 11801 для обозначения таких кабелей используются следующие буквы:

- ◆ U – unshielded (без экрана);
- ◆ F – foil (фольгированный экран);
- ◆ S – braided screening (экран в виде оплетки из проволоки);
- ◆ P – twisted pair («витая пара»).

Например, UTP (или U/UTP) обозначает неэкранированную витую пару.

Следует учитывать, что у некоторых производителей буква S в маркировке может означать не тип оплетки, а просто факт наличия экрана (от англ. shielded). То есть STP может означать просто «экранированная витая пара». Коммерче-

ское обозначение STP-кабеля может соответствовать разным типам, например F/UTP, SF/UTP, U/FTP, S/UTP.

Экранирование может выполняться либо общим экраном для всего кабеля, либо отдельными экранами для каждой пары проводников. В стандартных обозначениях типа кабеля обычно используются две буквы (например, U/FTP или UFTP):

- ◆ первая буква указывает наличие и тип общего экрана;
- ◆ вторая – наличие и тип индивидуального экрана для каждой пары.

Таблица 1.2 содержит обозначения наиболее распространенных типов кабелей на основе «витой пары».

Таблица 1.2. Обозначения распространенных типов кабелей на основе витой пары

Обозначение по ISO/IEC 11801	Обозначения производителей	Общий экран	Экран для пар
U/UTP	UTP	нет	нет
F/UTP	FTP (STP)	фольга	нет
S/UTP	STP	оплетка	нет
SF/UTP	SFTP(S-FTP, STP)	оплетка, фольга	нет
U/FTP	STP	нет	фольга
F/FTP	FFTP	фольга	фольга
S/FTP	SSTP, SFTP	оплетка	фольга
SF/FTP	SSTP, SFTP	оплетка, фольга	фольга

На рис. 1.7 показан внешний вид различных видов таких кабелей.

Категории кабелей «витая пара» регламентируются:

- ◆ международным стандартом ISO/IEC 11801 [4];
- ◆ российскими стандартами ГОСТ Р 53246–2008 [5] и ГОСТ Р 53245–2008 [6].

Категория кабеля определяет эффективную полосу пропускаемых частот. Чем выше категория, тем:

- ◆ шире диапазон рабочих частот;
- ◆ больше пар проводников используется для передачи и приема данных;
- ◆ плотнее витки проводников на единицу длины пары.

Таблица 1.3 приводит основные категории кабелей на основе витой пары.

В кабелях категории 5 и выше применяется переплетение проводников с разным шагом.

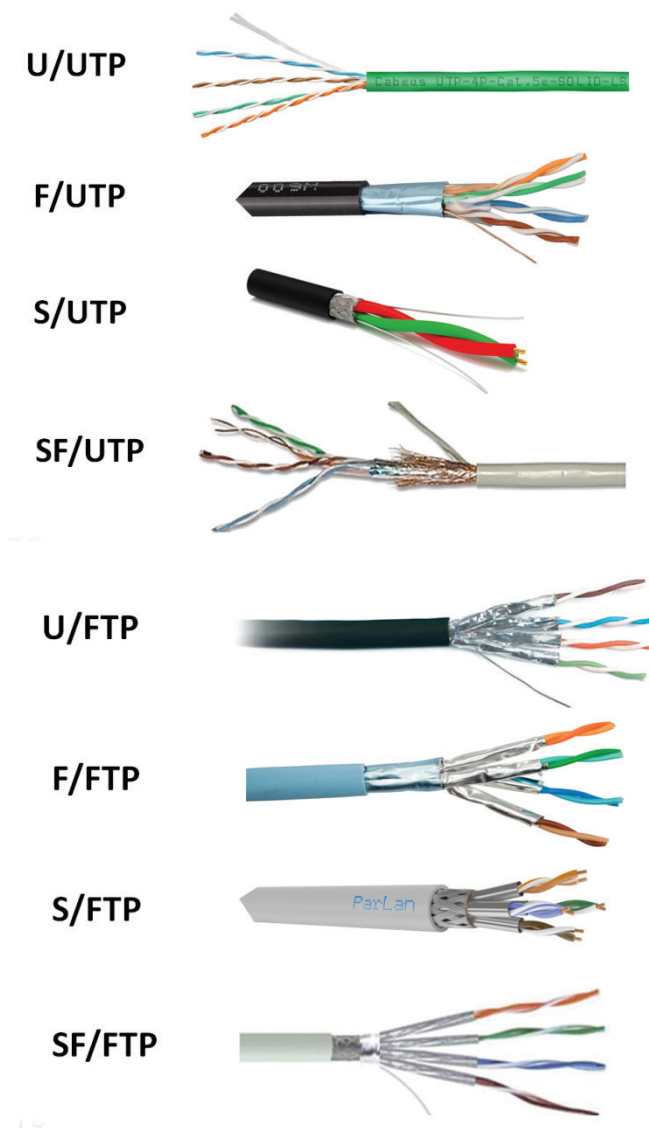


Рис. 1.7. Внешний вид разных типов кабелей на основе «витой пары»

Таблица 1.3. Категории кабелей на основе «витой пары»

Категория кабеля	Обязательное экранирование	Полоса частот, МГц	Применение
Cat. 1	нет	0,1	Телефонные линии («лапша»)
Cat. 2	нет	1	Token ring, Arcnet
Cat. 3	нет	16	Ethernet (10 Мбит/с, 100 Мбит/с)
Cat. 4	нет	20	Token ring

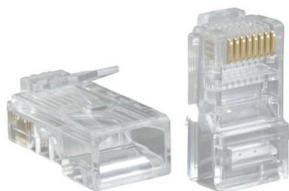
Окончание табл. 1.3

Категория кабеля	Обязательное экранирование	Полоса частот, МГц	Применение
Cat. 5	нет	100	Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
Cat. 5e	нет	125	Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
Cat. 6	нет	250	10G Ethernet
Cat. 6a	F/UTP или U/FTP	500	10G Ethernet
Cat. 7	F/FTP или S/FTP	600	10G Ethernet
Cat. 7a	F/FTP или S/FTP	1000	10G Ethernet
Cat. 8/8.1	F/UTP или U/FTP	1600–2000	40G Ethernet
Cat. 8.2	F/FTP или S/FTP	1600–2000	40G Ethernet

1.5.2. Коннекторы для «витой пары», коммутационные шнуры, порты сетевых устройств

Для подключения кабеля на основе витой пары к сетевому оборудованию (порт коммутатора, сетевого адаптера ПК и т. д.) применяется 8-контактный унифицированный разъем – коннектор 8P8C (8 Position, 8 Contact). Коннекторы бывают экранированными и неэкранированными (рис. 1.8).

**Неэкранированный
коннектор 8P8C (RJ-45)**



**Экранированный
коннектор 8P8C (RJ-45)**

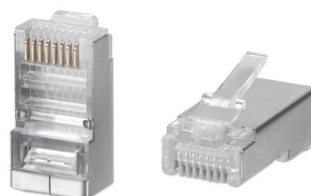
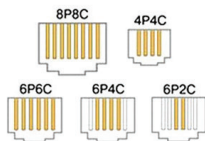


Рис. 1.8. Коннекторы

На практике коннектор 8P8C часто называют RJ-45, однако это не совсем корректно. Стандарт RJ (Registered Jack) относится к типу конструкции разъемного соединения «вилка–розетка». Поэтому сам коннектор правильно обозначать 8P8C, а готовую обжатую конструкцию кабеля с коннектором – RJ-45.

Монтаж коннектора может осуществляться самостоятельно с помощью специального обжимного инструмента (кримпера). Существует два основных стандарта обжимки (рис. 1.9, табл. 1.4):

- ◆ TIA/EIA-568A;
- ◆ TIA/EIA-568B [7].

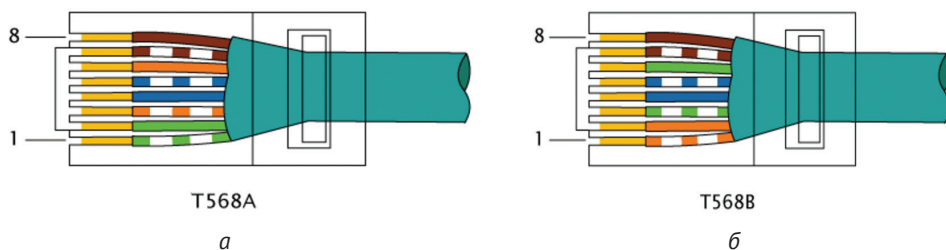


Рис. 1.9. Два варианта монтажа коннектора с кабелем «витая пара»: а – по стандарту TIA/EIA-568B; б – по стандарту TIA/EIA-568A (в российской практике часто используется именно он)

Таблица 1.4. Последовательность проводников при монтаже коннектора с кабелем «витая пара» по стандартам TIA/EIA-568A и TIA/EIA-568B

№ проводника	TIA/EIA-568A	TIA/EIA-568B
1	Бело-зеленый	Бело-оранжевый
2	Зеленый	Оранжевый
3	Бело-оранжевый	Бело-зеленый
4	Синий	Синий
5	Бело-синий	Бело-синий
6	Оранжевый	Зеленый
7	Бело-коричневый	Бело-коричневый
8	Коричневый	Коричневый

Наиболее распространенным является обжим по стандарту TIA/EIA-568B (T568B), где:

- ◆ бело-оранжевый и оранжевый проводники используются для передачи сигнала;
- ◆ бело-зеленый и зеленый – для приема.

В технологии Fast Ethernet используются только две пары проводников, остальные пары не задействуются. В Gigabit Ethernet и более современных стандартах задействуются все четыре пары для передачи и приема данных.

Кабель «витая пара», обжатый с обеих сторон коннекторами 8P8C, называется коммутационным шнуром, кросс-кабелем или патч-кордом (рис. 1.10).

Для подключения кабелей витой пары в сетевых устройствах используются Ethernet-порты (рис. 1.11):

- ◆ MDI (Medium Dependent Interface – интерфейс, зависящий от среды передачи);
- ◆ MDI-X (Medium Dependent Interface with Crossover – интерфейс с перекрестным соединением контактов);
- ◆ Auto MDI-X (интерфейс с автоопределением режима).



Рис. 1.10. Кросс-кабель (патч-корд)



Рис. 1.11. Сетевые порты коммутатора

Порты MDI раньше устанавливались на абонентские устройства (например, сетевую карту ПК), в которых 1 и 2 служат для передачи (TX), а порты 3 и 6 – для приема. А коммутаторы оснащались портами MDI-X, где, наоборот, контакты 1 и 2 служат для приема (RX), а контакты 3 и 6 – для передачи (TX).

При соединении ПК с коммутатором кабелем, обжатым одинаково с обеих сторон по стандарту T568B (рис. 1.12), сигналы передаются следующим образом:

- ◆ если на сетевой карте ПК контакты 1 и 2 интерфейса используются для передачи, тогда на интерфейсе коммутатора контакты 1 и 2 должны работать на прием;
- ◆ если контакты 3 и 6 интерфейса ПК используются для приема, то на коммутаторе контакты 3 и 6 интерфейса должны быть определены для передачи.

Если же требовалось соединить два устройства одного типа (два ПК, два коммутатора, два маршрутизатора), то применялся перекрестный кабель (crossover cable) (рис. 1.12). Прямой и перекрестный кабели изображены на рис. 1.13. Перекрестный кабель обжимался с одной стороны по стандарту T568B, а с другой – по стандарту T568A (рис. 1.13б).

Для технологии Gigabit Ethernet использовался Gigabit crossover cable, где переключались все четыре пары (рис. 1.13в). В таком кабеле с одной стороны сохранялся стандарт T568B, а с другой – использовалась следующая распиновка:

- ◆ 1 – бело-зеленый;
- ◆ 2 – зеленый;
- ◆ 3 – бело-оранжевый;
- ◆ 4 – бело-коричневый;
- ◆ 5 – коричневый;
- ◆ 6 – оранжевый;
- ◆ 7 – синий;
- ◆ 8 – бело-синий.

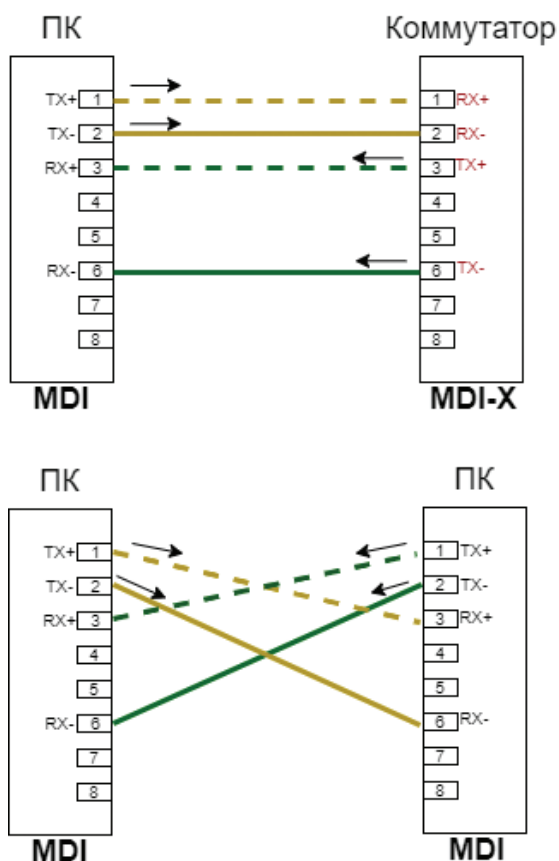


Рис. 1.12. Соединение сетевых устройств с портами MDI и MDI-X

В современных сетях все сетевые устройства снабжены Ethernet-интерфейсами Auto MDI-X, в которых предусмотрено автоопределение режима передачи/приема. Auto MDI-X – это интерфейс (порт), который автоматически определяет, какие пары кабеля используются для передачи, а какие – для приема.

С появлением Auto MDI-X отпала необходимость в перекрестных кабелях. В настоящее время используются только прямые кабели (обжим с обеих сторон по единому стандарту).

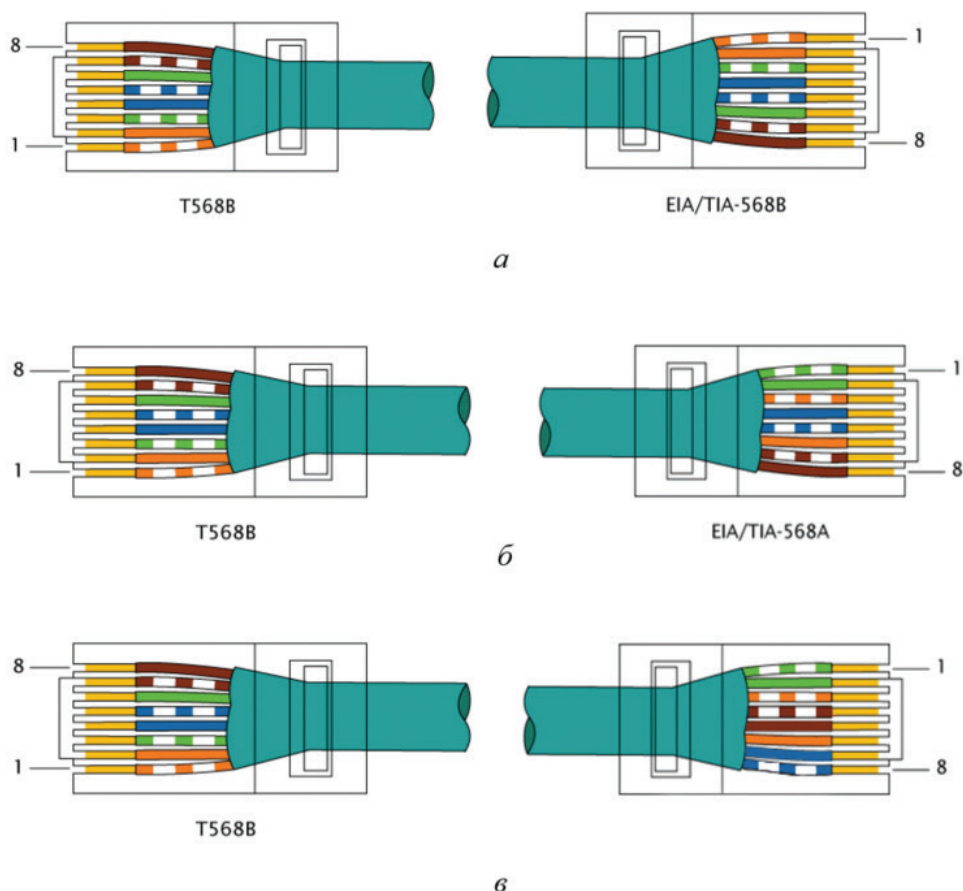


Рис. 1.13. Схемы обжима кабеля коммутационных шнуров «витая пара»: *а* – прямой кабель (straight through cable); *б* – перекрестный кабель (crossover cable) для 100 Мбит/с, *в* – перекрестный кабель (crossover cable Gigabit) для 1000 Мбит/с

Принцип работы портов Auto MDI-X показан на рис. 1.14. При подключении двух устройств прямым кабелем порты изначально не определены как «передающие» или «приемные». Когда одно устройство начинает передачу, оно назначает для передачи контакты 1 и 2, а для приема – 3 и 4, после чего отправляет данные. Второе устройство определяет, что сигнал поступил на контакты 1 и 2, автоматически назначает их для приема, а контакты 3 и 4 – для передачи.

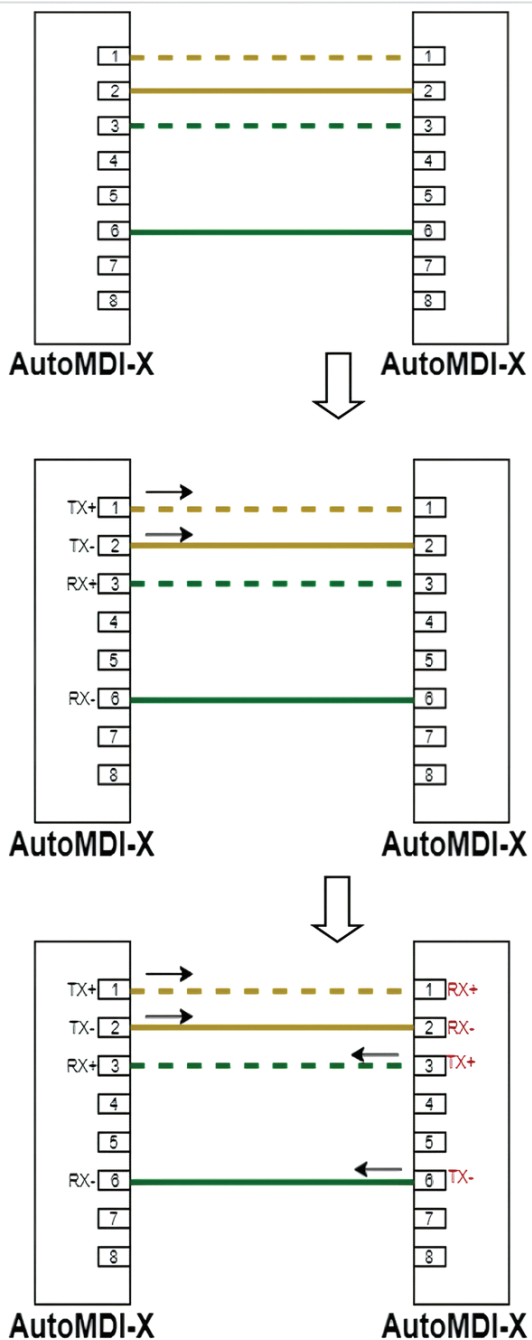


Рис. 1.14. Принцип работы портов Auto MDI-X

1.5.3. Волоконно-оптический кабель

Волоконно-оптический кабель (ВОК) представляет собой кабель, содержащий одно или несколько оптических волокон и покрытый одной либо несколькими защитными оболочками. В сравнении с электрическими линиями связи ВОК способен передавать данные на очень высоких скоростях (свыше 10 Гбит/с) и на значительно большие расстояния (десятки километров). При этом оптоволокно абсолютно невосприимчиво к внешним электромагнитным помехам. Благодаря этим качествам ВОК повсеместно используется в сетях провайдеров, а также при создании структурированных кабельных систем зданий и кампусов.

Информация переносится по оптическим волокнам в виде световых сигналов инфракрасного диапазона. Для этого выбирают спектральные области с минимальным поглощением излучения кварцевым оптоволокном – так называемые окна прозрачности (рис. 1.15).

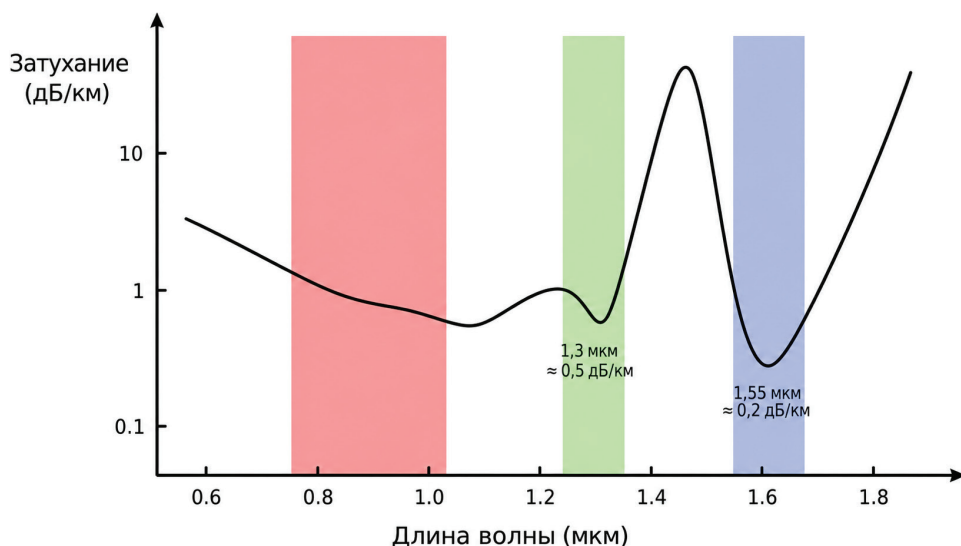


Рис. 1.15. Окна прозрачности кварцевого оптоволокна в ИК-диапазоне

В телекоммуникациях при передаче по ВОК стандартизованы три рабочие длины волны (и соответствующие им частоты):

- ◆ 850 нм (353 ТГц),
- ◆ 1 300 нм (230 ТГц),
- ◆ 1 550 нм (194 ТГц).

По области применения выделяют несколько стандартных видов оптических кабелей:

- ◆ для прокладки внутри зданий;
- ◆ для укладки в кабельной канализации;

- ◆ для воздушной подвески;
- ◆ для прокладки непосредственно в грунте;
- ◆ подводный кабель, включая морской глубоководный.

Кабели для внутренней прокладки, а также патч-корды изготавливают, нанося толстый слой полимерного материала (ПВХ) прямо на оптоволоконно с защитным покрытием. Такие конструкции относят к модулям с плотной упаковкой волокон; наружный диаметр подобного кабеля обычно составляет около 0,9 мм. Однако для наружной прокладки такая конструкция не подходит по двум причинам:

- ◆ в кабеле с плотной упаковкой оптическое волокно подвержено тем же механическим нагрузкам при монтаже и эксплуатации, что и весь кабель;
- ◆ кабель с плотной упаковкой не защищен от проникновения влаги и воды, а повышение влажности вызывает рост поглощения излучения в оптоволокне.

Поскольку механические напряжения, высокая влажность и вода резко сокращают срок службы кабеля и ухудшают качество сигнала, для наружных линий применяют конструкцию со свободной укладкой волокон (рис. 1.16).

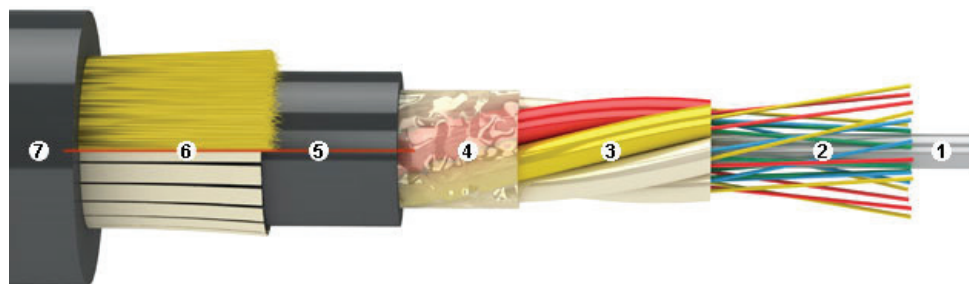


Рис. 1.16. Конструкция волоконно-оптического кабеля со свободной укладкой волокон

- 1 – центральный силовой элемент (ЦСЭ) – стеклопластиковый диэлектрический стержень;
- 2 – оптические волокна;
- 3 – оптический модуль со свободно уложенными волокнами и заполненный гидрофобным наполнителем;
- 4 – межмодульный гидрофобный наполнитель;
- 5 – промежуточная оболочка из полимерного материала;
- 6 – упрочняющие арамидные нити;
- 7 – внешняя оболочка из полимерного материала

Свободная укладка означает, что длина волокон на несколько десятых процента превышает длину оптического модуля, в который они помещены. За счет этого механические деформации, испытываемые кабелем при прокладке и эксплуатации, практически не передаются на волокна. Для защиты от влаги внутреннее пространство модуля заполняют специальным водоотталкивающим составом – гидрофобным гелем. Свободные полости под внешней полимерной оболочкой кабеля, где размещены оптические модули, также заполнены гидрофобным гелем. Количество волокон в оптическом кабеле может быть различным. Цветовая маркировка волокон не стандартизируется (они могут быть любого цвета) и служит лишь для того, чтобы отличить одно волокно от другого.

Оптическое волокно (оптоволокно, волоконный световод) представляет собой тонкую стеклянную (кварцевую) нить, состоящую из сердцевины и оболочки, покрытую защитным слоем акрилата (рис. 1.17).

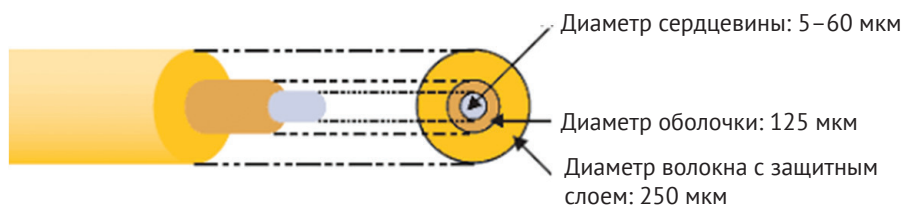


Рис. 1.17. Строение оптического волокна

Свет распространяется внутри сердцевины и не выходит за ее границы благодаря полному отражению от оболочки (рис. 1.18). Полное отражение происходит только для лучей, падающих под определенными углами к оси волокна. Именно такие лучи формируют направленный световой поток.

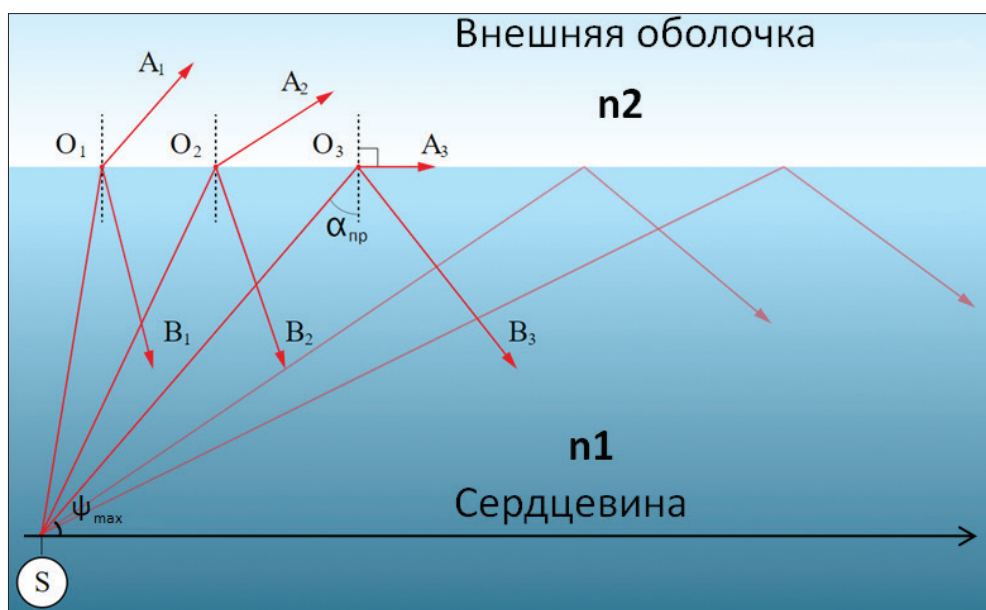


Рис. 1.18. Эффект полного внутреннего отражения

В основе этого лежит эффект полного внутреннего отражения. Он становится возможным потому, что сердцевина оптически более плотная, чем оболочка: показатель преломления материала сердцевины n_1 больше показателя преломления оболочки n_2 :

$$n_1 > n_2, \quad (1.2)$$

где n_1 – показатель преломления сердцевины,
 n_2 – показатель преломления оболочки.

В оптоволоконной технике важнейшим является понятие **моды**. Лучи могут распространяться под разными углами к оси, лежащими в интервале от 0 до $\psi_{\max}$, определяемого критическим углом полного внутреннего отражения. Однако одного условия полного внутреннего отражения недостаточно: в волокне могут существовать только те лучи, которые, распространяясь под определенными углами, дополнительно удовлетворяют условию конструктивной интерференции – когда происходит интерференционное сложение амплитуд. Совокупность таких лучей называют *волновыми модами* (рис. 1.19). Иными словами, **мода** – это направление луча (угол к оптической оси) в волокне, удовлетворяющее одновременно условиям полного внутреннего отражения и конструктивной интерференции.

Если диаметр сердцевины и разность показателей преломления достаточно малы, излучение может распространяться в виде единственной моды.

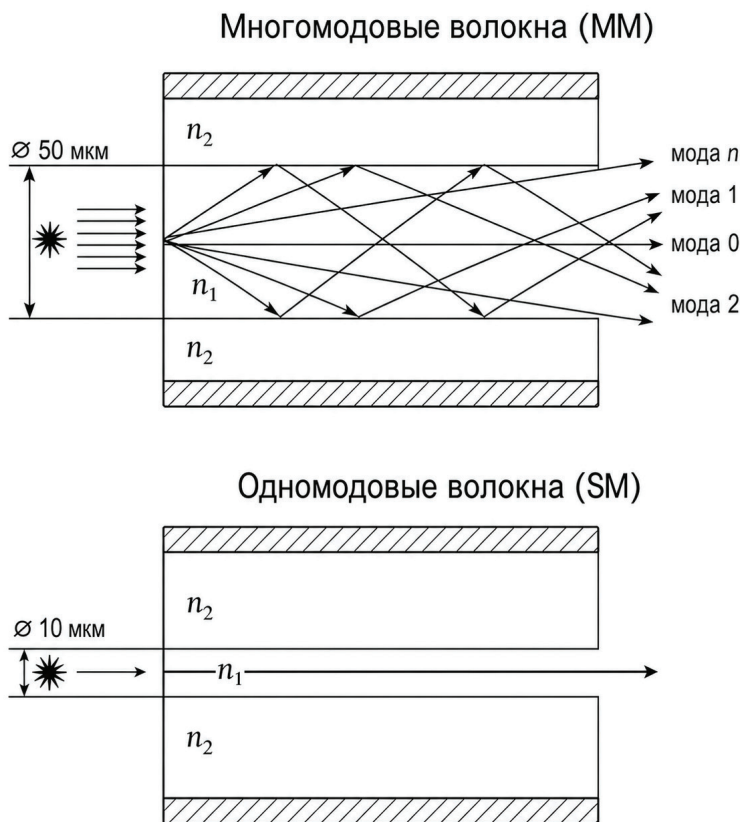


Рис. 1.19. Моды оптических волокон

По диаметру сердцевины волокна делятся на *одномодовые* и *многомодовые* (рис. 1.20).

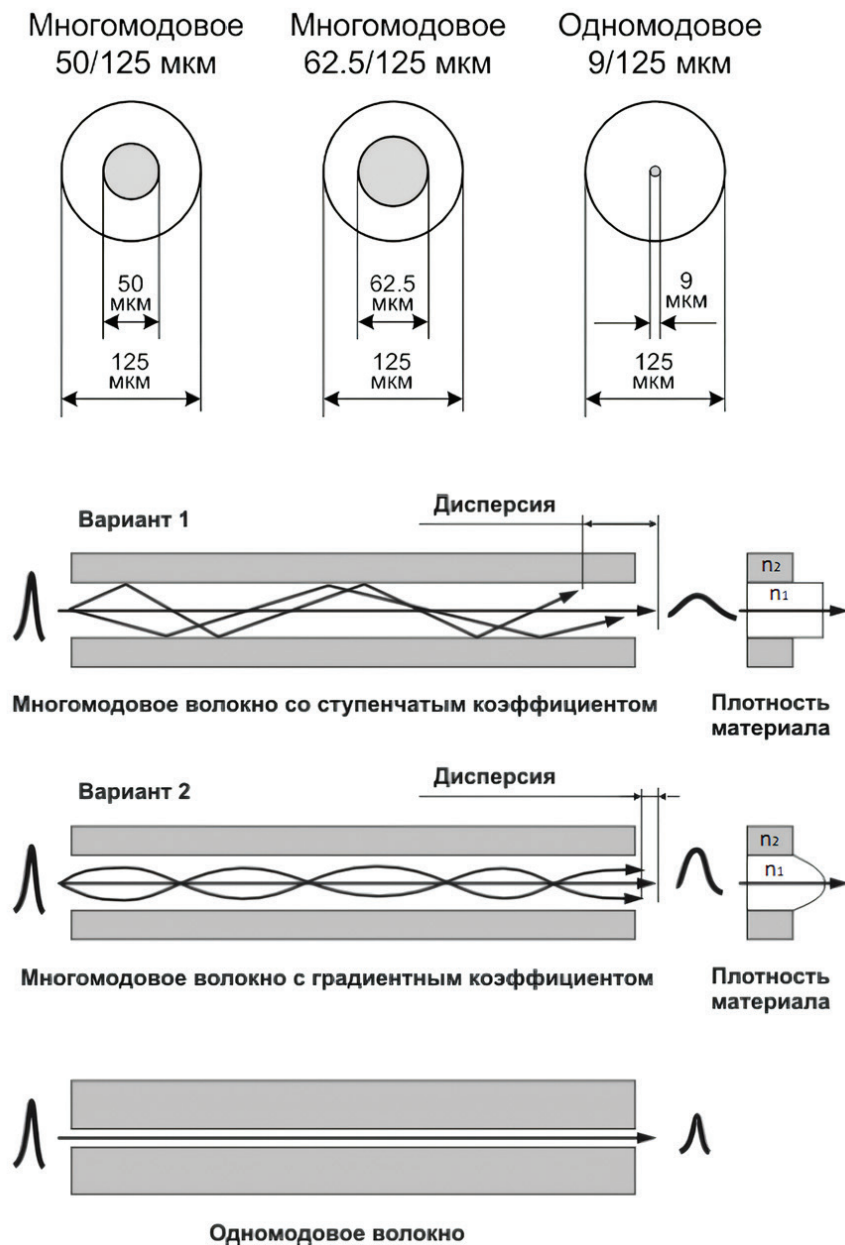


Рис. 1.20. Одномодовое и многомодовое оптические волокна

Одномодовое волокно (Single Mode Fiber, SMF) имеет сердцевину очень малого диаметра (5–10 мкм), соизмеримого с длиной волны передаваемого излучения. Свет идет вдоль оптической оси; все введенное излучение сосредоточено в одной моде.

Многомодовое волокно (Multi Mode Fiber, MMF) обладает сердцевиной диаметром 50–100 мкм. Введенное излучение распадается на большое количество

мод (порядка 1000). В зависимости от профиля показателя преломления многомодовые волокна подразделяются на:

- ◆ ступенчатые (с резким переходом показателя преломления);
- ◆ градиентные (с плавным изменением показателя преломления).

По мере движения по волокну оптический сигнал затухает из-за потерь мощности. Основные причины затухания:

- ◆ поглощение (в кварцевом волокне на рабочих длинах волн оно пренебрежимо мало);
- ◆ рассеяние;
- ◆ излучательные потери на микро- и макроизгибах (их можно свести к пренебрежимо малым значениям при правильном изготовлении защитного покрытия волокна и кабеля).

Главной причиной затухания выступает *рассеяние* – рэлеевское рассеяние на неоднородностях структуры кварцевого стекла. Для увеличения дальности связи по ВОК применяют оптические усилители.

Основным фактором, ухудшающим качество связи и ограничивающим скорость передачи, является *дисперсия*.

Под дисперсией в оптоволоконной технике понимают расширение (увеличение длительности) светового импульса при распространении по волокну. Различают три вида дисперсии:

- ◆ межмодовая,
- ◆ хроматическая,
- ◆ поляризационная модовая.

Межмодовая дисперсия обусловлена тем, что моды, идущие под большими углами к оси, проходят более длинный путь, чем моды, идущие почти параллельно оси. Возникает временная задержка между лучевыми компонентами, и ширина импульса увеличивается. Поскольку в одномодовом волокне мода одна, межмодовая дисперсия в нем отсутствует. Именно это обеспечивает наилучшие характеристики SMF и позволяет строить линии связи протяженностью в десятки и сотни километров (см. рис. 1.20).

Одномодовое волокно значительно дороже многомодового, потому что изготовление сверхтонкой сердцевинки – сложный технологический процесс. Кроме того, чем меньше диаметр сердцевинки, тем труднее ввести в нее световой пучок без потерь энергии. Поэтому одномодовое волокно применяется в основном для магистральных линий большой длины, а для прокладки внутри зданий чаще используют многомодовое волокно (дистанции до 300–2000 м).

Хроматическая дисперсия связана с тем, что коротковолновые компоненты оптического импульса распространяются быстрее длинноволновых, из-за чего импульс также уширяется. Для ввода излучения в волокно используют либо лазеры, либо светодиоды. Чтобы обеспечить качественную передачу на большие расстояния, в качестве источников света необходимо применять лазеры.

Поляризационная модовая дисперсия возникает из-за механических напряжений в волокне, появляющихся при производстве, монтаже и эксплуатации ВОК. В зо-

нах таких напряжений образуются участки с двулучепреломлением, и одна мода расщепляется на две, что вновь приводит к уширению импульса. Для восстановления формы импульсов, то есть для борьбы с негативным влиянием дисперсии, в оптоволоконных системах используют регенераторы (ретрансляторы).

Стандарт ISO/IEC 11801 выделяет семь типов оптического волокна:

- ◆ OS1 – одномодовое волокно 9/125,
- ◆ OS2 – одномодовое волокно 9/125,
- ◆ OM1 – многомодовое волокно 62,5/125,
- ◆ OM2 – многомодовое волокно 50/125,
- ◆ OM3 – высокоскоростное многомодовое волокно 50/125,
- ◆ OM4 – оптимизированное многомодовое волокно 50/125,
- ◆ OM5 – оптимизированное многомодовое волокно 50/125.

Основные характеристики оптических волокон сведены в табл. 1.5.

Таблица 1.5. Характеристики разных типов оптических волокон

Тип ОВ	Диа- метр ОВ	Длина волны, нм	Оптический источник	Затухание, дБ/км (на длине волны 1 / на длине волны 2)	Скорость передачи	Максималь- ная длина линии связи
OM1	62,5/125	850/1300	LED	3.5/1.5	10 Мбит/с 100 Мбит/с 1 Гбит/с 10 Гбит/с	10 км 2 км 275 м 33 м
OM2	50/125	850/1300	LED	3.5/1.5	100 Мбит/с 1 Гбит/с 10 Гбит/с	2 км 550 м 82м
OM3	50/125	850/1300	Лазер	3.5/1.5	10 Гбит/с 40 Гбит/с 100 Гбит/с	300 м 100 м 70 м
OM4	50/125	850/1300	Лазер	3.5/1.5	10 Гбит/с 40 Гбит/с 100 Гбит/с	550 м 150 м 150 м
OM5	50/125	850/1300	Лазер	3.0/1.0	10 Гбит/с 40 Гбит/с 100 Гбит/с	550 м 440 м 150 м
OS1	8/125	1310/1550	Лазер	1.0/1.0	1 Гбит/с 10 Гбит/с 40 Гбит/с	100 км 40 км 10 км
OS2	8/125	1310/1550	Лазер	0.4/0.4	100 Гбит/с	40 км

1.5.4. Оптические коннекторы, порты, патч-корды, кроссы, интерфейсы

Оптический коннектор (разъем) – это механическое устройство, предназначенное для подключения оптического волокна к сетевому оборудованию через адаптер либо для соединения двух оптических волокон между собой.

Главная трудность при создании оптоволоконных соединителей состоит в необходимости идеального совмещения сердцевин стыкуемых волокон, так как световой сигнал распространяется именно по сердцевине. Оптическая ось одного волокна должна в точности совпасть с оптической осью другого. Малейшее несовпадение приводит к обрыву сигнала – свет просто не переходит из одного волокна в другое. Кроме того, торцы волокон обязаны быть плотно прижаты друг к другу без воздушных зазоров. Воздушный промежуток вызывает сильное обратное отражение на границе «оптическое волокно – воздух», что оборачивается дополнительными потерями мощности. Обеспечить столь высокую точность совмещения осей технологически весьма непросто, поэтому в конструкцию коннекторов вводят специальный элемент – *ферулу*.

Ферула – это керамический цилиндр, в центр которого вклеено оптическое волокно. Наиболее распространены ферулы диаметром 2,5 мм и 1,25 мм.

В оптоволоконной технике нет одного унифицированного коннектора. Производители сетевого оборудования поддерживают разные типы адаптеров и коннекторов. Классификация основных типов оптических коннекторов приведена на рис. 1.21.

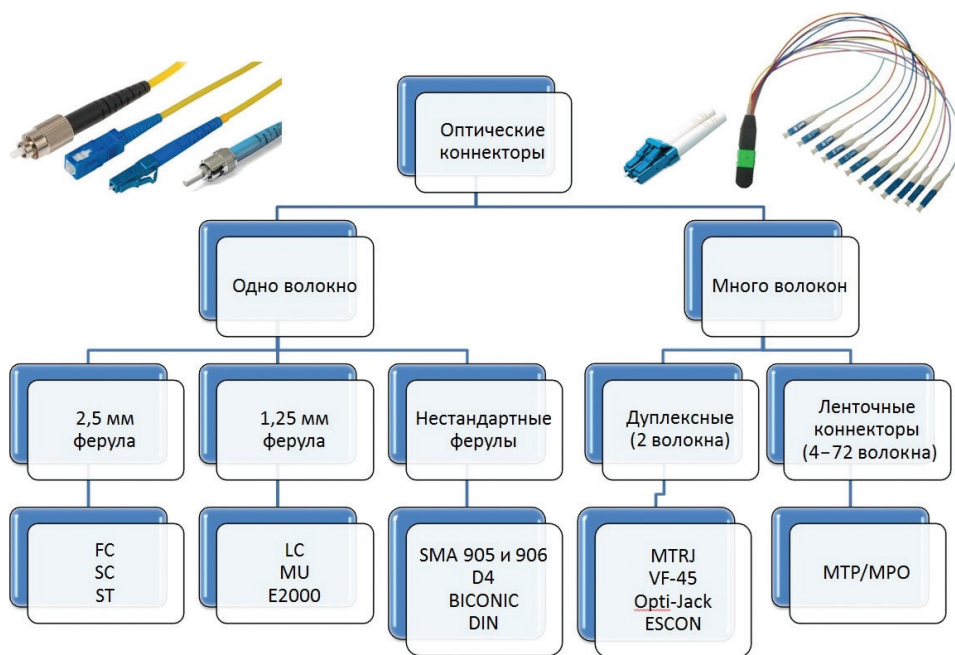


Рис. 1.21. Классификация оптических коннекторов

Все оптические коннекторы делятся на две большие группы:

- ◆ коннекторы с одним оптическим волокном (одноволоконные);
- ◆ коннекторы с несколькими волокнами (многоволоконные).

Наиболее широко применяются одноволоконные коннекторы. По размеру ферулы они подразделяются на коннекторы с диаметром 2,5 мм (рис. 1.22) – к ним

относятся популярные типы SC, FC, ST, и коннекторы с диаметром 1,25 мм (рис. 1.23), самым массовым представителем которых является LC.

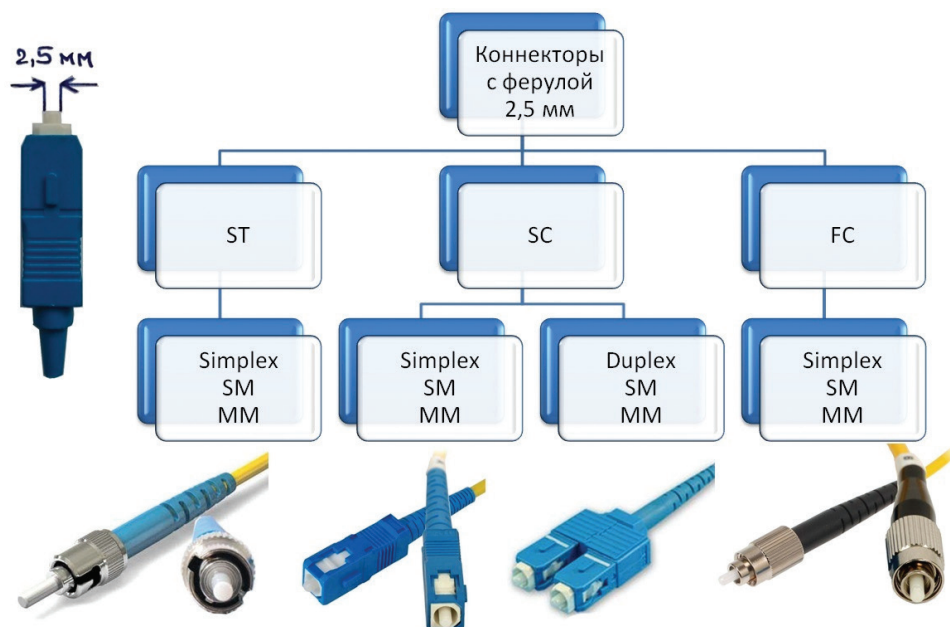


Рис. 1.22. Коннекторы с диаметром ферулы 2,5 мм

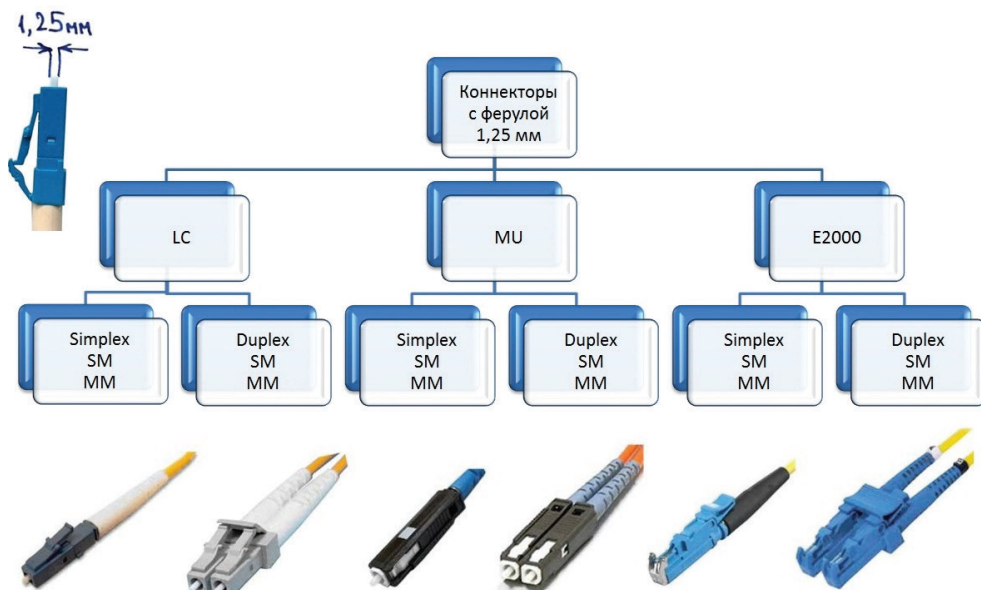


Рис. 1.23. Коннекторы с диаметром ферулы 1,25 мм

Многоволоконные коннекторы, в свою очередь, выпускаются в дуплексном (двухволоконном) исполнении и в виде ленточных соединителей, вмещающих от 4 до 72 волокон. Ленточные коннекторы МТР/МРО особенно востребованы в центрах обработки данных.

Разъемное оптическое соединение образуется стыковкой двух коннекторов с помощью оптического адаптера (рис. 1.24).



Рис. 1.24. Оптическое разъемное соединение

Оптический адаптер (розетка) имеет сквозное отверстие, точно подогнанное под диаметр ферулы коннектора, благодаря чему достигается высокоточное сопряжение (рис. 1.25).



Рис. 1.25. Оптическая розетка

При создании структурированных кабельных систем на базе оптоволокна кабель заводится в оптическую кроссовую панель (рис. 1.26). Внутри кросса установлены оптические розетки с подключенными *пигтейлами*.

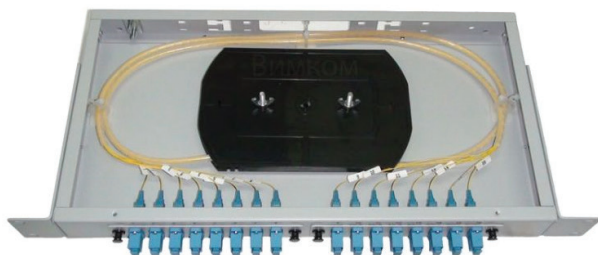


Рис. 1.26. Оптический кросс

Пигтейл – это отрезок оптического шнура, у которого коннектор установлен только с одной стороны (рис. 1.27). Волокна кабеля соединяются с пигтейлами кросса методом сварки, то есть термически, образуя неразъемное соединение. Для этого применяются специальные сварочные аппараты. Потери сигнала в сварных стыках намного ниже, чем в любых механических соединителях.



Рис. 1.27. Пигтейл

Порты кроссовой панели с помощью оптических патч-кордов коммутируются с оптическими интерфейсами активного сетевого оборудования.

Оптический коммутационный шнур, или патч-корд (рис. 1.28), в отличие от пигтейла, оснащен коннекторами с обоих концов. Если разъемы разные, патч-корд называют переходным, если одинаковые – соединительным.



Рис. 1.28. Оптический патч-корд

Современные коммутаторы и маршрутизаторы комплектуются сменными оптическими модулями – трансиверами (рис. 1.29). Трансивер представляет собой приемо-передающее устройство, которое преобразует передаваемый сигнал из оптического в электрический и обратно, а также выступает мостом между оптической сетью и сетью на основе медной витой пары. Трансиверы оснащены оптическими портами (LC, SC и др.), куда вставляются оконцованные патч-корды.

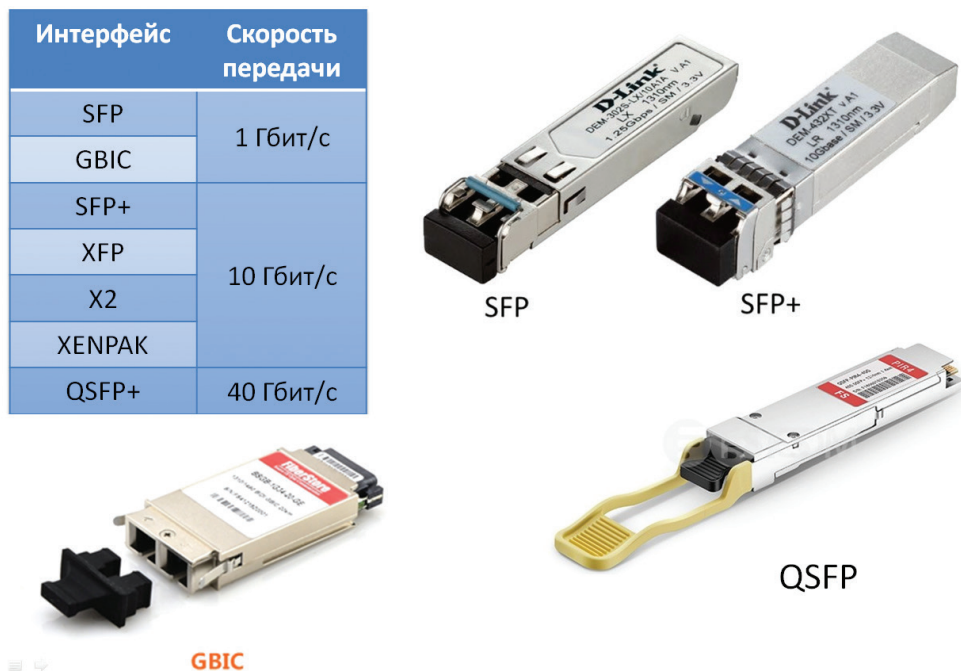


Рис. 1.29. Оптические модули (трансиверы)

Если активное оборудование не имеет слотов под трансиверы, применяют внешний медиаконвертер (рис. 1.30), выполняющий ту же функцию преобразования оптического сигнала в электрический и наоборот.



Рис. 1.30. Медиаконвертер

В настоящее время в сетевом оборудовании встречаются модули различных типов: SFP, SFP+, QSFP, XFP, mini GBIC, GBIC, X2, XENPAK, 1×9 WDM и другие. Наибольшее распространение получили трансиверы SFP и их скоростные модификации SFP+ и QSFP.

SFP (Small Form-factor Pluggable) – компактные приемо-передатчики для сетей Fast Ethernet и Gigabit Ethernet.

SFP+ (Enhanced SFP) – поддерживают скорости от 4 до 10 Гбит/с.

QSFP или QSFP+ (Quad SFP) – применяются в высокоскоростных сетях с пропускной способностью от 40 Гбит/с и выше.

XFP (10 Gigabit Small Form Factor Pluggable) – рассчитаны на 10-гигабитные линии связи.

GBIC (GigaBit Interface Converter) – трансиверы для Gigabit Ethernet.

XENPAK – еще один тип модуля для скорости 10 Гбит/с.

1×9 WDM – позволяют передавать сигнал по одному оптическому волокну в сетях Fast Ethernet и Gigabit Ethernet.

1.5.5. Волновое мультиплексирование

Для передачи данных по оптоволокну в настоящее время активно применяется метод волнового мультиплексирования (Wavelength Division Multiplexing, WDM). В его основе лежит принцип частотного разделения каналов (Frequency Division Multiplexing, FDM), но в оптической области спектра инфракрасного диапазона с длинами от 850 до 1565 нм (196–350 ТГц).

В одном магистральном канале обычно объединяют несколько спектральных каналов. Технику мультиплексирования с числом каналов 16 и более называют уплотненным волновым мультиплексированием (Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM). Современная DWDM-аппаратура способна передавать по одному волокну 32, 40, 80 или 160 волн различной длины в окне прозрачности 1550 нм (рис. 1.31).

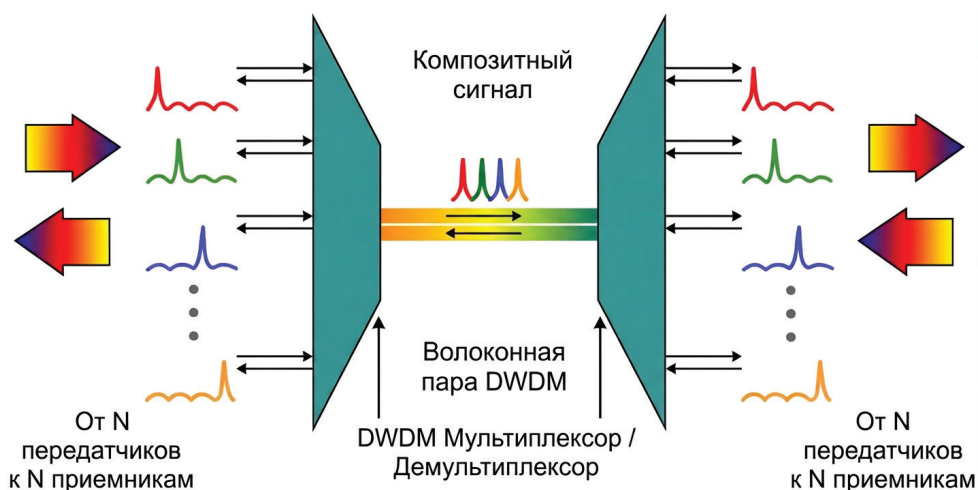


Рис. 1.31. Принцип работы DWDM

На сегодняшний день выделяют следующие технологии волнового мультиплексирования:

- ◆ WDM – использует 4 спектральных канала в окнах прозрачности 1310 нм и 1550 нм с разносом несущих в пределах 800–400 ГГц;
- ◆ DWDM – представлена двумя частотными планами:
 - а) с шагом (разнесением частот между соседними каналами) 100 ГГц ($\Delta\lambda \approx 0,8$ нм), по которому организуется 41 волна в диапазоне от 1528,77 нм (196,1 ТГц) до 1560,61 нм (192,1 ТГц);
 - б) с шагом 50 ГГц ($\Delta\lambda \approx 0,4$ нм), позволяющим передавать в том же диапазоне 81 длину волны;
- ◆ HDWDM – высокоуплотненное волновое мультиплексирование (High-Dense WDM), поддерживающее частотный план с шагом 25 ГГц.

Для объединения и выделения WDM-каналов служат оптические мультиплексоры и демультиплексоры (Mux/DeMux). Кроме того, в системах волнового мультиплексирования задействуются и другие специализированные устройства (рис. 1.32):

- ◆ транспондеры (OEO, Optical-Electrical-Optical) – преобразуют оптический сигнал с одной входной длины волны в другую выходную, адаптированную для приложений DWDM;
- ◆ оптические мультиплексоры ввода-вывода (Optical Add-Drop Multiplexer, OADM) – извлекают из группового оптического сигнала волну определенной длины и вводят обратно сигнал той же длины волны, благодаря чему спектр транзитного потока остается неизменным.

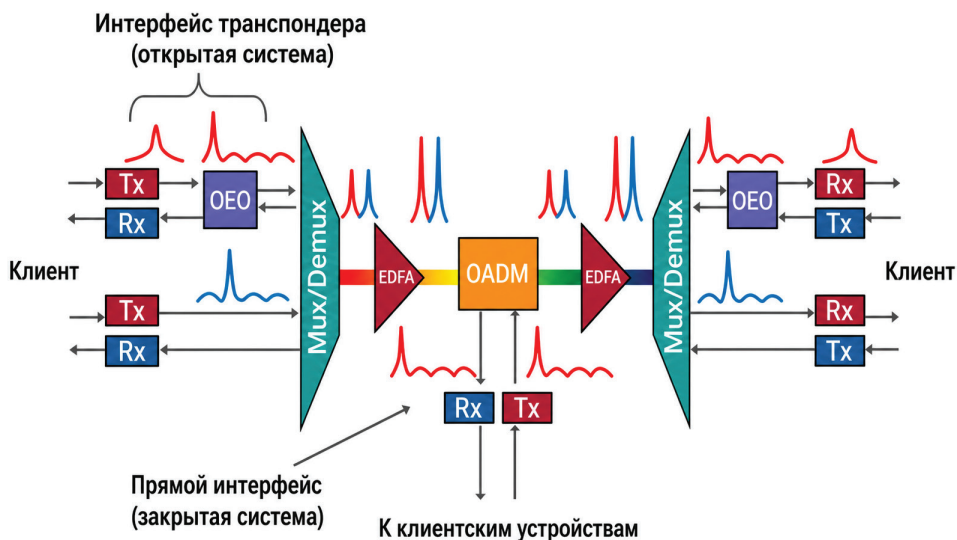


Рис. 1.32. Транспондеры и оптические мультиплексоры ввода-вывода в DWDM

1.5.6. Логическое и потенциальное кодирование

На физическом уровне модели OSI осуществляется побитовая передача данных в среду (например, по кабелю «витая пара» или оптоволокну). Чтобы пере-

дать последовательность битов, ее необходимо преобразовать в электрические или оптические сигналы. Этот процесс называется *кодированием*.

Для надежного распознавания сигналов приемник и передатчик должны быть синхронизированы. В информационных сетях для этого применяют *самосинхронизирующиеся коды*: резкий перепад сигнала указывает приемнику момент считывания очередного бита. Распознавание и коррекция искаженных данных – задача более высоких уровней модели OSI.

В современных версиях Ethernet используется двухэтапное кодирование (рис. 1.33):

- 1) **логическое кодирование** – преобразование исходной двоичной последовательности в избыточный код;
- 2) **потенциальное кодирование** – формирование из полученного кода электрических или оптических прямоугольных импульсов с помощью амплитудно-импульсной модуляции (Pulse Amplitude Modulation, PAM).

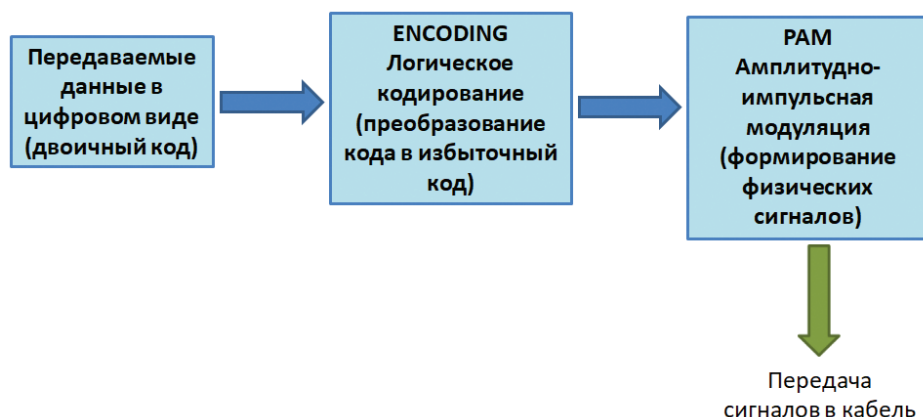


Рис. 1.33. Процесс кодирования на физическом уровне в современных версиях Ethernet

Логическое кодирование (избыточные коды). Если передавать длинные последовательности нулей или единиц напрямую, в сигнале будут отсутствовать перепады, из-за чего может нарушиться синхронизация. Логическое кодирование устраняет эту проблему: исходные данные разбиваются на группы (символы), каждый из которых заменяется более длинным символом по определенному правилу. Избыточность позволяет отбирать комбинации с частой сменой сигнала, а оставшиеся считать запрещенными. Так приемник получает возможность не только синхронизироваться, но и выявлять ошибки (при получении запрещенной комбинации).

Рассмотрим код 4В/5В. Исходные 4-битные символы заменяются 5-битными по таблице перекодировки (рис. 1.34). В результирующем наборе отсутствуют комбинации с более чем тремя нулями подряд. Этот метод применяется в Fast Ethernet («витая пара», оптика).

Другие избыточные коды, используемые в Ethernet, построены по тому же принципу, но отличаются длиной символов:

- ◆ 8B/10B – Gigabit Ethernet (оптика), 10G Ethernet (оптика);
- ◆ 8B1Q4 – каждый 8-битный символ превращается в четыре пятизначных символа – Gigabit Ethernet («витая пара»);
- ◆ 64B/65B – 10G Ethernet («витая пара»), 40G Ethernet («витая пара»);
- ◆ 64B/66B – 10G Ethernet (оптика), 100G Ethernet (оптика).

В технологии Ethernet (10 Мбит/с) логическое кодирование не применялось.

Коды данных		Управляющие и недопустимые коды	
4B Код	5B Символ	4B Код	5B Символ
0000	11110	Ожидание	11111
0001	01001	Начало потока	11000
0010	10100	Начало потока	10001
0011	10101	Конец потока	01101
0100	01010	Конец потока	00111
0101	01011	Ошибка передачи	00100
0110	01110	Недопустимый	00000
0111	01111	Недопустимый	00001
1000	10010	Недопустимый	00010
1001	10011	Недопустимый	00011
1010	10110	Недопустимый	00100
1011	10111	Недопустимый	00101
1100	11010	Недопустимый	00110
1101	11011	Недопустимый	01000
1110	11100	Недопустимый	10000
1111	11101	Недопустимый	11001

Рис. 1.34. Таблица перекодировки 4B/5B

Потенциальное кодирование (амплитудно-импульсная модуляция).

После логического кодирования избыточная последовательность преобразуется в физические сигналы. В Ethernet применяются следующие виды модуляции:

- ◆ NRZ (Non Return to Zero) – двухуровневый код (PAM-2) без возврата к нулю;
- ◆ NRZI (Non Return to Zero Inverted) – двухуровневый код (PAM-2) с инверсией: при передаче единицы уровень меняется на противоположный, при передаче нуля – сохраняется;
- ◆ манчестерский код – каждый такт делится на две части; для кодирования единиц и нулей используется перепад потенциала, то есть фронт импульса – PAM-2. Единица кодируется перепадом от низкого уровня сигнала к высокому, а ноль – обратным перепадом;
- ◆ MLT-3 (MultiLevelTransmission – 3) – трехуровневый код PAM-3 (–1, 0, +1); переключение на следующий уровень происходит при поступлении логической единицы;
- ◆ PAM-5 – пятиуровневый код (–1; –0,5; 0; +0,5; +1);
- ◆ PAM-16 – 16-уровневый код.

Применение системы потенциального кодирования в зависимости от среды передачи и версии Ethernet:

- 1) электрический кабель «витая пара»:
 - а) Ethernet – манчестерский код,
 - б) FastEthernet – MLT-3,
 - в) Gigabit Ethernet – 4D-PAM-5,
 - г) 10G Ethernet – PAM-16,
 - д) 40G Ethernet – PAM-16;
- 2) оптоволоконный кабель:
 - а) Ethernet – манчестерский код,
 - б) Fast Ethernet – NRZI,
 - в) Gigabit Ethernet – NRZ,
 - г) 10G Ethernet – NRZ,
 - д) 40G Ethernet – NRZ,
 - е) 100G Ethernet – NRZ.

Таким образом, при передаче данных по оптоволоконному кабелю в современных высокоскоростных сетях Ethernet используется простое двухуровневое потенциальное кодирование (NRZ) в комбинации с предварительным избыточным логическим кодированием, а для сетей на основе «витой пары» характерно сочетание избыточного логического кода с многоуровневой модуляцией (MLT-3, PAM-5, PAM-16).

1.5.7. Структура физического уровня Ethernet

Для технологий, начиная с Fast Ethernet, физический уровень состоит из трех подуровней:

- 1) подуровень согласования (Reconciliation Sublayer) – обеспечивает взаимодействие уровня MAC;
- 2) подуровень независимого от среды интерфейса (Media Independent Interface, МИИ) – унифицирует обмен данными между MAC и устройством физического уровня (РНУ) вне зависимости от конкретной среды передачи;
- 3) устройство физического уровня (Physical Layer Device, РНУ). Подуровень РНУ, в свою очередь, делится на следующие внутренние блоки:
 - ♦ PCS (Physical Coding Sublayer) – подуровень логического кодирования: преобразует исходные данные в символы избыточного кода;
 - ♦ PMA (Physical Medium Attachment) – подуровень потенциального кодирования;
 - ♦ PMD (Physical Medium Dependent) – подуровень, учитывающий особенности конкретной физической среды;
 - ♦ подуровень автопереговоров (Auto-Negotiation) – определяет режим работы (полудуплекс или полный дуплекс). Начиная с 10G Ethernet, данный подуровень отсутствует.

1.5.8. Спецификации физического уровня для кабеля «витая пара»

Для каждого стандарта Ethernet разработаны собственные спецификации физического уровня. В них закрепляются три ключевых параметра: номинальная скорость передачи данных, тип передающей среды и используемая технология передачи.

Рассмотрим структуру обозначений на примерах: 100Base-TX, 100Base-FX, 10Base-5. Первая цифра (10 или 100) указывает скорость в Мбит/с. В спецификациях, начиная с 10-гигабитного Ethernet, применяется число с буквой G – например, 10GBase-T или 100GBase-SR4. Слово «Base» говорит о том, что передача ведется на одной базовой частоте (к примеру, 100 МГц).

Среда передачи данных кодируется символами после дефиса:

- ◆ Т – «витая пара» (Twisted Pair);
- ◆ цифры 5 или 2 – коаксиальный кабель диаметром 0,5 или 0,25 дюйма соответственно;
- ◆ F – оптоволоконный кабель (Fiber).

Буква X обозначает различные варианты реализации, а группы спецификаций могут записываться как 100Base-X, 1000Base-X и т. д. Значения прочих символов (S, L и др.), встречающихся в обозначениях для оптоволоконка, будут объяснены позже. Все основные спецификации Ethernet для «витой пары» сведены в табл. 1.6.

Таблица 1.6. Спецификации разных версий Ethernet на «витой паре»

Спецификация	Версия Ethernet	Среда передачи	Количество используемых пар	Максимальная длина
10Base-T	Ethernet	UTPCat. 3	2	100 м
100Base-T4	FastEthernet	UTPCat. 3	4	100 м
100Base-TX		UTPCat. 5	2	100 м
1000Base-T	Gigabit Ethernet	UTP Cat. 5, 5e, 6	4	100 м
1000Base-TX		UTP Cat. 6	4	100 м
10GBase-T	10G Ethernet	UTP Cat. 6	4	55 м
		F/UTP Cat. 6a	4	100 м
40GBase-T	100G(40G) Ethernet	F/UTP Cat. 8 F/FTP Cat. 8	4	100 м

1.5.9. Спецификации физического уровня для оптоволоконка

В табл. 1.7 систематизированы параметры физического уровня современных стандартов Ethernet, использующих оптоволоконную среду передачи данных. Основными критериями классификации выступают тип оптического волокна, рабочая длина волны и методы мультиплексирования.

Выбор между одномодовым (SMF) и многомодовым (MMF) волокном определяется требуемой дальностью связи. Одномодовое волокно характеризуется значительно меньшим затуханием сигнала, что позволяет передавать данные на де-

сятки километров, тогда как использование MMF ограничено более короткими дистанциями. Для повышения эффективности полосы пропускания современные системы часто применяют технологию спектрального уплотнения (WDM/DWDM). Она позволяет передавать несколько информационных потоков по одному волокну, используя различные длины волн для приема и передачи данных.

Таблица 1.7. Спецификации физического уровня Ethernet для оптоволокна

Спецификация	Версия Ethernet	Среда передачи	Количество волокон/каналов	Расстояние
10Base-F	Ethernet (10 Мбит/с)	MMF	2/1	2 км
100Base-FX	Fast Ethernet	MMF (1300 nm)	2/1	2 км
100Base-LX10		SMF (1310 nm)	2/1	10 км
100Base-BX10		SMF (WDM TX: 1310 RX: 1550)	1/1	10 км
1000Base-SX	Gigabit Ethernet	MMF (850 nm)	2/1	550 м
1000Base-LX		MMF, SMF (1310 nm)	2/1	550 м, 5 км
1000Base-LX10		MMF, SMF (1310 nm)	2/1	550 м, 10 км
1000Base-BX10		SMF (WDM - RX: 1490 nm на прием, TX: 1310 nm на передачу)	1/1	10 км
10GBase-LX4	10G Ethernet	MMF, SMF (WDM: 1269.0 – 1282.4 nm 1293.5 – 1306.9 nm 1318.0 – 1331.4 nm 1342.5 – 1355.9 nm)	1/4	300 м, 10 км
10GBase-SR		MMF (850 nm)	2/1	82 м (400 м)
10GBase-LR	100G Ethernet	SMF (1310 nm)	2/1	10 км
10GBase-ER		SMF (1550 nm)	2/1	40 км
10GBase-ZR				80 км
10GBase-PR		SMF (10G EPON – TX: 1270 nm, RX: 1577 nm)	1/1	20 км
10GBase-SW		MMF (850 nm)	2/1	82 м (400 м)
10GBase-LW		SMF (1310 nm)	2/1	10 км
10GBase-EW		SMF (1550 nm)	2/1	40 км
100GBase-SR4		MMF (850 nm)	2/4	100 м
100GBase-LR4		SMF (WDM: 1295.56 nm 1300.05 nm 1304.59 nm 1309.14 nm)	2/4	10 км
100GBase-ER4			2/4	40 км
100GBase-SR2		MMF (850 nm)	2/2	100 м

Окончание табл. 1.7

Спецификация	Версия Ethernet	Среда передачи	Количество волокон/каналов	Расстояние
100GBase-DR		SMF (1311 nm)	2/1	500 м
100GBase-ZR		SMF (1546.119 nm)	2/1	80 км
40GBase-SR4		MMF (850 nm)	1/4	100 м
40GBase-LR4		SMF (WDM)	2/4	10 км
40GBase-ER4			2/4	40 км
200GBase-SR4	Terabit Ethernet: 200G Ethernet	MMF (850 nm)	4/1	100 м
200GBase-DR4		SMF (1304.5–1317.5 nm)	4/1	500 м
200GBase-FR4		SMF (WDM 1271–1331 nm)	1/4	2 км
200GBase-LR4		SMF (WDM 1295–1309 nm)	1/4	10 км
200GBase-ER4			1/4	40 км
400GBase-SR16	Terabit Ethernet: 400G Ethernet	MMF (850 nm)	16/1	100 м
400GBase-SR8			8/1	100 м
400GBase-SR4.2			4/2	150 м
400GBase-DR4		SMF (WDM 1271–1331 nm)	4/1	500 м
400GBase-FR4		SMF (WDM 1271–1331 nm)	1/4	2 км
400GBase-LR4-6				6 км
400GBase-FR8		SMF (WDM 1273–1309 nm)	1/8	2 км
400GBase-LR8			1/8	10 км
400GBase-ER8			1/8	40 км
400GBASE-ZR		SMF (DWDM)	1/2	80 км

Поясним структуру таблицы. Для каждой строки определен допустимый тип оптического волокна – многомодовое (MMF) или одномодовое (SMF). Часть спецификаций строго привязана к одному типу, другие допускают оба варианта. Например, стандарт 1000Base-LX может работать по обоим типам волокна: с многомодовым максимальное расстояние составляет 550 м, с одномодовым – 5 км. Поэтому когда в графе «Расстояние» указано два числа через запятую, первое относится к многомодовой линии, второе – к одномодовой.

Столбец «Количество волокон/каналов» описывает организацию приема-передачи. Формат «2/1» означает, что один канал связи обслуживается двумя оптическими волокнами – одно для передачи, другое для приема. Это традиционная схема. Если же применяется технология волнового мультиплексирования (WDM/DWDM), одно физическое волокно может одновременно нести несколько каналов на разных длинах волн. Так, запись «1/1» у 1000Base-BX10 указывает, что единственное волокно обеспечивает один дуплексный канал: передача ведется на длине волны 1310 нм, прием – на 1490 нм. В более сложных

случаях, например в спецификации 100GBase-ER4, одно волокно вмещает четыре канала приема/передачи на длинах волн 1295,56 нм, 1300,05 нм, 1304,59 нм и 1309,14 нм.

Названия спецификаций строятся по определенным правилам. Буквенные суффиксы указывают на особенности реализации:

- ◆ F (Fiber) – базовое применение оптоволокна;
- ◆ S (Short Wavelength) – передача данных на коротких волнах – 850 нм;
- ◆ L (Long Wavelength) – длинноволновая передача, как правило 1310 нм;
- ◆ E (Extended) – означает, что для передачи данных используется длина волны 1310 или 1550 нм (актуально для 10G Ethernet);
- ◆ B, P – свидетельствуют об использовании WDM;
- ◆ Z – нестандартизированные фирменные решения на 1550 нм с большой дальностью передачи данных;
- ◆ D – спецификации для одномодового волокна с относительно короткой дистанцией (500 м) в диапазоне 1310 нм, встречаются в 100G и Terabit Ethernet.

Рассмотрим эволюцию оптоволоконных спецификаций от поколения к поколению Ethernet.

Классический Ethernet (10 Мбум/с). В классическом Ethernet существовала единственная оптоволоконная спецификация – 10Base-F, позволяющая передавать данные по многомодовому волокну на расстояние до 2 км.

Fast Ethernet. В данной технологии уже используется ряд спецификаций:

- ◆ 100Base-FX: для приема/передачи используется два многомодовых волокна на длине волны 1300 нм, дальность – до 2 км;
- ◆ 100Base-SX (упрощенный вариант FX): для приема/передачи используется два многомодовых волокна (OM1 или OM2) на длине волны 850 нм, дальность – до 300 м;
- ◆ 100Base-LX10: для приема/передачи используется два одномодовых волокна на длине волны 1310 нм, дальность – до 10 км;
- ◆ 100Base-BX10: для приема/передачи применяется одно одномодовое волокно и WDM (передача осуществляется на длине волны 1310 нм, прием – на 1550 нм), дальность – 10 км.

Gigabit Ethernet. Оптоволоконные спецификации Gigabit Ethernet зафиксированы в стандартах IEEE 802.3z (1000Base-SX, LX) и 802.3ab (LX10, BX10), а также дополнены нестандартизированными фирменными спецификациями (EX, ZX). Все их можно разделить на две группы по типу применяемого волокна и способу организации связи.

- 1) **Многомодовые и универсальные решения.** Спецификация 1000Base-SX использует длину волны 850 нм и два многомодовых волокна; дальность растет с категорией волокна: от 275 м (OM1) до 1 км (OM3). Интерфейсы 1000Base-LX и LX10 рассчитаны на длину волны 1310 нм и могут работать как по многомодовому, так и по одномодовому волокну. Для MMF предельная дистанция составляет 550 м (независимо от категории), тогда как для SMF различие между LX и LX10 проявляется в дальности – 5 и 10 км соответственно.

- 2) *Одномодовые решения с повышенной дальностью.* Интерфейс 1000Base-BX10 реализует дуплексную связь по одному одномодовому волокну с помощью WDM (передача 1310 нм, прием 1490 нм) и обеспечивает до 10 км. Нестандартные спецификации 1000Base-EX (1310 нм, два волокна SMF, до 40 км) и 1000Base-ZX (1550 нм, два волокна SMF, до 70 км) расширяют дистанцию за счет смещения рабочей длины волны в более «дальнобойный» диапазон 1550 нм.

Таким образом, эволюция внутри Gigabit Ethernet шла от коротких многомодовых линков (SX) к универсальным (LX/LX10), а затем к экономичным одноволоконным (BX10) и протяженным магистральным (EX/ZX) решениям.

10G Ethernet. В технологии 10G Ethernet выделяются три группы: 10GBase-X, 10GBase-R, 10GBase-W, различающиеся методами логического кодирования и совместимостью с интерфейсом SONET/SDH STS-192/SDH STM-64. Для 10GBase-X используется код 8B/10B, а для 10GBase-R и 10GBase-W – 64B/66B. При этом 10GBase-W совместим с интерфейсом SONET/SDH STS-192/SDH STM-64, а 10GBase-R несовместим.

Скорость передачи данных и пропускная способность интерфейсов группы W оказывается несколько ниже, чем 10 Гбит/с, из-за того, что часть пропускной способности тратится на заголовки кадров. Поэтому соединение интерфейсов группы W с интерфейсами группы R оказывается невозможным. Это следует учитывать при проектировании информационных сетей.

Спецификация 10GBase-LX4 стоит особняком: здесь применяется всего одно волокно (MMF или SMF) и технология WDM, организующая четыре канала в диапазонах 1269–1356 нм. Это дает 300 м по OM2 и до 10 км по OS2.

10GBase-SR/-SW – многомодовые интерфейсы на 850 нм с двумя волокнами. Дальность определяется категорией волокна и лежит в пределах от 33 м (OM1) до 400 м (OM4).

10GBase-LR/-LW – одномодовые интерфейсы на 1310 нм с двумя волокнами, дистанция до 10 км.

10GBase-ER/-EW – версии на 1550 нм, с двумя одномодовыми волокнами, до 40 км.

10GBase-ZR/-ZW – нестандартизированные расширенные варианты также на 1550 нм, достигающие 80 км.

10GBase-PR – специализированное решение для пассивных оптических сетей (10G EPON): одно одномодовое волокно с WDM (передача на длине волны 1270 нм, прием – на 1577 нм), до 20 км.

Таким образом, наращивание дальности в 10G Ethernet обеспечивается переходом от многомодового волокна к одномодовому и смещением рабочей длины волны от 850 нм к 1310 нм, а затем к 1550 нм.

100G Ethernet и Terabit Ethernet. Спецификации для скоростей 40 и 100 Гбит/с, а также появившиеся позднее – на 200 и 400 Гбит/с, тоже закреплены в обширном семействе стандартов IEEE 802.3 (ba, bg, bj, bm, cd, cu, ct, bs, cm, cn, cw и др.) и дополнены отдельными фирменными реализациями.

Все многообразие оптических интерфейсов этих поколений логично разделить на три архитектурные группы:

- 1) *многомодовые решения с параллельной передачей по нескольким волокнам (SR)*. В них используется длина волны 850 нм и несколько многомодовых волокон, каждое из которых работает как отдельный канал приемо-передачи. Характерный представитель – 100GBase-SR4 (два волокна на 4 канала). Дальность зависит от категории волокна и числа параллельных каналов; для OM4 она обычно составляет 100 м (для 100GBase-SR4/SR2) или 150 м (для 40GBase-SR4 и 400GBase-SR4.2). Развитие этой группы в Terabit Ethernet привело к интерфейсам 200GBase-SR4 (4 волокна), 400GBase-SR8 и SR4.2, сохраняющим дистанцию в пределах 100–150 м;
- 2) *одномодовые одноканальные решения с увеличенной дальностью или экономичностью*. Спецификации этой группы задействуют одно волокно для одного канала приемо-передачи (или два волокна в традиционной дуплексной схеме) без спектрального уплотнения. Примеры: 100GBase-DR (1311 нм, 500 м), 100GBase-FR1 и LR1 (1311 нм, 2 и 10 км соответственно), а также 40GBase-FR (1550 нм, 2 км). В Terabit Ethernet аналогичный принцип виден в 200GBase-DR4 и 400GBase-DR4, где для достижения высокой суммарной скорости применяется не WDM, а параллельная передача по четырем одномодовым волокнам (дальность 500 м);
- 3) *одномодовые решения с несколькими WDM-каналами по одному или двум волокнам*. Здесь в одномодовом волокне (SMF) организуется несколько спектрально уплотненных каналов. Наиболее известны 100GBase-LR4 (два волокна, 4 канала на длинах около 1295–1309 нм, до 10 км) и его варианты с увеличенной дальностью – 100GBase-ER4 (до 40 км) и фирменный 100GBase-ZR (один канал, 1546,119 нм, до 80 км). Для скорости 40 Гбит/с были созданы аналогичные 40GBase-LR4 и ER4 с четырьмя WDM-каналами в диапазоне 1264–1337 нм. В поколении Terabit Ethernet этот подход продолжен интерфейсами 200GBase-FR4/LR4/ER4 и 400GBase-FR4/LR4-6/FR8/LR8/ER8, где число каналов увеличивается до 4 или 8, а дальность варьируется от 2 до 40 км. Отдельно стоит технология 400GBASE-ZR, использующая DWDM для двух каналов по одному волокну на дистанции до 80 км.

Таким образом, эволюция от 40/100G к 200/400G Ethernet идет по пути комбинирования параллельных волокон (как многомодовых, так и одномодовых) с WDM-каналами, что позволяет наращивать пропускную способность, сохраняя разумные пределы по числу физических жил и дальности связи.

глава 2

Беспроводные сети IEEE 802.11 (Wi-Fi)

2.1. Области применения WLAN и их отражение в проектах СКС

Во многих ситуациях использование проводной среды для передачи данных невозможно или нецелесообразно – прежде всего при подключении мобильных устройств (смартфонов, ноутбуков, планшетов) к сети. Для этого применяются технологии беспроводных локальных сетей (Wireless Local Area Network, WLAN). В таких сетях сигнал распространяется с помощью электромагнитных волн высокой частоты, на качество которых влияют помехи от бытовых приборов, атмосферные явления и отражения от строительных конструкций.

На практике WLAN используются для:

- ◆ подключения мобильных устройств к интернету в домашних условиях и офисах;
- ◆ организации «кочевого» доступа в общественных местах (аэропорты, вокзалы, кафе, гостиницы);
- ◆ создания временных локальных сетей (конференции, выставки);
- ◆ организации сетей в зданиях, где прокладка кабеля невозможна или экономически невыгодна;
- ◆ расширения зоны действия проводной локальной сети.

Наиболее популярной технологией для организации WLAN является Wi-Fi. Раньше Wi-Fi расшифровывалось как «Wireless Fidelity» («беспроводная точность/верность»), но в настоящее время никак не расшифровывается, а является просто торговой маркой, принадлежащей консорциуму Wi-Fi Alliance. Техническое описание Wi-Fi содержится в стандарте IEEE 802.11.

Беспроводные сети обеспечивают мобильность пользователей и проще в развертывании, поскольку не требуют сложной кабельной инфраструктуры. Тем не менее в современных комплексных проектах зданий Wi-Fi является не альтернативой, а расширением структурированной кабельной системы (СКС). При проектировании таких сетей в nanoCAD BIM СКС инженер должен учитывать зоны покрытия точек доступа и трассировку кабеля для их подключения к коммутационным узлам.

2.2. Режимы работы Wi-Fi

Оборудование Wi-Fi, как и Ethernet, функционирует на канальном и физическом уровнях модели OSI. Различают два основных режима работы:

- ♦ *одноранговый режим* (ad-hoc, или peer-to-peer). В этом режиме компьютеры взаимодействуют напрямую, без посредников. Он применим для небольших групп устройств (до 8–10) и не требует дополнительной инфраструктуры;
- ♦ *инфраструктурный режим*. Здесь связь между устройствами осуществляется через точку доступа (Wireless Access Point, WAP). Точка доступа выступает в роли центрального узла, аналогичного коммутатору в проводной сети. Она имеет один или несколько портов Ethernet для подключения к проводной части сети.

Для организации доступа в глобальную сеть интернет одной точки доступа недостаточно: она должна быть соединена с маршрутизатором, который обеспечивает связь с сетью провайдера. Часто используется Wi-Fi-роутер, объединяющий функции маршрутизатора и точки доступа. Такие устройства имеют порт WAN для подключения к интернету и несколько портов LAN для создания проводного сегмента сети.

В проектах, выполняемых в nanoCAD BIM СКК, размещение Wi-Fi-роутеров и точек доступа на планах здания должно выполняться с учетом их подключения к структурированной кабельной системе. При этом необходимо отображать как сами беспроводные устройства, так и трассы кабелей (обычно «витая пара» категории 5е или выше), соединяющие их с коммутационными шкафами.

2.3. Канальный уровень Wi-Fi

Канальный уровень технологии IEEE 802.11, следуя общей структуре стандартов комитета 802, разделен на два подуровня: LLC и MAC. Подуровень LLC выполняет стандартные функции (мультиплексирование, управление потоком), общие для всех технологий IEEE 802. Подуровень MAC в беспроводных сетях решает более широкий круг задач:

- ♦ управление доступом к разделяемой среде (радиоэффиру);
- ♦ обеспечение мобильности узлов при наличии нескольких базовых станций;
- ♦ обеспечение безопасности, сопоставимой с уровнем проводных сетей.

Для адресации устройств в Wi-Fi используются MAC-адреса того же формата (6 байт), что и в Ethernet.

Формат кадра Wi-Fi

Технология Wi-Fi использует два формата кадров. На подуровне LLC применяется кадр, аналогичный Ethernet DIX. На подуровне MAC используется оригинальный формат, содержащий больше служебной информации, что обусловлено спецификой беспроводной передачи.

Кадр 802.11 MAC может содержать до четырех адресов:

- ♦ DA (Destination Address) – адрес конечного узла назначения;
- ♦ SA (Source Address) – адрес исходного узла отправителя;

- ◆ RA (Receiver Address) – адрес устройства, непосредственно принимающего кадр из беспроводной среды (например, точки доступа);
- ◆ TA (Transmitter Address) – адрес устройства, передающего кадр в беспроводную среду.

Количество используемых адресов зависит от режима передачи (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Использование полей MAC-адресов в кадре 802.11

Режим передачи	Адрес 1	Адрес 2	Адрес 3	Адрес 4
Одноранговый режим (ad-hoc)	RA/DA	TA/SA	BSSID	–
Инфраструктурный режим: передача от компьютера к точке доступа	RA	TA/SA	DA	–
Инфраструктурный режим: передача от точки доступа к компьютеру	RA/DA	TA	SA	–
Режим беспроводного моста	RA	TA	DA	SA

В зависимости от режима работы сети количество задействованных MAC-адресов в кадре меняется.

Одноранговый режим (ad-hoc)

При прямом соединении двух устройств адрес получателя всегда совпадает с адресом приемника (RA/DA), а адрес отправителя – с адресом передатчика (TA/SA). Эти значения заносятся в поля «Адрес 1» и «Адрес 2» соответственно. В поле «Адрес 3» помещается идентификатор базового набора услуг (BSSID), который генерируется автоматически для данной одноранговой сети. Поле «Адрес 4» в этом режиме остается незадействованным.

Инфраструктурный режим

Здесь в обмене данными участвуют три устройства: компьютер (клиент), точка доступа и маршрутизатор (для выхода в интернет). Соответственно, в заголовке кадра используются три адресных поля («Адрес 1», «Адрес 2» и «Адрес 3»); четвертое поле не применяется. Возможны две ситуации:

1. Передача от компьютера к маршрутизатору через точку доступа:
 - ◆ «Адрес 1» содержит MAC-адрес точки доступа (RA);
 - ◆ «Адрес 2» – MAC-адрес компьютера-отправителя (TA/SA), здесь адрес передатчика совпадает с адресом источника;
 - ◆ «Адрес 3» – MAC-адрес маршрутизатора (DA), которому предназначены данные;
2. Передача от маршрутизатора к компьютеру через точку доступа:
 - ◆ «Адрес 1» содержит MAC-адрес компьютера-получателя (DA/RA), то есть адрес назначения совпадает с адресом приемника в беспроводной среде;
 - ◆ «Адрес 2» – MAC-адрес точки доступа (TA), выступающей в роли передатчика;
 - ◆ «Адрес 3» – MAC-адрес маршрутизатора (SA), от которого исходят данные.

Режим беспроводного моста

В этом режиме задействуются все четыре адреса. Режим беспроводного моста реализуется, когда необходимо объединить два проводных сегмента сети с помощью радиоканала: компьютеры кабелем подключаются к своим точкам доступа, которые затем связываются между собой по радиоэффиру. В этом случае:

- ◆ «Адрес 1» – MAC-адрес точки доступа, принимающей кадр (RA);
- ◆ «Адрес 2» – MAC-адрес точки доступа, передающей кадр (TA);
- ◆ «Адрес 3» – MAC-адрес компьютера, которому адресован кадр;
- ◆ «Адрес 4» – MAC-адрес компьютера-отправителя.

Рассмотрим назначение всех полей кадра Wi-Fi.

Первое поле, **Управление кадром** (длиной 2 байта), содержит множество служебной информации и состоит из 11 подполей:

1. **Версия протокола** – указывает используемую версию протокола 802.11.
2. **Тип** – определяет тип кадра: кадры данных, управляющие кадры (например, ACK, RTS, CTS) или кадры управления (аутентификация и пр.).
3. **Подтип** – уточняет подтип кадра в рамках заданного типа.
4. **ToDS** – флаг, указывающий, что кадр направляется от беспроводного клиента к распределительной системе (DS) через точку доступа.
5. **FromDS** – флаг, указывающий, что кадр поступает от распределительной системы к беспроводному клиенту через точку доступа.
6. **MF (MoreFragments)** – флаг фрагментации кадра, показывающий, следуют ли за данным фрагментом другие фрагменты кадра.
7. **RT (Retry)** – флаг повторной отправки кадра, если не было получено подтверждения.
8. **PowerMgmt** – флаг управления питанием, сигнализирующий точке доступа о переходе устройства в спящий режим.
9. **MD (MoreData)** – флаг, устанавливаемый точкой доступа для уведомления устройства о наличии для него буферизированных данных.
10. **ProtectedFrame** – флаг, указывающий на использование шифрования данных.
11. **Order** – флаг, определяющий необходимость сохранения строгого порядка передачи кадров.

Второе поле **Длительность** используется совместно с управляющими кадрами для резервирования канала на определенное время.

Далее следуют поля для трех MAC-адресов, назначение которых описано выше.

Шестое поле – **Управление очередностью** – служит для управления фрагментацией кадров совместно с флагом MF. Оно состоит из двух подполей: «Номер фрагмента» и «Номер последовательности» (уникальный для каждого исходного кадра, разбитого на фрагменты).

Седьмое поле (при необходимости) предназначено для четвертого MAC-адреса.

Восьмое поле – **Данные** (тело кадра) – содержит полезную информацию. Максимальный размер этого поля в Wi-Fi составляет 2304 байта, что больше, чем в Ethernet (1500 байт).

Завершает кадр поле **Контрольная сумма (FCS)**, назначение и формат которого аналогичны Ethernet. Кадр с несовпадающей контрольной суммой отбрасывается.

«Скрытая» и «засвеченная» станции в беспроводной среде

В Wi-Fi используется разделяемая среда – радиоэфир, поэтому, как и в классическом Ethernet, требуется механизм предотвращения коллизий.

Однако следует учитывать следующие факторы:

- а) в беспроводных сетях мощность передатчика значительно превышает мощность принимаемого сигнала;
- б) вероятность ошибок из-за помех в эфире выше, чем в кабеле;
- в) сигнал от одного устройства может не достигать всех узлов сети из-за ограниченного радиуса действия и препятствий, что приводит к двум характерным проблемам:
 - ♦ «скрытая станция», когда узел, находящийся вне зоны действия передатчика, начинает передачу, не зная о текущем сеансе связи, что вызывает коллизию (рис. 2.1);
 - ♦ «засвеченная станция», когда узел, находящийся в зоне действия чужой передачи, вынужден простаивать, даже если его передача не создала бы помех (рис. 2.2).

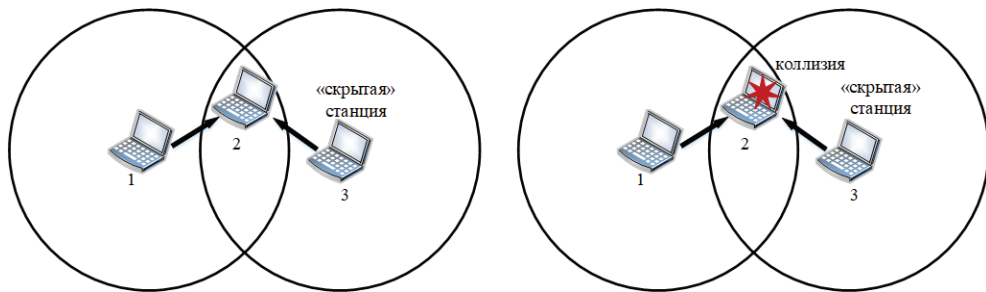


Рис. 2.1. Иллюстрация проблемы «скрытой» станции

В Wi-Fi коллизия обнаруживается не по сигналу (как в Ethernet), а по отсутствию кадра-квитанции от получателя (кадр ACK). Если отправитель не получает ACK в течение заданного времени, он повторяет передачу.

При проектировании сети в nanoCAD BIM СКС эти особенности необходимо учитывать при расстановке точек доступа: их зоны покрытия должны перекрываться с учетом устранения «мертвых зон», но без избыточного взаимного влияния. Таким образом, можно моделировать зоны покрытия на планах этажей, что помогает оптимизировать размещение оборудования еще до начала монтажа.

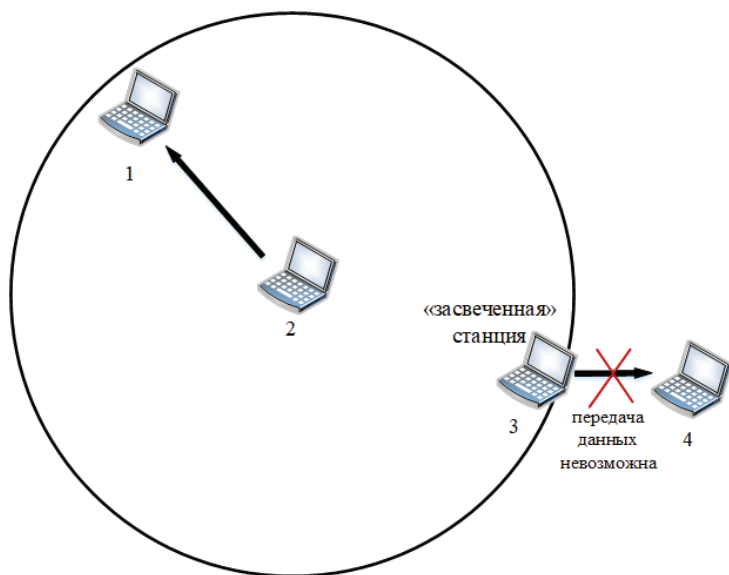


Рис. 2.2. Иллюстрация проблемы «засвеченной» станции

Метод доступа к среде CSMA/CA

Для управления доступом к среде в Wi-Fi применяется метод CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance – множественный доступ с прослушиванием несущей и предотвращением коллизий).

Алгоритм работы CSMA/CA:

1. Перед передачей узел прослушивает эфир. Если среда занята, он ожидает.
2. После освобождения среды все узлы выдерживают межкадровый интервал DIFS (DCF (Distributed Coordination Function) Interframe Space).
3. Начинается период конкуренции (Backoff time). Каждый узел выбирает случайное количество временных слотов (тайм-слотов) из диапазона, называемого конкурентным окном (Contention Window, CW). Выбор слотов осуществляется по усеченному экспоненциальному двоичному алгоритму.
4. Узел, выбравший наименьшее число слотов, первым начинает передачу. Остальные узлы «замораживают» свои счетчики.
5. После успешного приема кадра получатель сразу отправляет подтверждение (кадр ACK) после короткого межкадрового интервала SIFS (Short Interframe Space).
6. Если подтверждение не получено, отправитель считает, что произошла коллизия, и повторяет попытку, увеличивая размер конкурентного окна.

Благодаря такому механизму случайного выбора коллизия становится событием маловероятным, возникая лишь при совпадении слотов у нескольких станций. Если же коллизия все же происходит, отправители выполняют повторную передачу. При этом диапазон выбора номера слота – интервал $[0, CW]$ – удва-

ивается после каждой неудачной попытки. Например, если начальный размер окна CW был равен 7 (размер окна 8), то после первой коллизии он увеличивается до 15 (размер окна 16), после второй – до 31 (размер окна 32) и так далее. Однако число попыток передачи одного кадра ограничено: после исчерпания установленного лимита кадр отбрасывается, а счетчик коллизий для него сбрасывается в ноль.

Протокол MACA

Для решения проблем «скрытой» и «засвеченной» станций используется протокол MACA (Multiple Access with Collision Avoidance).

Работа протокола:

- ◆ Узел-отправитель посылает целевой точке доступа короткий служебный кадр RTS (Request To Send), указывая объем данных.
- ◆ Точка доступа отвечает кадром CTS (Clear To Send), который принимают все узлы в ее зоне действия, включая «скрытые» для отправителя.
- ◆ Получив CTS, отправитель начинает передачу данных, а остальные узлы откладывают свои попытки доступа на рассчитанное время.

Механизм RTS/CTS эффективно решает проблему «скрытой» станции (рис. 2.3). Предположим, узел 1 инициирует передачу данных узлу 2 и отправляет запрос RTS, указывая объем данных (1500 байт). Узел 2 в ответ транслирует кадр CTS, который принимает не только узел 1, но и узел 3, являющийся «скрытым» для узла 1. Получив CTS, узел 3 узнает о планируемой передаче и ее длительности. Это заставляет его отложить собственные попытки доступа к среде на время, необходимое для передачи данных и получения подтверждения. В результате узел 1 может безопасно передать данные узлу 2, не опасаясь коллизии со стороны скрытого узла 3.

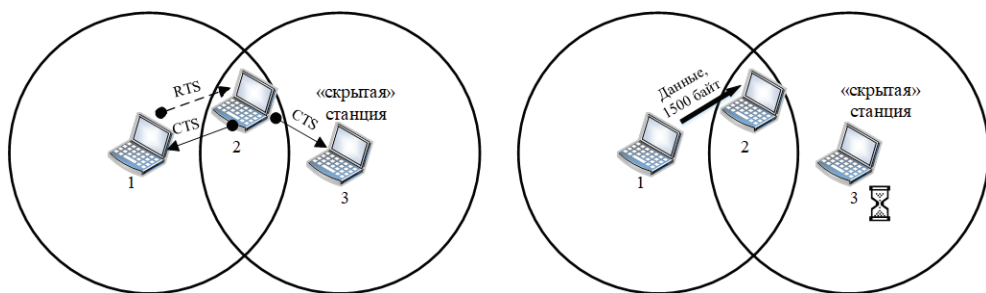


Рис. 2.3. Решение проблемы «скрытой» станции

Механизм RTS/CTS эффективно устраняет проблему «засвеченной» станции. Рассмотрим ситуацию, изображенную на рис. 2.4. Узлы 2 и 3, каждый из которых намерен начать передачу, отправляют запросы RTS. Узел 4, находящийся вне зоны действия передатчика узла 2, не получает его RTS и, считая среду свободной, отвечает узлу 3 кадром CTS. Одновременно узел 1, находящийся в зоне действия узла 2, отвечает ему своим CTS. В результате узлы 2 и 3, получив подтверждения, могут одновременно вести передачу данных: узел 2 – узлу 1, а узел 3 – узлу 4, не создавая помех друг другу.

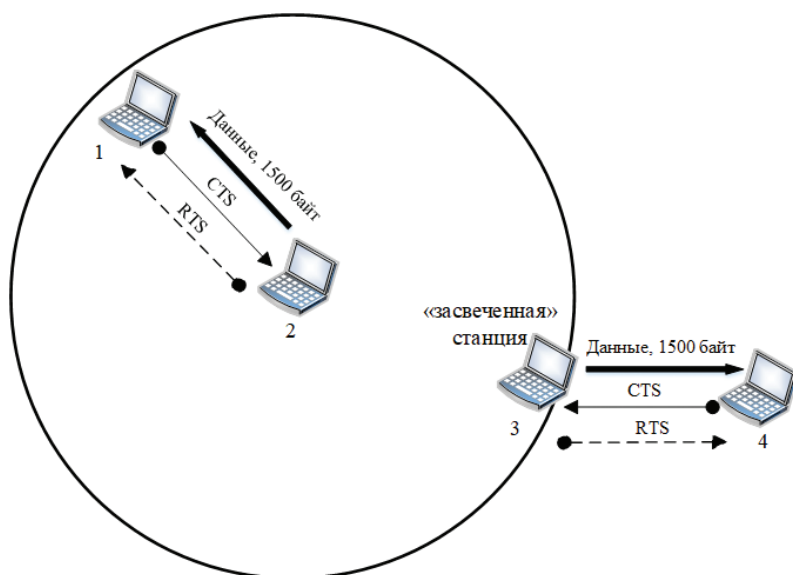


Рис. 2.4. Решение проблемы «засвеченной» станции

Режимы доступа к среде

Подуровень MAC в 802.11 поддерживает следующие режимы доступа:

- ◆ распределенный режим DCF (Distributed Coordination Function) основан на CSMA/CA и является обязательным для всех устройств. Он работает как в ad-hoc, так и в инфраструктурном режиме, но не поддерживает приоритизацию трафика;
- ◆ централизованный режим PCF (Point Coordination Function) может использоваться только в инфраструктурном режиме. Точка доступа (арбитр) опрашивает узлы и предоставляет им право передачи по очереди. PCF использует более короткий межкадровый интервал PIFS, что дает ей приоритет перед DCF.

Для поддержки качества обслуживания (QoS) в стандарте 802.11e введены расширенные режимы:

- ◆ EDCF (Enhanced DCF) – распределенный доступ с поддержкой приоритетов за счет разных размеров конкурентных окон и межкадровых интервалов;
- ◆ HCF (Hybrid Coordination Function) – централизованный режим с учетом классов трафика и возможностью предоставления узлам периодов для передачи нескольких кадров подряд.

Безопасность сетей Wi-Fi

Ввиду открытости радиоканала безопасность является критическим аспектом технологии Wi-Fi. Стандарт IEEE 802.11 изначально предусматривал средства защиты, обеспечивающие уровень конфиденциальности, сопоставимый с проводными сетями. Ключевым инструментом защиты является шифрование данных, наличие которого сигнализируется специальным флагом Protection Frame в заголовке кадра.

WEP (Wired Equivalent Privacy) – первый протокол защиты для 802.11. WEP предоставлял базовое шифрование для обеспечения конфиденциальности. Однако из-за фундаментальных уязвимостей он легко взламывается и в настоящее время считается устаревшим и практически не применяется.

WPA и WPA2 (Wi-Fi Protected Access). Для создания надежной защиты IEEE сформировала рабочую группу 802.11i. В 2003 году Wi-Fi Alliance представил промежуточную спецификацию WPA, а в 2004 году был утвержден стандарт IEEE 802.11i, получивший неофициальное название WPA2. WPA2 стал первым по-настоящему надежным решением, сочетающим мощные механизмы аутентификации и шифрования.

Аутентификация доказывает легальность пользователя при подключении к сети. WPA использует расширяемый протокол аутентификации EAP (Extensible Authentication Protocol).

Шифрование в WPA основано на 128-битном стандарте AES (Advanced Encryption Standard, усовершенствованный стандарт шифрования).

Поддержка WPA2 является обязательным условием для сертификации оборудования Wi-Fi Alliance.

Современные и будущие стандарты. Позднее появился стандарт IEEE 802.11w (2009 г.), ориентированный на защиту управляющих пакетов. Вместе с 802.11i они долгое время оставались основой безопасности для сетей 802.11n. В 2018 году был представлен новый протокол WPA3, который привнес встроенную защиту от атак подбора пароля (брутфорс), индивидуальное шифрование для пользователей в открытых сетях, упрощенную настройку IoT-устройств и улучшенный криптографический стандарт.

Сервисы Wi-Fi

В отличие от Ethernet, Wi-Fi предоставляет дополнительные сервисы, необходимые для функционирования беспроводной сети.

Базовый набор услуг BSS (Basic Service Set) включает:

- ◆ передачу данных;
- ◆ аутентификацию (проверку подлинности);
- ◆ ассоциацию (регистрацию клиента в точке доступа);
- ◆ внешнюю аутентификацию (например, через портал браузера);
- ◆ отключение клиента.

Каждая точка доступа транслирует два идентификатора:

- ◆ BSSID – MAC-адрес точки доступа;
- ◆ SSID – текстовое имя сети (до 32 знаков).

Зона покрытия одной точки доступа называется ячейкой BSA (Basic Service Area).

Расширенный набор услуг ESS (Extended Service Set) объединяет несколько BSS с одинаковым SSID для покрытия больших территорий. Управление точками доступа осуществляется через контроллер WLAN. При переходе клиента между точками доступа происходит роуминг. Клиент обнаруживает доступные сети

с помощью пассивного (прослушивание маячковых кадров Beacon) или активного (отправка запросов Probe) сканирования.

В проектах, создаваемых в nanoCAD BIM CКС, для сетей ESS необходимо отображать размещение всех точек доступа, зоны их покрытия и трассы подключения к контроллеру и проводной инфраструктуре.

Существуют также специализированные расширения BSS:

- ◆ IBSS (Independent BSS) – для сетей ad-hoc без точек доступа;
- ◆ MBSS (Mesh BSS) – для ячеистых Mesh-сетей, где узлы сами выступают ретрансляторами;
- ◆ PBSS, QBSS – для специфических применений (60 ГГц, с QoS).

2.4. Физический уровень технологии Wi-Fi

Модуляция

Согласно рекомендациям Международного союза электросвязи (ITU), для беспроводной передачи данных выделены диапазоны частот 2,4 ГГц, 3,6 ГГц и 5 ГГц [8]. В технологии Wi-Fi применяются два основных диапазона: 2,4 ГГц и 5 ГГц. В России и большинстве других стран использование частот в диапазонах 2,4 ГГц и 5 ГГц не требует лицензирования.

Физический уровень любой сетевой технологии отвечает за преобразование цифровых данных в физические сигналы, пригодные для передачи по среде. В случае Wi-Fi такой средой являются микроволновые электромагнитные волны, имеющие синусоидальную форму. Следовательно, на физическом уровне необходимо представить дискретную информацию в виде синусоидальных сигналов, то есть выполнить модуляцию.

В процессе модуляции дискретных данных логическим значениям «0» и «1» ставятся в соответствие изменения одного из параметров несущего синусоидального сигнала: амплитуды, частоты или фазы. Для случаев, когда модулированный сигнал передает именно дискретные данные, в технической литературе наряду с термином «модуляция» часто используется термин «манипуляция». Различают следующие основные виды манипуляции:

- ◆ амплитудная манипуляция (Amplitude Shift Keying, ASK) – уровень амплитуды несущей изменяется в зависимости от передаваемого бита. Из-за низкой помехоустойчивости ASK редко применяется самостоятельно, но часто комбинируется с фазовой модуляцией;
- ◆ частотная манипуляция (Frequency Shift Keying, FSK) – каждому значению данных соответствует своя частота несущей. При использовании двух частот за один такт передается один бит (двоичная FSK, BFSK). Для увеличения скорости применяют четырехуровневую (four-level FSK) и многоуровневую (Multilevel FSK, MFSK) частотную манипуляцию, где за один такт передается несколько битов;
- ◆ фазовая манипуляция (Phase Shift Keying, PSK) – данные кодируются изменением фазы сигнала при неизменной частоте. Примерами являются дво-

ичная фазовая манипуляция (Binary PSK, BPSK) с фазами 0° и 180° , а также квадратурная фазовая манипуляция (Quadrature PSK, QPSK) с четырьмя возможными значениями фазы (0° , 90° , 180° , 270°), позволяющая передавать два бита за один такт.

Наиболее эффективными и широко распространенными в современных системах связи являются комбинированные методы, такие как квадратурная амплитудная модуляция (Quadrature Amplitude Modulation, QAM), которая объединяет в себе изменение фазы и амплитуды сигнала.

Беспроводная среда передачи в микроволновом диапазоне характеризуется высоким уровнем помех, создаваемых как внешними источниками излучения, так и многократно отраженными полезными сигналами. Для борьбы с этими помехами в Wi-Fi применяются методы расширения спектра.

Одним из ключевых методов является ортогональное частотное мультиплексирование (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM). В этом методе широкая полоса пропускания делится на множество узких подканалов (поднесущих), каждый из которых имеет собственную частоту. Исходный битовый поток разделяется на несколько параллельных подпотоков, которые модулируются на своих поднесущих с помощью обычных методов FSK или PSK.

Стандарты физического уровня Wi-Fi

Эволюция стандартов Wi-Fi представлена в табл. 2.2.

Таблица 2.2. Стандарты физического уровня Wi-Fi

Поколение Wi-Fi	Стандарт IEEE	Год принятия	Скорость	Частота	Ширина частотного канала
	802.11	1997	1–2 Мб/с	2,4 ГГц	1 МГц (FHSS)
Wi-Fi 1	802.11b	1999	1–11 Мб/с	2,4 ГГц	22 МГц
Wi-Fi 2	802.11a	1999	6–54 Мб/с	5 ГГц	22 МГц
Wi-Fi 3	802.11g	2003	6–54 Мб/с	2,4 ГГц	22 МГц
Wi-Fi 4	802.11n	2009	72–600 Мб/с	2,4/5 ГГц	40 МГц
Wi-Fi 5	802.11ac	2014	433–6933 Мб/с	5 ГГц	80(160) МГц
Wi-Fi 6	802.11ax	2019	600–9608 Мб/с	2,4/5 ГГц	80(160) МГц
Wi-Fi 6E	802.11ax	2019	600–9608 Мб/с	6 ГГц	80(160) МГц
Wi-Fi 7	802.11be	2024	40 Гбит/с	2,4/5/6 ГГц	до 320 МГц

Первый стандарт семейства IEEE 802.11 был принят в 1997 году. Он обеспечивал скорость передачи данных 1 или 2 Мбит/с. В исходной версии предусматривалось использование инфракрасного излучения, однако в дальнейшем предпочтение было отдано электромагнитным волнам микроволнового диапазона. Таким образом, стандарт 802.11 1997 года определял три варианта физического уровня:

1. Инфракрасный – передача данных осуществлялась с помощью инфракрасных волн длиной 850 нм, генерируемых полупроводниковыми лазерными диодами или светодиодами (LED).
2. Метод FHSS (Frequency-Hopping Spread Spectrum) – использовался микроволновый диапазон 2,4 ГГц. Ширина каждого канала составляла 1 МГц. Применение частотной манипуляции (FSK) с двумя состояниями обеспечивало скорость 1 Мбит/с, с четырьмя состояниями – 2 Мбит/с.
3. Метод DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) – также использовал диапазон 2,4 ГГц. Кодирование выполнялось с помощью двоичной фазовой манипуляции (BPSK) для скорости 1 Мбит/с или квадратурной фазовой манипуляции (QPSK) для скорости 2 Мбит/с.

В 1999 году были утверждены два стандарта: 802.11a и 802.11b.

Стандарт 802.11b для повышения скорости до 11 Мбит/с, сопоставимой с классическим Ethernet, работает в диапазоне 2,4 ГГц и стал известен как первое поколение Wi-Fi.

С первого поколения Wi-Fi для передачи данных используется метод мультиплексирования с ортогональным частотным разделением OFMD. То есть весь частотный диапазон разбивается на несколько частотных каналов определенной ширины, причем каналы частично перекрывают друг друга. Ширина канала – разность между максимальной и минимальной частотами в пределах одного канала – напрямую влияет на скорость передачи. В стандарте 802.11b полоса шириной примерно в 80 МГц разбивается на 14 каналов, каждый из которых, кроме последнего, отстоит от соседей на 5 МГц. Для передачи данных используется полоса частот шириной в 22 МГц (рис. 2.5). В результате одного канала шириной в 5 МГц оказывается недостаточно. Поэтому объединяют несколько соседних каналов, как показано на рис. 2.5.

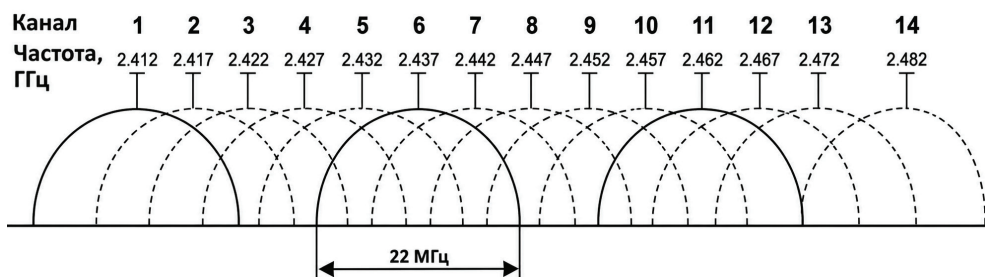


Рис. 2.5. Разбиение диапазона 2,4 ГГц на каналы

Если количество сетей превышает число доступных неперекрывающихся каналов, возникает ситуация, называемая «Wi-Fi-джунгли»: устройства начинают конкурировать за одни и те же частоты, что вызывает перегрузку, падение скорости и обрывы соединений. Это явление особенно характерно для многоквартирных домов и офисных центров с высокой плотностью точек доступа.

Стандарт 802.11a был разработан для диапазона 5 ГГц. Сети 802.11a относятся ко второму поколению Wi-Fi. Скорость передачи данных достигает 54 Мбит/с.

Благодаря более широкой полосе пропускания (300 МГц) в диапазоне 5 ГГц удалось организовать до 48 и более каналов шириной 5 МГц, что обеспечивало возможность одновременной работы не менее 12 независимых сетей в одной зоне покрытия.

В 2003 году появился стандарт 802.11g (третье поколение Wi-Fi), который сочетал скорость до 54 Мбит/с (аналогично 802.11a) с работой в диапазоне 2,4 ГГц. Стандарт 802.11n (четвертое поколение Wi-Fi), утвержденный в 2008 году, стал значительным шагом вперед. Он поддерживал оба диапазона (2,4 и 5 ГГц) и обеспечивал скорость передачи данных до 600 Мбит/с. Рост производительности был достигнут благодаря нескольким нововведениям:

- ◆ увеличение ширины канала – вместо 20 МГц стали использоваться каналы шириной 40 МГц;
- ◆ улучшенное кодирование OFDM – количество поднесущих частот увеличилось с 52 до 57 для полосы 20 МГц и до 114 для полосы 40 МГц;
- ◆ уменьшение межсимвольного интервала – появилась возможность использовать интервал 400 нс вместо стандартных 800 нс, что повысило битовую скорость;
- ◆ внедрение технологии MIMO (Multiple Input Multiple Output) – использование нескольких антенн для передачи и приема данных, что позволило организовать несколько пространственных потоков и в результатекратно увеличило пропускную способность [9].

Технология MIMO основана на том, что сигналы, излучаемые разными антеннами, распространяются по различным траекториям (благодаря отражениям, дифракции и рассеянию) и поступают на приемник со сдвигом по фазе. В отличие от более ранних систем, где использовалась только одна антенна с наилучшим сигналом, MIMO комбинирует все принятые сигналы и с помощью цифровой обработки восстанавливает исходные данные. Кроме того, MIMO позволяет реализовать пространственное мультиплексирование (spatial multiplexing) – передачу нескольких независимых потоков данных параллельно. Например, конфигурация MIMO 3×3:2 означает три передающие и три приемные антенны, но только два пространственных потока, что удваивает скорость. В стандарте 802.11n возможны конфигурации вплоть до 4×4:4, обеспечивающие скорость до 600 Мбит/с.

Стандарт 802.11ac (пятое поколение Wi-Fi), принятый в 2014 году, ориентирован на диапазон 5 ГГц [10]. Он поддерживает каналы шириной 80 МГц и, опционально, 160 МГц, а также технологию MU-MIMO (многопользовательский MIMO), позволяющую одновременно обслуживать нескольких пользователей. Максимальная скорость передачи достигает 6,77 Гбит/с (при 8 антеннах MU-MIMO).

Стандарт 802.11ax (шестое поколение Wi-Fi), опубликованный в 2019 году, работает в диапазонах 2,4 и 5 ГГц (а также 6 ГГц для версии Wi-Fi 6E) [11; 12; 13]. Он обеспечивает скорость до 9,6 Гбит/с. Ключевые новшества:

- ◆ OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) – улучшенная версия OFDM;
- ◆ модуляция 1024-QAM – увеличивает количество битов на символ.

Следующим значительным шагом в эволюции беспроводных сетей стал стандарт IEEE 802.11be (седьмое поколение Wi-Fi), также известный как EHT (Extremely High Throughput). Официальное внедрение и сертификация устройств начались в 2024 г. Если Wi-Fi 6 был нацелен на повышение эффективности работы в условиях высокой плотности устройств, то главная задача Wi-Fi 7 – обеспечить принципиально новый уровень скорости и минимизацию задержек для самых требовательных приложений: потоковое видео 8K, облачный гейминг, виртуальная и дополненная реальность (VR/AR). Максимальная скорость была увеличена до 46 Гбит/с, что почти в пять раз превышает показатели Wi-Fi 6.

Основные нововведения Wi-Fi 7:

- ◆ каналы шириной 320 МГц – удвоение ширины канала в диапазоне 6 ГГц по сравнению с Wi-Fi 6;
- ◆ модуляция 4096-QAM (4K QAM) – передача 12 бит данных за один символ сигнала;
- ◆ Multi-Link Operation (MLO) – одновременное использование нескольких диапазонов (2,4; 5 и 6 ГГц) для агрегации каналов и мгновенного переключения при помехах, что кардинально снижает задержки и повышает стабильность;
- ◆ MU-MIMO 16×16 – увеличение числа пространственных потоков до 16 для одновременного обслуживания большего количества устройств.

В заключение данной главы следует отметить, что понимание возможностей и особенностей всех стандартов Wi-Fi необходимо современному проектировщику для грамотного подбора оборудования и создания беспроводной инфраструктуры, способной эффективно работать не только сегодня, но и в обозримой перспективе. В системах проектирования учет характеристик Wi-Fi (диапазоны, ширина каналов, зоны покрытия) становится важной частью разработки комплексных проектов для современных зданий и кампусов.

ГЛАВА 3

Основы проектирования структурированных кабельных систем

3.1. Назначение, нормативная база и архитектура структурированных кабельных систем (СКС)

Структурированная кабельная система (СКС) представляет собой универсальную физическую платформу для построения проводных локальных сетей в зданиях. СКС – это не просто набор компонентов, а комплекс, включающий кабели, разъемы, коммутационные панели и шкафы, а также единую методику их применения. Такой подход позволяет создавать легко расширяемую и гибкую структуру связей [14].

Назначение и область применения. Физические линии СКС служат основой информационной инфраструктуры объекта, объединяя в единую систему множество разнородных сервисов. С их помощью решаются следующие задачи:

- ◆ подключение автоматизированных рабочих мест (АРМ) к центральному сетевому оборудованию;
- ◆ организация систем телефонии, видеонаблюдения, охранной и пожарной сигнализации;
- ◆ поддержка других сетевых служб предприятия различного назначения.

Таким образом, СКС выступает в роли универсальной кабельной среды для передачи данных, голоса и видео.

Нормативная база СКС. Нормативная база проектирования СКС определена в ГОСТ Р 53246–2008 «Информационные технологии. Системы кабельные структурированные. Проектирование основных узлов системы. Общие требования» [5]. Он был разработан в соответствии с требованиями основных положений международного стандарта ИСО/МЭК 11801:2002 «Информационные технологии. Универсальная кабельная система на территории пользователя» [4] и американских национальных стандартов ANSI/TIA/EIA-

568B Commercial Building Telecommunications Cabling Standard [7], ANSI/TIA/EIA-604-3, FOCIS 3 Fiber Optic Connector Intermeatability Standard. Он распространяется на структурированные кабельные системы (СКС), способные обслуживать различные типы коммерческих зданий и поддерживать работу разнообразных приложений (таких как передача речи, данные, текст, изображение и видео). При этом размер обслуживания объекта может охватывать площадь диаметром до 3000 м, при полезной площади обслуживания до 1 000 000 м и количестве пользователей до 50 000.

Функциональные элементы СКС. В стандарте описываются следующие функциональные элементы СКС:

- ◆ главный кросс;
- ◆ кабель магистральной подсистемы первого уровня;
- ◆ промежуточный кросс;
- ◆ кабель магистральной подсистемы второго уровня;
- ◆ горизонтальный кросс;
- ◆ кабель горизонтальной подсистемы;
- ◆ консолидационная точка;
- ◆ многопользовательская телекоммуникационная розетка;
- ◆ телекоммуникационная розетка [14].

Принцип «структурированности» реализуется через иерархический подход. В его основе лежит древовидная топология (или «иерархическая звезда»), где функции узлов выполняет коммутационное оборудование двух типов: индивидуальные информационные розетки для пользователей и групповые коммутационные панели для обслуживающего персонала. Такая архитектура обеспечивает гибкость, надежность и возможность реконфигурации сети. Стандартная иерархия СКС включает три уровня (рис. 3.1) [15]:

1. Магистральная подсистема первого (кампуса). Объединяет несколько зданий, соединяя их кроссовые (КЗ) с кроссовой внешних магистралей (КВМ). В рамках одного здания фигурирует, только если длина кабеля превышает 500 м. Основная среда передачи – волоконно-оптический кабель.
2. Подсистема внутренних магистралей здания (вертикальная подсистема или магистральная кабельная подсистема второго уровня). Связывает кроссовые этажей (КЭ) с кроссовой здания (КЗ). Может отсутствовать, если СКС обслуживает один этаж. Для этой подсистемы используют как «витую пару», так и оптоволокно (в крупных сетях).
3. Горизонтальная подсистема (этажа). Соединяет розетки на рабочих местах (РМ) с кроссовой этажа (КЭ). Реализуется, как правило, на медном кабеле «витая пара» категорий 5е или 6. Включает горизонтальные кабели, коммутационное оборудование в КЭ и коммутационные шнуры.

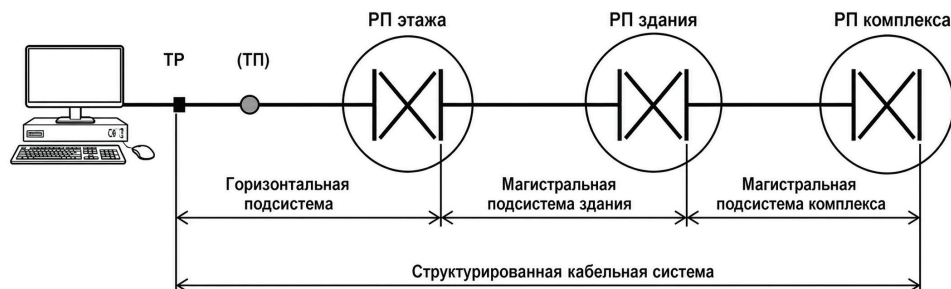


Рис. 3.1. Схема СКС [19]: РП – рабочее помещение, ТП – точка перехода, ТР – телекоммуникационная розетка

3.2. Горизонтальная подсистема СКС

При проектировании горизонтальной кабельной подсистемы рекомендуется учитывать возможность работы в ней телекоммуникационных приложений следующих основных видов:

- ◆ телекоммуникационные системы передачи речи;
- ◆ коммутационное оборудование зданий;
- ◆ цифровые системы связи;
- ◆ локальные вычислительные сети;
- ◆ видеосистемы;
- ◆ сигнальные системы зданий (системы автоматизации зданий, системы безопасности, противопожарные системы и т. п.).

Горизонтальная кабельная подсистема должна планироваться с целью снижения расходов на ее обслуживание и внесение изменений, а также с учетом возможного расширения парка активного оборудования и появления новых сервисов. После окончания строительства или монтажа телекоммуникационной инфраструктуры горизонтальная подсистема в подавляющем большинстве случаев оказывается менее доступной для проведения работ по сравнению с магистральной. Доступ к ней довольно сложно осуществить без нарушения нормальной работы пользователей в здании, при этом время, затраты и требования к профессиональному уровню персонала, необходимые для выполнения изменений, возрастают.

Основной физической топологией горизонтальной подсистемы является «звезда», остальные топологические решения используются значительно реже. Горизонтальная кабельная подсистема включает в себя следующие элементы:

- ◆ кабель горизонтальной подсистемы;
- ◆ коммутационные шнуры и кроссировочные перемычки горизонтального кросса;
- ◆ коммутационное оборудование в горизонтальном кроссе, на котором терминирован кабель горизонтальной подсистемы;

- ◆ телекоммуникационную розетку на рабочем месте, на которой терминирован кабель горизонтальной подсистемы;
- ◆ консолидационную точку [16].

Кабель горизонтальной подсистемы должен проходить непрерывным сегментом от горизонтального кросса до телекоммуникационной розетки на рабочем месте, за исключением случая использования консолидационной точки. В случаях, когда кроссы выполняют комбинированные функции (например, главный кросс обслуживает все здание и этаж, на котором расположен, выполняющие функции горизонтального кросса), промежуточные кабельные системы не применяются. Кроссы располагаются в аппаратных и телекоммуникационных помещениях.

Число и тип подсистем, составляющих СКС, зависят от географических особенностей, размеров кампуса или здания и стратегических планов развития системы. Обычно на одном объекте предусмотрен один главный кросс, один промежуточный кросс на здание и один горизонтальный кросс на этаж. Если объект состоит из одного небольшого здания, размеры которого позволяют обслуживать его с помощью одного кросса, необходимость в магистральной подсистеме отпадает. Крупные здания могут обслуживаться несколькими промежуточными кроссами (КЗ), объединенными с помощью главного кросса (КВМ).

Максимально допустимые расстояния в кабельных подсистемах должны соответствовать значениям, представленным в ГОСТ Р 53246–2008 (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Максимально допустимые расстояния в кабельных подсистемах

Тип канала	Длина, м
Горизонтальная подсистема	100
Магистральная подсистема здания	300
Магистральная подсистема здания + кампуса	2000 (5000)

Для определения максимально допустимого значения длины канала необходимо обращаться к стандартам на конкретные телекоммуникационные приложения. Рекомендуется проектировать как минимум один горизонтальный кросс для каждого этажа здания независимо от его размеров и дополнительные горизонтальные кроссы на каждые 1000 м² площади обслуживаемого офисного пространства. В тех случаях, когда плотность рабочих мест на этаже низкая (например, приемные, фойе, вестибюли), допускается обслуживать подобные пространства из кроссов, расположенных на смежных этажах. При определенных условиях (к примеру, требования к защищенности или повышенной надежности) в систему может быть заложена избыточность структуры.

В горизонтальном кроссе используются два метода подключения активного оборудования к горизонтальной кабельной подсистеме и один метод для пассивной коммутации:

- а) кросс-соединение – метод, при котором для подключения активного оборудования или пассивной коммутации сегментов горизонтальной и магистральной подсистем используются две единицы коммутационного оборудования, соединяемые коммутационными шнурами;
- б) межсоединение – метод, при котором для подключения активного оборудования используется одна единица коммутационного оборудования, соединенная непосредственно с кабелем горизонтальной подсистемы;
- в) пассивная коммутация не рекомендуется для использования в современных условиях, так как при ее использовании возникают трудности при проведении модернизации сетей.

В модели постоянной линии на основе витой пары в горизонтальной подсистеме допускается не более трех точек коммутации (патч-панель, консолидационная точка, розетка на рабочем месте).

Минимальная длина кабеля горизонтальной подсистемы на основе витой пары проводников должна составлять 15 м. Это обеспечивает нормальные условия функционирования приложений в коротких кабельных линиях, так как близкое расположение единиц коммутационного оборудования относительно друг друга (эффект резонансных отражений от интерфейсов) отрицательно влияет на возвратные потери (RL) и NEXT [16]. В случаях, когда длина кабеля составляет не более 15 м, его излишки следует укладывать в виде запаса в телекоммуникационной, на рабочем месте или в трассах горизонтальной подсистемы. Предпочтительно создавать запас в виде «U»-образных петель с соблюдением минимального радиуса изгиба или петель в виде «8» с большим радиусом. Не рекомендуется делать запас в виде бухты небольшого диаметра (до 30 см).

Консолидационная точка предназначена для межсоединения двух сегментов кабеля горизонтальной подсистемы. Функциональным отличием консолидационной точки от многопользовательской телекоммуникационной розетки в среде открытого офиса является необходимость создания дополнительной точки соединения. С технологической точки зрения она не отличается от муфты. При ее использовании минимальная длина кабеля на основе «витой пары», соединяющего консолидационную точку с горизонтальным кроссом, также должна составлять 15 м. Общая длина горизонтальной кабельной подсистемы в случае использования консолидационной точки независимо от типа среды передачи не должна превышать 90 м.

Не допускается:

- ◆ использование консолидационной точки для подключения активного оборудования;
- ◆ создание кросс-соединений на основе консолидационной точки;
- ◆ использование более одной консолидационной точки на одном сегменте кабеля.

Консолидационные точки в открытой зоне рабочих мест рекомендуется располагать так, чтобы каждый кластер обслуживался по крайней мере одной точкой. Зона, обслуживаемая консолидационной точкой, может содержать

не более 12 рабочих мест. Рекомендуется принимать во внимание запас кабеля в расчете на возможные расширения зоны.

Консолидационная точка может быть размещена в фальшпотолках, фальшполах, на модульной мебели или рабочем месте. Она должна быть установлена в постоянных местах, обеспечивающих полный доступ (например, в структурных колоннах здания и капитальных стенах). Запрещено монтировать консолидационные точки в пространствах с затрудненным доступом и на офисной мебели, за исключением случаев, когда единица мебели является продолжением структуры здания и прикреплена к ней на постоянной основе.

3.3. Порядок проектирования СКС

Структурированная кабельная система предназначена для создания единой физической среды, объединяющей рабочие места пользователей с центральным оборудованием (АТС, оборудование передачи данных) и служащей основой информационной инфраструктуры объекта. В состав пассивного сетевого оборудования СКС входят:

- ◆ телекоммуникационные розетки (рис. 3.2);
- ◆ кабельные линии;
- ◆ системы кабеленесущих конструкций – кабельные лотки, каналы и т. п. (рис. 3.3);
- ◆ патч-панели (рис. 3.4);
- ◆ телекоммуникационные шкафы (рис. 3.5).

Проектирование СКС начинается с детального анализа объекта и требований заказчика и последовательно реализуется в несколько стадий, первой из которых является предпроектное обследование.

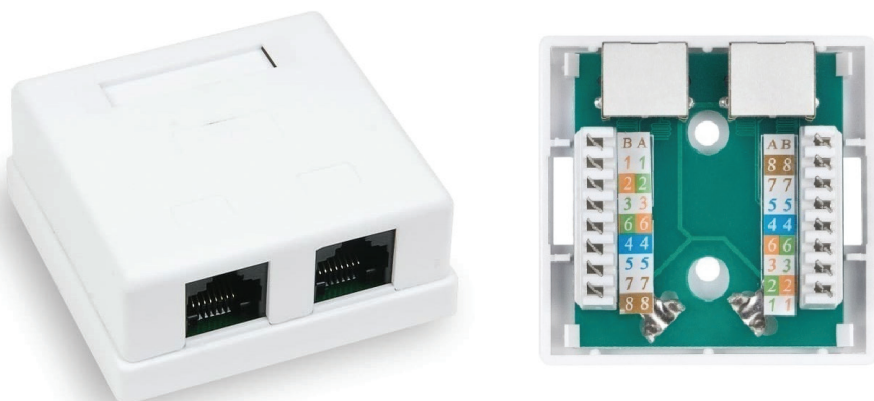


Рис. 3.2. Информационная розетка

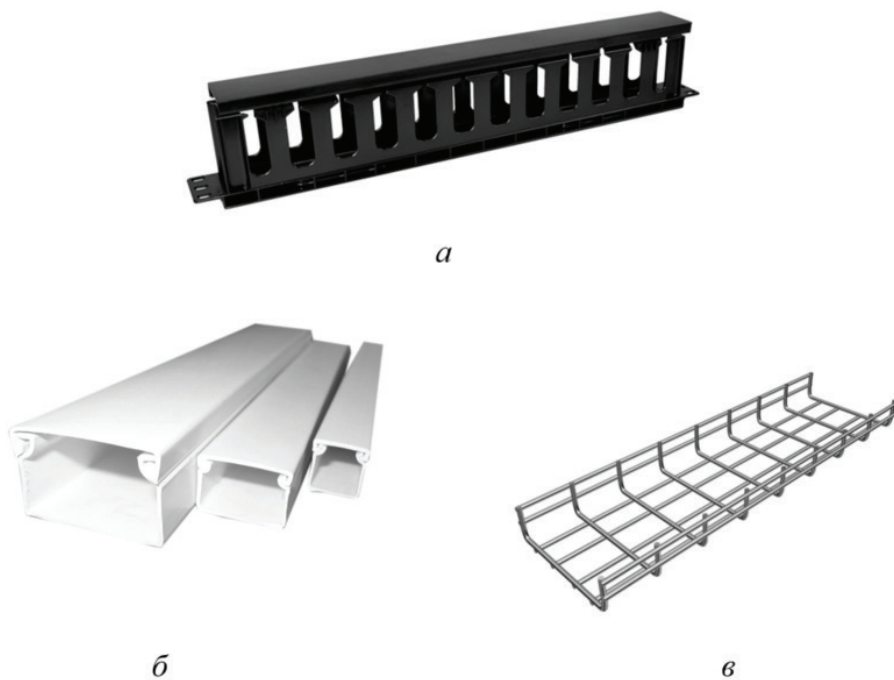


Рис. 3.3. Пассивное оборудование СКС:
а – кабельный органайзер, *б* – кабель-каналы, *в* – кабельный лоток



Рис. 3.4. Коммутационная панель



Рис. 3.5. Коммутационные шкафы

Предпроектное обследование и сбор требований. Ключевая задача начального этапа – определение количества рабочих мест и мест установки телекоммуникационных розеток или точек для подключения оборудования [14]. Для получения полной картины предварительно необходимо ответить на ряд вопросов, характеризующих текущее состояние и перспективы развития сети:

1. Какие компьютеры используются и где они размещены?
2. Какое программное обеспечение установлено и какие сетевые ресурсы требуются для его работы?
3. Какие бизнес-правила применяются на предприятии и как сеть задействуется для их реализации?
4. Как распределяются периоды максимальной и минимальной нагрузки на сеть?
5. Какими средствами диагностики и поиска неисправностей должна располагать сеть?
6. Какие требования предъявляются к безопасности сети?
7. Каковы планы роста предприятия и каким образом они повлияют на использование сетевых ресурсов?

Далее выполняется обследование зданий и сооружений, в ходе которого уточняются:

- ◆ тип и характеристики кабеля для подключения рабочих мест к коммутационным узлам;

- ◆ способы прокладки кабельных линий (кабель-каналы, проволочные лотки и др.);
- ◆ места расположения кроссового и коммутационного оборудования.

Результаты обследования формируют массив исходных данных, на основе которых осуществляется дальнейшее проектирование. К таким данным, в частности, относятся:

- ◆ форма, этажность, архитектурно-планировочные особенности здания и прилегающей территории (линейные размеры, поэтажные планы с указанием размеров, общая и используемая площадь помещений, высота этажей и величина межэтажных перекрытий);
- ◆ строительные и нормативные документы, регламентирующие проектирование служебных помещений и кабельных трасс;
- ◆ стандарты и нормативная документация по СКС;
- ◆ дополнительные требования заказчика.

Все полученные исходные данные проверяются на соответствие архитектурным и планировочным требованиям стандартов.

После предпроектного обследования проектирование СКС подразделяется на две основные стадии: архитектурную и телекоммуникационную.

Архитектурная стадия. Выполняется на этапе разработки проекта нового здания или реконструкции существующего. Ее цель – определение общей структуры и технико-экономических параметров будущей кабельной системы. На этой стадии закладываются:

- ◆ вертикальные стояки;
- ◆ помещения кроссовых и аппаратных;
- ◆ трассы и способы прокладки кабелей внутри и снаружи здания.

Для архитектурной стадии используются исходные данные, полученные в ходе предпроектного обследования.

Телекоммуникационная стадия. Как правило, начинается после завершения капитально-строительных работ, хотя может стартовать и по окончании архитектурной стадии. На этом этапе на основе ранее собранных исходных данных детально прорабатывается конкретная структура СКС, формируется перечень необходимого оборудования, разрабатываются планы его размещения и т. д.

При организации горизонтальной подсистемы кабели могут прокладываться с использованием следующих элементов конструкций зданий и сооружений:

- ◆ в конструкциях пола (фальшполы);
- ◆ под потолком (за подвесными потолками);
- ◆ в настенных каналах (кабельных коробах);
- ◆ открытой настенной прокладкой.

Если проектирование СКС начинается непосредственно с телекоммуникационной фазы (минуя архитектурную стадию), вся необходимая исходная информация также берется из материалов предпроектного обследования.

Общие рекомендации по проектированию:

- 1) составить подробный план размещения компьютеров и других сетевых устройств в помещениях, детализирующий принятое решение о размере и структуре сети;
- 2) оценить соответствие длин кабельной системы и ее сегментов требованиям выбранного типа локальной сети;
- 3) обеспечить устойчивость кабельной системы к внешним электромагнитным помехам и минимизировать ее собственные излучения, в частности избегать прокладки кабелей параллельно силовым проводам 220 В или вблизи светильников с газоразрядными лампами, так как это резко увеличивает число ошибок передачи;
- 4) предусмотреть защиту кабелей и коммутационного оборудования от механических повреждений.

ГЛАВА 4

Работа в nanoCAD BIM СКС 25: интерфейс и специализированные инструменты для проектировщика сетей

Установка программы nanoCAD

Разработчиком программных продуктов линейки nanoCAD является российская компания ООО «Нанософт разработка», которая бесплатно представляет полнофункциональные учебные лицензии для оборудования компьютерных классов образовательных организаций, а также персональных компьютеров преподавательского состава и обучающихся. Учебные лицензии предоставляются сроком на 1 год. Для получения учебной лицензии необходимо зарегистрироваться на сайте [nanocad.ru](https://academy.nanocad.ru) и оформить заявку в соответствии с видеоинструкцией: <https://academy.nanocad.ru/education>.



Видеоинструкция по получению и установке учебных лицензий программных продуктов nanoCAD

4.1. Назначение и возможности nanoCAD BIM СКС при проектировании сетевой инфраструктуры

В данной главе представлен интерфейс программы nanoCAD BIM СКС 25.1. Изложение сопровождается обучающими видеоматериалами, иллюстрирующими основные элементы интерфейса, порядок настройки рабочей среды и применение специализированных инструментов при проектировании структурированных кабельных систем.

Вводное знакомство с программой представлено в видеоматериале «Видеоурок 1. Интерфейс nanoCAD BIM СКС и специализированные инструменты для проектирования сетей» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

Программная Платформа nanoCAD BIM относится к классу систем автоматизированного проектирования (САПР) и предназначена для разработки инженерной и технической документации в различных областях проектной деятельности. Одним из направлений ее применения является проектирование сетевой инфраструктуры зданий и сооружений, включая локальные вычислительные сети, структурированные кабельные системы, телекоммуникационные узлы и другие элементы информационно-коммуникационной среды.

Использование nanoCAD BIM СКС при проектировании сетевой инфраструктуры позволяет автоматизировать процесс разработки проектной документации, повысить точность инженерных расчетов и обеспечить соответствие проектных решений установленным стандартам оформления технических чертежей. Программная среда поддерживает работу с графическими файлами формата DWG и обеспечивает совместимость с другими системами автоматизированного проектирования, что облегчает обмен проектной документацией между различными организациями и специалистами.

Система ориентирована на формирование полного комплекта графической и текстовой документации, используемой на этапах проектирования, монтажа и эксплуатации телекоммуникационных систем. С ее помощью разрабатываются планы помещений с привязкой элементов сетевой инфраструктуры, включая коммутационные шкафы, серверные стойки, сетевые розетки, точки доступа, кабельные трассы и другие компоненты. На основе архитектурных решений здания формируются схемы прокладки кабельных линий с указанием маршрутов, точек подключения оборудования и расположения распределительных узлов.

Программный продукт nanoCAD BIM СКС обеспечивает построение инженерных чертежей с высокой степенью детализации за счет использования специализированных инструментов. Они позволяют задавать координаты размещения объектов, управлять масштабами отображения и организовывать структуру чертежа с помощью слоев. Применение слоев обеспечивает удобное разделение различных типов данных, включая архитектурные элементы, кабельные трассы, оборудование и пояснительные надписи.

Важной особенностью системы является использование библиотек условных графических обозначений, включающих типовые элементы сетевого оборудования и кабельной инфраструктуры: сетевые розетки, коммутационные панели, маршрутизаторы, коммутаторы, серверные шкафы, кабельные каналы и линии связи. Это обеспечивает единообразие оформления и ускоряет процесс проектирования.

Дополнительные возможности nanoCAD BIM СКС связаны с поддержкой средств автоматизации, применяемых на различных этапах работы. К ним относятся использование шаблонов чертежей, параметрических блоков, а также инструменты автоматического формирования спецификаций оборудования. Это позволяет повысить согласованность проектных данных, сократить трудоемкость подготовки документации и минимизировать вероятность ошибок.

К основным преимуществам nanoCAD BIM СКС относятся:

- ◆ совместимость с распространенными форматами инженерной документации;
- ◆ наличие инструментов для точного построения инженерных схем;

- ◆ использование библиотек стандартных элементов и условных обозначений;
- ◆ возможность автоматизации подготовки проектной документации;
- ◆ удобство редактирования и обновления чертежей.

Таким образом, система nanoCAD BIM СКС представляет собой эффективный инструмент для разработки проектной документации сетевой инфраструктуры. Применение данной программной среды позволяет создавать точные планы размещения сетевого оборудования, разрабатывать схемы прокладки кабельных линий и формировать полный комплект технической документации, необходимой для реализации телекоммуникационных проектов.

4.2. Общая структура интерфейса nanoCAD BIM СКС

Интерфейс программы nanoCAD BIM СКС представляет собой совокупность элементов управления и рабочих областей, обеспечивающих взаимодействие пользователя с программой при создании и редактировании инженерных чертежей. Структура интерфейса разработана таким образом, чтобы обеспечить удобный доступ к инструментам построения, редактирования и оформления графической документации.

Пользовательский интерфейс nanoCAD BIM СКС имеет типичную для систем автоматизированного проектирования организацию и включает различные панели управления, рабочую область чертежа, а также служебные элементы, предназначенные для навигации, ввода команд и отображения параметров работы системы. Взаимодействие пользователя с программой осуществляется посредством графических элементов интерфейса, панелей инструментов и командной строки.

Основные элементы пользовательского интерфейса и их расположение рассматриваются далее на примере главного окна программы.

Практическое знакомство с главным окном программы, ленточным и классическим интерфейсом, панелью свойств, областью графических построений, командной строкой и строкой состояния представлено в видеоматериале «Видеоурок 1. Интерфейс nanoCAD BIM СКС и специализированные инструменты для проектирования сетей» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

4.2.1. Главное окно программы

После запуска nanoCAD BIM СКС на экране отображается главное окно программы (рис. 4.1), которое является основной рабочей средой для выполнения проектных операций. В пределах главного окна располагаются все основные панели инструментов, область построения чертежа, а также вспомогательные окна и элементы управления. Основные элементы главного окна расположены по функциональным зонам: верхняя часть окна предназначена для размещения инструментов управления и команд, центральная часть используется для графического построения объектов, а нижняя часть содержит служебные панели и средства ввода команд.

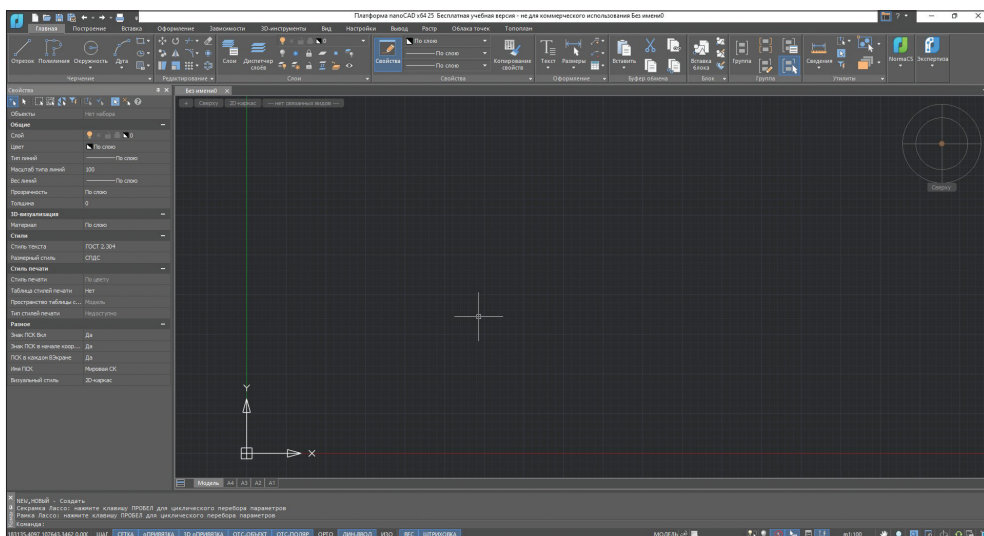


Рис. 4.1. Главное окно программы

К основным элементам интерфейса главного окна (рис. 4.2) относятся лента инструментов, панель свойств объектов, область графических построений, блок управления видами, локатор, строка вкладок листов активного чертежа, командная строка, строка состояния и кнопка переключения интерфейсов, индикатор пользовательской системы координат (ПСК), курсор графических построений.

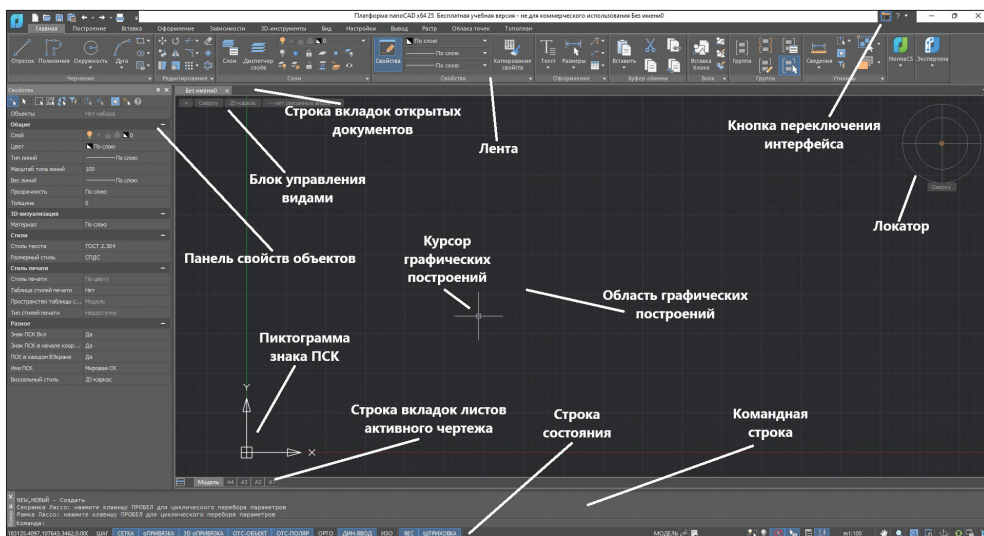


Рис. 4.2. Главное окно программы nanoCAD BIM SKS с ленточным интерфейсом

4.2.2. Лента инструментов и основные панели управления в интерфейсе nanoCAD BIM СКК

В nanoCAD BIM СКК пользователь может работать в двух вариантах организации интерфейса: классическом представлении и ленточном интерфейсе (Ribbon).

Классическое представление интерфейса предполагает использование строки меню и отдельных панелей инструментов, содержащих пиктограммы команд. Панели могут свободно перемещаться в рабочем пространстве и закрепляться в различных областях окна программы. Такой режим интерфейса традиционно применяется в системах автоматизированного проектирования и обеспечивает быстрый доступ к основным операциям построения и редактирования графических объектов.

В верхней части окна программы в классическом режиме располагается строка главного меню, содержащая основные команды управления программой, а также панели инструментов, объединяющие команды по функциональному назначению. На панелях инструментов размещаются кнопки выполнения наиболее часто используемых операций, таких как создание графических примитивов, редактирование объектов, управление слоями и настройка параметров чертежа.

Основные элементы классического интерфейса nanoCAD BIM СКК (рис. 4.3):

- ◆ строка главного меню;
- ◆ панель быстрого доступа;
- ◆ панели инструментов;
- ◆ панель свойств объектов;
- ◆ панель инструментов редактирования;
- ◆ переключатель ленточного интерфейса (Ribbon).

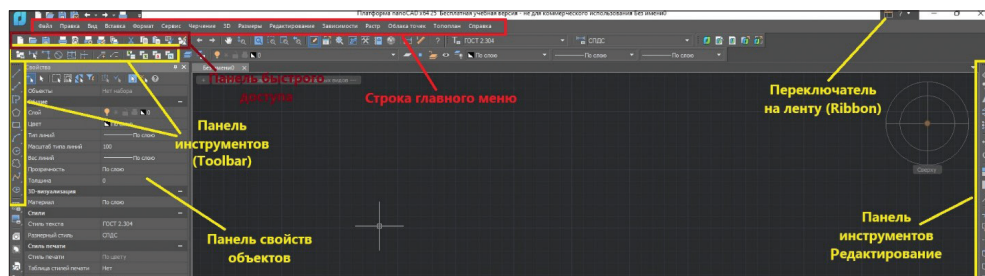


Рис. 4.3. Основные элементы классического интерфейса nanoCAD BIM СКК

Альтернативным вариантом организации интерфейса является ленточное представление (рис. 4.4). В этом режиме инструменты программы объединяются в единую ленту инструментов, содержащую вкладки с группами команд. Переключение между классическим интерфейсом и ленточным представлением может выполняться с помощью команды RIBBON, которая активирует ленточный интерфейс.

Лента инструментов обеспечивает быстрый доступ к основным инструментам построения и редактирования графических объектов. Она организована по принципу логической группировки команд. Все инструменты распределены по тематическим вкладкам, каждая из которых содержит набор команд, связанных с определенными операциями проектирования.

Лента инструментов включает несколько основных элементов:

- ◆ панель быстрого доступа;
- ◆ вкладки ленты инструментов;
- ◆ группы команд;
- ◆ средства настройки отображения панелей.

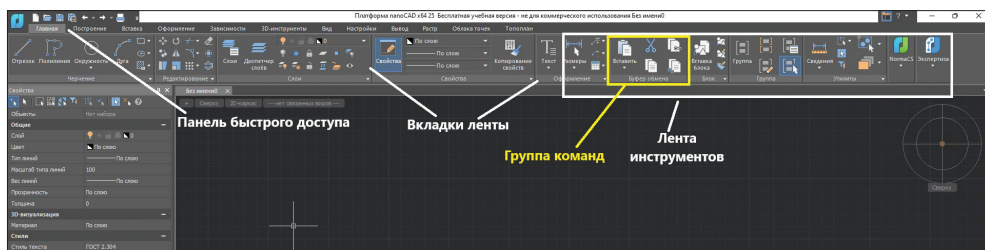


Рис. 4.4. Ленточный интерфейс (Ribbon) программы nanoCAD BIM SKS

По сравнению с ленточным интерфейсом, классический обеспечивает гибкость настройки рабочего пространства и привычен для пользователей систем автоматизированного проектирования, тогда как ленточный интерфейс упрощает навигацию по инструментам и облегчает освоение программы.

4.2.3. Функциональные панели nanoCAD BIM SKS

В интерфейсе nanoCAD BIM SKS функциональные панели обеспечивают доступ к основным инструментам работы с объектами и данными проекта. Это панели **Свойства** и **База элементов**, а также другие вкладки, расположенные в нижней части окна (рис. 4.5).

Панель **Свойства** предназначена для просмотра и изменения параметров выбранных объектов. Параметры представлены в виде таблицы: в левом столбце отображаются наименования свойств, а в правом – их текущие значения. Пользователь может изменять значения непосредственно в панели, что обеспечивает оперативное редактирование объектов.

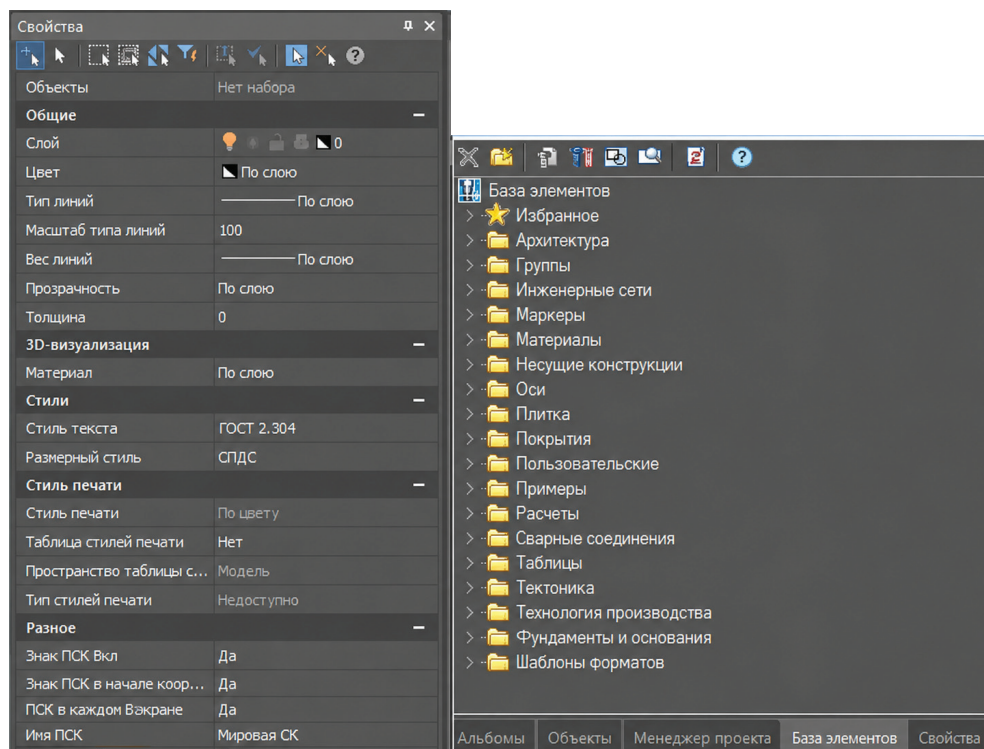


Рис. 4.5. Функциональные панели nanoCAD BIM СКК

Особенности панели **Свойства**:

- ♦ в левом столбце отображаются свойства объектов, в правом – их значения;
- ♦ при выборе нескольких объектов отображаются только общие свойства;
- ♦ часть параметров (цвет, слой, тип линии и др.) задается через раскрывающиеся списки;
- ♦ в полях ввода допускается использование математических выражений.

Панель **База элементов** предназначена для работы с библиотеками объектов. Она содержит структурированный перечень элементов, сгруппированных по категориям (архитектура, инженерные сети, материалы и др.), что позволяет быстро находить и вставлять необходимые элементы в проект.

Кроме указанных панелей, в нижней части интерфейса доступны следующие вкладки:

- ♦ **Альбомы** – содержит наборы готовых элементов и шаблонов для использования в проекте;
- ♦ **Объекты** – отображает список объектов, присутствующих в текущем чертеже;
- ♦ **Менеджер проекта** – используется для управления структурой проекта и его элементами;

- ◆ **База элементов** – обеспечивает доступ к библиотекам стандартных и пользовательских объектов.

Функциональные панели могут вызываться несколькими способами:

- ◆ с помощью сочетаний клавиш (например, **Ctrl+1** для панели **Свойства**);
- ◆ через ленту инструментов (вкладка **Главная**);
- ◆ через командную строку (команды **Свойства**);
- ◆ через главное меню программы (раздел **Вид** → **Функциональные панели**).

Для изменения свойств объектов необходимо:

1. Выбрать один или несколько объектов на чертеже.
2. Открыть панель **Свойства**.
3. Выбрать требуемый параметр.
4. Изменить его значение (вводом или выбором из списка).
5. Подтвердить изменение нажатием клавиши **Enter**.

4.2.4. Область графических построений

Область графических построений является основной рабочей зоной программы nanoCAD BIM СКС, в которой выполняется создание и редактирование элементов чертежа (рис. 4.6). В данной области отображаются геометрические объекты, вспомогательные линии, элементы проектируемой модели и другие графические данные.

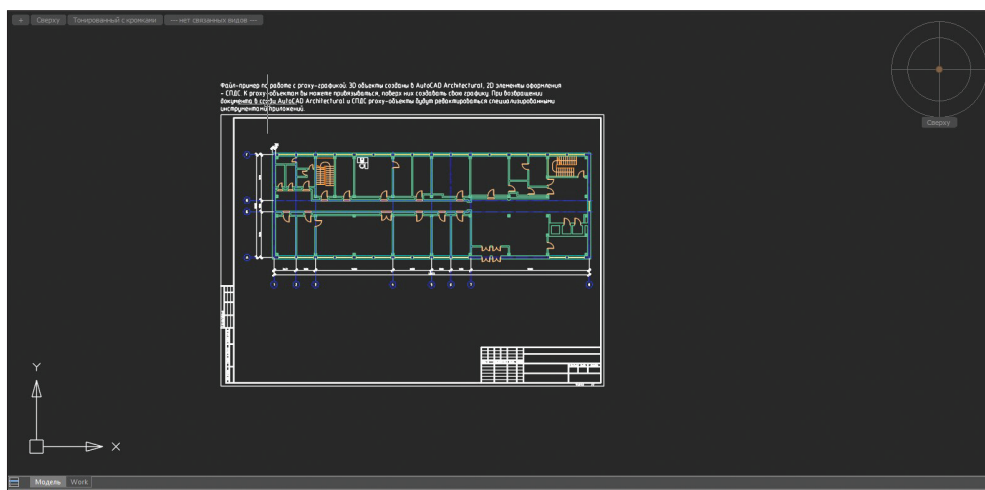


Рис. 4.6. Область графических построений

Графическая область представляет собой основное рабочее пространство, где пользователь выполняет операции построения, редактирования и размещения элементов чертежа. Размер рабочей области зависит от размеров окна программы и количества отображаемых панелей интерфейса.

В графической области могут одновременно отображаться несколько открытых документов. Переключение между ними осуществляется с помощью вкладок документов.

В рабочей области расположены элементы навигации и управления отображением модели:

- ◆ блок управления видами – расположен в верхней части графической области и содержит элементы выбора вида модели, проекции и визуального стиля отображения;
- ◆ локатор – показывает текущую ориентацию модели и позволяет быстро переключаться между ортогональными, промежуточными и изометрическими видами;
- ◆ знак пользовательской системы координат (ПСК) – отображает направление осей координат x , y и z . По умолчанию он располагается в левом нижнем углу рабочей области;
- ◆ курсор – основной инструмент указания и выбора объектов. В графической области курсор имеет форму перекрестья с прицелом;
- ◆ закладки листов – расположены в нижней части окна и используются для переключения между пространством модели и пространством листов документа.

Некоторые элементы графической области могут настраиваться пользователем в параметрах программы. В частности, можно изменить параметры отображения курсора, пользовательской системы координат, а также режимы визуализации модели.

Настройка параметров выполняется через диалоговое окно **Настройки программы**, которое открывается одним из следующих способов (рис. 4.7):

- ◆ через ленту инструментов – вкладка **Настройки**, группа **Адаптация**, команда **Настройки программы**;
- ◆ через главное меню: **Сервис** → **Настройки**;
- ◆ с помощью командной строки, введя команду **Настройка**.

После открытия окна настроек пользователь может перейти в раздел **Курсор**, где задаются параметры отображения курсора в графической области. Здесь можно изменить:

- ◆ размер перекрестья курсора;
- ◆ размер прицела;
- ◆ внешний вид указателя;
- ◆ режимы отображения курсора в рабочей области.

Кроме того, пользователь может управлять отображением знака пользовательской системы координат (ПСК). Для этого используется вкладка **Вид** на ленте инструментов, где в группе **Координаты** расположена команда **Знак ПСК** (рис. 4.8). С помощью данной команды можно включать или отключать отображение значка координатной системы в графической области.

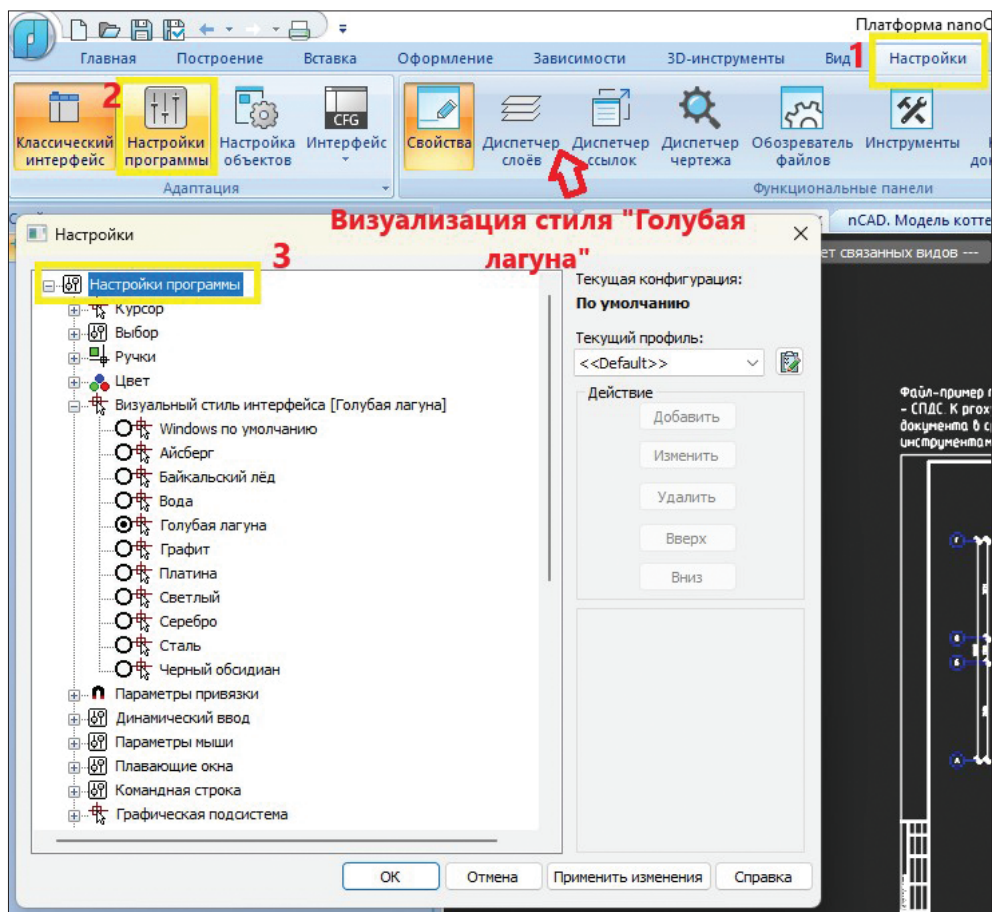


Рис. 4.7. Настройка параметров через диалоговое окно **Настройки программы**

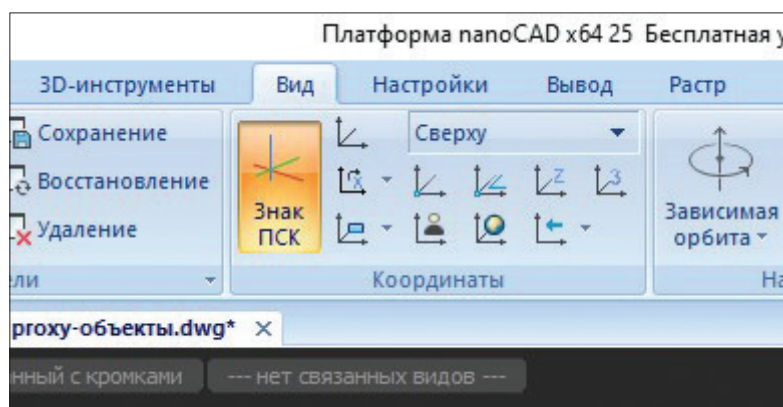


Рис. 4.8. Включение отображения знака ПСК

Знак ПСК отображает направление осей координат X, Y и Z и обычно располагается в левом нижнем углу рабочей области. Этот элемент интерфейса используется для ориентации пользователя в системе координат при построении и редактировании объектов.

Параметры отображения модели и графической сцены также могут изменяться с помощью элементов управления видами, расположенных в верхней части графической области. Они позволяют переключать визуальные стили отображения модели и выбирать различные режимы просмотра.

Управление отображением вкладок документов и листов осуществляется через меню **Вид** или на ленте инструментов на вкладке **Настройки**.

Порядок настройки основных элементов рабочего интерфейса, включая панель свойств, локатор, пользовательскую систему координат и строку состояния, дополнительно рассмотрен в видеоматериале «Видеоурок 2. Настройка рабочего интерфейса: свойства, локатор, ПСК и строка состояния» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

4.2.5. Блок управления видами. Локатор

Блок управления видами предназначен для управления режимами отображения чертежа. С его помощью пользователь может переключать тип отображения модели, изменять визуальные стили и управлять режимами просмотра рабочей области. Данный элемент интерфейса облегчает навигацию и позволяет быстро изменять параметры отображения графической сцены. Пример использования блока управления видами, включая выбор визуального стиля и ориентации вида модели, показан на рис. 4.9.

Локатор представляет собой элемент навигации, расположенный в правом верхнем углу графической области программы nanoCAD BIM СКС. Он предназначен для отображения текущей ориентации вида и облегчает навигацию в рабочем пространстве, особенно при работе с трехмерными моделями (рис. 4.10).

В интерфейсе программы локатор выполнен в виде круглого компаса. В центре локатора располагается точка, обозначающая текущую ориентацию наблюдения, а вокруг нее отображаются концентрические окружности, формирующие область управления видом. В нижней части локатора отображается название текущего вида, например **Сверху**, **Спереди**, **Слева** или изометрические виды.

Локатор позволяет пользователю быстро изменять ориентацию отображения модели, переключаться между стандартными ортогональными видами и устанавливать изометрические проекции. При наведении курсора элементы локатора становятся активными, что позволяет выбрать необходимый вид.

В режиме двумерного проектирования локатор в основном используется для индикации текущего вида, тогда как при работе с трехмерными моделями он служит инструментом управления ориентацией сцены.

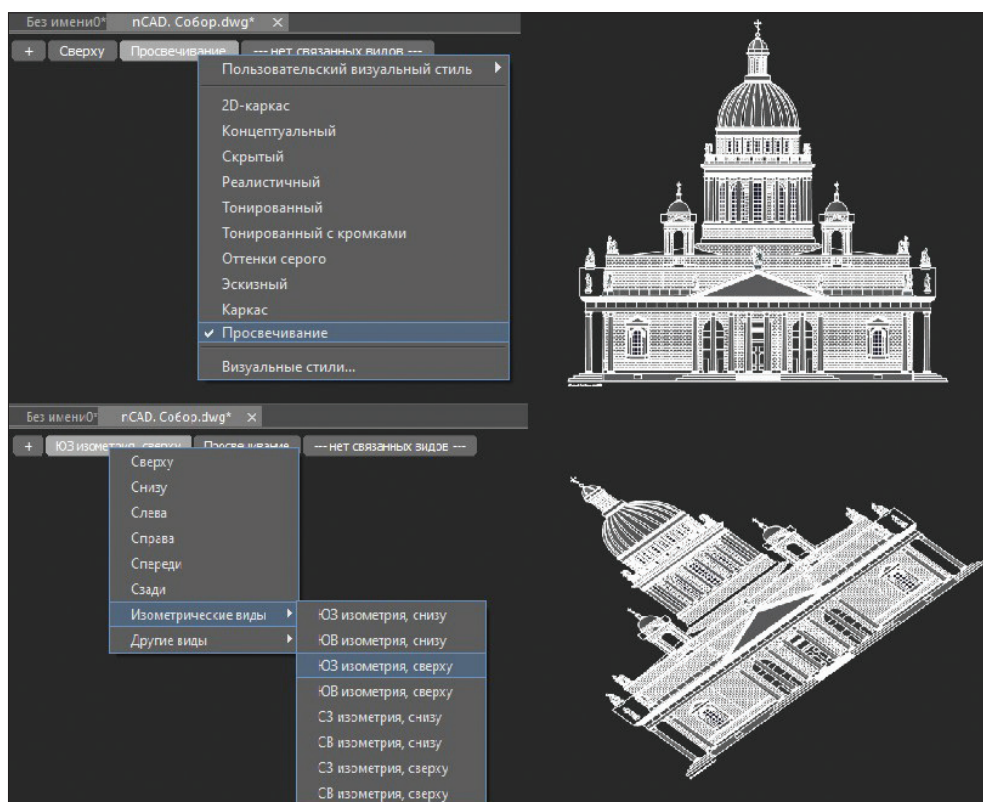


Рис. 4.9. Управление визуальными стилями и ориентацией вида в блоке управления видами nanoCAD BIM CKC

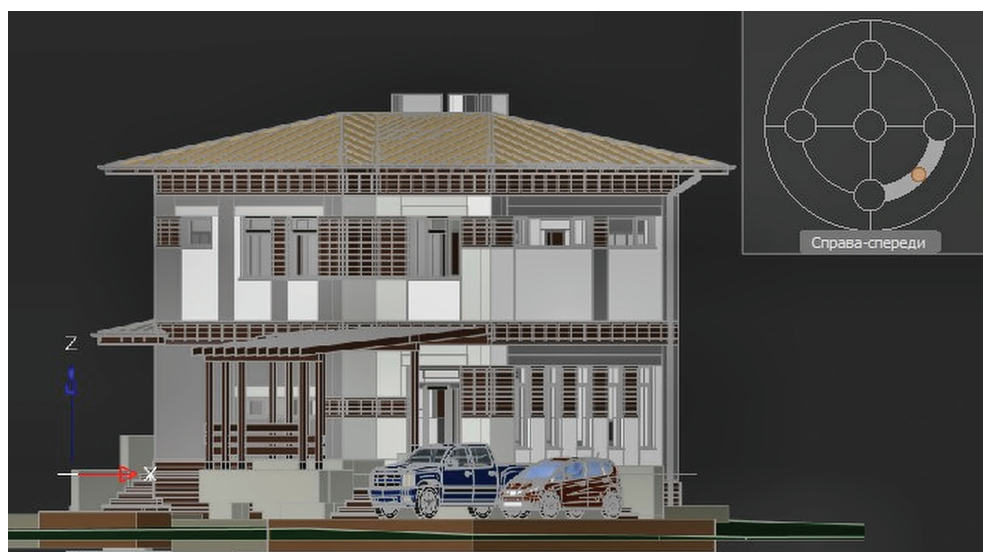


Рис. 4.10. Локатор навигации в графической области nanoCAD BIM CKC

4.2.6. Строка вкладок листов активного чертежа

Строка вкладок листов активного чертежа предназначена для переключения между пространством модели и пространством листов, используемых для оформления и печати чертежей. Вкладки располагаются в нижней части окна программы и содержат имена листов документа, а также вкладку **Модель**.

Переключение между пространством модели и листами осуществляется щелчком мыши по соответствующей вкладке. Пользователь может изменять порядок расположения вкладок, перетаскивая их вдоль строки, а также создавать новые листы и переименовывать существующие (рис. 4.11).

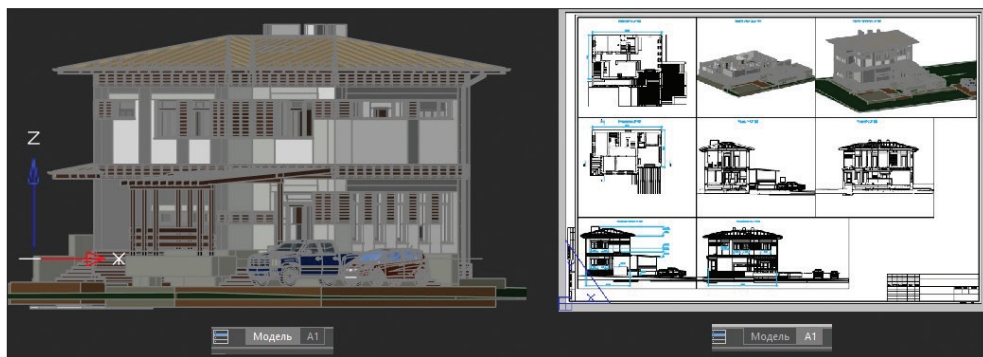


Рис. 4.11. Переключение строк вкладок листов активного чертежа

Отображение строки вкладок листов может быть включено или отключено средствами настройки интерфейса. Управление отображением выполняется через меню **Вид** или на ленте инструментов на вкладке **Настройки** в группе **Адаптация**.

Использование вкладок листов позволяет удобно организовать работу с различными листами одного документа, предназначенными для подготовки чертежей к печати и оформлению проектной документации.

4.2.7. Командная строка

Командная строка представляет собой элемент интерфейса программы nanoCAD BIM СКС, расположенный в нижней части окна под областью графических построений. Она предназначена для ввода команд с клавиатуры, отображения системных подсказок и сообщений о текущем состоянии выполняемых операций.

Командная строка обеспечивает взаимодействие пользователя с программой и позволяет выполнять многие операции быстрее, чем при использовании графических элементов интерфейса. В процессе работы система выводит в командной строке запросы для ввода параметров команд, варианты дальнейших действий и сообщения об ошибках.

Ввод команды осуществляется непосредственно с клавиатуры. При вводе первых символов команда может автоматически дополняться системой, предлага-

гая список возможных вариантов. Пользователь может выбрать необходимую команду и подтвердить ее выполнение нажатием клавиши **Enter**.

Командная строка поддерживает ввод различных типов данных, включая текстовые значения, числовые параметры и координаты точек. Координаты вводятся в формате значений по осям X, Y и Z, разделенных запятой. Это позволяет точно задавать положение объектов при построении и редактировании элементов чертежа.

Например, для построения линии можно использовать команду **LINE** (ЛИНИЯ). После ввода команды в командной строке система последовательно запрашивает координаты начальной и конечной точек линии.

На рисунке показан пример ввода команды **LINE**, при котором система автоматически выводит список команд, начинающихся с введенных символов, например **LINE**, **LINETYPE**, **LINEWEIGHT**, **PLINE**, **XLINE** и другие. Пользователь может выбрать необходимую команду из списка и подтвердить ее выполнение нажатием клавиши **Enter** (рис. 4.12).

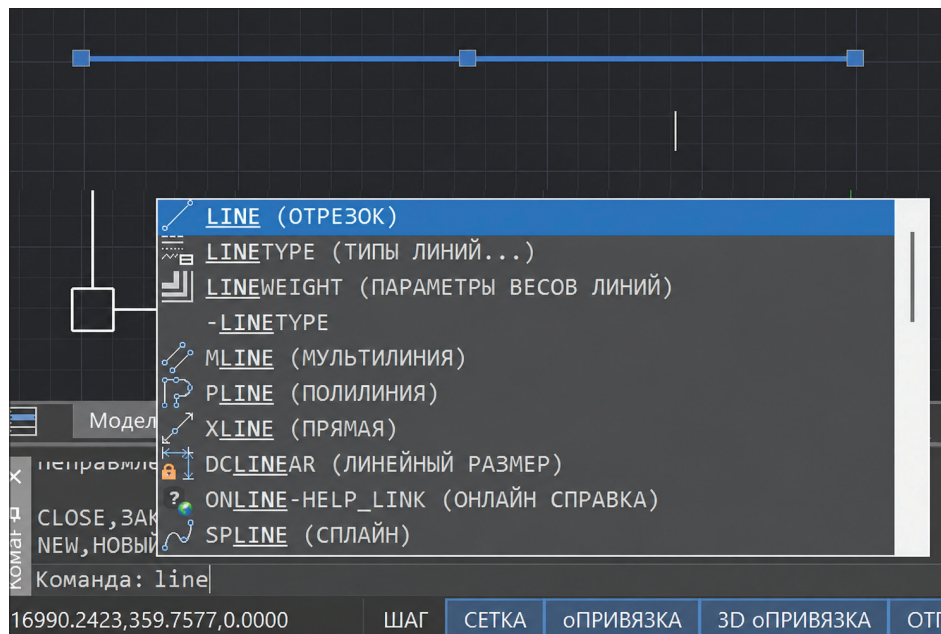


Рис. 4.12. Автодополнение команд в командной строке nanoCAD BIM SKS

История введенных команд сохраняется и может быть просмотрена пользователем, что позволяет повторно использовать ранее выполненные операции.

Таким образом, командная строка является важным инструментом управления системой nanoCAD BIM SKS, обеспечивающим быстрый доступ к командам программы и эффективное взаимодействие пользователя с системой автоматизированного проектирования.

4.2.8. Строка состояния

Строка состояния представляет собой элемент интерфейса программы nanoCAD BIM СКС, расположенный в нижней части окна. Она предназначена для отображения служебной информации о текущих параметрах работы системы и обеспечивает быстрый доступ к инструментам управления режимами черчения (рис. 4.13).

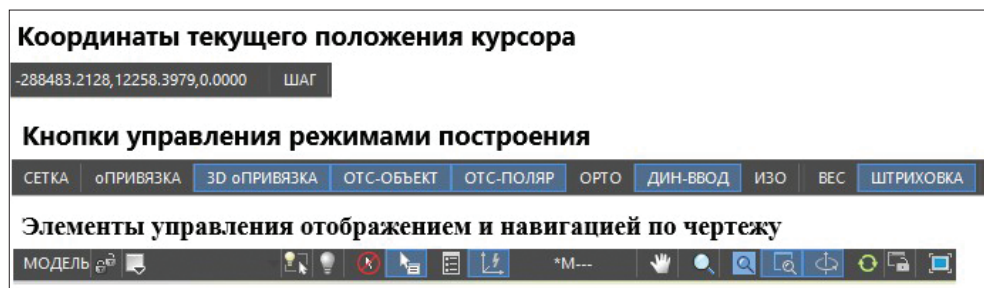


Рис. 4.13. Строка состояния

В левой части строки состояния отображаются координаты текущего положения курсора. Пользователь может наблюдать как абсолютные координаты точки в декартовой системе координат, так и относительное расстояние от предыдущей точки построения.

В центральной части строки состояния располагаются кнопки управления режимами построения. С их помощью можно быстро включать или отключать различные функции, например:

- ◆ отображение сетки;
- ◆ объектные привязки;
- ◆ отслеживание объектов;
- ◆ отображение толщины линий;
- ◆ другие вспомогательные режимы черчения.

Правая часть строки состояния содержит элементы управления отображением и навигацией по чертежу. Здесь располагаются команды масштабирования и перемещения, регенерации чертежа, а также кнопка перехода в полноэкранный режим.

Строка состояния может использоваться для переключения между пространством модели и пространством листов, а также для управления масштабом активного видового экрана.

Состав элементов строки состояния можно изменять в соответствии с потребностями пользователя. Для этого необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по строке состояния и открыть меню **Конфигурация строки состояния**. В появившемся списке отображаются доступные элементы интерфейса. Включение или отключение элементов осуществляется установкой или снятием соответствующих флажков (рис. 4.14–4.15).

Практический пример изменения состава строки состояния и настройки отображения служебных элементов интерфейса приведен в видеоматериале «Видеоурок 2. Настройка рабочего интерфейса: свойства, локатор, ПСК и строка состояния» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

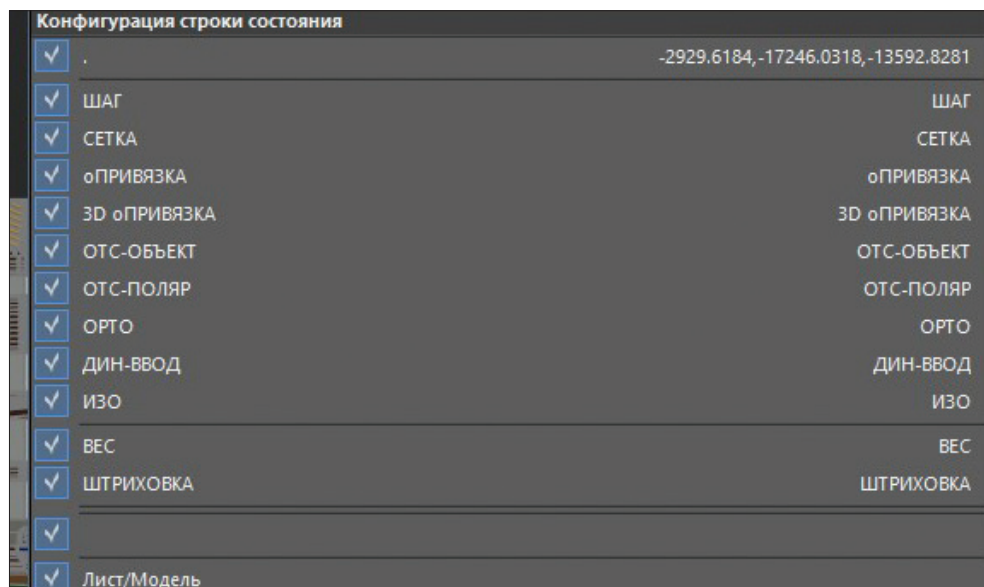


Рис. 4.14. Состав элементов строки состояния (меню **Конфигурация строки состояния**)

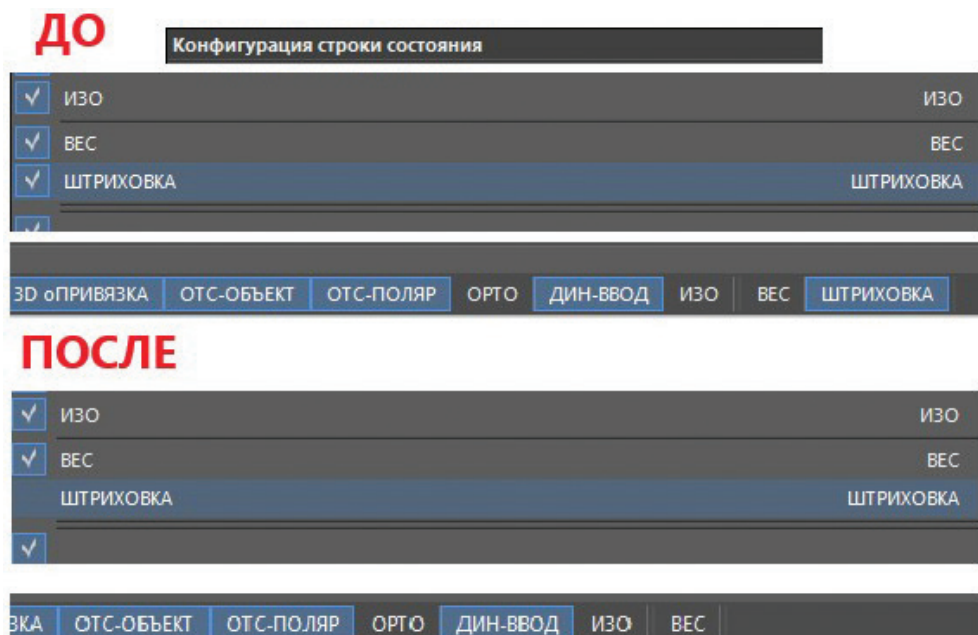


Рис. 4.15. Изменение состава элементов в меню **Конфигурация строки состояния**

Таким образом, строка состояния выполняет несколько важных функций: отображение координат курсора, управление режимами черчения, навигацию по чертежу и предоставление быстрого доступа к дополнительным инструментам интерфейса.

4.2.9. Кнопка переключения интерфейсов

Кнопка переключения интерфейсов предназначена для изменения режима отображения пользовательского интерфейса программы. С ее помощью можно переключаться между классическим интерфейсом и ленточным представлением. Использование данной функции позволяет адаптировать рабочее пространство под предпочтения пользователя и особенности выполняемых задач (рис. 4.16).

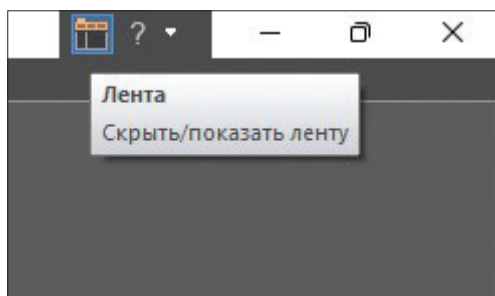


Рис. 4.16. Кнопка переключения интерфейсов

4.3. Основные инструменты nanoCAD BIM СКС, используемые при проектировании сетей

В системе nanoCAD BIM СКС предусмотрен широкий набор вкладок ленты инструментов, каждая из которых предназначена для выполнения определенных операций.

Общий порядок работы с панелью инструментов СКС и ее основными вкладками представлен в видеоматериале «Видеоурок 3. Работа с панелью инструментов в nanoCAD BIM СКС» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

При проектировании кабельных сетей используется ограниченный набор вкладок, обеспечивающих построение, редактирование и оформление чертежей, а также специализированные инструменты.

К основным вкладкам, применяемым при проектировании кабельных сетей, относятся:

- ◆ **Главная** – содержит базовые инструменты черчения, редактирования, управления слоями и свойствами объектов;
- ◆ **Построение** – включает расширенные средства создания геометрических элементов, используемых при построении трасс, контуров и вспомогательных объектов;

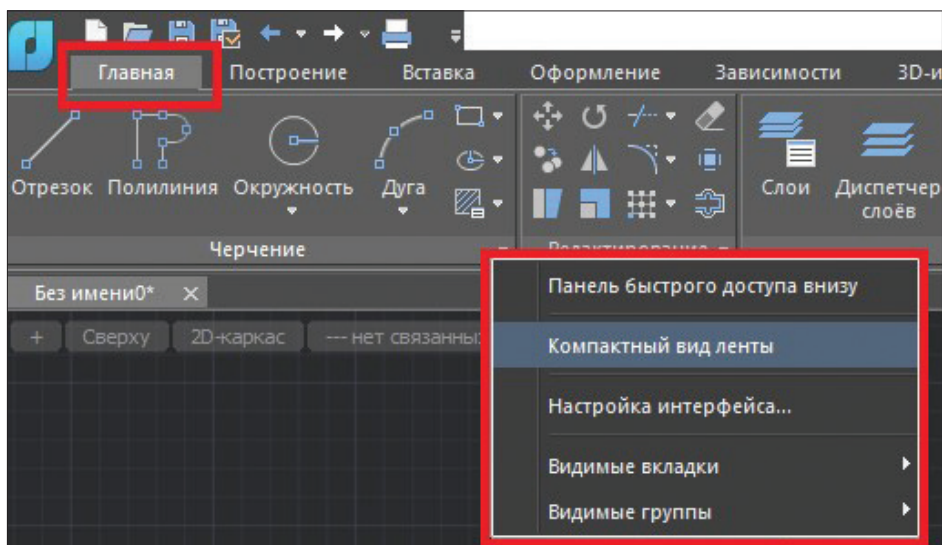


Рис. 4.18. Контекстное меню настройки ленты инструментов nanoCAD BIM СКС

Вкладки **Черчение** и **Редактирование** на панели **Главная** ленты инструментов nanoCAD BIM СКС предназначены для выполнения основных операций построения и изменения графических объектов. Первая вкладка обеспечивает создание геометрических элементов чертежа, тогда как вторая используется для их последующей обработки, трансформации и корректировки (рис. 4.19).

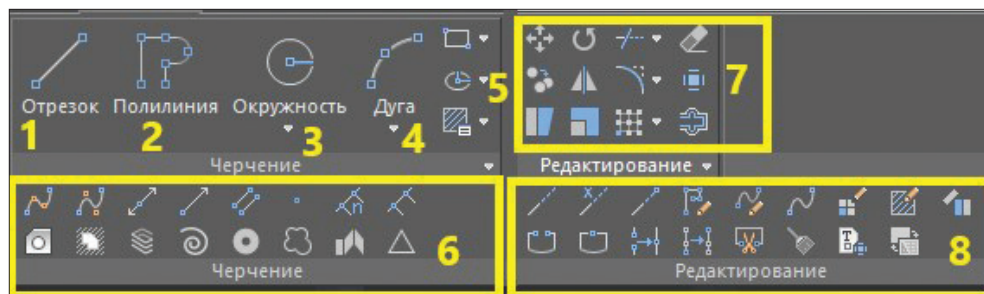


Рис. 4.19. Вкладки **Черчение** и **Редактирование** на панели **Главная** ленты инструментов nanoCAD BIM СКС

Основные инструменты группы **Черчение** включают следующие команды:

- ◆ **Отрезок** (1) – построение прямолинейного сегмента по заданным точкам;
- ◆ **Полилиния** (2) – создание составного объекта, состоящего из последовательно соединенных отрезков и дуг, рассматриваемого как единое целое;
- ◆ **Окружность** (3) – построение окружности различными способами (по центру и радиусу, диаметру, трем точкам и др.);
- ◆ **Дуга** (4) – построение дуги по заданным параметрам, таким как начальная точка, центр, радиус и угол;

- ◆ **Инструменты построения и редактирования геометрии** (5) – набор команд для выполнения базовых операций над создаваемыми объектами, включая вспомогательные действия при построении;
- ◆ **Дополнительные инструменты черчения** (6) – расширенный набор средств для построения сложных геометрических объектов, таких как прямоугольники, многоугольники, эллипсы, сплайны и другие элементы.

Основные инструменты группы **Редактирование** включают следующие команды:

- ◆ **Основные инструменты редактирования** (7) – группа команд преобразования объектов, включающая перемещение, копирование, поворот, масштабирование и зеркальное отображение. Данные инструменты используются для изменения положения, ориентации и размеров объектов без изменения их геометрической структуры;
- ◆ **Дополнительные инструменты редактирования** (8) – группа команд изменения геометрии объектов, включающая обрезку, удлинение, скругление, фаску, разбиение и редактирование вершин.

Группа **Слои** используется для управления слоями чертежа. В ней доступны команды создания и удаления слоев, изменения текущего слоя, включения и отключения отображения слоев, а также их блокировки. Управление слоями позволяет структурировать элементы чертежа и облегчает работу с проектной документацией (рис. 4.20).

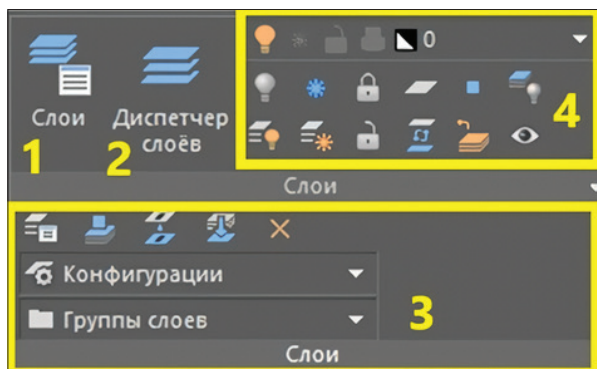


Рис. 4.20. Вкладка **Слои** на панели **Главная** ленты инструментов nanoCAD BIM SKS

Основные инструменты группы **Слои**:

- ◆ **Слои** (1) – инструмент управления слоями чертежа, предназначенный для создания, удаления и настройки слоев, а также изменения их свойств, таких как цвет, тип и вес линий;
- ◆ **Диспетчер слоев** (2) – специализированное окно для детального управления слоями, позволяющее выполнять настройку параметров слоев, управлять их видимостью, блокировкой, а также организовывать структуру слоев в проекте;
- ◆ **Дополнительные настройки слоев** (3) – панель, обеспечивающая доступ к расширенным параметрам, включая работу с конфигурациями и группами слоев, что позволяет структурировать и систематизировать элементы чертежа;

- ◆ **Свойства слоев (4)** – панель быстрого доступа к основным параметрам слоя, включающая управление цветом, типом линии, прозрачностью, блокировкой, видимостью и другими характеристиками активного слоя.

Группа **Свойства** предназначена для изменения параметров графических объектов. С ее помощью можно задавать цвет, тип и вес линии, прозрачность, а также открывать панель свойств для более детальной настройки объектов (рис. 4.21).

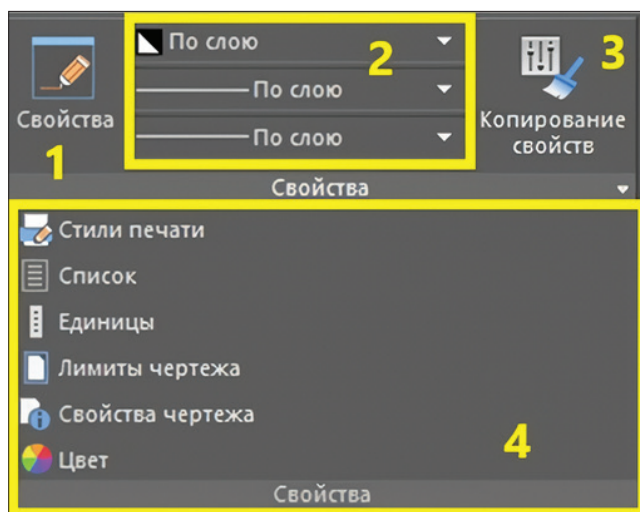


Рис. 4.21. Вкладка **Свойства** на панели **Главная** ленты инструментов nanoCAD BIM СКС

Основные инструменты группы **Свойства**:

- ◆ **Свойства (1)** – инструмент открытия панели свойств объектов, предназначенной для просмотра и изменения параметров выбранных элементов чертежа, таких как слой, цвет, тип и вес линий, прозрачность и другие характеристики;
- ◆ **Текущие свойства (2)** – панель установки параметров по умолчанию для создаваемых объектов, включающая выбор слоя, цвета, типа линии и других характеристик, применяемых при построении новых элементов;
- ◆ **Копирование свойств (3)** – инструмент, позволяющий переносить свойства одного объекта на другие, обеспечивая быстрое выравнивание параметров элементов чертежа;
- ◆ **Дополнительные параметры свойств (4)** – раскрывающееся меню, предоставляющее доступ к расширенным настройкам, включая управление стилями печати, единицами измерения, лимитами чертежа, свойствами документа и цветами.

Вкладки **Оформление** и **Буфер обмена** предназначены для выполнения операций оформления чертежа и работы с объектами. Группа **Оформление** содержит инструменты для добавления текстовой информации и размеров, а также включает команды работы с выносками и стилями оформления, что необходи-

мо при подготовке чертежа к представлению и печати. Группа **Буфер обмена** обеспечивает выполнение операций копирования, вырезания и вставки объектов, позволяя переносить элементы как внутри одного чертежа, так и между различными документами (рис. 4.22).

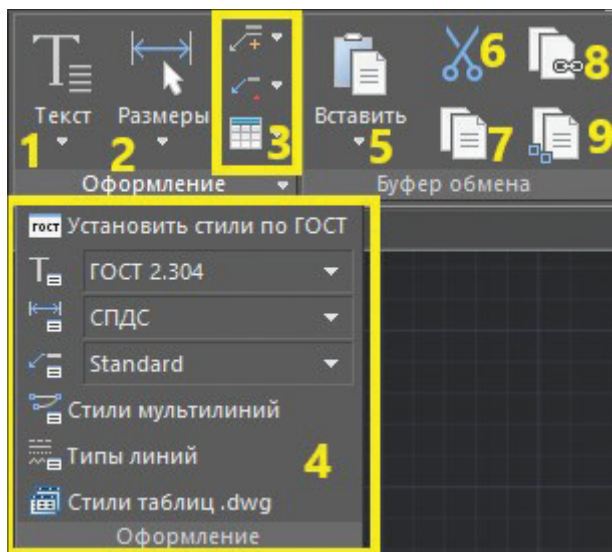


Рис. 4.22. Вкладки **Оформление** и **Буфер обмена** на панели **Главная** ленты инструментов nanoCAD BIM CKC

Основными командами группы **Оформление** являются следующие инструменты:

- ◆ **Текст** (1) – инструмент создания и редактирования текстовых объектов, используемых для оформления чертежа;
- ◆ **Размеры** (2) – предназначен для нанесения размерных линий и числовых значений, характеризующих геометрические параметры объектов;
- ◆ **Выноски и дополнительные элементы оформления** (3) – инструменты создания выносок, обозначений и других графических элементов, используемых для пояснения чертежа;
- ◆ **Стили оформления** (4) – раскрывающееся меню, обеспечивающее настройку параметров оформления, включая стили текста, размеров, типов линий, мультитлиний и таблиц в соответствии с установленными стандартами.

Основными командами группы **Буфер обмена** являются следующие инструменты:

- ◆ **Вставить** (5) – команда вставки объектов из буфера обмена в текущий чертеж;
- ◆ **Вырезать** (6) – удаление выбранных объектов с их сохранением в буфере обмена;
- ◆ **Копировать** (7) – создание копии выбранных объектов с помещением их в буфер обмена;

- ◆ Специальная вставка (8) – вставка объектов с дополнительными параметрами, включая выбор формата вставки;
- ◆ **Связь с внешними данными (9)** – инструмент вставки объектов с сохранением связи с исходным источником данных.

Дополнительно команды группы могут использоваться совместно с горячими клавишами (**Ctrl+C**, **Ctrl+X**, **Ctrl+V**).

Вкладки **Блок**, **Группы** и **Утилиты** предназначены для работы с составными элементами чертежа и выполнения вспомогательных операций анализа и управления объектами (рис. 4.23).

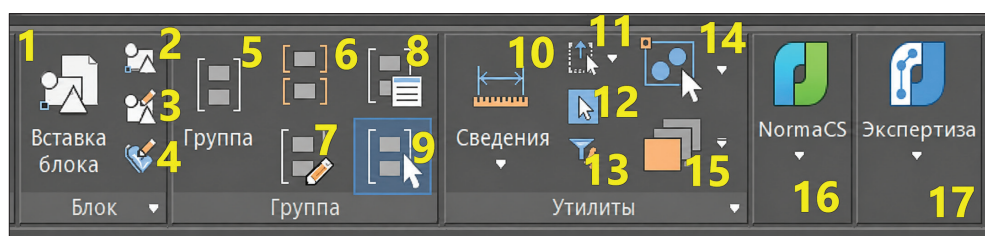


Рис. 4.23. Вкладки **Блок**, **Группы** и **Утилиты** на панели **Главная** ленты инструментов nanoCAD BIM СКС

Группа **Блок** используется для создания и применения блоков – объединенных наборов графических объектов, рассматриваемых как единое целое. С ее помощью пользователь может формировать повторяющиеся элементы чертежа, вставлять готовые блоки, а также редактировать их состав и параметры. К основным командам данной группы относятся:

- ◆ **Вставка блока (1)** – добавление ранее созданного блока в текущий чертеж с возможностью задания точки вставки, масштаба и угла поворота;
- ◆ **Создать блок (2)** – объединение выбранных объектов в единый блок с присвоением имени;
- ◆ **Редактирование блока (3)** – изменение состава и параметров уже существующего блока;
- ◆ **Редактор атрибутов блоков (4)** – изменение значений, параметров текста и свойств атрибутов выбранного вхождения блоков;
- ◆ **Дополнительные параметры работы с атрибутами блока** – выпадающее меню, позволяющее управлять режимами отображения атрибутов блоков. С его помощью пользователь может выбрать нормальный режим отображения, принудительно включить отображение атрибутов или отключить их отображение. Данный инструмент используется для настройки визуализации текстовой информации, связанной с блоками (рис. 4.24). В рамках работы с атрибутами доступны средства их создания, редактирования и синхронизации, позволяющие изменять свойства атрибутов, обновлять их во всех вхождениях блока и при необходимости преобразовывать атрибуты в текстовые объекты или редактировать их непосредственно в рабочей области чертежа.

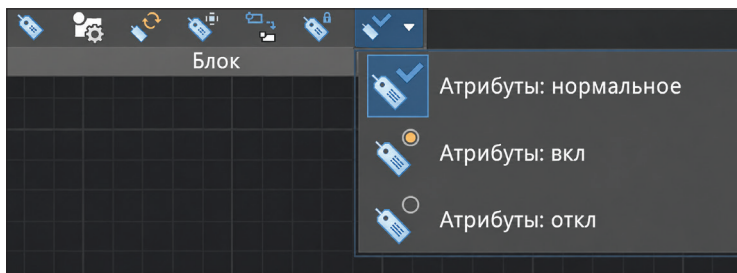


Рис. 4.24. Дополнительные параметры работы с атрибутами блока

Группа **Группа** предназначена для объединения отдельных объектов чертежа во временные логические наборы без создания блоков. Использование групп позволяет выполнять совместное выделение, перемещение и редактирование нескольких объектов как единого целого, при этом каждый элемент группы сохраняет свои индивидуальные свойства. В отличие от блоков, группы не формируют новый объект, а представляют собой способ организации элементов чертежа для удобства работы. Инструменты группы обеспечивают создание, редактирование состава, разбиение и выбор групп, а также доступ к дополнительным параметрам управления группировкой объектов.

- ◆ **Группировка объектов** (5) – объединение нескольких объектов в группу для их совместного выделения и редактирования;
- ◆ **Разгруппировка объектов** (6) – разъединение ранее созданной группы на отдельные элементы;
- ◆ **Редактирование группы** (7) – изменение состава группы путем добавления или удаления объектов;
- ◆ **Диалог создания групп** (8) – отображение диалогового окна. Группа объектов для управления группами;
- ◆ **Выбор группы** (9) – управление выбором объектов, входящих в группу.

Группа **Утилиты** содержит вспомогательные инструменты, предназначенные для получения информации об объектах и выполнения измерительных операций. В ее состав входят команды, позволяющие определять расстояния, площади, координаты точек, а также получать сведения о свойствах элементов чертежа. Кроме того, в данной группе могут располагаться инструменты анализа и дополнительные функции, обеспечивающие удобство работы с проектной документацией.

- ◆ **Расстояние между точками** (10) – инструмент, предназначенный для получения количественной и геометрической информации об объектах чертежа. Включает набор команд для анализа параметров элементов, таких как расстояние между точками, общая длина объектов, площадь и общая площадь замкнутых контуров. Также предоставляет возможность получения подробных сведений об объектах, включая их геометрические характеристики, положение в пространстве и принадлежность к слоям. Дополнительно доступен инструмент определения геометрии и массы, позволяющий вычислять физические параметры объектов при работе с трехмерными моделями;

- ◆ **Исключить из выбора** (11) – инструмент, предназначенный для корректировки текущего набора выбранных объектов путем удаления из него отдельных элементов. Позволяет уточнить выбор без необходимости отмены всей операции и повторного выделения объектов. В составе данной команды доступны дополнительные режимы работы, включая **Оставить в выборе** (сохранение только указанных объектов), **Инвертировать выбор** (замена выбранных объектов на невыбранные) и **Выбрать похожие объекты** (автоматическое выделение объектов с аналогичными свойствами);
- ◆ **Выбрать все** (12) – выбор всех объектов, кроме объектов на замороженных или заблокированных слоях;
- ◆ **Быстрый выбор** (13) – выбор вставленных в чертежах объектов по определенным условиям;
- ◆ **Рамка** (14) – инструмент выбора объектов, предназначенный для выделения элементов чертежа с помощью прямоугольной области. Пользователь задает область выделения указанием двух противоположных углов, после чего в выбор попадают объекты, полностью или частично находящиеся внутри заданной рамки. В зависимости от направления построения рамки различаются режимы выбора: при построении слева направо выделяются только объекты, полностью попадающие в область рамки, а при построении справа налево – все объекты, пересекающие границу рамки;
- ◆ **На передний план** (15) – инструмент управления порядком отображения объектов в чертеже, предназначенный для изменения их взаимного перекрытия. Позволяет перемещать выбранные объекты на передний план, обеспечивая их отображение поверх других элементов. Это особенно важно при работе с перекрывающимися объектами, такими как штриховки, тексты, размеры и графические элементы.

Отдельно нужно выделить: **NormaCS** (16) – модуль для работы с нормативной документацией и стандартами и **Экспертиза** (17) – инструменты проверки проектной документации и анализа соответствия установленным требованиям.

4.3.2. Инструменты панели

Построение ленты nanoCAD BIM СКС

Панель **Построение** предназначена для формирования геометрической основы чертежа и содержит расширенный набор инструментов, по сравнению с панелью **Главная**. Панель **Главная** включает универсальные средства для выполнения основных операций построения и редактирования, тогда как панель **Построение** ориентирована преимущественно на создание геометрических объектов и предоставляет расширенные возможности работы с ними (рис. 4.25).

При проектировании инженерных сетей данная панель используется для построения линий трасс, контуров и вспомогательных элементов, а также для оформления графической части проекта. Несмотря на частичное дублирование базовых команд, она обеспечивает более детализированную работу с геометрией и применяется при выполнении сложных операций.

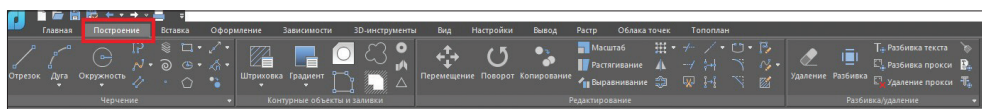


Рис. 4.25. Панель **Построение** ленты инструментов nanoCAD BIM CKK

Основные инструменты группы **Черчение** на вкладке **Построение** дублируют аналогичную группу вкладки **Главная** (рис. 4.26). Вместе с тем вкладка **Построение** содержит расширенные инструменты и дополнительные параметры, позволяющие выполнять более точные и гибкие построения.

Помимо базовых команд создания геометрических примитивов (отрезков, дуг, окружностей и полилиний), в данной группе доступны расширенные инструменты построения, такие как создание многоугольников, эллипсов, сплайнов и других сложных объектов. Эти инструменты используются при формировании трасс инженерных сетей, построении вспомогательных элементов и уточнении геометрии чертежа.

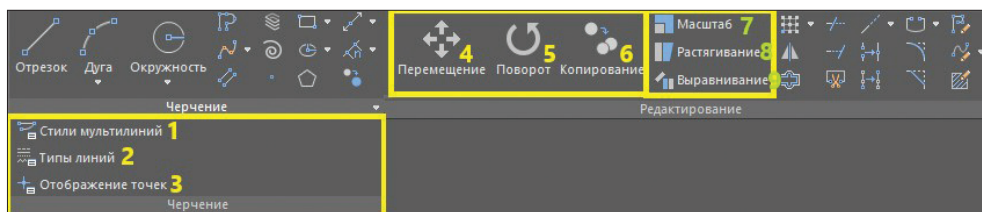


Рис. 4.26. Вкладки **Черчение** и **Редактирование** на панели **Построение** ленты инструментов nanoCAD BIM CKK

Дополнительные инструменты вкладки **Черчение**:

- ◆ **Стили мультилиний** (1) – инструмент настройки параметров мультилиний, позволяющий задавать структуру и внешний вид многолинейных объектов;
- ◆ **Типы линий** (2) – предназначен для выбора и настройки типов линий, используемых при построении элементов чертежа;
- ◆ **Отображение точек** (3) – позволяет настраивать внешний вид точек, используемых в качестве вспомогательных элементов при построении.

Группа **Редактирование** в целом соответствует аналогичной группе панели **Главная**, поэтому рассмотрим дополнительные инструменты, расширяющие возможности изменения геометрии объектов:

- ◆ **Перемещение** (4) – перенос объектов без изменения их формы;
- ◆ **Поворот** (5) – изменение ориентации объектов;
- ◆ **Копирование** (6) – создание копий объектов;
- ◆ **Масштаб** (7) – изменение размеров объектов;
- ◆ **Растягивание** (8) – изменение формы объектов;
- ◆ **Выравнивание** (9) – выравнивание объектов относительно заданных ориентиров.

Основные инструменты группы **Контурные объекты и заливки** вкладки **Построение** предназначены для создания контуров и их заполнения различными

ми типами заливок, что используется при оформлении чертежей и выделении областей (рис. 4.27).

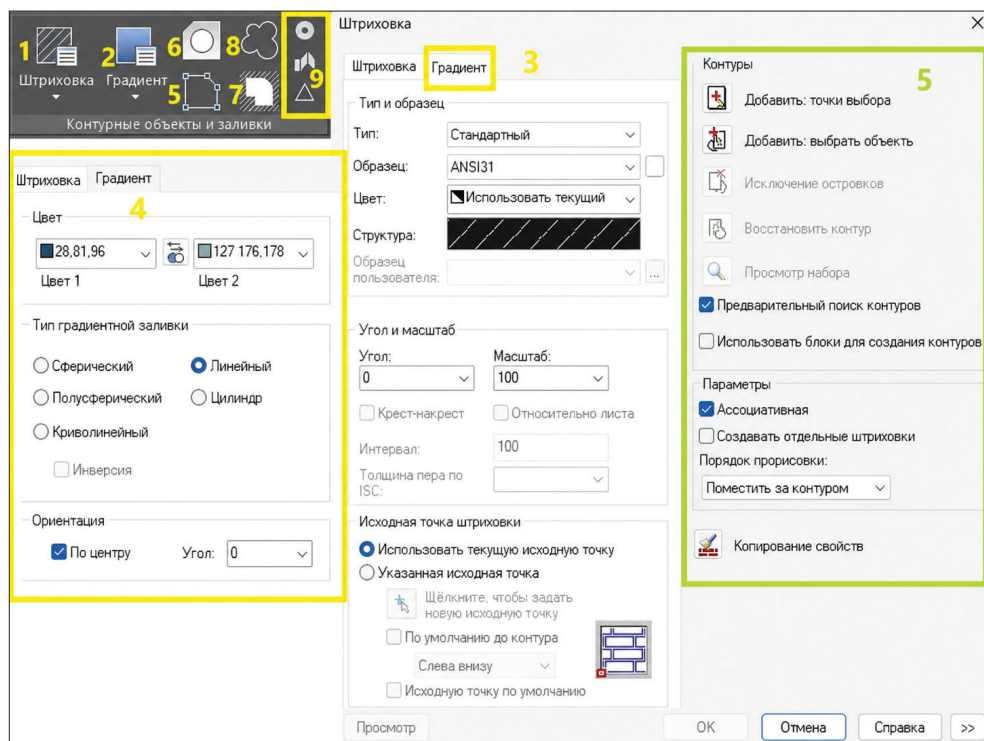


Рис. 4.27. Вкладка **Контурные объекты и заливки** на панели **Построение** ленты инструментов nanoCAD BIM СКК

Основные инструменты данной группы:

- ◆ **Штриховка** (1) – инструмент создания штриховой заливки замкнутых областей. Позволяет выбирать тип штриховки, ее цвет, масштаб и угол наклона, что обеспечивает визуальное выделение различных элементов чертежа в соответствии с нормативными требованиями;
- ◆ **Градиент** (2) – инструмент заливки области с плавным переходом цветов. Используется для более наглядного представления объектов и может применяться при визуализации элементов проекта;
- ◆ **Параметры штриховки и градиента** (3, 4) – диалоговое окно настройки, включающее выбор типа заливки, цвета, структуры, масштаба и угла наклона. Также доступны параметры ориентации и способа задания исходной точки заливки;
- ◆ **Контур** (5) – набор инструментов для определения границ заливки, включающий выбор объектов или указание точек внутри замкнутой области. Позволяет автоматически формировать контур для последующей штриховки или заливки;

- ◆ **Область** (6) – инструмент создания замкнутого объекта на основе существующего контура. Используется для формирования единой области, которая может применяться при выполнении операций анализа или последующего редактирования;
- ◆ **Маскировка** (7) – инструмент скрытия части чертежа с помощью специальной маски, позволяющий перекрывать лишние элементы и улучшать читаемость графической информации;
- ◆ **Облако** (8) – инструмент создания облаков (обводок), применяемых для выделения и обозначения изменений или важных участков чертежа;
- ◆ **Кольцо, Фигура, Форма** (9) – инструменты построения замкнутых геометрических объектов различной формы, используемых при оформлении чертежа и создании вспомогательных элементов.

Основные инструменты группы **Разбивка/Удаление** (рис. 4.28) предназначены для удаления, упрощения и преобразования объектов чертежа. Данная группа используется при очистке чертежа, устранении избыточных элементов и преобразовании сложных объектов в более простые примитивы.

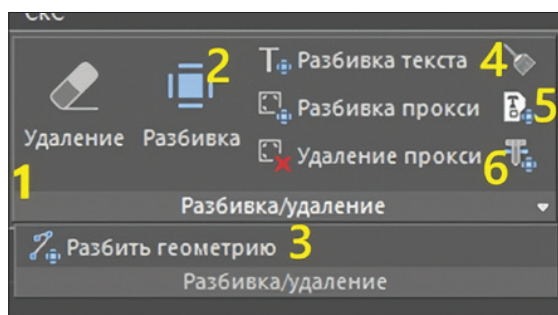


Рис. 4.28. Вкладка **Разбивка/Удаление** на панели **Построение** ленты инструментов nanoCAD BIM СКС

Основные инструменты данной группы:

- ◆ **Удаление** (1) – инструмент удаления выбранных объектов чертежа. Используется для удаления лишних или ошибочно созданных элементов;
- ◆ **Разбивка** (2) – команда разделения сложного объекта на отдельные составляющие элементы. Применяется для последующего редактирования отдельных частей объекта;
- ◆ **Разбить геометрию** (3) – инструмент разбиения составных объектов (полилиний, блоков, элементов оформления) на базовые геометрические примитивы;
- ◆ **Разбивка текста** (4) – преобразование текстовых объектов в набор отдельных графических элементов, что позволяет выполнять их дальнейшее редактирование как геометрии;
- ◆ **Разбивка прокси** (5) – преобразование прокси-объектов (созданных в других САПР или надстройках) в редактируемые примитивы nanoCAD BIM СКС;

- ◆ **Удаление прокси (6)** – удаление прокси-объектов из чертежа, что используется при очистке файла и устранении несовместимых элементов.

4.3.3. Инструменты панели Вставка ленты nanoCAD BIM СКК

Вкладка **Вставка** ленты nanoCAD BIM СКК предназначена для добавления в чертеж внешних объектов и составных элементов, а также для работы с блоками и их атрибутами. С ее помощью выполняется вставка типовых элементов, подключение подложек, импорт данных и управление параметрической информацией объектов. Данная вкладка играет важную роль при проектировании, так как позволяет использовать готовые элементы и ускоряет процесс создания чертежа.

При проектировании кабельных сетей используются только те инструменты вкладки **Вставка**, которые необходимы для работы с условными обозначениями, параметрами элементов и исходными графическими данными. К таким инструментам относятся средства работы с блоками, атрибутами и импортом подложек (рис. 4.29).

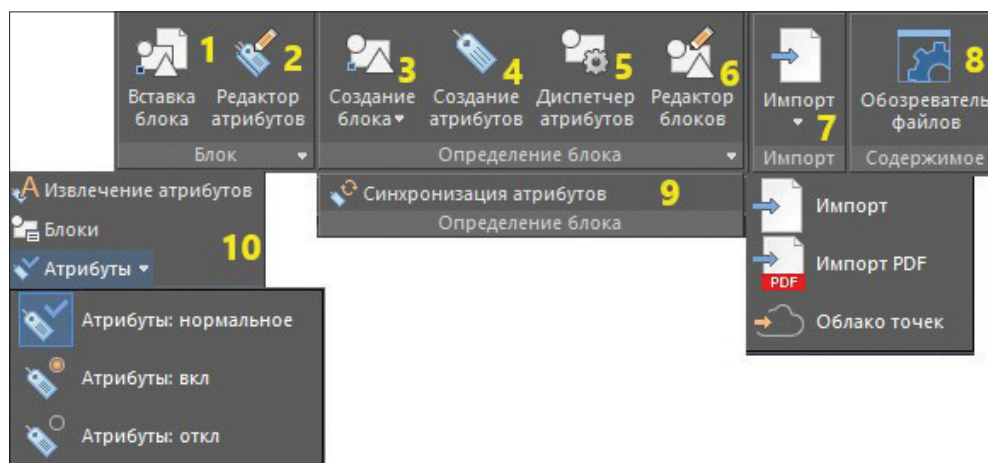


Рис. 4.29. Вкладки **Блок**, **Определение блока**, **Импорт**, **Содержимое** панели **Вставка** программы nanoCAD BIM СКК

Основные инструменты вкладки **Вставка**, которые могут быть использованы при проектировании кабельных сетей, включают следующие элементы:

- ◆ **Вставка блока (1)** – инструмент добавления ранее созданного блока в текущий чертеж с возможностью задания точки вставки, масштаба и угла поворота. Используется для размещения условных обозначений элементов сети;
- ◆ **Редактор атрибутов (2)** – предназначен для изменения значений и параметров атрибутов выбранного блока, таких как текстовые подписи и характеристики элементов;
- ◆ **Создание блока (3)** – объединение выбранных объектов в единый блок с присвоением имени для последующего многократного использования;

- ◆ **Создание атрибутов** (4) – инструмент создания атрибутов блока, позволяющий задавать текстовую и параметрическую информацию, связанную с элементами сети;
- ◆ **Диспетчер атрибутов** (5) – средство управления атрибутами блоков, позволяющее редактировать их свойства и структуру;
- ◆ **Редактор блоков** (6) – инструмент редактирования структуры блока, позволяющий изменять его состав и геометрию без необходимости повторного создания;
- ◆ **Импорт** (7) – команда вставки внешних данных в чертеж, включая импорт файлов различных форматов, например PDF, используемых в качестве подложек;
- ◆ **Обозреватель файлов** (8) – инструмент доступа к файловой системе, позволяющий быстро находить и подключать необходимые элементы и подложки;
- ◆ **Синхронизация атрибутов** (9) – инструмент обновления атрибутов всех вхождений блока в соответствии с изменениями, внесенными в его определение;
- ◆ **Дополнительные параметры работы с атрибутами** (10) – раскрывающееся меню управления отображением атрибутов, позволяющее включать, отключать или настраивать их видимость в чертеже.

4.3.4. Инструменты панели Оформление ленты nanoCAD BIM СКС

Панель **Оформление** ленты инструментов nanoCAD BIM СКС предназначена для добавления и настройки элементов графического оформления чертежа. С ее помощью выполняется нанесение текстовой информации, размеров, выносок, таблиц, а также оформление графических элементов в соответствии с требованиями нормативной документации (рис. 4.30).

Инструменты панели **Оформление** позволяют не только добавлять поясняющую информацию, но и структурировать чертеж, делая его удобным для анализа и дальнейшего использования.

При проектировании кабельных сетей вкладка **Оформление** используется для подписей элементов сети, указания размеров, оформления схем и добавления таблиц с параметрами оборудования и линий связи.

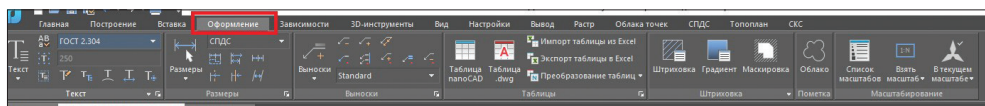


Рис. 4.30. Панель **Оформление** ленты nanoCAD BIM СКС

Вкладки **Текст** и **Размеры** используются для добавления поясняющей информации и графического оформления чертежа (рис. 4.31). Группа **Текст** предназначена для нанесения текстовых подписей, обозначений и пояснений элементов проекта, обеспечивая читаемость и информативность чертежа. Группа

Размеры используется для отображения геометрических параметров объектов и позволяет задавать размеры, необходимые для анализа и реализации проектных решений.

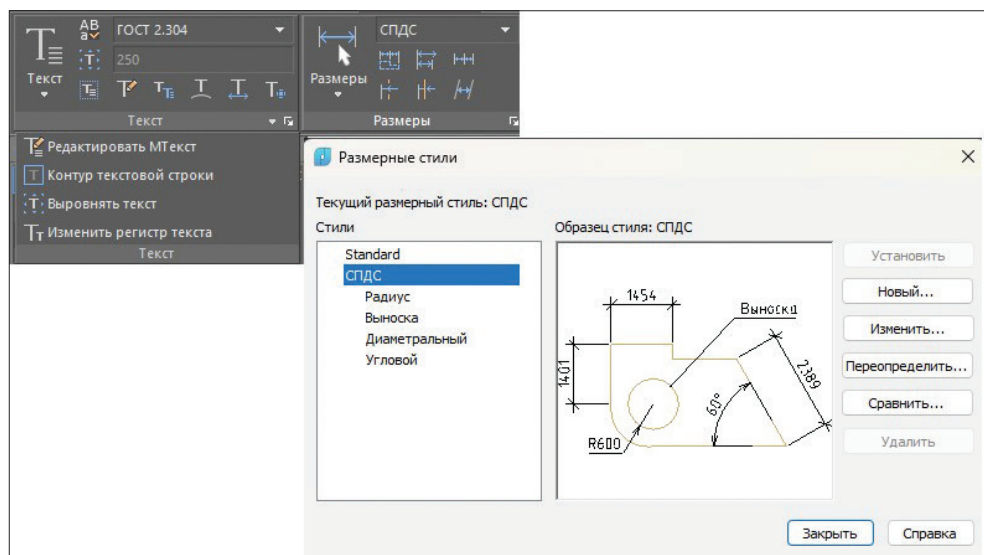


Рис. 4.31. Вкладки **Текст** и **Размеры** панели **Оформление** ленты nanoCAD BIM СКС

Группа **Текст** включает инструменты создания текстовых объектов (однострочного и многострочного текста), настройки стилей текста в соответствии с нормативными требованиями (например, ГОСТ 2.304), а также средства редактирования текста, выравнивания, изменения регистра и создания контура текстовой строки. Данные инструменты используются для подписей элементов сети, обозначения оборудования, указания параметров и пояснений на чертеже.

Группа **Размеры** содержит инструменты нанесения различных типов размеров (линейных, угловых, радиальных и других), а также средства настройки размерных стилей, включая использование стандартов СПДС. В состав группы входят инструменты управления размерными стилями, позволяющие создавать, изменять и применять параметры отображения размеров, а также дополнительные команды редактирования и выравнивания размерных элементов. Данные инструменты используются для указания расстояний между элементами, размеров трасс и обеспечения точности проектной документации.

Вкладки **Выноски** и **Таблицы** вкладки **Оформление** предназначены для добавления поясняющей информации и структурирования данных на чертеже (рис. 4.32).

Вкладка **Выноски** включает инструменты создания выносок различных типов, позволяющих добавлять поясняющие подписи, указывать элементы схемы и связывать текстовую информацию с объектами чертежа. В состав группы вхо-

дят инструменты создания стандартных выносок, а также средства настройки их внешнего вида в соответствии с применяемыми стилями. Данные инструменты широко используются при проектировании кабельных сетей для обозначения оборудования, подписей линий связи и указания характеристик элементов.

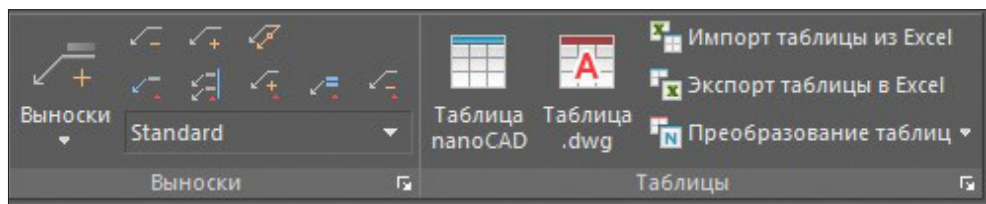


Рис. 4.32. Вкладки **Выноски** и **Таблицы** панели **Оформление**

Вкладка **Таблицы** предназначена для создания и редактирования табличных данных. Она включает инструменты формирования таблиц nanoCAD BIM SKS, вставки таблиц из файлов .dwg, а также средства импорта и экспорта данных в формат Excel. Кроме того, предусмотрены функции преобразования таблиц, обеспечивающие удобную работу с табличной информацией. Данные инструменты используются для оформления спецификаций, перечней кабелей, оборудования и других параметров сети.

Вкладки **Штриховка**, **Пометка** и **Масштабирование** панели **Оформление** предназначены для визуального оформления чертежа, выделения отдельных элементов и управления масштабом отображения (рис. 4.33).

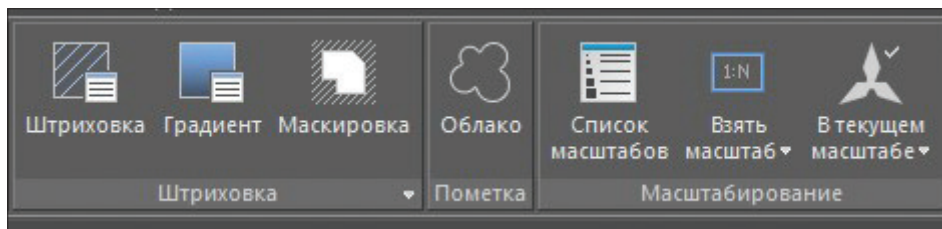


Рис. 4.33. Вкладки **Штриховка**, **Пометка** и **Масштабирование** панели **Оформление**

Данные инструменты дублируются в интерфейсе nanoCAD BIM SKS для повышения удобства работы и обеспечения быстрого доступа к ним в контексте оформления чертежа.

4.3.5. Инструменты панели СПДС ленты nanoCAD BIM SKS

Модуль **СПДС** представляет собой специализированное расширение платформы nanoCAD BIM SKS, предназначенное для оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями системы проектной документации для строительства (СПДС). Использование данного модуля обеспечивает автоматизацию оформления чертежей и приведение их к нормативным стандартам.

Панель **СПДС** включает ряд функциональных возможностей, необходимых при разработке проектной документации. К ним относятся инструменты автоматизированного оформления чертежей, позволяющие создавать схемы, экспликации, спецификации и наносить стандартные обозначения, такие как отметки уровней, уклоны и другие элементы (рис. 4.34).

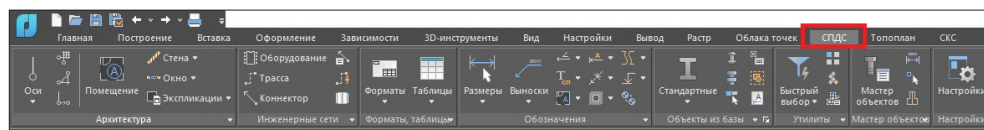


Рис. 4.34. Панель **СПДС** ленты nanoCAD BIM СКС

В состав модуля входит библиотека параметрических объектов, содержащая типовые элементы (профили, конструкции, крепления), соответствующие требованиям стандартов и ГОСТ. Использование таких объектов позволяет ускорить процесс проектирования и повысить точность выполнения чертежей.

Также модуль предоставляет инструменты для создания архитектурных элементов, таких как оси, стены, колонны, окна и другие объекты, которые автоматически формируются на основе заданных параметров.

Дополнительно предусмотрены средства формирования автоматических отчетов, позволяющие получать табличные данные по объектам чертежа, а также инструменты настройки оформления, обеспечивающие гибкое управление шрифтами, типами линий, толщинами и слоями.

Вкладка **Архитектура** панели **СПДС** предназначена для создания архитектурной основы чертежа, включающей план здания, помещения и конструктивные элементы. Данная вкладка используется для формирования базовой геометрии объекта, на основе которой выполняется дальнейшее проектирование инженерных систем, в том числе кабельных сетей.

Основные инструменты вкладки **Архитектура** представлены на рис. 4.35:

- ◆ **Оси** (1) – инструмент построения координационных осей здания. Позволяет создавать систему осей, которая служит основой для привязки всех элементов проекта и обеспечивает точность размещения оборудования и трасс;
- ◆ **Помещения** (2) – инструмент создания помещений с возможностью задания их границ и параметров. Используется для структурирования плана и последующего формирования экспликаций;
- ◆ **Стена** (3) – инструмент построения стен, включающий расширенное меню. Позволяет создавать линейные и полигональные стены, преобразовывать объекты в стены, добавлять модификаторы, а также выполнять операции разбиения, объединения и формирования углов. Данные функции обеспечивают гибкое моделирование архитектурной структуры;
- ◆ **Окно** (4) – раскрывающееся меню добавления архитектурных элементов, включающее инструменты вставки окон, дверей, колонн, лестниц и других объектов плана. Используется для формирования реалистичной структуры здания;

- ◆ **Экспликации (5)** – расширенный набор инструментов формирования документации, включающий экспликации помещений, ведомости отделки, спецификации проемов, колонн, материалов и оборудования. Позволяет автоматически получать табличные данные на основе элементов чертежа;
- ◆ **Дополнительные инструменты архитектуры (6)** – включают набор вспомогательных функций, доступных через раскрывающееся меню, и предназначены для расширенной работы с архитектурными элементами. В их состав входят команды извлечения осей из массива осей, добавления осей к существующему массиву, создания объектов, аналогичных выбранной оси, построения осесимметричных объектов, обновления пересечений, а также импорт планов в формате IFC. Данные инструменты используются для корректировки архитектурной структуры, упрощения работы с координационными осями и интеграции внешних BIM-данных в проект.

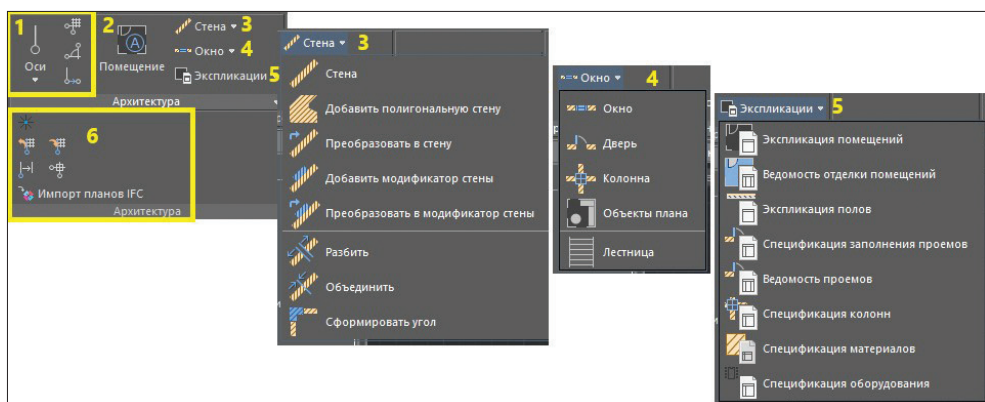


Рис. 4.35. Основные инструменты вкладки **Архитектура** панели **СПДС** ленты nanoCAD BIM CKC

Вкладки **Инженерные сети**, **Форматы, таблицы** и **Обозначения** предназначены для создания элементов инженерных систем, оформления проектной документации и нанесения условных обозначений (рис. 4.36).

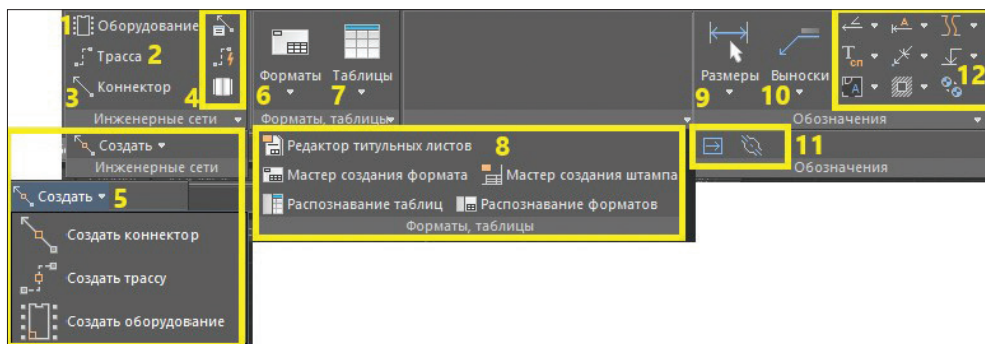


Рис. 4.36. Вкладки **Инженерные сети**, **Форматы, таблицы** и **Обозначения** панели **СПДС** ленты nanoCAD BIM CKC

Группа **Инженерные сети** используется для построения и размещения элементов инженерных коммуникаций, таких как трассы, оборудование и соединения, и имеет следующие основные инструменты:

- ◆ **Оборудование** (1) – инструмент размещения элементов оборудования на чертеже, используемых при проектировании инженерных систем;
- ◆ **Трасса** (2) – инструмент построения линий трасс инженерных сетей, позволяющий задавать направление прокладки коммуникаций;
- ◆ **Коннектор** (3) – используется для соединения элементов сети и формирования логических связей между объектами;
- ◆ **Дополнительные инструменты инженерных сетей** (4) – включают расширенные функции работы с элементами сети, доступные через раскрывающееся меню. В их состав входят команды создания таблицы соединений, разведения трасс, а также доступ к библиотеке шаблонов. Эти инструменты используются для автоматизации проектирования, упрощения прокладки трасс и применения типовых решений;
- ◆ **Создать** (5) – раскрывающееся меню, включающее команды создания элементов сети: оборудования, трасс и соединений.

Группа **Форматы, таблицы** предназначена для создания и редактирования форматов чертежей, а также работы с таблицами и штампами и имеет следующие основные инструменты:

- ◆ **Форматы** (6) – инструмент работы с форматами листов чертежа;
- ◆ **Таблицы** (7) – создание и редактирование таблиц, используемых для оформления проектной документации;
- ◆ **Дополнительные инструменты форматов и таблиц** (8) – включают редактор титульных листов, мастер создания формата и штампа, а также инструменты распознавания таблиц и форматов.

Группа **Обозначения** включает инструменты нанесения стандартных элементов оформления, таких как размеры, выноски и условные обозначения, обеспечивая соответствие чертежа требованиям СПДС, и имеет следующие основные инструменты:

- ◆ **Размеры** (9) – инструменты нанесения размерных элементов;
- ◆ **Выноски** (10) – инструменты добавления поясняющих подписей и указателей;
- ◆ **Дополнительные обозначения** (11) – вспомогательные инструменты работы с обозначениями;
- ◆ **Расширенные инструменты обозначений** (12) – включают набор стандартных условных обозначений, применяемых при оформлении чертежей.

Вкладки **Объекты из базы**, **Утилиты**, **Мастер объектов** и **Настройки** предназначены для работы с типовыми элементами, автоматизации проектирования и настройки параметров объектов (рис. 4.37).

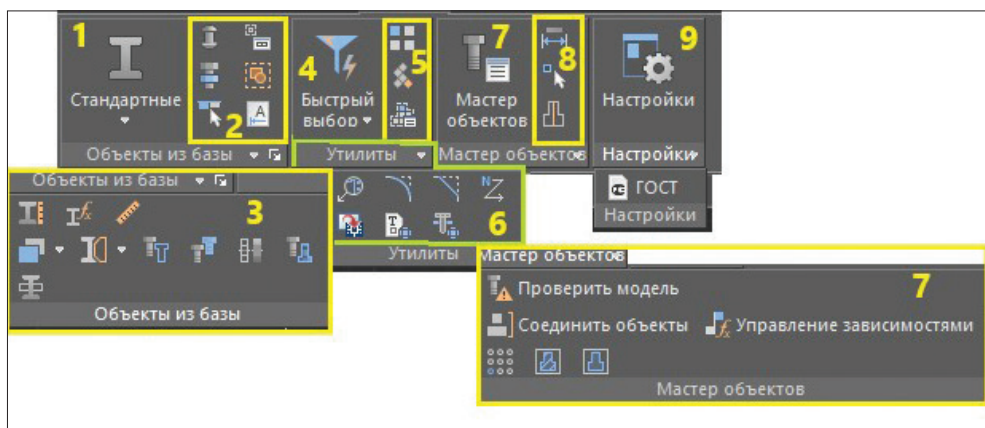


Рис. 4.37. Вкладки **Объекты из базы**, **Утилиты**, **Мастер объектов** и **Настройки** панели СПДС ленты nanoCAD BIM CKC

Группа **Объекты из базы** используется для вставки стандартных и параметрических элементов из встроенных библиотек, что значительно сокращает время разработки проекта. Данная группа включает в себя следующие инструменты:

- ◆ **Стандартные объекты** (1) – инструмент вставки типовых элементов из библиотеки СПДС, включая условные обозначения, конструктивные элементы и объекты оформления, соответствующие нормативным требованиям;
- ◆ **Параметры объектов** (2) – набор инструментов работы с объектами, включающий команды создания и редактирования элементов, такие как **Создать маркер**, **Заклепочное соединение**, **Болтовое соединение**, **Группировать объекты**, **Управление вкладками**, **Мастер шаблонов**, а также инструменты формирования массивов (**Создание массива**, **Массив по области**, **Раскладка плитки**). Данные команды позволяют управлять структурой объектов, создавать повторяющиеся элементы и применять типовые решения при проектировании;
- ◆ **Библиотека объектов** (3) – раскрывающееся меню, содержащее расширенный набор стандартных и пользовательских элементов, сгруппированных по категориям, что обеспечивает быстрый выбор и вставку необходимых объектов.

Группа **Утилиты** включает вспомогательные инструменты, предназначенные для автоматизации операций, работы с объектами и повышения удобства проектирования. Данная группа включает в себя следующие инструменты:

- ◆ **Быстрый выбор** (4) – инструмент фильтрации объектов по заданным параметрам (тип, слой, свойства), позволяющий быстро находить необходимые элементы на чертеже;
- ◆ **Дополнительные инструменты утилит** (5–6) – включают набор команд, доступных через раскрывающееся меню, таких как **Создание массива**, **Массив по области**, **Раскладка плитки**, а также другие инструменты работы с объектами. Данные команды используются для автоматизации размещения элементов, создания повторяющихся структур и упрощения редактирования чертежа.

Группа **Мастер объектов** обеспечивает создание, редактирование и анализ параметрических объектов, позволяя формировать сложные конструкции и выполнять проверку модели. Данная группа включает в себя следующие инструменты:

- ◆ **Мастер объектов (7)** – основной инструмент создания и редактирования параметрических объектов;
- ◆ **Дополнительные инструменты мастера объектов (8)** – включают команды **Точка вставки**, **Соединить параметры**, **Ось симметрии**, для настройки параметров объектов, управления их геометрическими свойствами и обеспечения корректного позиционирования при построении.

Группа **Настройки** предназначена для управления параметрами инструментов СПДС и настройки поведения объектов в соответствии с требованиями проекта. Данная группа включает в себя следующие инструменты (рис. 38):

- ◆ **Настройки** – доступ к основным параметрам и конфигурации инструментов СПДС.

Окно настроек СПДС отображает основные параметры системы (рис. 4.38). В левой части окна расположен список разделов настроек, включающий общие настройки, типы линий, параметры редактирования, оформления, сообщения, горячие клавиши и доступ к базам данных. В верхней части окна находятся вкладки, позволяющие переключаться между различными категориями настроек, такими как стандартные элементы, символы, формы и 3D. Правая часть окна предназначена для отображения и редактирования выбранных параметров, а также содержит пояснения к настройкам. В нижней части окна расположены элементы управления, предназначенные для сохранения внесенных изменений или их отмены.

4.3.6. Инструменты панели СКС ленты nanoCAD BIM СКС

Вкладка **СКС** ленты инструментов nanoCAD BIM СКС предназначена для проектирования структурированных кабельных систем и включает специализированные инструменты для создания, редактирования и анализа элементов кабельной инфраструктуры.

Практическое применение инструментов панели **СКС**, включая работу с оборудованием, соединениями, трассами, высотами, проверками и свойствами объектов, рассмотрено в видеоматериале «Видеоурок 4. Работа с инструментами СКС: оборудование, трассы, проверки и свойства» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

Данная панель ориентирована на выполнение задач, связанных с построением кабельных трасс, размещением оборудования, формированием соединений и получением параметрической информации о сети (рис. 4.39).

Использование панели **СКС** позволяет автоматизировать процесс проектирования кабельных систем, обеспечивая создание логически связанных элементов сети, контроль их параметров и формирование проектной документации. В отличие от универсальных вкладок, таких как **Главная** и **Построение**, панель **СКС** содержит специализированные инструменты, адаптированные непосредственно под задачи проектирования сетей.

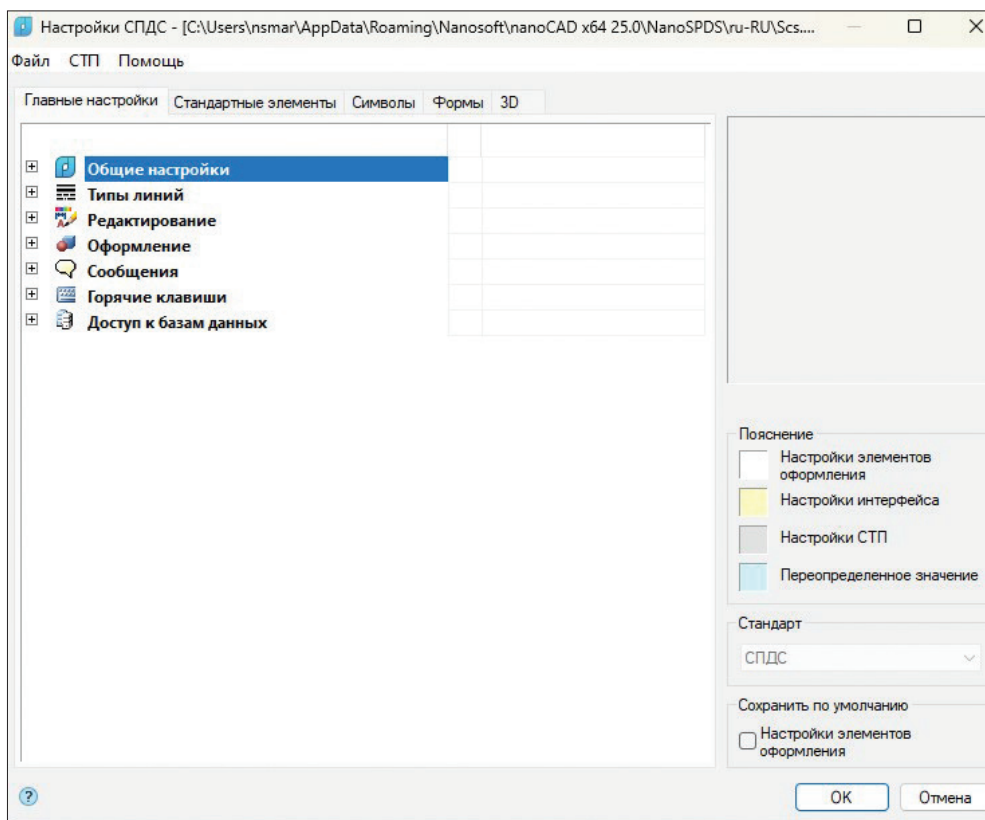


Рис. 4.38. Окно настроек СПДС в nanoCAD BIM CKK

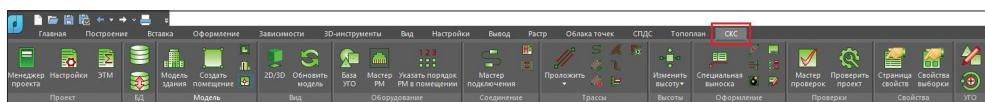


Рис. 4.39. Панель СКК ленты nanoCAD BIM CKK

Панель включает группы инструментов, предназначенные для работы с проектом, моделирования элементов сети, построения трасс, соединения оборудования, оформления чертежей и проверки проектных решений.

Вкладки **Проект**, **БД**, **Модель** и **Вид** предназначены для управления проектом, работы с базами данных оборудования, построения модели кабельной сети и настройки ее отображения (рис. 4.40).

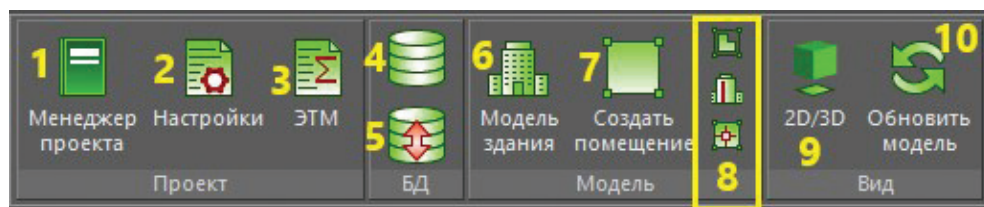


Рис. 4.40. Вкладки **Проект**, **БД**, **Модель** и **Вид** панели **СКК** ленты nanoCAD BIM СКК

Группа **Проект** используется для управления параметрами проекта и его настройками и содержит следующие инструменты:

- ◆ **Менеджер проекта** (1) – инструмент управления структурой проекта, позволяющий работать с его составом и параметрами;
- ◆ **Настройки** (2) – настройка параметров проекта и конфигурации среды проектирования;
- ◆ **ЭТМ** (3) – инструмент работы с электротехнической моделью проекта.

Группа **БД** предназначена для работы с базами данных оборудования и обмена данными и содержит следующие инструменты:

- ◆ **База данных оборудования** (4) – инструмент доступа к базе оборудования, содержащей элементы, используемые при проектировании кабельных систем;
- ◆ **Импорт и экспорт оборудования** (5) – инструмент, позволяющий производить импорт элементов из баз данных отдельных производителей в базу данных проекта, а также в обратном направлении.

Группа **Модель** включает инструменты создания и редактирования элементов сети и содержит следующие инструменты:

- ◆ **Модель здания** (6) – инструмент создания или загрузки модели объекта, используемой как основа для проектирования сети;
- ◆ **Создать помещение** (7) – позволяет формировать помещения в модели для привязки элементов сети;
- ◆ **Дополнительные инструменты модели** (8) – включают команды **Создать этаж**, **Автоматически определить помещение**, **Мастер межэтажных соединений**, предназначенные для структурирования модели здания, автоматизации создания помещений и организации связей между этажами.

Группа **Вид** обеспечивает управление отображением модели и вспомогательными инструментами анализа и содержит следующие инструменты:

- ◆ **2D/3D** (9) – переключение между режимами отображения модели;
- ◆ **Обновить модель** (10) – обновление отображения и данных модели.

Вкладки **Оборудование**, **Соединение**, **Трассы** и **Высоты** предназначены для размещения элементов кабельной системы, формирования соединений, прокладки трасс и управления их пространственным расположением (рис. 4.41).

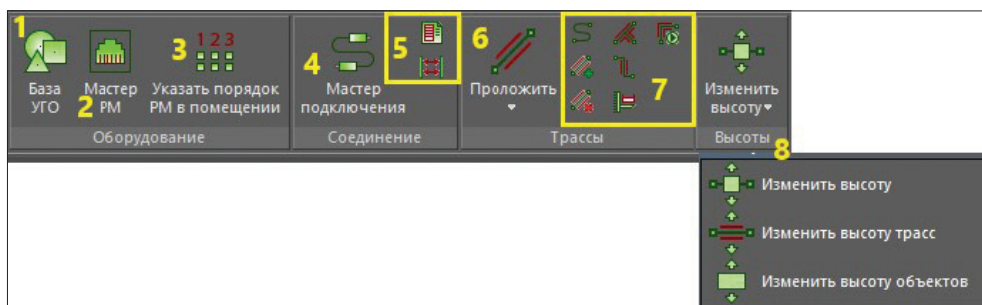


Рис. 4.41. Вкладки **Оборудование**, **Соединение**, **Трассы** и **Высоты** панели **СКС** ленты nanoCAD BIM CKK

Группа **Оборудование** используется для работы с элементами сети и их параметрами и содержит следующие инструменты:

- ◆ **База УГО** (1) – инструмент доступа к библиотеке условных графических обозначений, используемых при проектировании;
- ◆ **Мастер РМ** (2) – инструмент работы с размещением элементов (рабочих мест) в помещении;
- ◆ **Указать порядок РМ в помещении** (3) – позволяет задать порядок нумерации и размещения рабочих мест.

Группа **Соединение** предназначена для формирования логических и физических связей между элементами и содержит следующие инструменты:

- ◆ **Мастер подключения** (4) – инструмент создания соединений между элементами кабельной системы;
- ◆ **Дополнительные инструменты соединения** (5) – включают команды **Схема шкафа** и **Автоматическая сортировка соединений**, предназначенные для структурирования соединений и автоматизации их организации.

Группа **Трассы** обеспечивает построение и редактирование кабельных трасс и содержит следующие инструменты:

- ◆ **Проложить** (6) – основной инструмент построения кабельнесущих систем;
- ◆ **Дополнительные инструменты трасс** (7) – включают команды **Прокладка трасс**, **Проложить канал в существующих трассах**, **Удалить канал из трасс**, **Установка соединительных элементов**, **Установить перепад высот**, **Менеджер сечений**, **Подбор соединительных элементов** и предназначены для расширенного управления кабельными трассами. С их помощью выполняется прокладка и редактирование трасс, добавление и удаление каналов, установка соединительных элементов, настройка перепадов высот, а также выбор и управление параметрами сечений. Данные инструменты обеспечивают гибкое моделирование структуры кабельнесущей системы и автоматизацию процессов проектирования.

Группа **Высоты** позволяет управлять вертикальным расположением элементов и содержит следующие инструменты:

- ◆ **Изменить высоту** (8) – инструмент изменения высотных отметок элементов;
- ◆ **Изменить высоту трасс** – изменение высоты прокладки трасс;

- ◆ **Изменить высоту объектов** – изменение высоты размещения оборудования и других элементов.

Вкладки **Оформление**, **Проверки**, **Свойства** и **УГО** предназначены для оформления проектной документации, проверки корректности проекта, управления свойствами элементов и работы с условными графическими обозначениями (рис. 4.42).

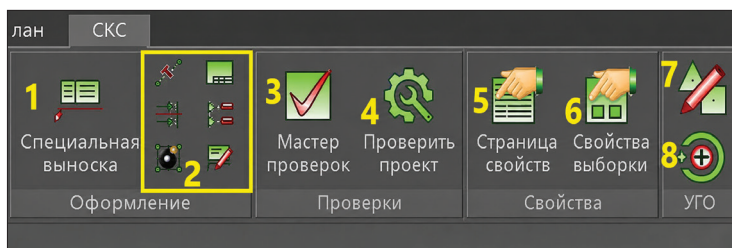


Рис. 4.42. Вкладки **Оформление**, **Проверки**, **Свойства** и **УГО** панели **СКС** ленты nanoCAD BIM СКС

Группа **Оформление** используется для добавления поясняющих элементов и оформления чертежа и содержит следующие инструменты:

- ◆ **Специальная выноска** (1) – инструмент создания выносок для обозначения элементов кабельной системы;
- ◆ **Дополнительные инструменты оформления** (2) – включают команды **Добавить текстовый документ**, **Установить выноску сечения**, **Взорвать план**, **Установить рамку чертежа**, **Автоматическая установка выносок РМ**, **Конфигурация выносок** и предназначены для расширенного оформления проектной документации и автоматизации нанесения поясняющих элементов на чертеже. С их помощью выполняется добавление текстовой информации и комментариев, формирование выносок сечений, преобразование комплексных объектов в отдельные элементы для последующего редактирования, оформление чертежа в соответствии с требованиями стандартов, а также автоматическое размещение и настройка выносок рабочих мест.

Группа **Проверки** предназначена для анализа и контроля проектных решений и содержит следующие инструменты:

- ◆ **Мастер проверок** (3) – инструмент подготовки и выполнения проверок проекта;
- ◆ **Проверить проект** (4) – инструмент анализа структуры данных проекта, позволяющий выявлять ошибки и несоответствия.

Группа **Свойства** позволяет управлять параметрами элементов и содержит следующие инструменты:

- ◆ **Страница свойств** (5) – отображение и редактирование свойств выбранных объектов;
- ◆ **Свойства выборки** (6) – позволяет анализировать и изменять параметры группы выбранных элементов.

Группа **УГО** используется для настройки условных графических обозначений и содержит следующие инструменты:

- ◆ **Свойства УГО (7)** – инструмент настройки параметров условных графических обозначений;
- ◆ **Установить точку присоединения (8)** – позволяет задавать точку подключения элементов, обеспечивая корректное соединение объектов в модели.

ГЛАВА 5

Проектирование кабельной системы в nanoCAD BIM СКС 25.1

5.1. Отрисовка плана здания

Для изготовления подложки поэтажного плана здания могут быть использованы любые CAD-системы, предназначенные для изготовления строительных чертежей. В данном учебном пособии используется CAD-система ООО «Нанософт разработка» nanoCAD BIM СКС версии 25.1. Изложение материала в этой главе сопровождается циклом обучающих видеоматериалов, в которых последовательно рассматриваются основные этапы проектирования структурированной кабельной системы в nanoCAD BIM СКС 25.1: создание архитектурной основы проекта, настройка проекта и базы данных оборудования, формирование рабочих мест, размещение телекоммуникационных шкафов, подключение оборудования, коммутация портов и построение кабеленесущей системы.

Указанная система проектирования может использовать любые графические документы, содержащие строительные поэтажные чертежи. Одновременно данная CAD-система в своем составе имеет модуль отрисовки строительных планов и чертежей. Он подключается при запуске nanoCAD BIM СКС для СПДС. После загрузки открывается рабочая область для проектирования СКС (рис. 5.1). Инструменты из меню СПДС позволяют создать поэтажный план объекта.

Начать отрисовку плана рекомендуется с создания массива осей, т. к. в большинстве случаев строительные конструкции располагаются в привязке к осям.

Практический порядок создания основы проекта, включая построение массива осей, отрисовку стен, перегородок и размещение окон, представлен в видеоматериале «Видеоурок 5. Создание основы проекта в nanoCAD BIM СКС: массив осей, стены, перегородки и окна» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

Команда построения ортогональных осей  располагается в группе **Архитектура**. Диалоговое окно данной команды представлено на рис. 5.2. В примере шаг осей по вертикали (буквенные оси) и горизонтали (цифровые оси) составляет 3000 мм. Вставка осуществляется в выбранную указателем точку.

Количество буквенных осей равно 5, цифровых 20. Далее вдоль осей будет проводиться отрисовка ограждающих конструкций (стен, окон, дверей и т. д.).

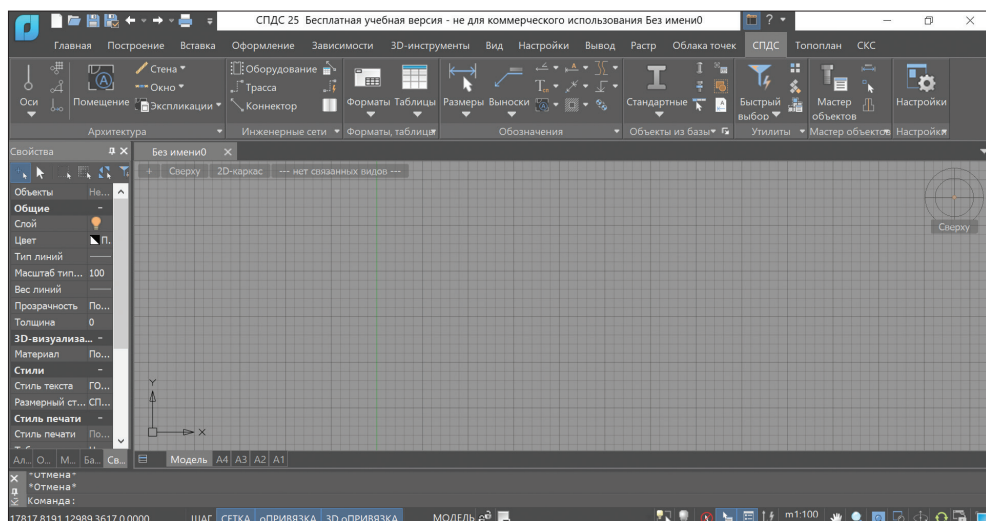


Рис. 5.1. Рабочая область nanoCAD BIM CMC для СПДС

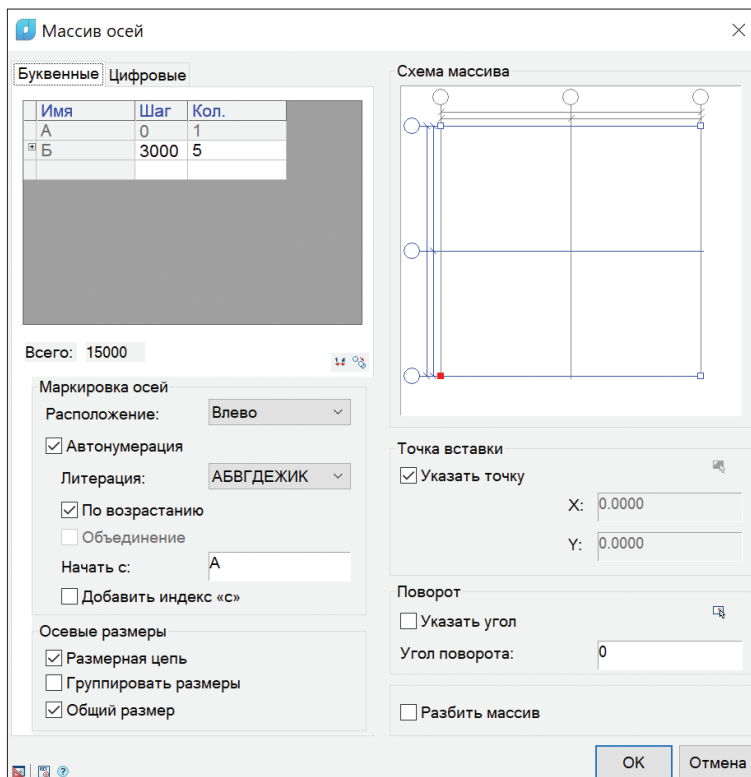


Рис. 5.2. Диалоговое окно настройки параметров ортогональных осей

Команды для отрисовки ограждающих конструкций также располагаются в группе **Архитектура**. Например, для построения стен используется команда **Стена**  **Стена** ▾. Настройка параметров стены осуществляется в панели **Свойства**, где необходимо указать ширину и высоту (мм), материал, расположение относительно оси (центр, слева, справа). В приведенном примере (рис. 5.3.1) для внешних стен: материал – кирпич, ширина – 640 мм, высота – 3500 мм, 1-й этаж, расположение – по центру. Далее отрисовываются перегородки, размещаются на плане окна и двери. Для перегородок – кирпич 120. Команды создания окон, дверей, колонн, лестниц и т. д. располагаются в выпадающем списке. Для окон задаются следующие параметры: высота и ширина окна, размеры рамы, высота расположения от пола. Параметры дверей: тип дверей, ее габаритные размеры, расположение.

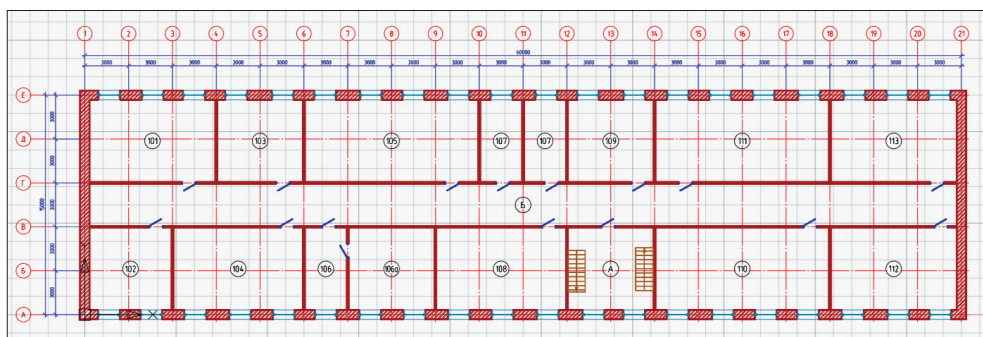


Рис. 5.3.1. План 1-го этажа

Элементы здания, такие как окна, двери, лестницы и т. д., располагаются также в группе **Архитектура**. В диалоговом окне **Параметры** устанавливаются размеры элементов, их тип и стандарты обозначения на плане. После отрисовки плана необходимо обозначить помещения, к которым впоследствии будут привязаны компоненты СКС, в частности рабочие места.

Помещения указываются через команду **Помещение** группы **Архитектура**. Для выбора помещения необходимо указать точку внутри помещения, не принадлежащую элементам чертежа. Диалоговое окно настройки маркера помещения представлено на рис. 5.3.2. В случае если автоматического определения помещения не происходит, необходимо указать контур помещения.

В дальнейшем отрисованный план этажа будет использован для проектирования СКС. Файл сохраняется в формате *.dwg для AutoCAD 2018 и выше.

Формирование архитектурной основы проекта, включая размещение дверей, лестниц и обозначение помещений на плане этажа, рассмотрено в видеоматериале «Видеоурок 6. Формирование архитектурной основы проекта СКС: двери, лестницы и обозначение помещений» (переходите по ссылке https://vkvideo.ru/video-208778776_456239165?list=ln-O2c4zQEMl48yzWTKOF&pl=-208778776_1 или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

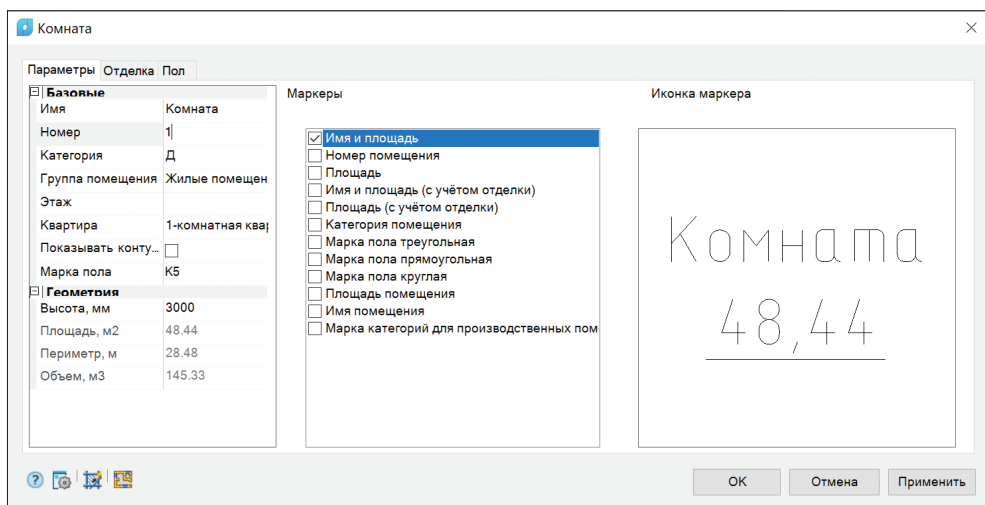


Рис. 5.3.2. Диалоговое окно настройки маркера помещения

5.2. Создание проекта СКС

Проект СКС представляет собой набор данных, включающих в себя строительные планы, оборудование и материалы, используемые в проекте, а также комплект проектной документации. Поэтому следующим этапом является создание проекта, с которым в дальнейшем будет производиться вся проектная работа. Создание проекта осуществляется через меню **СКС – команда Менеджер проекта** группы **Управление проектом**. Команда открывает диалоговое окно, представленное на рис. 5.4.

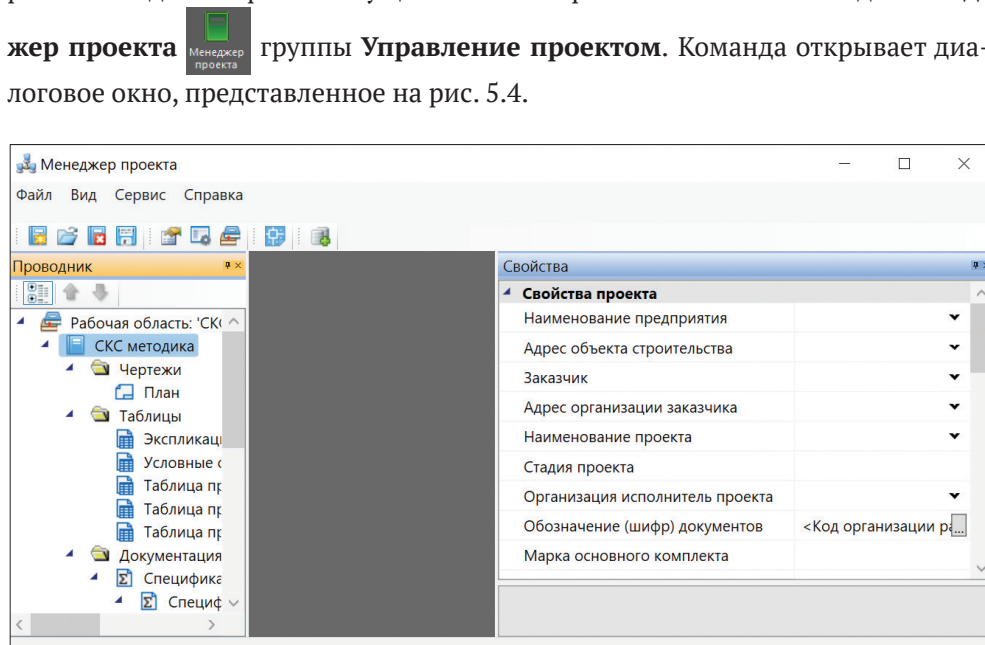


Рис. 5.4. Создание проекта

Щелчок по кнопке **Создать проект** создает пустую структуру проекта в указанной папке. При этом имя папки, содержащей все необходимые данные проекта, необходимо ввести в поле **Название**. В дальнейшем при необходимости переноса проекта на другое рабочее место следует скопировать *всю папку*, а не только файл проекта.

Порядок работы с менеджером проекта, создание структуры проекта, добавление планов и использование базы данных оборудования показаны в видеоматериале «Видеоурок 7. Работа с менеджером проекта, базой данных оборудования» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

Далее создается новый план проекта или добавляется существующий через контекстное меню названия проекта.

При создании плана необходимо указать его наименование и масштаб (рис. 5.5).

Рис. 5.5. Параметры нового плана

Создается новый план в виде пустого графического окна с указанным наименованием. Далее необходимо присоединить к плану созданный ранее графический документ. Операция осуществляется через меню **Вставка – Ссылка на .dwg**

Выбираем файл плана, созданный на предыдущем этапе. В диалоговом окне указывается масштаб и точка вставки (рис. 5.6).

Выбранный план вставляется в план проекта СКС. Он является подложкой проекта, поверх которой устанавливаются компоненты СКС. Необходимо отметить, что при редактировании положки в формате *.dwg в СПДС все изменения отражаются в проекте СКС вне зависимости от этапа проектирования.



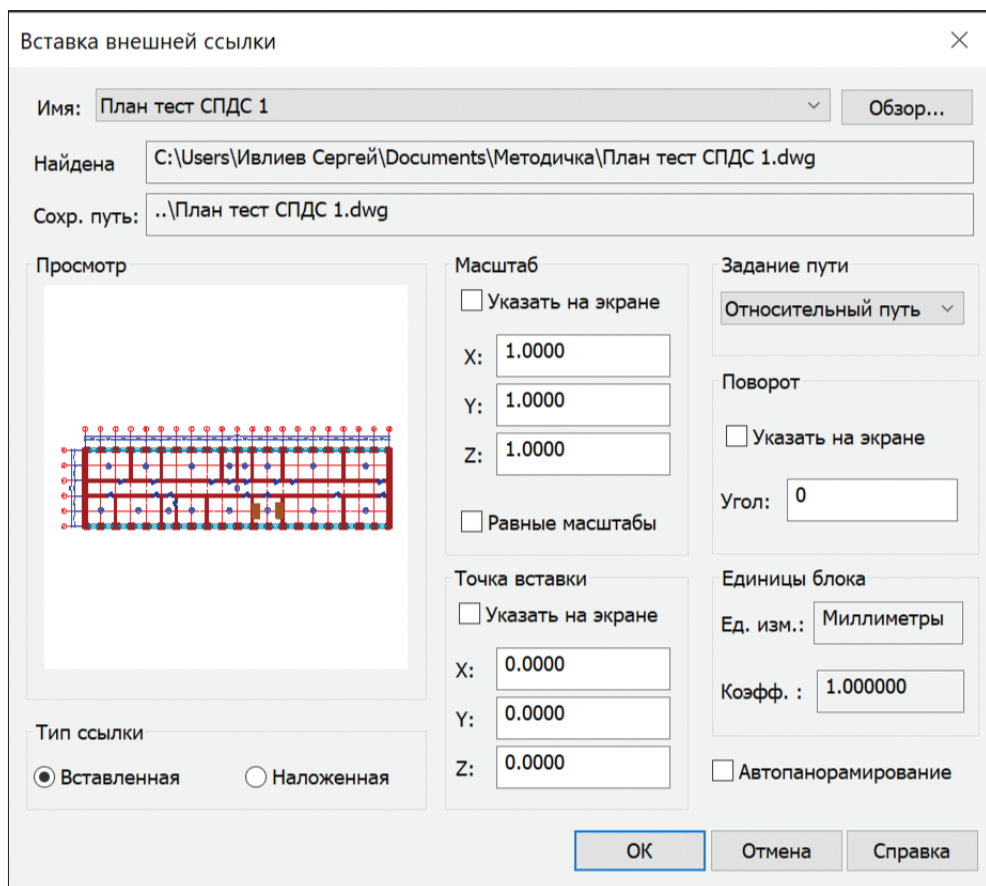


Рис. 5.6. Подключение файла плана

5.3. Структурирование поэтажных планов

Для привязки элементов СКС к помещениям этажа необходимо создать этаж в проекте и помещения. Все операции, связанные с созданием структуры этажа, размещены в закладке **СКС** группы **Управление моделью**. Первоначально создается этаж кнопкой **Создать этаж** . Данная команда позволяет с помощью курсора выбора выделить этаж, например по двум точкам. Результат создания этажа можно увидеть по кнопке **Модель здания** . Пример создания этажа представлен ниже (рис. 5.7). После создания этажа система может импортировать помещения, созданные на предыдущем этапе. Для этого выбирается опция **Загрузить помещения nanoCAD СПДС**. Отметим, что данная функция работает только в конфигурации **nanoCAD BIM СКС x64 для nanoCAD СПДС**.

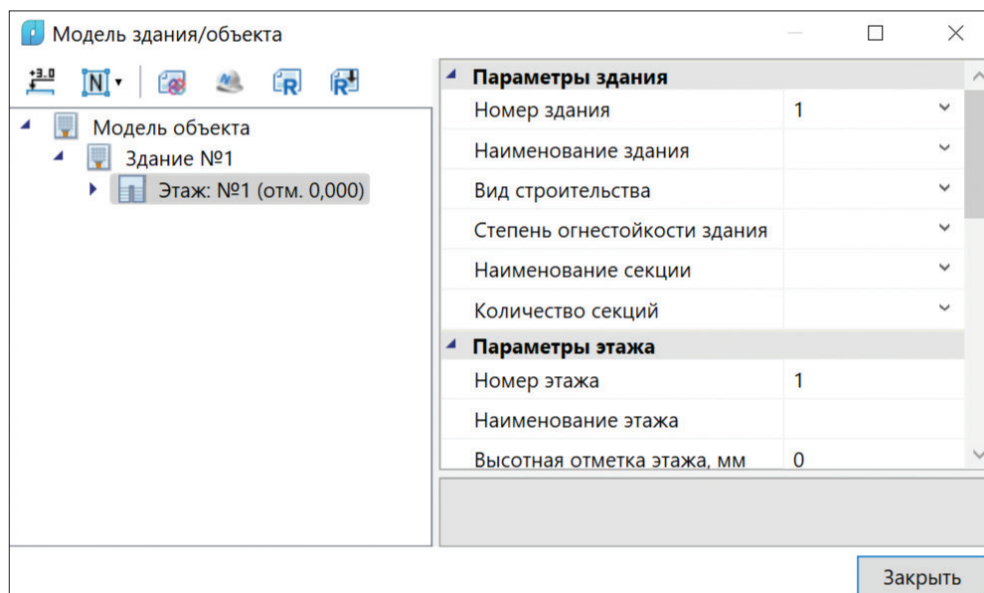


Рис. 5.7. Редактирование параметров этажа

Результат импорта представлен ниже (рис. 5.8).

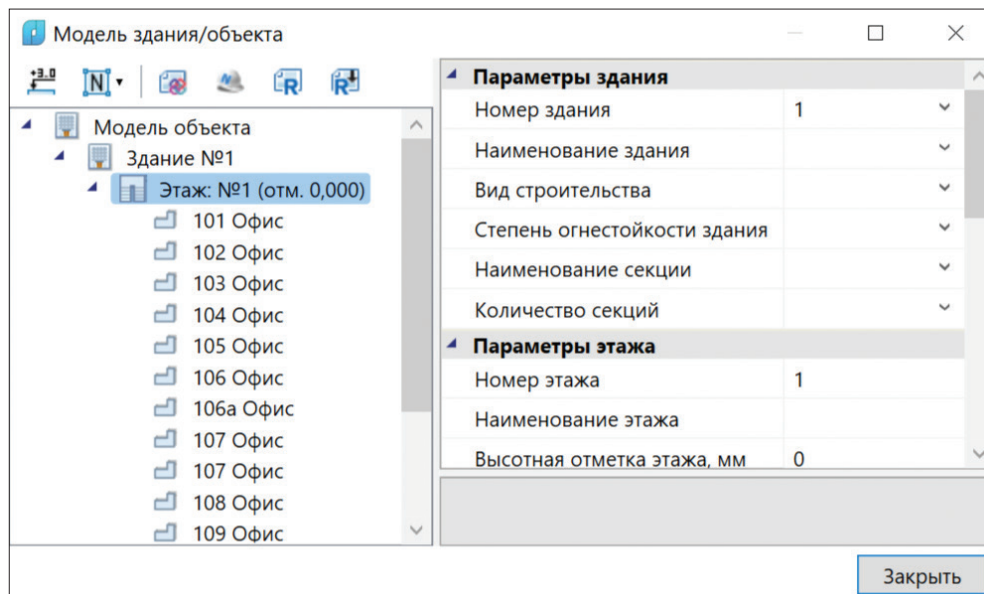


Рис. 5.8. Импорт помещений из nanoCAD СПДС

В случае если в СПДС помещения не были созданы, можно воспользоваться командами **Создать помещение** или **Автоматически определить помещение**. Работа указанных команд аналогична описанной в разделе 5.1.

После определения всех помещений проекта можно приступить непосредственно к созданию проекта СКС.

Работа со свойствами контура помещения, проверка корректности его определения и настройка параметров помещения в nanoCAD рассмотрены в видеоматериале «Видеоурок 8. Работа со свойствами контура помещения в nanoCAD» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

5.4. Создание и размещение рабочих мест СКС

Проектирование СКС в nanoCAD начинается с создания компонента рабочего места (РМ), куда входят пассивные элементы (розетки, переходные рамки и т. д.). Производится конфигурирование. Готовый компонент заносится в базу данных проекта. Создание рабочего места производится в закладке **СКС**, группе **УГО**

(универсальное графическое обозначение) командой **Master РМ** . Открывается диалоговое окно (рис. 5.9), где необходимо выбрать обозначение рабочего места на плане (УГО), на примере это двухпортовая розетка 2xRJ-45. Указать высоту установки рабочего места относительно пола, в примере 400 мм.

Настройки рабочих мест	
▲ Параметры РМ	
▶ Конфигурация рабочих мест	Настенная розетка ...
Высота установки, мм	400
Имя слоя	▼
УГО	Рабочее место 2xRJ-45 ...
УГО	

Рис. 5.9. Настройка и создание рабочего места

Далее производится конфигурирование рабочего места. Окно конфигуратора (рис. 5.10) открывается кнопкой выбора **Конфигурация рабочих мест**. После создания рабочего места его наименование появится в списке выбора.

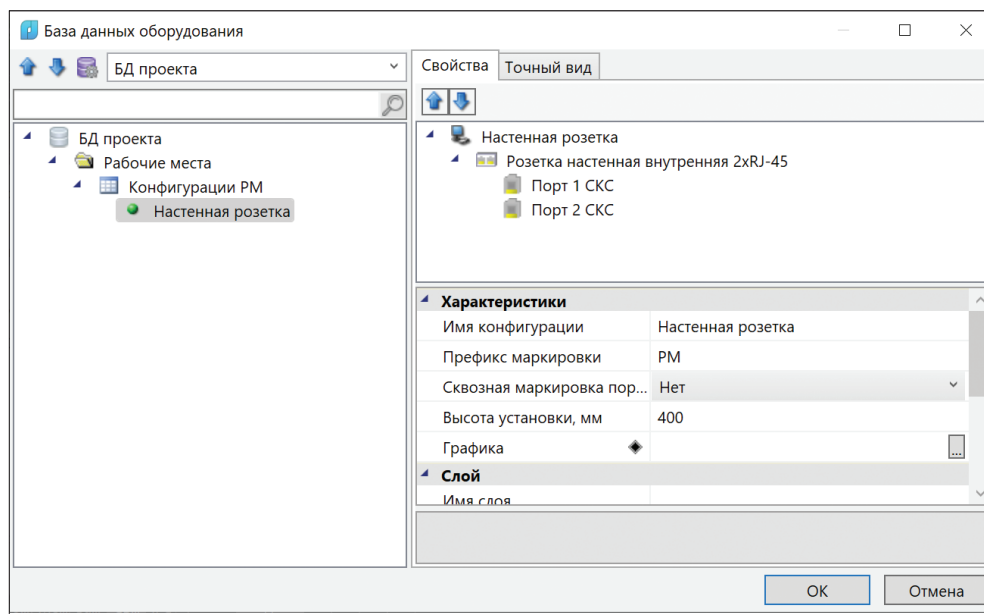


Рис. 5.10. Конфигурирование РМ

Через контекстное меню **Конфигурация РМ** создается новое рабочее место или выбирается существующее. В примере создано рабочее место – **Настенная розетка**. К данному рабочему месту добавляются отдельные элементы (команда **Добавить** в окне **Свойства**). Например, настенная розетка 2xRJ45 категории 5е UTP производства компании ИТК (см. рис. 5.11).

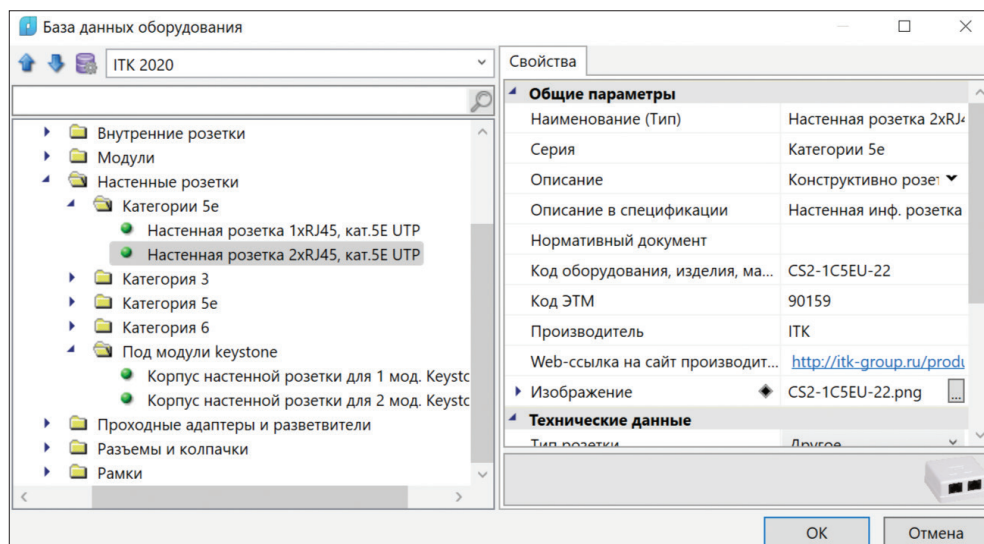


Рис. 5.11. Выбор элемента РМ

Процесс формирования рабочих мест, размещения розеток на плане этажа и настройки их основных параметров представлен в видеоматериале «Видеоурок 9. Формирование рабочих мест: размещение розеток и настройка параметров» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

Далее производится конфигурирование портов выбранного элемента (рис. 5.12).

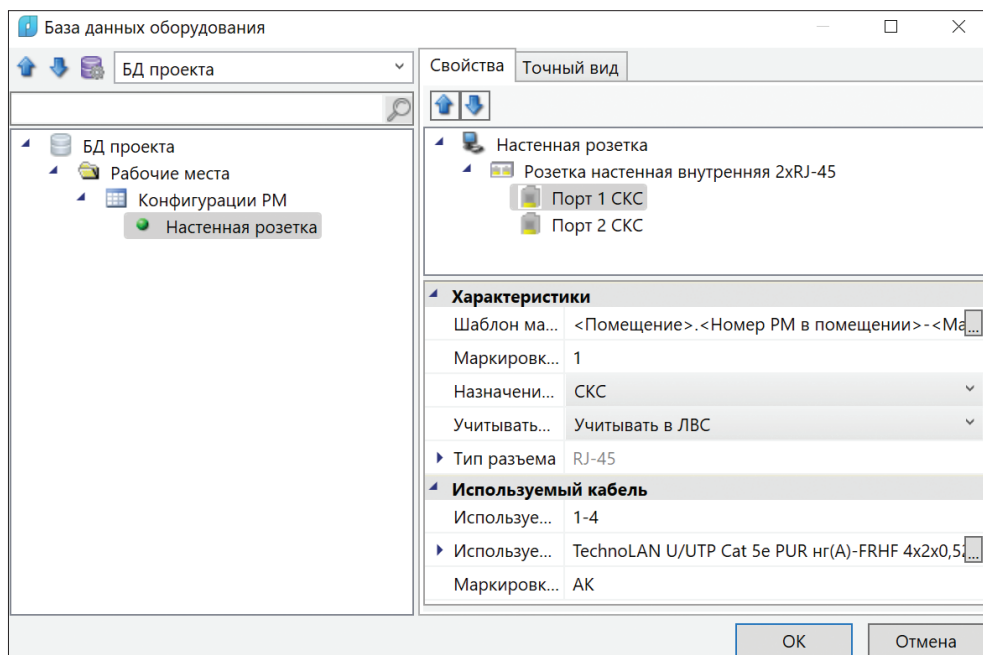


Рис. 5.12. Конфигурирование портов розетки

Так, для первого порта шаблон маркировки **<Помещение>.<Номер РМ в помещении>-<Обозначение порта>**, т. е. обозначение порта в документации, будет иметь следующий вид: РМ 211.2-1, где РМ – префикс маркировки настенной розетки; 211 – обозначение помещения; 2 – номер РМ в помещении; 1 – обозначение порта. Для конструирования маркировки имеется **Редактор маски** (рис. 5.13).

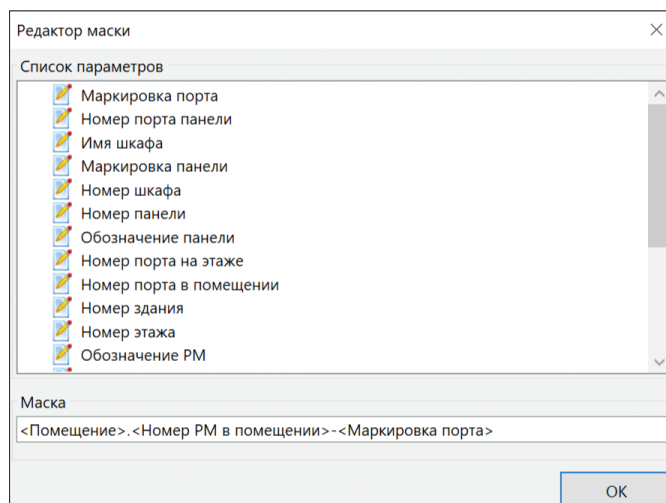


Рис. 5.13. Редактор маски порта

Сама маска представляет собой текстовое поле, которое может редактироваться. Например, разделители параметров обозначения могут быть заменены. Выбор необходимого параметра производится из окна **Список параметров**.

Маркировка порта, также текстовое поле: вместо 1 может быть указано положение порта на розетке. Например, обозначение – L (левое гнездо).

Важно. Для обеспечения возможности подключения РМ необходимо выбрать кабель из базы данных (рис. 5.14).

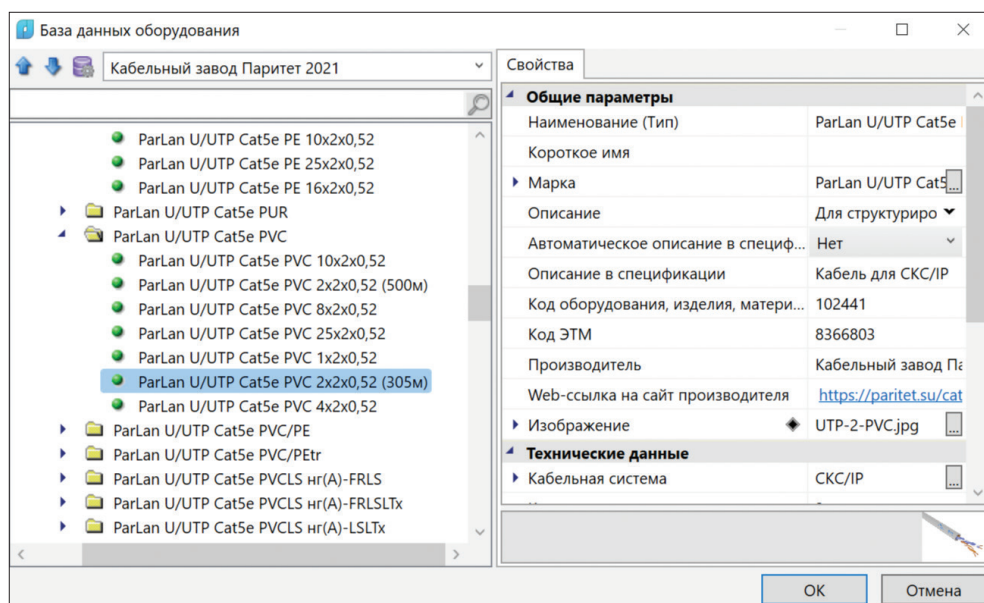


Рис. 5.14. Выбор кабеля из БД

В примере выбран кабель ParLan U/UTP Cat5e PVC 4x2x0,52 производства кабельного завода «Паритет».

Маркировка кабеля установлена АК (абонентский кабель). Параметр **Используемые пары** не является обязательным и используется как справочный. После выполнения всех указанных процедур в поле **Конфигурация рабочих мест** (рис. 5.9) появится наименование созданного рабочего места.

Размещение рабочих мест на плане этажа осуществляется также командой **Мастер РМ** . Далее с помощью курсора размещаем РМ на плане (рис. 5.15).

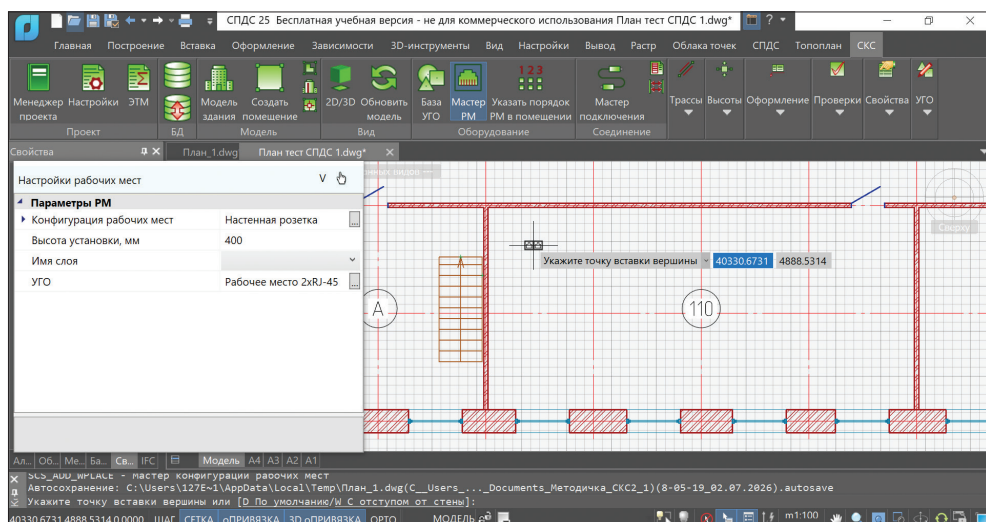


Рис. 5.15. Размещение РМ

В дальнейшем положение УГО рабочих мест можно отредактировать (выровнять, повернуть, определить отступы и т. д.). Система проектирования СКС предлагает некоторую автоматизацию размещения рабочих мест. Для этого необходимо выбрать помещение и в контекстном меню выбрать подменю **Сервис** (рис. 5.16).

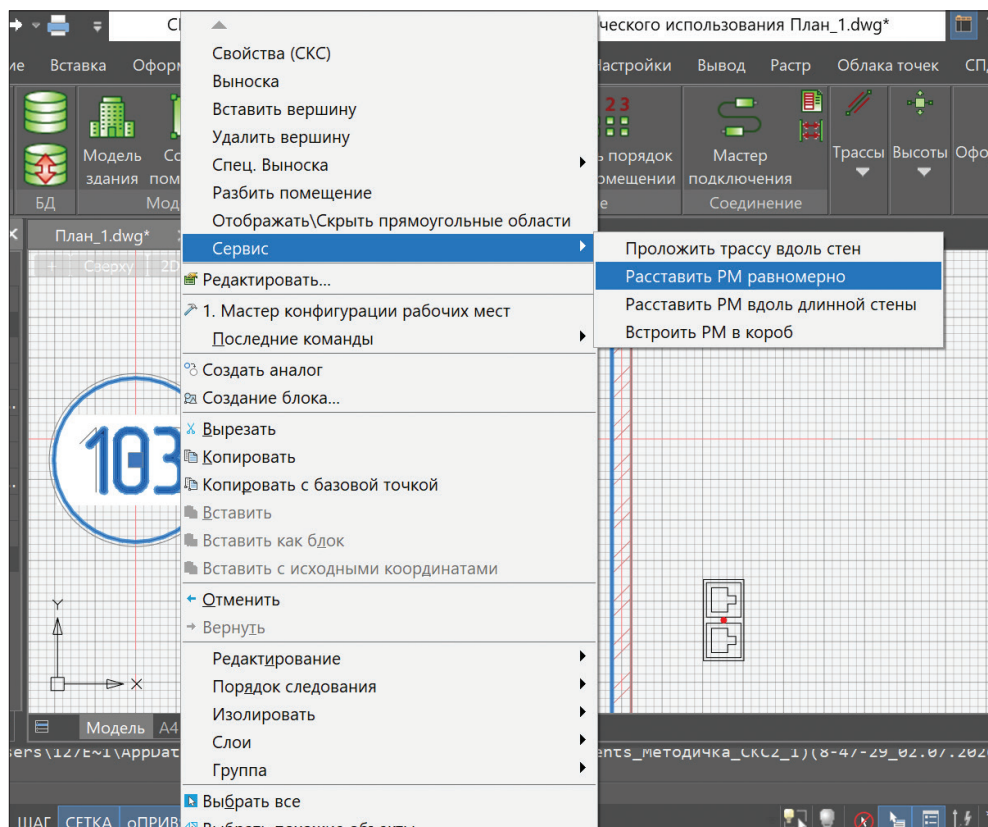


Рис. 5.16. Автоматизация расстановки РМ

Команда **Расставить РМ равномерно** открывает диалоговое окно, где необходимо выбрать количество размещаемых рабочих мест из максимально возможных (рис. 5.17). Отступ от стены (500 мм) необходим для удобства построения кабеленесущих конструкций. Команда **Расставить РМ вдоль длинной стены** также открывает аналогичное диалоговое окно. Результаты выполнения автоматизированного размещения РМ представлены ниже (рис. 5.18). В помещении 103 они расставлены равномерно, в помещении 105 – вдоль длинной стены. Указанная технология позволяет также редактировать размещение РМ.

Автоматическая расстановка рабочих мест	
Параметры расстановки РМ	
Расчетное число РМ	4
Устанавливаемое число РМ	4
Отступ, мм	500
Параметры РМ	
Конфигурация рабочих мест	Настенная розетка
Высота установки, мм	400
Имя слоя	
УГО	Рабочее место 2xRJ-45
Отступ, мм	
OK Отмена	

Рис. 5.17. Диалоговое окно настройки расстановки РМ

После размещения рабочих мест на плане объекта производится их маркировка. Для корректного маркирования рабочих мест необходимо обновить модель . Далее производится размещение выносок маркировки на плане. Формирование выносок осуществляется командой **Автоматическая установка выносок РМ** из группы **Оформление**. В системе предусмотрено два типа выносок – **Многострочная** и **Однострочная** (рис. 5.19). После выбора типа выноски они размещаются на плане в соответствии с настройками портов рабочих мест с помощью команды **Автоматическая установка выносок РМ**. Результат выполнения команды представлен на рис. 5.20.

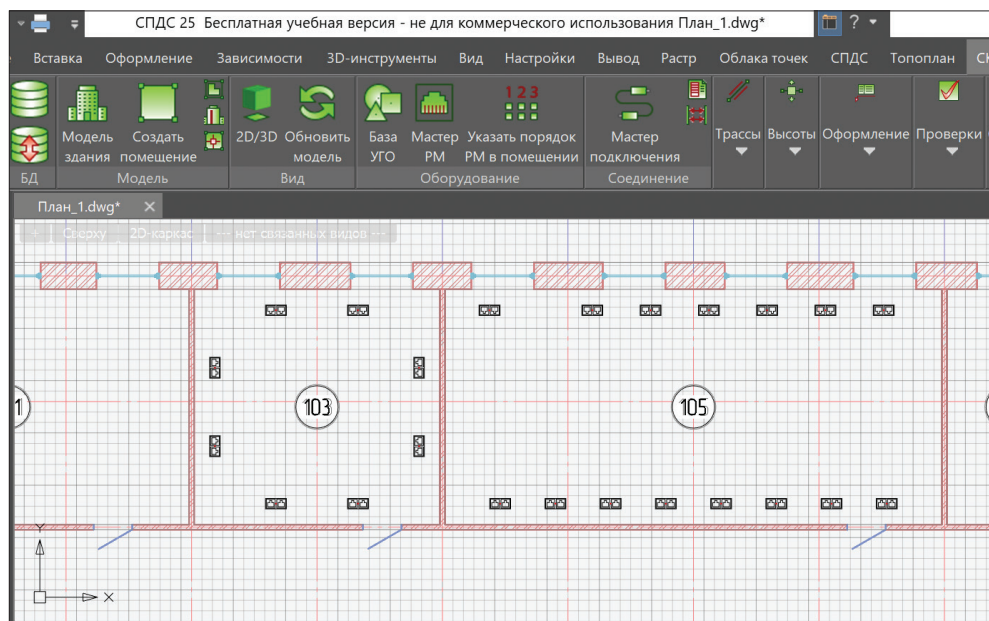


Рис. 5.18. Автоматизация расстановки РМ

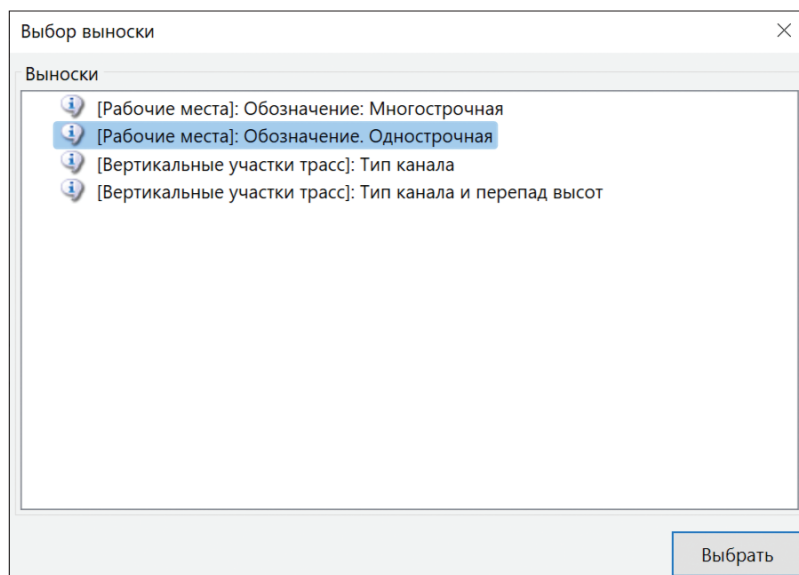


Рис. 5.19. Выбор выноски

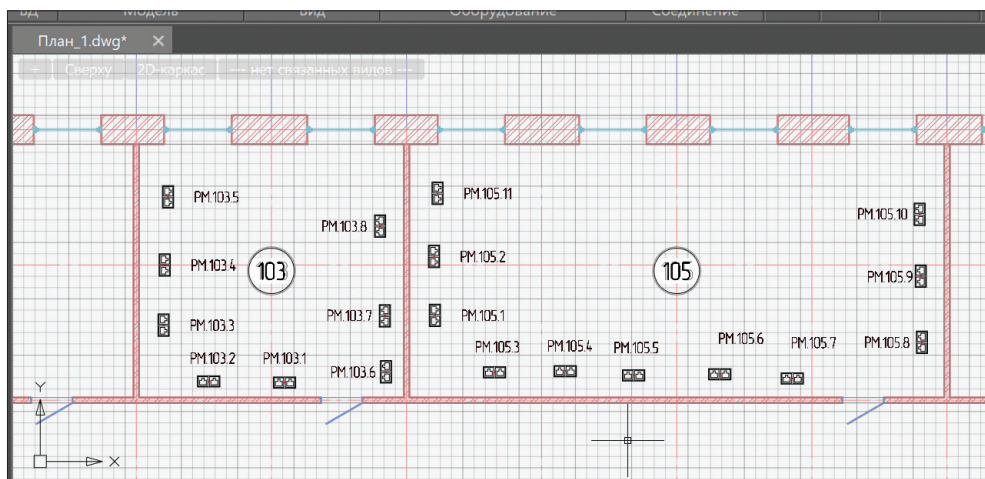


Рис. 5.20. Расстановка выносок РМ

Выполнение указанной операции позволит в дальнейшем более эффективно осуществить подключение рабочих мест к группам подключения распределительных устройств этажа (РУЭ).

5.5. Проектирование РУЭ

5.5.1. Создание коммутационного шкафа

Распределительные устройства этажа в большинстве случаев размещаются в коммутационных шкафах, а при наличии серверного выделенного помещения – на стойках. Перед созданием подключений рабочих мест необходимо выполнить ряд настроечных операций проекта. Для этого используется команда **Настройки** . Воспользуемся этой командой для настройки группы подключений (рис. 5.21).

При настройке группы подключений в поле **Панель горизонтального кросса** необходимо выбрать патч-панель для подключения рабочих мест через интерфейс RJ-45 из демонстрационных баз комплектующих и оборудования. В поле **Панель коммутаторов** нужно добавить коммутатор непосредственно в базу данных проекта, т. к. база активного оборудования отсутствует в системе.

Далее переходим к созданию непосредственно коммутационного шкафа.

Работа с базой оборудования, выбор телекоммуникационного шкафа, создание его комплектации и размещение шкафа на плане проекта показаны в видеоматериале «Видеоурок 10. Работа с базой оборудования и установка телекоммуникационных шкафов» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

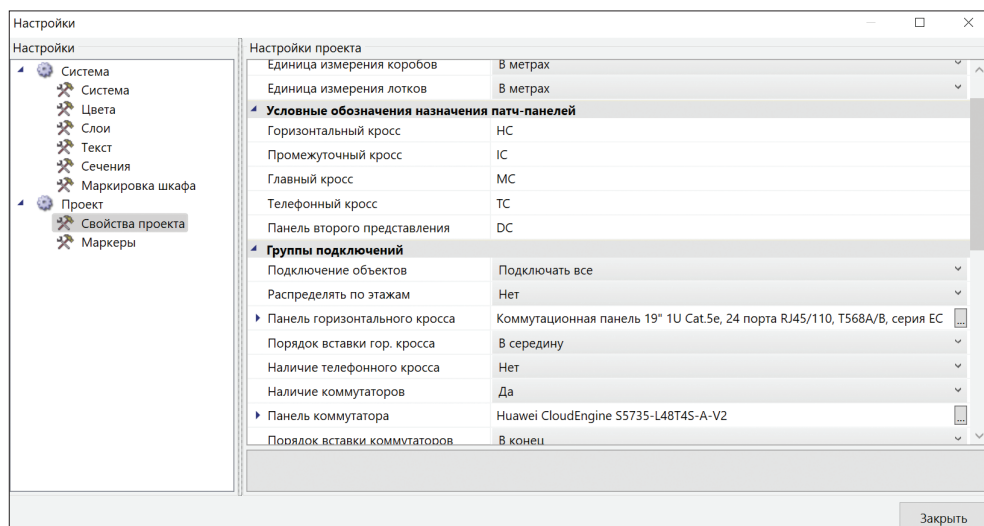


Рис. 5.21. Настройка группы подключений

Шкаф, в терминологии nanoCAD BIM СКС, представляет собой условное графическое изображение (УГО). Используя команду **База УГО** , создаем графическое изображение шкафа (рис. 5.22).

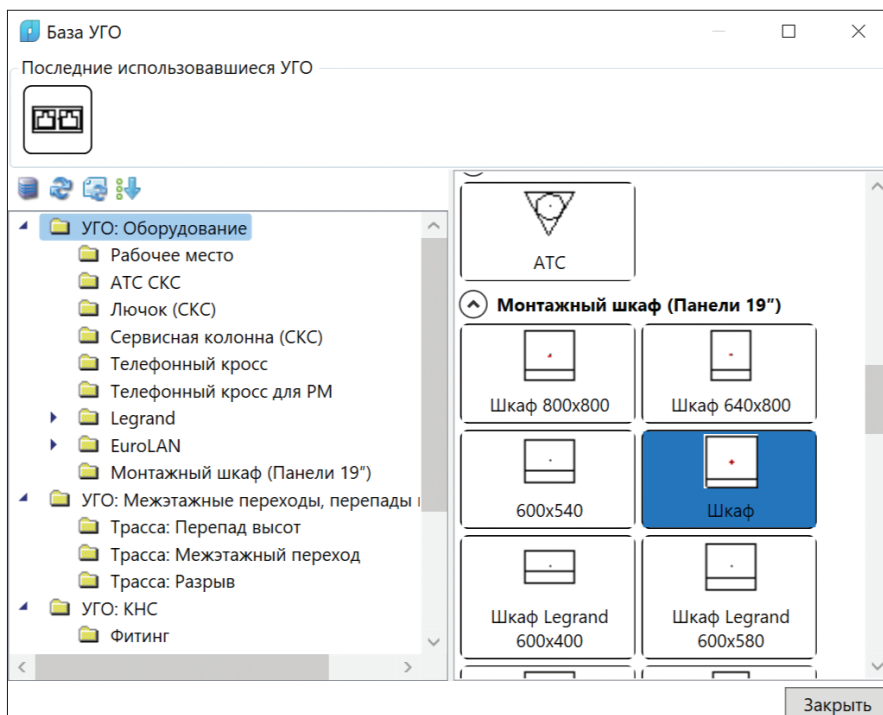


Рис. 5.22. Выбор графического обозначения шкафа

После размещения УГО шкафа на плане проекта выбираем из базы данных шкаф (рис. 5.23) и создаем его комплектацию (рис. 5.24), которую в дальнейшем можно использовать при создании других РУЭ. В качестве типовых аксессуаров были добавлены вентиляторная панель и блок розеток для питания оборудования.

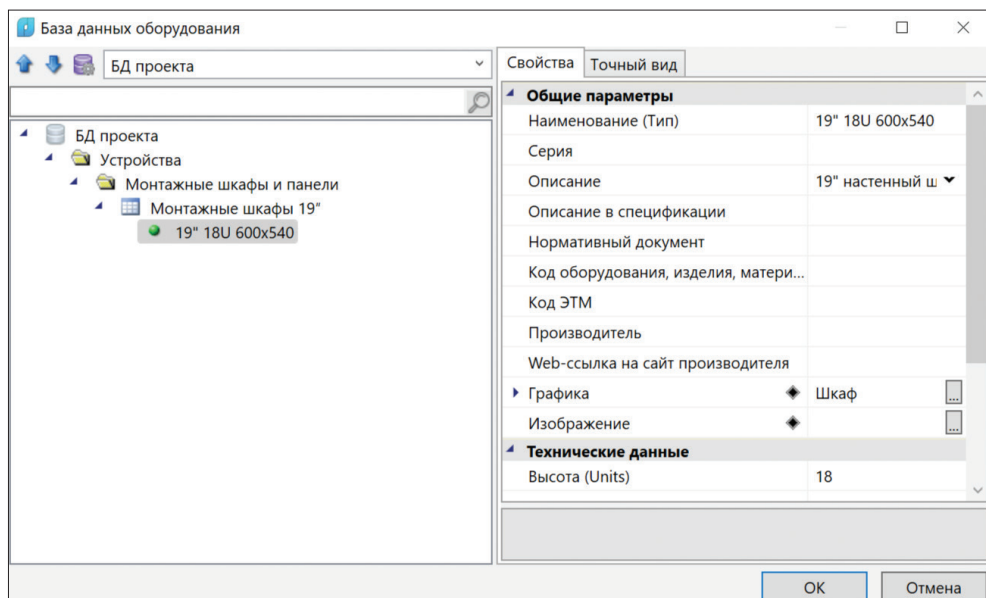


Рис. 5.23. Выбор шкафа из БД

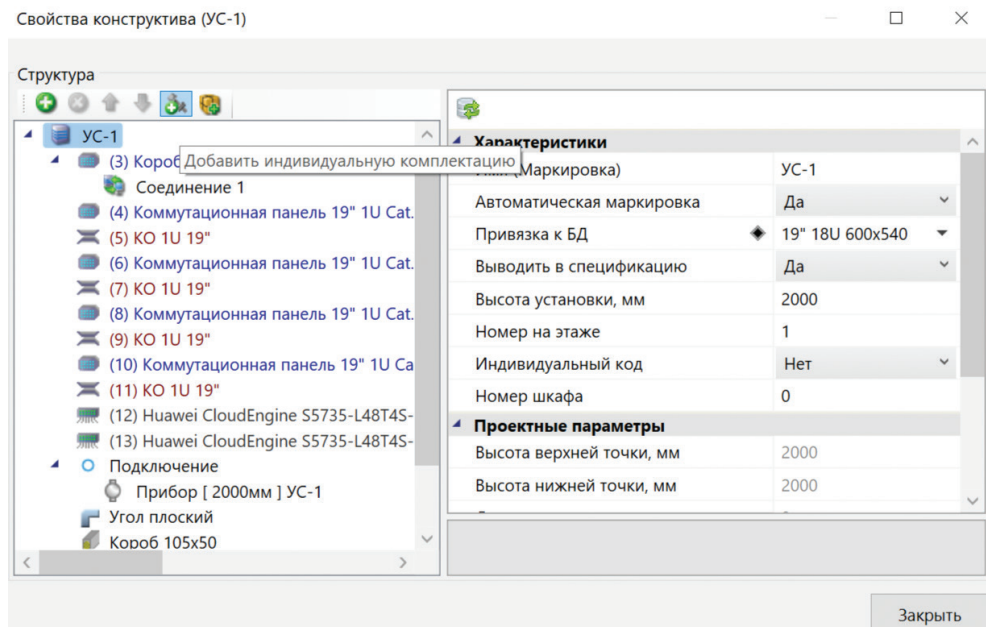


Рис. 5.24. Создание индивидуальной комплектации

После вставки УГО шкафа на план этажа возможно его редактирование (поворот, перемещение и т. д.). Редактирование элемента производится двойным щелчком указателя. Пример размещения коммутационных шкафов представлен на рис. 5.25.

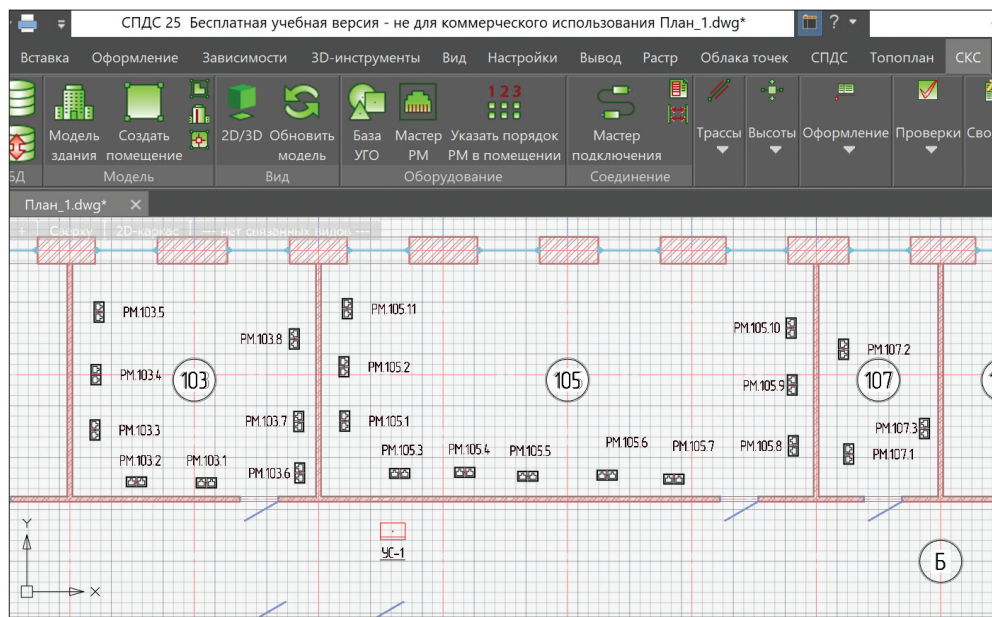


Рис. 5.25. Размещение РМ и РУЭ

Вставка обозначений шкафов производится командой **Специальная вставка**  из группы **Оформление**. Далее переходим к подключению рабочих мест и формированию групп подключений.

5.5.2. Подключение рабочих мест

Подключение рабочих мест к патч-панелям коммутационных шкафов производится командой **Электротехническая модель (ЭТМ)** . Открывается диалоговое окно (рис. 5.26). Подключим рабочие места помещений 103 к коммутационному шкафу UC-1, оставшиеся рабочие места – к UC-2, на примере видно, что на UC-1 сформирована группа подключений и подключенные РМ выделены цветом.

Порядок подключения оборудования, формирования групп подключений и коммутации портов в проекте СКС рассмотрен в видеоматериале «Видеоурок 11. Подключение оборудования и коммутация портов в проекте СКС» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

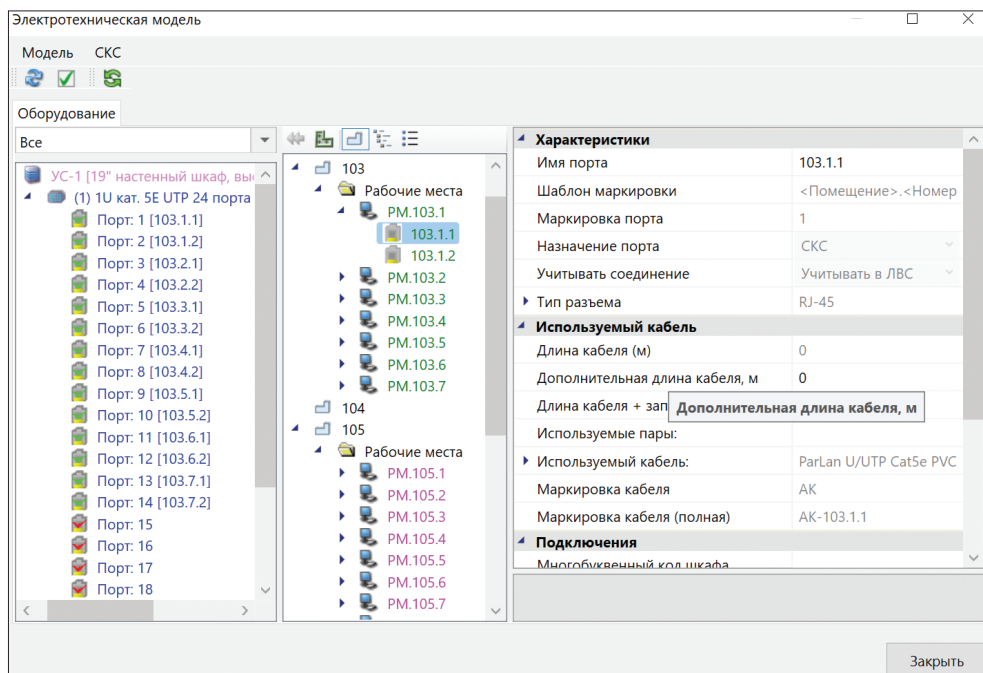


Рис. 5.26. Подключение РМ помещений 103

Для подключения оставшихся помещений выделим РМ в окне оборудования, а в окне РУЭ – группу подключений УС-2. Подключение произведем с помощью команды **Подключить**  диалогового окна **Электротехническая модель**. При этом подключенные РМ меняют свой цвет и в группе подключений появляется каталог **Излишние подключения**.

Далее производится формирование групп подключения (распределение РМ по патч-панелям коммутационных шкафов). Для этого через контекстное меню групп подключений выбирается пункт **Создать структуру группы**. Открывается диалоговое окно **Автоматическое создание группы панелей**. После подтверждения (ОК) в диалоговом окне увидим подключение рабочих мест к патч-панелям (рис. 5.27).

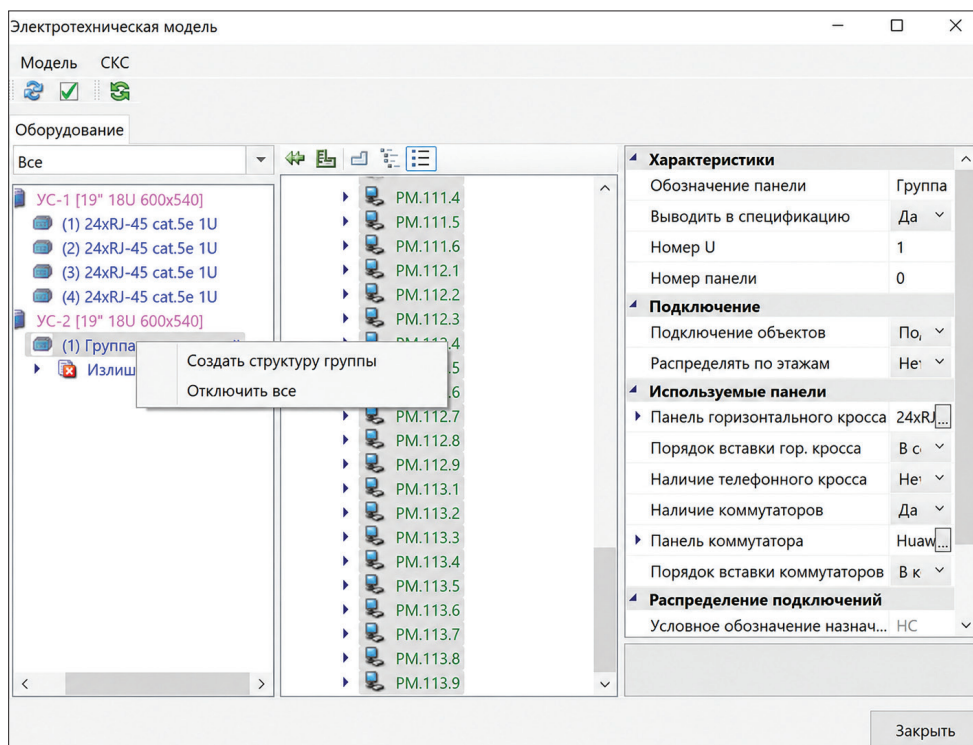


Рис. 5.27. Подключение ПМ к патч-панелям

После этого откроется диалоговое окно с составом коммутационных панелей и активного оборудования (рис. 5.28). Состав группы подключений определяется в настройках проекта (см. раздел 5.5.1).

Далее приступаем к созданию магистрального соединения между коммутационными шкафами УС-1 и УС-2.

5.5.3. Создание магистрального соединения

Магистральное соединение необходимо в проектах СКС, где присутствует несколько коммутационных шкафов. В нашем объекте присутствуют коммутационные шкафы УС-1 и УС-2. Для создания связанной СКС их необходимо соединить кабелем. В диалоговом окне выбираем один из коммутационных шкафов, например УС-1. (Для создания магистрального подключения рекомендуется использование элементов СКС категории 6 или оптических кабелей.) Для этого в контекстном меню выбираем **Свойства** и в диалоговом окне свойств шкафа УС-1 добавляем оптическую полку, к которой будет подключен УС-2. Кнопкой **Добавить новый элемент**  добавим дополнительную оптическую коммутационную панель FO 8xSC MM 1U. Для оптической панели добавляем новый элемент в виде **Соединения 1** и используемый кабель FO 8 MM 50/125 (рис. 5.29). Для УС-2 также добавляем оптическую панель.

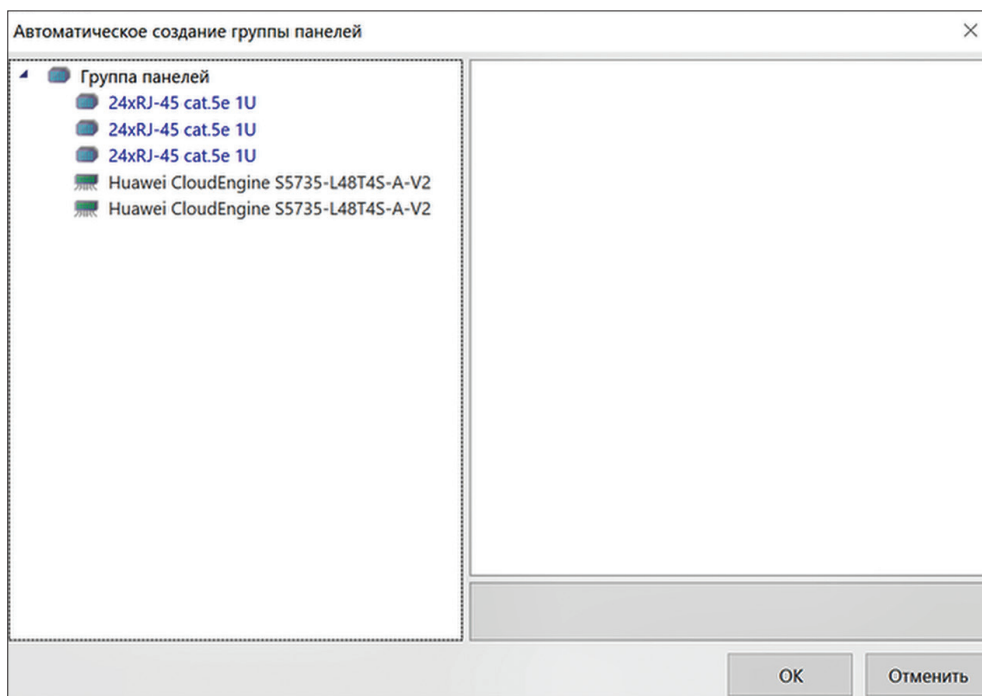


Рис. 5.28. Состав группы подключений

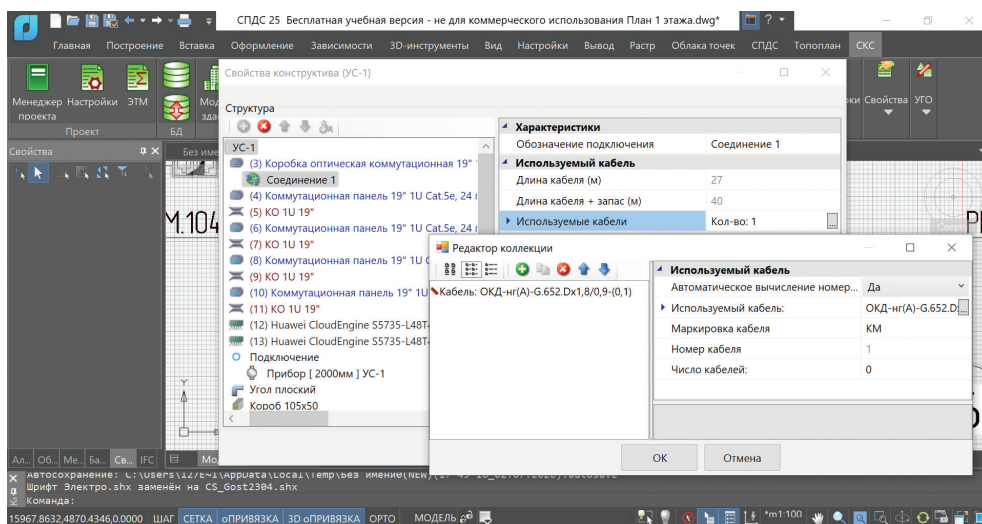


Рис. 5.29. Добавление магистрального соединения

Далее производим соединение магистрали через диалоговое окно ЭТМ (рис. 5.30).

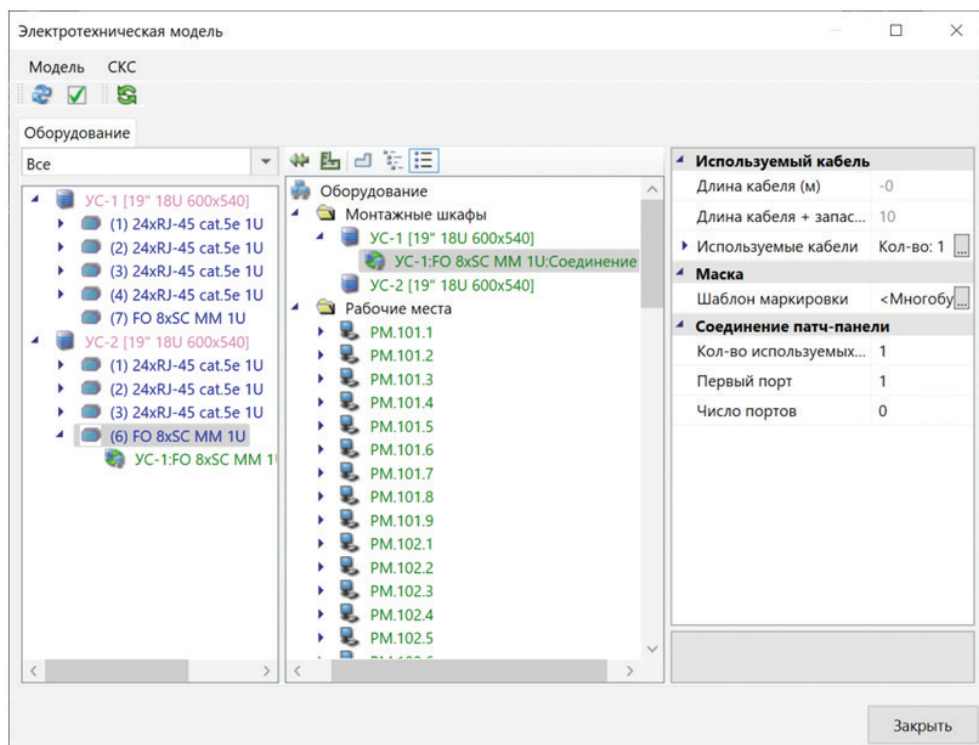


Рис. 5.30. Создание магистрального подключения

Выбирается новое соединение в YC-1 и панель, к которой подключается магистральный кабель. Кнопкой **Подключить**  создается новое подключение. Необходимо отметить, что выбор кабеля осуществляется только для **Соединения 1**. В подключаемом коммутационном шкафу выбирается только необходимая патч-панель.

5.5.4. Размещение оборудования в коммутационном шкафу

После создания подключений необходимо разместить оборудование внутри коммутационного шкафа, в частности добавить кабельные организаторы. Данная процедура осуществляется через свойство конструктива (коммутационного шкафа). Вход в диалоговое окно возможен через ЭТМ или двойным щелчком на УГО шкафа (рис. 5.31).

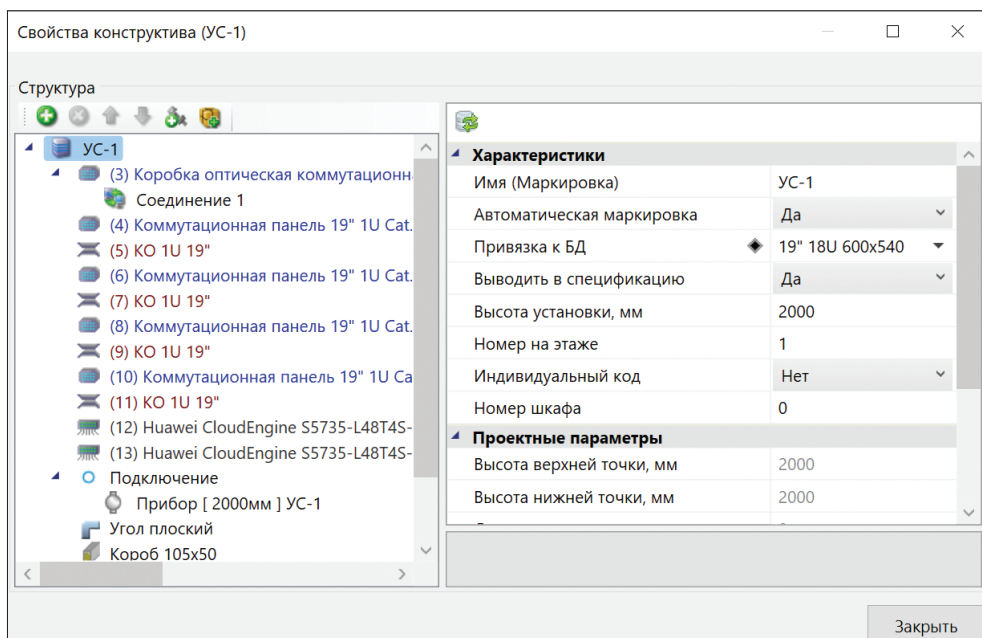


Рис. 5.31. Добавление кабельных организаторов

Для УС-1 размещение патч-панелей начинается с 3-й позиции, после каждой коммутационной панели 24xRJ-45 cat 5e 1U установлены кабельные организаторы КО 1U 19". Такое размещение осуществляется с помощью опций **Установить перед** и **Установить после**. Если необходимо указать точно позицию конструктива, то ее можно указать в поле **Номер U** в окне свойств. Полученное размещение оборудования в УС-1 представлено ниже (рис. 5.32). Данный чертеж получен через контекстное меню выбранного коммутационного шкафа в ЭТМ **Создать схему шкафа вид спереди**. В примере верхний слот 1U зарезервирован для панели вентиляторов, а нижние – для расширения и блока розеток.

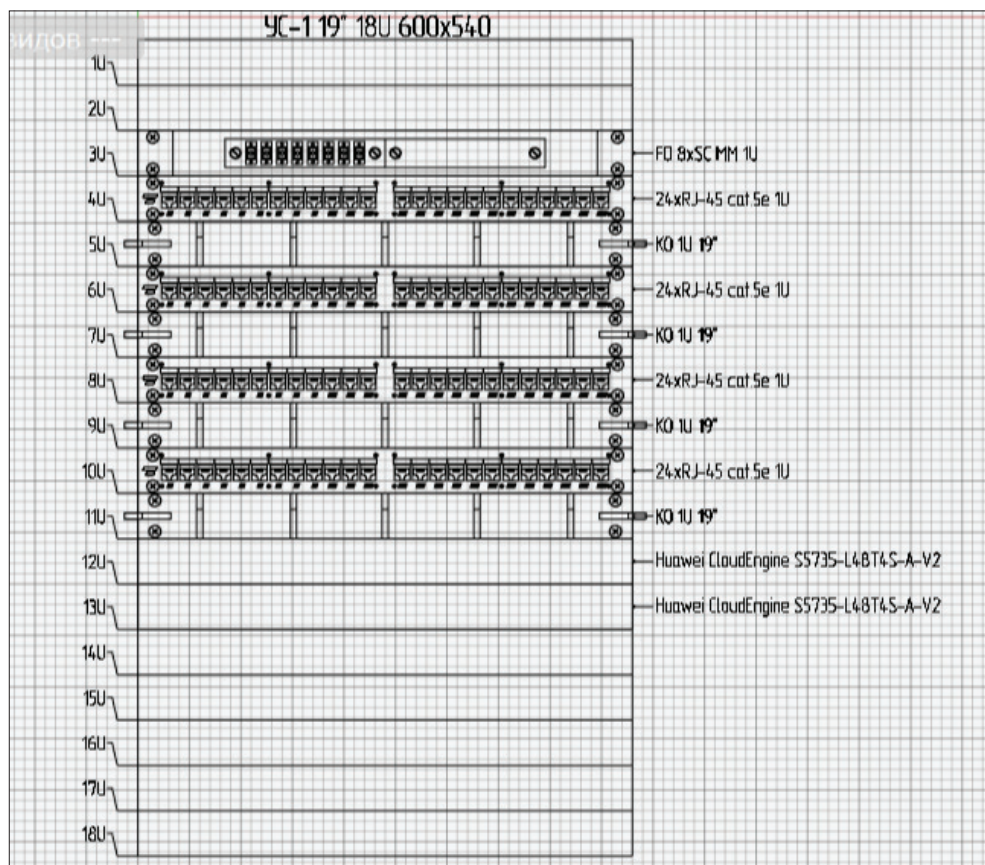


Рис. 5.32. Схема шкафа УС-1

Представленная схема оформляется как графический документ и прикладывается к проекту.

5.6. Проектирование кабеленесущей системы

Прокладка кабелей СКС осуществляется по кабеленесущим системам (КНС) (лоткам, кабель-каналам и т. д.). Поэтому первоначально необходимо создать в базе данных проекта необходимые кабеленесущие системы (скомпоновать компоненты, из которых они будут состоять). В примере будем использовать два вида кабель-каналов для прокладки по стенам, потолку и штробу для прокладки кабеля в отверстиях стен. Основной командой является **Прокладка трассы**  группы **Трассы** на панели инструментов. Трассы создаются через диалоговое окно **Настройки трассы** (рис. 5.33).

Настройки трассы v

Параметры установки КНС

▶ КНС Короб 105x50

УГО перепада высот Перепад высот (Спуск/Подъем)

Частота установки узлов крепления,... 1

Параметры прокладки

Режим задания уклона Без уклона

Забирать высоту объекта/трассы Нет

Высота, мм 400

Прокладывать по стенам Да

Отступ от стены на плане, мм 100

Устанавливать фитинг Да

Поверхность крепления Стена

Прокладывать в опусах Да

Слой

Имя слоя

Цвет Black

Выводить на печать Да

Толщина линий По умолчанию

КНС

Рис. 5.33. Создание и выбор КНС

В поле **КНС** создается или выбирается КНС. В поле **УГО перепада высот** выбирается УГО точек перепада высот КНС. Далее в поле **КНС** выбираем ее конфигурацию (рис. 5.34).

Для примера определим конфигурацию трасс настенных коробов. Из базы данных выберем короб настенный 105x50.

Высота прокладки короба в большинстве случаев соответствует высоте установки рабочих мест (рис. 5.10). Поле **Отступ от стены на плане** позволяет корректно отрисовать трассу. Необходимо отметить, что данный параметр учитывает масштаб чертежа. Поле **Устанавливать фитинг** позволяет автоматизировать процесс использования фитингов (внутренние и внешние углы, повороты и т. д.).

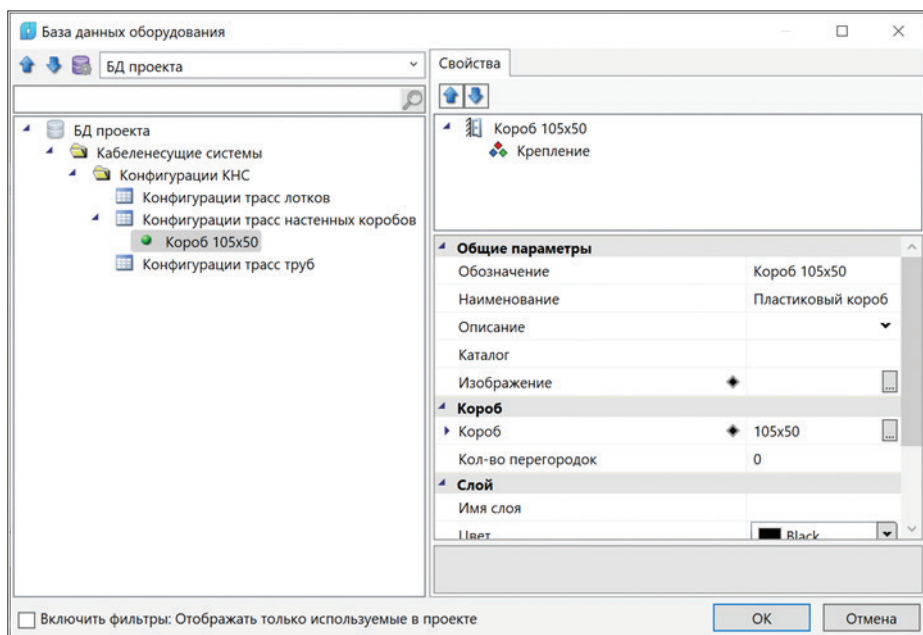


Рис. 5.34. Выбор конфигурации КНС

На первом этапе проектирования КНС проложим трассы в помещениях на высоте размещения рабочих мест (400 мм). На рисунке, представленном ниже (рис. 5.35), в помещении 104 короба проложены по стенам на высоте 400. Одновременно система автоматически встраивает фитинги, в нашем случае внутренние углы.

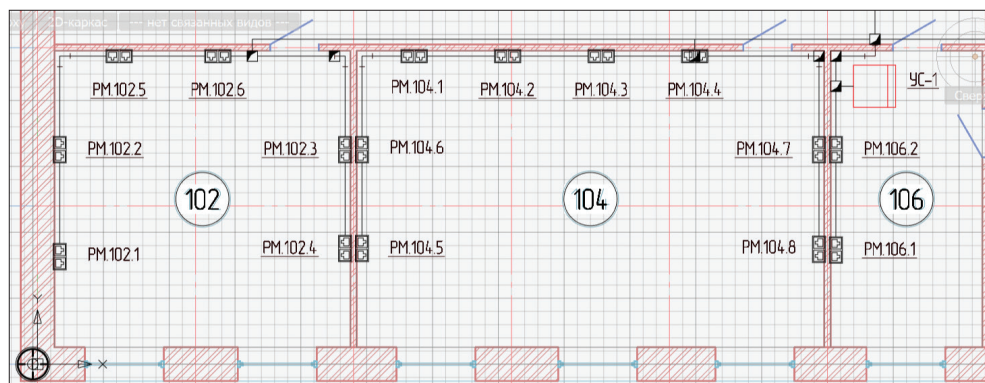


Рис. 5.35. Размещение коробов по стенам

Средствами nanoCAD BIM СКС имеется возможность автоматически встроить рабочие места в короб. Для этого необходимо выделить помещение, щелкнув по его номеру, и в контекстном меню выбрать **Сервис/Встроить РМ в короб** (рис. 5.36).

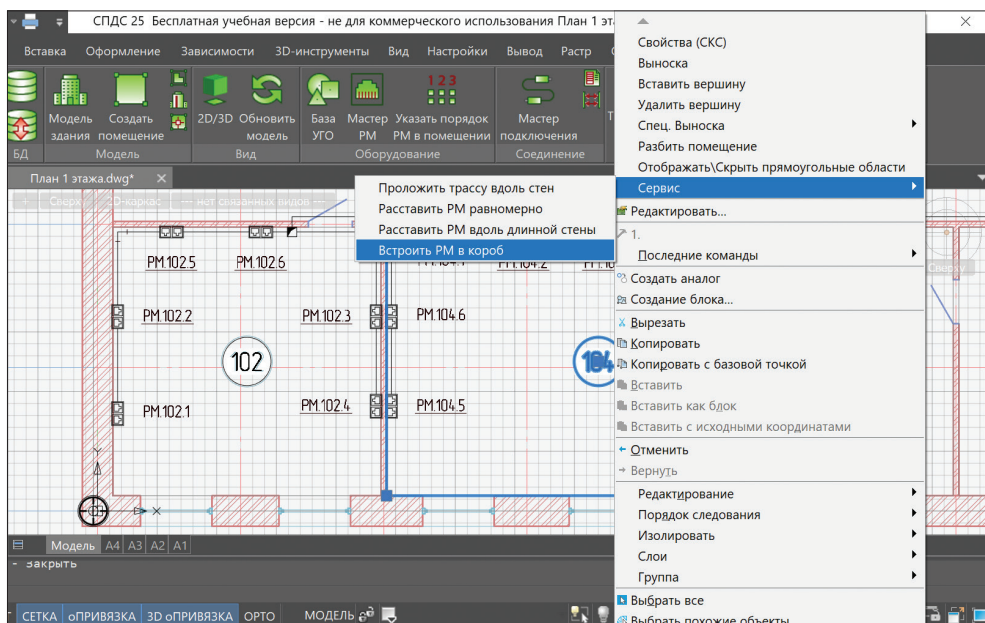


Рис. 5.36. Встраивание PM в короб

После проведения указанной операции проект будет иметь следующий вид (рис. 5.37).

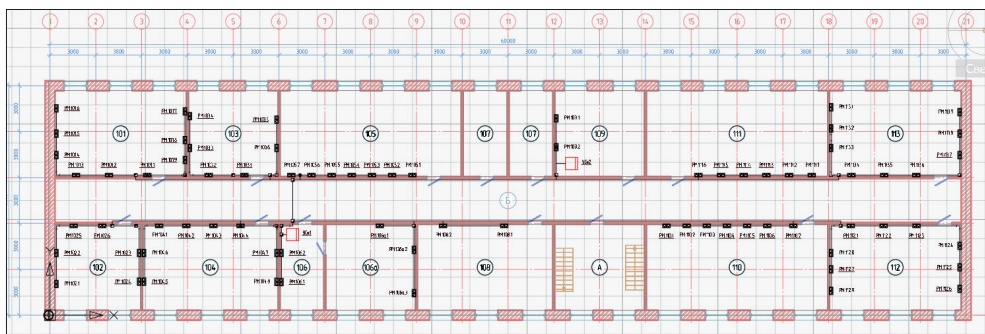


Рис. 5.37. Установка PM в короб

На представленном рисунке в некоторых помещениях короб проходит через раму двери на высоте 400 мм. Для контроля таких ошибок можно воспользоваться режимом **2D/3D** на панели инструментов. Для обхода двери необходимо установить спуск/подъем с помощью команды **Перепад высот** группы **Трассы** слева и справа от двери. По двойному щелчку на коробе между маркерами в поле **Высота канала** устанавливаем значение 3000 мм. Результат выполнения команды приведен ниже (рис. 5.38).

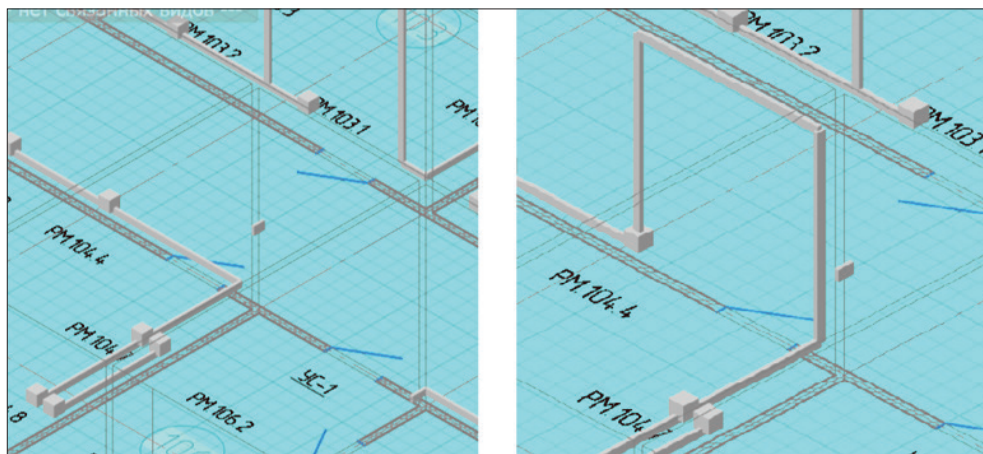


Рис. 5.38. Обход двери в помещении 104

Аналогично производится соединение всех РМ во всех помещениях. Так же соединяются коммутационные шкафы.

Для прокладки кабелей через стены используется канал типа штроба, представляющий собой отверстие в стене с гофрированной трубой, в которую укладываются кабели (рис. 5.39).



Рис. 5.39. Укладка кабеля в штробе

Для этого необходимо создать новый тип КНС. **Конфигурация КНС – Конфигурация трасс труб** (рис. 5.40).

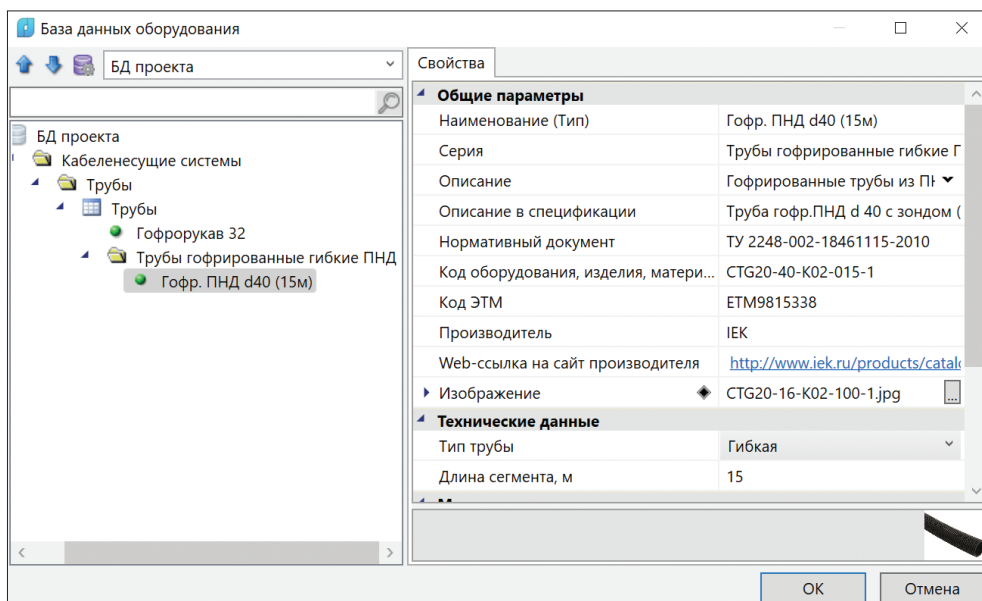


Рис. 5.40. Создание штробы

В примере в качестве КНС выбрана гофрированная труба Гофр. ПНД d40 (15м) производства фирмы IEK. Высота прокладки соответствует расположению настенных коробов в коридорах и обходах дверей. При соединении различных сегментов КНС необходимо использовать привязку (рис. 5.41).

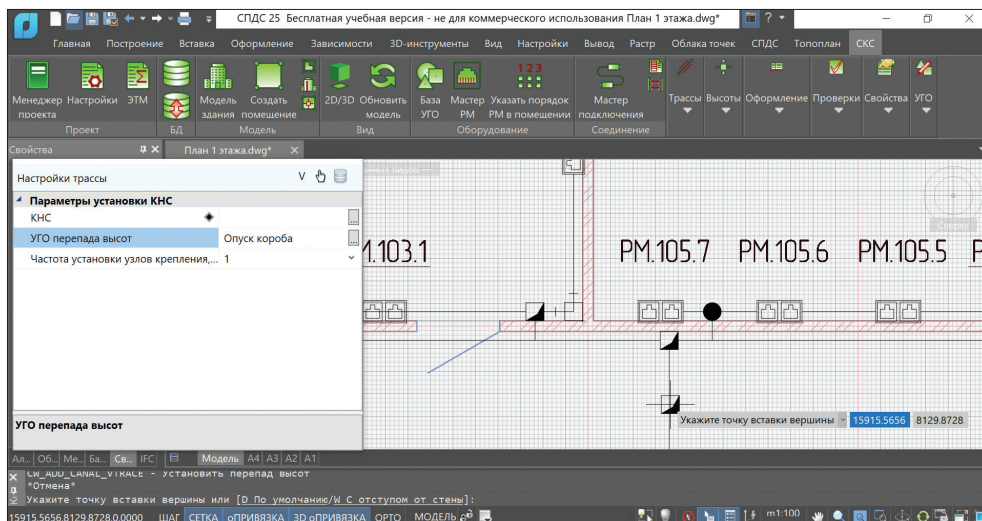


Рис. 5.41. Соединение различных сегментов КНС

В ряде случаев может потребоваться редактирование трасс, например изменение высоты расположения КНС или типа КНС. Для этого выбирают редактируемый участок. (Данная операция доступна и в 3D-режиме просмотра.) В приведенном примере по стене проложена труба, а необходим короб. Выделяем участок трубы, проложенный по стене (вертикальный), и двойным щелчком запускаем диалоговое окно свойств участка (рис. 5.42), в примере это перепад высот. Нажимаем кнопку **Привязка к БД**  и выбираем необходимый тип КНС (**Настенный короб**).

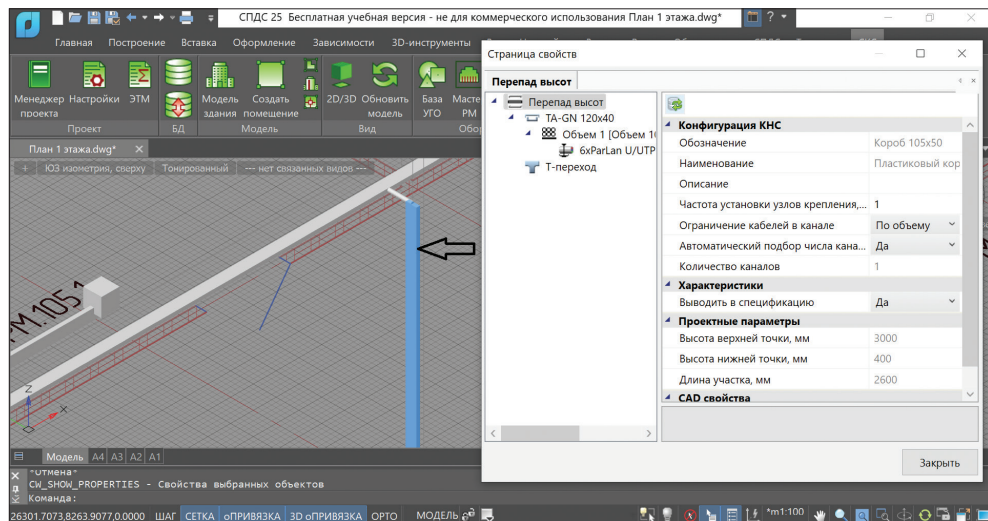


Рис. 5.42. Редактирование КНС

Без использования системы привязки возможен разрыв КНС. В этом случае кабель не будет проложен на этом участке. Для проверки правильности построения сети используется инструмент **Мастер проверки** (рис. 5.43).

С помощью инструмента **Показать на плане**  определяем место ошибки (РМ 113.6). В изометрической проекции видно, что отсутствует короб спуск/подъем к этому рабочему месту. В этой проекции строим трассу (рис. 5.44).

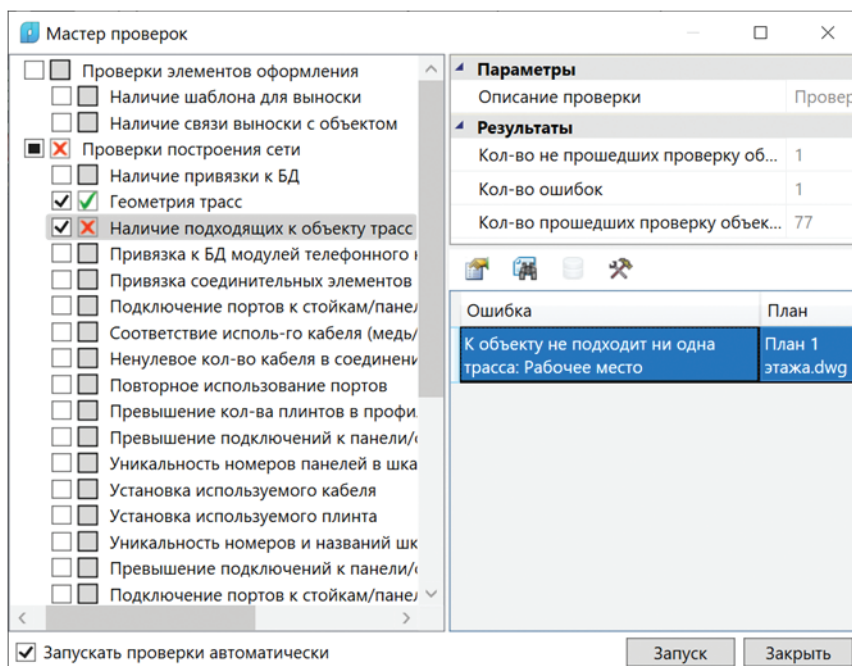


Рис. 5.43. Проверка корректности построения СКС

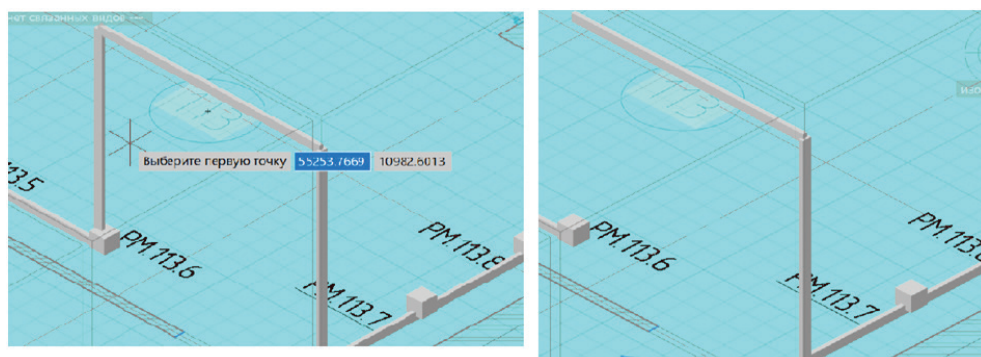


Рис. 5.44. Исправление ошибок в построении КНС

Еще одним способом проверки корректности построения КНС является определение заполняемости несущих элементов. Для этого достаточно навести указатель на трассу, подходящую к коммутационному шкафу (рис. 5.45). При этом количество кабелей и их тип должны соответствовать подключаемым портам. Так, в примере к УС-1 подходит 82 кабеля UTP 4x2 cat 5e, что соответствует 41 подключенному рабочему месту. К УС-2 подходит 66 кабелей UTP 4x2 cat 5e, что соответствует 33 рабочим местам. Одновременно к обоим коммутационным шкафам подходит магистральный оптический кабель FO 8 MM 50/125.

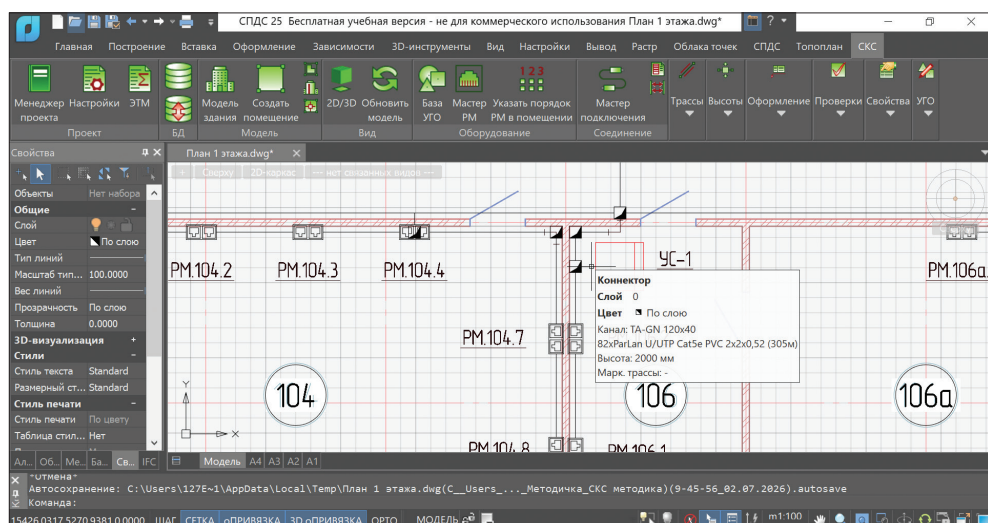


Рис. 5.45. Проверка заполняемости трасс

Для корректного подключения предварительно необходимо обновить модель кнопкой . Также необходимо проверить подключение рабочих мест к КНС. Неподключенные РМ имеют в центре красный маркер.

Завершающий этап проектирования, включающий прокладку кабельных трасс, проверку корректности построения кабеленесущей системы и подготовку проектной документации, представлен в видеоматериале «Видеоурок 12. Завершение проекта СКС: прокладка кабельных трасс и подготовка документации» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

5.7. Формирование проектной документации

Оформление конструкторской документации производится через команды группы **Оформление** и через **Менеджер проекта**. В первом случае устанавливается рамка чертежа. Для этого в плане выбирается подходящая рамка и производится заполнение основной надписи (рис. 5.46).

Аналогично оформляются рамка и основная надпись для чертежа размещения оборудования в коммутационных шкафах.

Формирование проектной документации производится в менеджере проекта. Вся проектная документация располагается в папке **Документация**. Для корректного формирования документов необходимо их обновить через контекстное меню. Например, формирование спецификации имеет следующий вид (рис. 5.47).

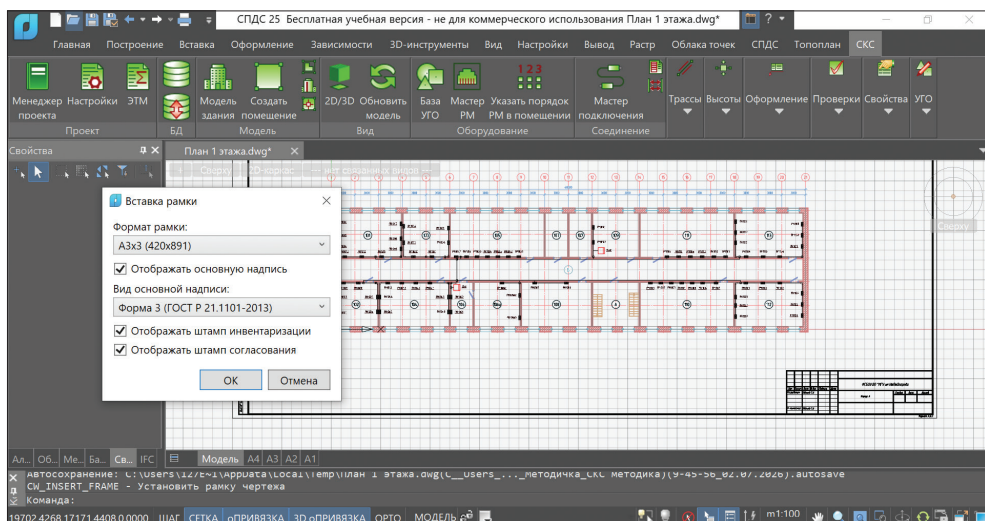


Рис. 5.46. Формирование рамки чертежа

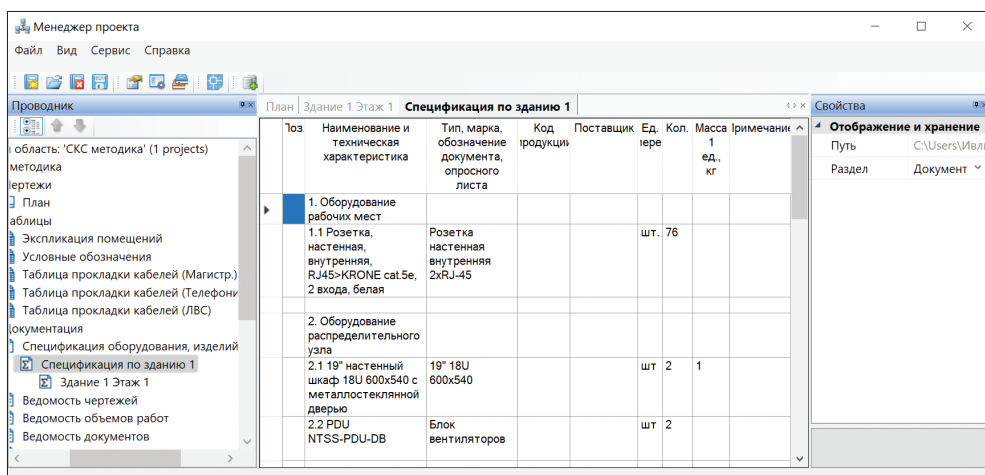


Рис. 5.47. Формирование спецификации

После выгрузки документа в офисный пакет можно его распечатать для формирования отчета по проекту.

Кабельные журналы формируются для каждого коммутационного шкафа. Отдельно формируется кабельный журнал магистральных подключений.

Для формирования документации используется пункт контекстного меню выбранного документа (рис. 5.48).

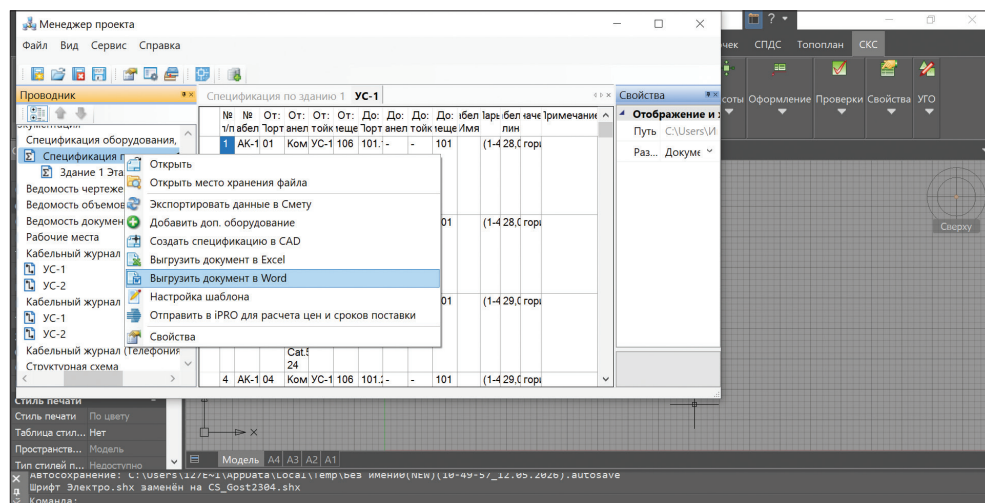


Рис. 5.48. Формирование спецификации в формате Word

Сформированный документ соответствует стандартам оформления проектной документации. Для заполнения полей углового штампа необходимо заполнить параметры проекта.

ГЛАВА 6

Проектирование систем безопасности в САПР-платформе nanoCAD BIM ОПС 25.1

САПР-платформа nanoCAD BIM ОПС предназначена для автоматизированного проектирования систем безопасности в следующем составе: пожарная сигнализация, оповещение, система контроля и управления доступом, охранная сигнализация, видеонаблюдение промышленных и гражданских объектов. Согласно СП 484.1311500.2020 Изм 1, Приказ МЧС России от 27.03.2025 № 252 [17], в nano CAD BIM ОПС поддерживается объединение помещений в зоне контроля системы пожарной сигнализации (ЗКСПС) и разделение одного помещения на несколько ЗКСПС. Установка каждой ЗКСПС индивидуальна в рамках алгоритма принятия решения о пожаре. Согласно выбранному алгоритму, извещатели в ЗКПС размещаются с возможностью отображения зоны контроля каждого из них. Также реализованы алгоритмы контроля расстановки извещателей и их объединения в шлейфы.

В nanoCAD BIM ОПС реализован расчет уровня звука речевых и звуковых оповещателей. В зависимости от исполнения оповещателей (настенные или потолочные) программа автоматически рассчитывает расстояние (L-проекцию) от точки установки оповещателей до точки проведения измерений уровня звука: на расстоянии 1,5 м от пола в соответствии с СП 3.13130.2009 и в зависимости от угла поворота оповещателя.

Примечание. На момент написания данной работы nanoCAD BIM ОПС работает по СП 3.13130.2009, пока еще действующему своду правил. Указанный свод правил СП 3.13130.2009 был заменен новым сводом правил СП 3.13130.2026, который был утвержден Приказом МЧС России № 133 от 26 февраля 2026 года и вступил в силу с 1 июня 2026 года [18].

Программный комплекс nanoCAD BIM ОПС вычисляет углы и зоны обзора для камер системы видеонаблюдения с учетом высоты установки видеокамеры, угла наклона видеокамеры по вертикали, а также технических характеристик видеокамеры и объектива. В итоге на чертеж добавляются углы и зоны обзора с учетом геометрии помещения, а результаты расчета сводятся в отчетную таблицу. Ниже будет представлен проект системы видеонаблюдения с пошаговой инструкцией по настройке и расположению элементов системы видеонаблюдения.

В nanoCAD BIM ОПС полностью реализует основной принцип OpenBIM-проектирования: создание единой информационной модели проектируемой системы с помощью наиболее подходящих и проверенных временем инструментов. Благодаря поддержке экспорта в обменные файлы стандарта IFC информационные модели систем безопасности, выполненные в nanoCAD BIM ОПС, легко встраиваются в общую информационную модель проектируемого объекта, реализованную на любой BIM-платформе, будь то Archicad, Revit, Allplan или какая-либо другая. К программе nanoCAD BIM ОПС прилагается более 50 баз данных производителей охранно-пожарных систем, извещателей, систем оповещения и кабеленесущих систем. Прозрачный импорт из баз производителей позволяет всегда иметь под рукой любое оборудование, представленное в этих базах, а значит, быстрее и успешнее разрабатывать проект. Все базы данных открыты для редактирования.

Документирование проекта системы nanoCAD BIM ОПС не только минимизирует ошибки при проектировании, но и автоматически формирует отчетные документы по отечественным стандартам для последующей выгрузки либо на поле чертежа, либо в Microsoft Office.

6.1. Общие вопросы построения систем видеонаблюдения, цели и задачи

Системы видеонаблюдения (СВН) предназначены для повышения уровня безопасности объекта и для минимизации возможных последствий нежелательных воздействий на людей, на материальные ценности и на информационные ресурсы. Нежелательные воздействия из внешней (по отношению к охраняемой зоне) среды могут быть как осознанными (со стороны криминальных элементов), так и результатом техногенных катастроф или стихийных бедствий. В общем виде СВН условно можно рассматривать как замкнутую систему управления (рис. 6.1), состоящую из элементов.

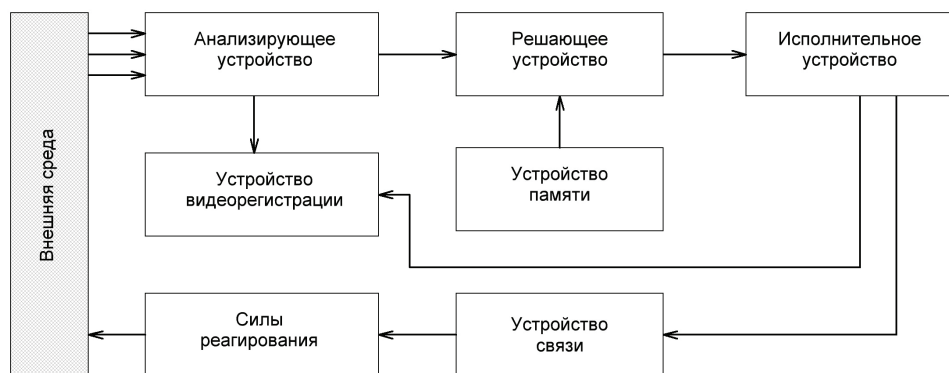


Рис. 6.1. Построение системы видеонаблюдения

Анализирующее устройство воспринимает воздействие из внешней среды (оптическое изображение объекта на матрице видеокамеры) и преобразует его в вид, приемлемый для принятия решения, т. е. по сути является системой получения сигналов телевизионных изображений (видеосигналов).

Устройство памяти хранит априорную информацию о возможной опасности. Например, оно «помнит» изображения «своих», учитывает характерные признаки опасных субъектов, «знает», в какое время в контролируемой зоне могут находиться люди, а когда не должны, и т. п.

В устройстве памяти электронного прибора или компьютера могут храниться пороговые значения напряжения либо кода, соответствующие тревожной ситуации, информация о разрешенных временных «окнах» и пр.

Решающее устройство, на входы которого приходят сигналы с двух предыдущих устройств, формирует сигнал тревоги при выполнении установленных условий – в этом случае реализуется функция видеоконтроля. В качестве решающего устройства, как правило, используется оператор, однако в последнее время ему на помощь все больше приходят такие технические средства, как детекторы движения, детекторы оставленных или унесенных предметов, системы автоматического распознавания лиц людей или автомобильных номеров. Если в качестве решающего устройства выступает оператор, то на выходе анализирующего устройства (на экране видеомонитора) должно присутствовать изображение контролируемой зоны. В этом случае реализуется функция видеонаблюдения. Если решающим устройством является электронное устройство, в частности компьютер, то на выходе анализирующего устройства должен быть соответствующий видеосигнал. Таким образом, решающее устройство вырабатывает сигнал для исполнительного устройства.

Исполнительное устройство может автоматически воздействовать на внешнюю среду – по тревоге включать сирену, строб-вспышку, исполнительные механизмы и т. п., а кроме того, оно может включать устройство видеорегистрации, а также управлять работой устройства связи.

Устройство видеорегистрации служит для организации протокола событий, т. е. записи видеосигналов, поступающих с анализирующего и исполнительного устройств, что в дальнейшем позволяет проводить расследование произошедших событий. Кроме того, видеозапись позволяет уменьшить и влияние «человеческого фактора» охраны.

Устройство связи служит для передачи тревожной информации силам реагирования. Передача информации может осуществляться с помощью локальных компьютерных сетей, интернета, электронной почты, телефонных сетей, SMS-сообщений и пр.

Силы реагирования (охрана, МЧС и т. п.) непосредственно воздействуют на негативные явления внешней среды с целью минимизации потерь в охраняемой зоне. Функционирование сил реагирования непременно должно учитываться в работе СВН. Как показывает опыт, без учета их работы (так называемого «человеческого фактора») СВН может превратиться в бесполезный комплект дорогостоящего оборудования.

Эффективность системы обеспечения безопасности определяется скоростью ее отработки на внешние воздействия: для исключения развития событий по неблагоприятному сценарию скорость ответных действий сил реагирования должна быть выше, чем скорость нежелательных воздействий из внешней среды. С этой целью для торможения действий криминальных элементов используются средства механической укрепленности объекта и вандалозащищенности оборудования СВН (специальные крепления, скрытая прокладка кабелей, анти-тамперные датчики и пр.), поскольку для их нейтрализации злоумышленникам требуется время. С этой же целью применяется резервное электропитание.

Кроме того, следует иметь в виду, что такие параметры эффективности СВН, как необходимая разрешающая способность и скорость обновления визуальной информации, определяются конкретной задачей, вытекающей из особенностей установки видеокамер.

Преимущество СВН по сравнению с другими системами обеспечения безопасности заключается в их высокой информативности (90 % всей информации об окружающем мире человек получает благодаря органам зрения). Проверить правильность функционирования систем обеспечения безопасности, убедиться в реальности тревоги, выработанной сигнализацией (охранной, пожарной, периметровой, антикражевой, автомобильной и т. п.), можно не только посещением человеком места происшествия, но и дистанционно – с помощью видеонаблюдения. Еще важнее предотвратить происшествие, обнаружив опасное движение на подступах к охраняемой зоне, расшифровав возможную угрозу по экрану видеомонитора, что особенно актуально для удаленных необслуживаемых объектов. И с этим видеонаблюдение также успешно справляется.

Несовершенство любой из систем обеспечения безопасности в отдельности приводит к стремлению взаимного дополнения, некоего симбиоза систем, к попыткам проектировщиков интегрировать различные системы в единую систему обеспечения безопасности, чтобы существенно уменьшить влияние слабых сторон каждой из них, повысить достоверность получаемой оператором информации. Интеграция СВН (на аппаратном и/или программном уровне) с другими системами – это путь повышения уровня безопасности. При этом, однако, нельзя не учитывать вопросы живучести подобной централизованной системы, а также возможности работы оператора в условиях избытка информации, его физиологические ограничения обрабатывать потоки информации.

Должно также учитываться несовершенство внешних охранных датчиков, как и детекторов движения (в плане пропуска тревог и формирования сигналов ложных тревог). Это заставляет создавать такие СВН, которые будут отображать не только зону с тревогой, но и ближайшие, связанные с ней зоны, а также вести видеозапись не только в течение времени проявления тревоги, но и до момента обнаружения тревоги, а также после ее завершения.

Необходимо еще отметить, что главной задачей видеонаблюдения является не столько получение качественного изображения на экране видеомонитора, сколько возможность выработки достоверного суждения о наличии тревожной ситуации. В этом плане искажения изображения, недопустимые в вещательном телевидении, зачастую оказываются вполне приемлемыми в СВН, а именно:

- ◆ частота смены кадров может быть и ниже 25 Гц;
- ◆ вместо обработки двух полей может обрабатываться только одно поле;
- ◆ цветопередача и передача градаций серого могут отличаться от естественной;
- ◆ нелинейные или геометрические искажения не играют существенной роли.

Поэтому в видеонаблюдении широко используются компромиссные решения, при которых одни параметры «размениваются» на другие, например:

- ◆ разрешающая способность на скорость обновления;
- ◆ чувствительность на разрешающую способность;
- ◆ чувствительность на быстродействие;
- ◆ коэффициент усиления на полосу пропускания.

С другой стороны, приобретают значимость некоторые характеристики, не столь важные в вещательном телевидении, например возможность оператору контролировать изображение на экране видеомонитора под острым углом обзора к его экрану или возможность круглосуточной эксплуатации оборудования в реальных обстоятельствах жизни и деятельности человека с учетом влияния окружающей среды.

Без преувеличения можно назвать революционным направлением в развитии СВН широкое практическое применение цифровых систем. Это позволило вывести решение некоторых задач на качественно новый уровень, ранее недоступный при использовании аналогового оборудования. Появились новые направления применения видеонаблюдения – использование его в банкоматах, расчетных кассовых узлах магазинов, для распознавания автомобильных номеров, идентификации людей, для применения в пожарных сигнализациях. Большими возможностями обладает и цифровая обработка изображений.

Другим важным направлением является поиск оптимальных по соотношению цена/качество каналов передачи информации.

Вследствие прикладного характера СВН их технические решения диктуются возможностью и экономической эффективностью практической реализации. В частности, одним из важнейших параметров СВН является удобство их монтажа и ввода в эксплуатацию, благодаря чему может использоваться максимум стандартных решений, облегчающих и ускоряющих их монтаж и ввод в эксплуатацию.

6.2. Правовые ограничения и организационно-нормативное регулирование применения систем видеонаблюдения

Наряду с техническими, функциональными и организационными аспектами проектирования и эксплуатации систем видеонаблюдения существуют правовые ограничения, установленные действующим законодательством. В ряде случаев использование СВН может быть ограничено либо полностью запрещено. Следовательно, этапу внедрения СВН должно предшествовать изуче-

ние нормативных правовых актов, регламентирующих обработку персональных данных, а также разъяснений уполномоченных органов (Роскомнадзора) и сложившейся судебной практики.

К числу ключевых аспектов, подлежащих правовой регламентации, относятся:

- ◆ отсутствие требования лицензирования – в Российской Федерации деятельность по установке и эксплуатации СВН (за исключением систем, используемых для негласного получения информации, что регулируется отдельным законодательством) не подлежит обязательному лицензированию. Вместе с тем оператор, осуществляющий обработку персональных данных посредством видеонаблюдения с идентификацией физических лиц, обязан соблюдать требования Федерального закона № 152-ФЗ [19], включая (в ряде случаев) уведомление Роскомнадзора;
- ◆ целевое назначение – обработка персональных данных должна осуществляться для достижения конкретных, заранее определенных и законных целей (ст. 5 Федерального закона № 152-ФЗ). Недопустима обработка, несовместимая с заявленными целями;
- ◆ размещение оборудования и зоны обзора – видеокamеры должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечивалось наблюдение только за разрешенными участками. Категорически запрещается ведение видеонаблюдения в местах, где граждане имеют повышенные ожидания приватности: жилые комнаты, санузлы, раздевалки, медицинские кабинеты и иные аналогичные помещения;
- ◆ информирование субъектов – оператор обязан разместить знаки (таблички) с уведомлением о факте видеонаблюдения, указанием наименования оператора, целей обработки и контактной информации. Данное требование вытекает из ст. 14 Федерального закона № 152-ФЗ и подтверждено позицией Роскомнадзора;
- ◆ качество изображения и доказательственное значение – видеозапись может быть признана судом допустимым доказательством при условии ее законного получения, подлинности, отсутствия признаков монтажа, а также возможности идентификации зафиксированных событий. Технические параметры записи (разрешение, частота кадров, точность временной синхронизации) влияют на ее доказательственную ценность;
- ◆ хранение и доступ к видеозаписям – оператор обязан установить разумный срок хранения записей (как правило, от 7 до 30 дней в зависимости от сферы деятельности), обеспечить ограниченный доступ, ведение журнала доступа и защиту от несанкционированного копирования или уничтожения;
- ◆ регулярные проверки СВН – в целях обеспечения точности и актуальности обрабатываемых данных, а также подтверждения соответствия заявленным характеристикам оператору рекомендуется проводить периодические технические проверки оборудования, калибровку времени и контроль зон обзора.

Зарубежный опыт применения видеонаблюдения. В государствах – членах Европейского союза видеонаблюдение широко применяется в целях профилактики и раскрытия правонарушений. Видеокamеры, размещаемые открыто в мес-

тах массового скопления граждан и криминогенных зонах, обеспечивают передачу сигналов на центральные пульта мониторинга, где осуществляется запись и последующее использование материалов в качестве доказательств. По данным компетентных органов, установка СВН способствует снижению числа преступлений на оборудованных территориях. Данный положительный опыт в сочетании с разъяснительной работой среди населения обусловил повышение интереса граждан к использованию систем видеонаблюдения в частном домовладении, несмотря на отдельные опасения относительно вторжения в частную жизнь.

Правовое регулирование видеонаблюдения в Российской Федерации. Действующим российским законодательством производство видеозаписи в местах общего пользования напрямую не запрещено. Вместе с тем видеозапись, на которой идентифицируется конкретное физическое лицо, квалифицируется как персональные данные, а изображение лица – как биометрические персональные данные (ст. 11 Федерального закона № 152-ФЗ).

Обработка биометрических персональных данных допускается только при наличии письменного согласия субъекта, за исключением случаев, прямо установленных федеральными законами (оперативно-розыскная деятельность, правосудие и др.). Судебная практика по вопросам допустимости видеозаписей в настоящее время приобрела системный характер; споры разрешаются на основе принципов законности, баланса интересов и соблюдения конституционных прав граждан.

Видеозаписи, полученные на законных основаниях, признаются допустимыми доказательствами по делам об умышленной порче имущества, хищениях, причинении вреда здоровью, убийствах и иных преступлениях. Государственные органы и частные организации интенсивно используют СВН для различных целей, однако каждое такое использование должно иметь законное основание. Отсутствие должного обоснования цели обработки влечет признание видеонаблюдения незаконным. Кроме того, полученные данные не могут быть использованы для целей, несовместимых с первоначально заявленными, даже если такие цели представляются очевидно значимыми.

Законность цели обработки не может рассматриваться в изоляции от конституционных прав граждан, в первую очередь – права на неприкосновенность частной жизни (ч. 1 ст. 23 Конституции РФ) [20]. В соответствии со ст. 24 Конституции РФ сбор, хранение, использование и распространение информации о частной жизни лица без его согласия не допускаются. Указанное конституционное положение устанавливает общее правило, из которого законодательством предусмотрены исключения (следственные действия, оперативно-розыскные мероприятия). При нарушении порядка обработки персональных данных заинтересованное лицо вправе обратиться в суд.

Процессуальное значение видеозаписей. Видеозаписи признаются в качестве доказательств следующими отраслевыми процессуальными кодексами:

- ◆ Уголовно-процессуальный кодекс РФ (ст. 81, 84) [21] – видеозаписи относятся к иным документам и вещественным доказательствам, позволяющим установить обстоятельства совершения преступления;
- ◆ Гражданский процессуальный кодекс РФ (ст. 55) [22] – видеозаписи могут использоваться в качестве письменных и иных доказательств;

- ◆ Кодекс об административных правонарушениях РФ (ст. 26.7) [23] – видеозаписи признаются документами и доказательствами по делам об административных правонарушениях;
- ◆ Арбитражный процессуальный кодекс РФ (ст. 64) [24] – видеозаписи относятся к числу допустимых письменных доказательств.

Видеонаблюдение в трудовых отношениях. Согласно ст. 21 Трудового кодекса РФ [25], работник имеет право на полную и достоверную информацию об условиях и охране труда на рабочем месте. Судебная практика исходит из того, что видеозапись, полученная негласно (без уведомления и согласия работника), не может служить основанием для привлечения к дисциплинарной ответственности, включая увольнение (ст. 192, 193 ТК РФ). Организация видеонаблюдения в офисе или производственном помещении требует соблюдения следующих условий: уведомление работников, получение письменного согласия на обработку персональных данных (включая биометрические), принятие локального нормативного акта, регламентирующего цели, места, сроки хранения и порядок доступа к записям. При соблюдении указанных требований видеозапись способствует не только обеспечению безопасности, но и оптимизации бизнес-процессов.

Использование видеозаписей при дорожно-транспортных происшествиях. Видеозапись, выполненная автомобильным видеорегистратором, признается допустимым доказательством по делам об административных правонарушениях в области дорожного движения (ст. 26.7 КоАП РФ) [23]. Для обеспечения юридической силы записи необходимо соблюдение следующих условий:

- ◆ уведомление сотрудника ГИБДД о наличии видеорегистратора на месте дорожно-транспортного происшествия с указанием в протоколе марки, модели, способа установки и ориентации камеры;
- ◆ синхронизация времени на устройстве с реальным временем;
- ◆ отражение в протоколе факта изъятия носителя (при необходимости) с участием понятых;
- ◆ обеспечение подлинности записи и отсутствия признаков монтажа;
- ◆ представление записи в суд вместе с протоколом, удостоверяющим факт ее получения.

Поступление видеодоказательства после составления протокола без надлежащего процессуального оформления может повлечь отказ в его принятии судом.

Нормативная база и принципы защиты информации. В настоящее время правовое регулирование видеонаблюдения в Российской Федерации базируется на Федеральном законе от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [26] и Федеральном законе от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных». Основополагающими принципами обработки персональных данных, получаемых посредством СВН, являются:

- ◆ справедливость и законность обработки;
- ◆ ограничение обработки достижением конкретных, заранее определенных и законных целей;
- ◆ соответствие объема и характера обрабатываемых данных заявленным целям (недопустимость избыточности);

- ◆ точность, полнота и достоверность данных;
- ◆ хранение данных не дольше, чем этого требуют цели обработки;
- ◆ соблюдение прав и свобод субъектов персональных данных;
- ◆ защита данных от несанкционированного доступа, уничтожения, копирования и распространения;
- ◆ ограничение передачи данных третьим лицам, включая трансграничную передачу, при условии обеспечения адекватной защиты.

Международная практика в области защиты данных при видеонаблюдении в настоящее время базируется на Общем регламенте о защите данных (GDPR) – Regulation (EU) 2016/679, который заменил утратившую силу Директиву 95/46/ЕС. GDPR устанавливает принципы законности, справедливости, прозрачности, минимизации данных, ограничения хранения, целостности и конфиденциальности, а также подотчетности оператора.

Государства – члены Европейского союза вправе принимать собственные правовые предписания в части обработки персональных данных при условии их соответствия GDPR. Такие предписания могут вводиться в целях:

- ◆ обеспечения охраны государственных интересов и обороноспособности;
- ◆ поддержания общественной безопасности;
- ◆ предотвращения, выявления и расследования преступлений;
- ◆ защиты важных экономических и финансовых интересов;
- ◆ выполнения функций контроля, надзора и поддержания правопорядка;
- ◆ защиты прав и свобод граждан, включая охрану лиц, подлежащих государственной защите.

В области технического проектирования систем видеонаблюдения с функциями биометрической идентификации международным эталоном является стандарт ISO/IEC 30137-1:2024 «Информационные технологии – Использование биометрии в системах видеонаблюдения – Часть 1: Проектирование и спецификация системы» [27]. Данный стандарт регламентирует требования к выбору камер, их размещению, качеству изображения для биометрического распознавания, формированию стоп-листов и галерей сравнения, а также к обучению персонала. Хотя указанный стандарт не является обязательным на территории Российской Федерации, его рекомендации могут применяться в качестве передовой мировой практики при проектировании СВН с функциями идентификации лиц.

Таким образом, правовое регулирование применения систем видеонаблюдения в Российской Федерации представляет собой комплексный межотраслевой институт, базирующийся на конституционных нормах, положениях 152-ФЗ [3], процессуальных кодексах, а также разъяснениях и рекомендациях Роскомнадзора, судебной практике. Обязательными условиями законного функционирования СВН являются: наличие правового основания обработки персональных данных (включая письменное согласие на обработку биометрических данных), уведомление уполномоченного органа (в установленных законом случаях), информирование субъектов, ограничение целей, зон обзора и сроков хранения, обеспечение технической и организационной защиты данных. Несоблюдение

указанных требований влечет административную ответственность, признание видеозаписей недопустимыми доказательствами, а также гражданско-правовые последствия в виде компенсации морального вреда. При проектировании систем, предусматривающих биометрическую идентификацию, целесообразно руководствоваться международным стандартом ISO/IEC 30137-1:2024 [27].

Основным нормативным документом на территории РФ, распространяющимся на вновь разрабатываемые и модернизируемые системы видеонаблюдения (системы охранного телевидения), предназначенные для использования в целях защиты людей и имущества на охраняемых объектах от преступных посягательств, является национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 51558–2014 «Средства и системы охранные телевизионные. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний» [28].

Примечание. Стандарт введен в действие с 1 января 2016 года, действует взамен ГОСТ Р 51558–2008. В 2019 году в него было внесено Изменение № 1, актуализирующее отдельные положения.

Область применения стандарта распространяется на вновь разрабатываемые и модернизируемые технические средства и системы охранные телевизионные (СОТ), предназначенные для получения изображений с охраняемого объекта в целях обеспечения противокриминальной защиты. Стандарт распространяется на аппаратные и программные составляющие СОТ и технических средств в составе СОТ.

Стандарт состоит из нескольких разделов. Раздел 3 «Термины и определения» вводит ряд понятий, определений и сокращений, принятых в системах видеонаблюдения. В соответствии с актуальной редакцией ГОСТ Р 51558–2014 [28] (с учетом Изменения № 1) к числу основных терминов относятся:

- ◆ **система охранные телевизионная (СОТ)** – телевизионная система, предназначенная для получения аудио- или видеоинформации с охраняемого объекта в целях обеспечения противокриминальной защиты;
- ◆ **видеокамера** – техническое средство в составе СОТ, предназначенное для преобразования оптического изображения в телевизионные видеоданные;
- ◆ **аналоговая видеокамера** – видеокамера, предназначенная для преобразования оптического изображения в аналоговый телевизионный видеосигнал;
- ◆ **видеоканал** – совокупность технических средств СОТ, обеспечивающих передачу телевизионного изображения от видеокамеры до экрана видеомонитора в составе СОТ;
- ◆ **видеомонитор** – устройство отображения видеоинформации;
- ◆ **видеорегистратор** – устройство, предназначенное для записи, воспроизведения и хранения видеоинформации в составе СОТ;
- ◆ **видеосервер** – устройство в составе цифровой СОТ, предназначенное для преобразования аналогового видеосигнала с выхода видеокамер в цифровой формат с целью его обработки, передачи по компьютерной сети и/или записи на цифровой носитель информации;
- ◆ **видеоаналитика** – программное обеспечение, реализующее алгоритмы автоматизированного получения различных данных на основании анали-

за последовательности изображений, поступающих с видеокамер в режиме реального времени или из архивных записей;

- ◆ **несанкционированные действия (НСД)** – действия в отношении технических средств, не предусмотренные нормативными и (или) эксплуатационными документами на техническое средство конкретного вида (например, несанкционированный доступ, несанкционированный просмотр);
- ◆ **обнаружитель (детектор) движения** – устройство или функция СОТ, формирующие сигнал извещения о тревоге при обнаружении движения в поле зрения видеокамеры;
- ◆ **пункт видеонаблюдения** – помещение или часть помещения, в котором расположена приемная аппаратура и дежурные операторы СОТ;
- ◆ **разрешающая способность видеокамеры (разрешение)** – параметр, определяющий возможность видеокамеры передавать в выходном сигнале мелкие детали изображения;
- ◆ **двухпоточность** – свойство IP-видеокамер и устройств кодирования видео предоставлять два видеопотока различного качества для каждого канала видео (поток высокого разрешения используется для сохранения в архив и отображения в полноэкранном режиме, поток низкого разрешения – для отображения в режиме мультитекрана);
- ◆ **мультитекран** – режим для отображения на экране изображений от нескольких видеокамер;
- ◆ **коммутация видеопотоков** – соотнесение видеопотоков с конкретными окнами отображения;
- ◆ **чувствительность видеокамеры** – нижняя граница рабочего диапазона освещенностей в поле зрения видеокамеры, при которой разрешающая способность и отношение сигнал/шум видеокамеры должны быть не менее заданных значений;
- ◆ **отношение сигнал–шум** – безразмерная величина, представляющая собой отношение мощности полезного сигнала к мощности шума.

В разделе 4 ГОСТ Р 51558–2014 «Классификация» приводится классификация средств СОТ как по функциональному назначению, так и по функциональным характеристикам, а также их условные обозначения [28].

Раздел 5 ГОСТ Р 51558–2014 «Общие технические требования» оговаривает общие технические требования к системам видеонаблюдения. К общим требованиям (п. 5.1) относятся следующие: система должна обеспечивать возможность непрерывной работы с учетом проведения регламентного технического обслуживания, а технические средства, предназначенные для ее построения, должны обладать конструктивной, информационной и эксплуатационной совместимостью [28].

Требования к функциональным характеристикам средств СОТ указаны в п. 5.2, к функциональным характеристикам самих СОТ – в п. 5.3, к электромагнитной совместимости – в п. 5.4, к устойчивости к НСД – в п. 5.5, к надежности – в п. 5.6, к устойчивости к внешним воздействующим факторам – в п. 5.7, к электропитанию – в п. 5.8, к безопасности – в п. 5.9, к конструкции – в п. 5.10, к маркировке и упаковке – в п. 5.11.

В разделе 6 ГОСТ Р 51558–2014 «Методы испытаний» даны указания по методам испытаний [28].

Смежные стандарты. ГОСТ 21879–88 [29] «Телевидение вещательное. Термины и определения» (действующий) содержит следующие разделы:

- ◆ общие термины вещательного телевидения;
- ◆ сигналы, их формирование и обработка;
- ◆ аппаратура вещательного телевидения;
- ◆ основные параметры и виды искажений;
- ◆ контроль и измерения.

Примечание. Данный стандарт, разработанный для систем вещательного телевидения, применяется в части терминологии, не противоречащей современным цифровым стандартам.

ГОСТ 7845–92 [30] «Система вещательного телевидения. Основные параметры. Методы измерений» изначально разрабатывался для аналогового вещательного телевидения. В связи с переходом на цифровые стандарты телевидения практическое применение данного стандарта для современных IP-систем видеонаблюдения ограничено.

Отраслевые рекомендации. В Рекомендациях Р 78.36.002-99 [31] «Выбор и применение телевизионных систем видеоконтроля» рассмотрены характеристики компонентов телевизионных систем видеоконтроля, приведена классификация этих систем, освещены вопросы обследования объектов и выбора средств видеоконтроля для усиления их охраны. Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников, занимающихся вопросами оборудования объектов телевизионными системами видеоконтроля и их эксплуатацией.

Примечание. Документ носит рекомендательный характер и описывает преимущественно аналоговое оборудование; при проектировании современных IP-систем следует применять его в части, не противоречащей актуальным стандартам.

В разделе 2 Рекомендаций «Основные компоненты систем охранного телевидения» приводятся описания и даются характеристики основных компонентов СВН: видеокамер с объективами и устройств для их оснащения, устройств обработки и коммутации видеосигналов, устройств регистрации, передачи телевизионного сигнала и электропитания.

В разделе 3 Рекомендаций «Классификация систем охранного телевидения» приводятся критерии оценки СВН, которые подразделяются на классы в соответствии с категориями значимости охраняемых объектов. Здесь же приводится классификация систем по условиям эксплуатации и режимам их работы в зависимости от назначения, характера решаемых задач и выполняемых функций.

В разделе 4 Рекомендаций «Выбор средств видеоконтроля для оборудования объекта» приводятся конкретные методики обследования объекта, охрана которого предполагается, и выбора и размещения компонентов СВН для него.

В разделе 5 Рекомендаций «Типовые варианты систем охранного телевидения» дается несколько практических вариантов создания СВН с различным числом камер, в том числе видеодомофоны.

Рекомендации Р 78.36.008-99 [32] «Проектирование и монтаж систем охранного телевидения и домофонов» предназначены для инженерно-технических работников проектно-монтажных групп, а также специалистов служб безопасности организаций, занимающихся вопросами поставки, проектирования и монтажа СОТ и видеодомофонов на объектах различных форм собственности.

В разделе 1 Рекомендаций «Определения и сокращения» приводятся перечни общих определений и определений компонентов СОТ.

В разделе 2 Рекомендаций «Классификация систем охранного телевидения» дается классификация СОТ в зависимости от освещенности охраняемых объектов.

В разделе 3 Рекомендаций «Вопросы проектирования систем охранного телевидения» рассматриваются вопросы организации проектирования СОТ, в том числе постановка задачи, составление технического задания, взаимоотношение заказчика и исполнителя и др.

В разделе 4 Рекомендаций «Выбор и размещение оборудования» рассматриваются аспекты проектирования СОТ, в том числе соответствия параметров компонентов требованиям технического задания и особенности монтажа.

В разделе 5 Рекомендаций «Варианты оборудования объектов» рассматриваются варианты размещения оборудования СОТ как в помещениях, так и на охраняемой территории.

Раздел 6 Рекомендаций «Домофоны» посвящен вопросам установки домофонов, которые сочетают в себе функции аудио- или видеоконтроля и управления доступом на объект.

Актуальные методические рекомендации Росгвардии. В дополнение к указанным документам следует руководствоваться Методическими рекомендациями Р 078-2019 [33] «Инженерно-техническая укрепленность и оснащение техническими средствами охраны объектов и мест проживания и хранения имущества граждан, принимаемых под централизованную охрану подразделениями вневедомственной охраны войск национальной гвардии Российской Федерации», утвержденными Росгвардией 4 апреля 2019 года.

Примечание. Данный документ введен взамен утративших силу Р 78.36.032-2013 и Р 78.36.032-2014. По состоянию на 2026 год действуют Методические рекомендации Р 102-2024, утвержденные Росгвардией.

В общих положениях этого документа приведены основные термины и определения, касающиеся охраны объекта, а также порядок и способы оснащения объектов элементами инженерно-технической укрепленности и техническими средствами охраны с целью противодействия преступным посягательствам на них. Специальный раздел документа посвящен системам охранного телевидения.

Международные стандарты. При проектировании систем видеонаблюдения, предполагающих использование биометрической идентификации (в частности, распознавания лиц), рекомендуется руководствоваться международным стандартом ISO/IEC 30137-1:2024 [27] «Информационные технологии – Использование биометрии в системах видеонаблюдения – Часть 1: Проектирование и спецификация системы».

Указанный стандарт определяет:

- ◆ ключевые термины для спецификации биометрических технологий в системах видеонаблюдения;
- ◆ рекомендации по выбору типов камер, их размещению, спецификации изображения для обеспечения возможности биометрического распознавания;
- ◆ рекомендации по формированию галерей (стоп-листов), с которыми сравниваются изображения лиц, полученные с систем видеонаблюдения;
- ◆ требования к форматам данных для изображений лиц и другой релевантной информации;
- ◆ общие принципы поддержки оператора системы видеонаблюдения, включая пользовательские интерфейсы и процессы обеспечения эффективной работы;
- ◆ требования к процессам управления для обеспечения соответствия мер безопасности, конфиденциальности и защиты персональных данных.

Хотя указанный стандарт не является обязательным на территории Российской Федерации, его рекомендации могут применяться в качестве передовой мировой практики при проектировании систем видеонаблюдения с функциями биометрической идентификации.

Рассмотренные и ряд других регламентирующих документов, касающихся вопросов выбора компонентов СВН, их проектирования и монтажа, составляют нормативно-техническую базу в области систем охранного телевидения. При разработке и модернизации систем видеонаблюдения следует руководствоваться актуальными версиями стандартов, в первую очередь ГОСТ Р 51558–2014 [28] (с учетом Изменения № 1), а также методическими рекомендациями Росгвардии, действующими на момент проектирования.

6.3. Цифровые системы видеонаблюдения: современное состояние и технологии

Термин «цифровые системы видеонаблюдения» в современной научно-технической литературе используется для обозначения систем, в которых захват, оцифровка, обработка, сжатие, передача, хранение и визуализация видеосигналов осуществляются в цифровой форме на всех этапах, за исключением первичного фотоэлектрического преобразования оптического изображения в электрический сигнал на матрице видеокамеры. В настоящее время произошла эволюция от классического противопоставления аналоговых и цифровых систем к более сложной трехуровневой классификации, включающей аналоговые системы стандартного разрешения, практически полностью вытесненные из профессионального применения, аналоговые системы высокого разрешения на технологиях HD-TVI, AHD и HD-CVI, сохраняющиеся преимущественно в бюджетном сегменте при модернизации объектов с существующей кабельной инфраструктурой, а также IP-системы видеонаблюдения, основанные на передаче данных по компьютерным сетям с использованием протоколов TCP/IP, которые сегодня применяются практически во всех сегментах рынка систем безопасности.

Основное преимущество цифровых сигналов, заключающееся в их нечувствительности к шумам, сохраняет свою актуальность, однако современное понимание включает дополнительные аспекты помехоустойчивости. Цифровые сигналы, принимающие только два дискретных значения – логический ноль и логическую единицу, сохраняют целостность при уровнях шума, значительно превышающих допустимые для подобных аналоговых систем, благодаря использованию помехоустойчивого кодирования с применением циклических избыточных кодов и кодов с упреждающей коррекцией ошибок. При цифровой передаче и многократном копировании качество сигнала не ухудшается, что принципиально отличает цифровые системы от аналоговых, в которых каждая последующая копия сопровождается накоплением шумов и деградацией изображения. Дальность передачи цифровых видеосигналов по «витой паре» без дополнительного оборудования достигает ста метров, по оптоволоконным линиям связи – десятков километров, а при использовании глобальных IP-сетей и беспроводных каналов четвертого и пятого поколений передача может осуществляться на практически неограниченные расстояния без потери качества.

Современные цифровые системы видеонаблюдения являются не просто автономными устройствами, а ключевым компонентом интегрированных систем безопасности, объединяющих в едином информационном пространстве видеонаблюдение, системы контроля и управления доступом, охранно-пожарную сигнализацию, системы оповещения и управления эвакуацией, а также системы охранного и дежурного освещения. Взаимодействие между этими подсистемами строится на основе сервис-ориентированной архитектуры с использованием открытых прикладных программных интерфейсов, а также стандартов ONVIF и PSIA, обеспечивающих совместимость оборудования различных производителей. Автоматизация правил и сценарная логика позволяют реализовывать сложные алгоритмы поведения системы, например при срабатывании датчика движения в определенной зоне соответствующая видеокамера переключается в режим записи с повышенной скоростью передачи данных, а оператору направляется push-уведомление на мобильное устройство.

Модульный принцип построения систем видеонаблюдения, описанный в классических источниках, в современных условиях реализуется иначе, чем в эпоху аналоговых и компьютерных систем видеозахвата. Масштабирование сегодня осуществляется не добавлением плат видеозахвата в компьютер, а приобретением дополнительных лицензий на программное обеспечение управления видео и подключением новых камер через существующую сетевую инфраструктуру. Теоретический предел числа видеокамер в единой системе не ограничен возможностями одного сервера благодаря применению технологий кластеризации, распределенных вычислений и облачных решений. Производительность современных систем характеризуется кадровой частотой двадцать пять, тридцать, пятьдесят или шестьдесят кадров в секунду в зависимости от применяемого стандарта, разрешением от двух мегапикселей в формате Full HD до восьми мегапикселей в формате 4K UHD и выше, включая двенадцати- и двадцатимегапиксельные матрицы, а архитектура систем эволюционировала от централизованной к распределенной с выделением периферийных, туманных и облачных уровней вычислений.

Одним из ключевых отличий современных цифровых систем видеонаблюдения от систем десятилетней давности является повсеместное внедрение технологий компьютерного зрения и искусственного интеллекта. Обработка видеоданных может осуществляться непосредственно в самой видеокамере на специализированных чипах искусственного интеллекта – такой подход получил название периферийной, или Edge, AI-аналитики и обеспечивает низкую задержку обработки, экономию сетевого трафика и повышенную конфиденциальность данных. Альтернативой является серверная аналитика, при которой обработка выполняется на центральном сервере или в облаке, что позволяет использовать более тяжелые нейросетевые модели и обновлять алгоритмы без замены камер. Гибридная архитектура комбинирует оба подхода, распределяя вычислительную нагрузку между периферийными устройствами и центральными узлами. Функциональные возможности современной видеоаналитики включают детекцию объектов различных классов – людей, автомобилей, животных и предметов, распознавание лиц и автомобильных номеров, поведенческую аналитику, позволяющую выявлять пересечение запрещенных линий, вход в охраняемые зоны, оставленные предметы, падения, бег и драки, классификацию по полу, возрасту и цвету одежды, анализ плотности толпы с подсчетом количества людей и определением направления движения, а также построение тепловых карт и траекторное отслеживание объектов.

В области сетевых технологий стандартом де-факто стали IP-видеокамеры, поддерживающие питание по витой паре на основе технологий Power over Ethernet различных спецификаций, что позволяет передавать электропитание и данные по одному кабелю. Совместимость с программными платформами разных производителей обеспечивается поддержкой открытых стандартов ONVIF, включая профили S, G, T и M. Технология однопоточности и многопоточности позволяет формировать независимые видеопотоки для записи с высоким качеством и для просмотра на мобильных устройствах с низким качеством, экономя пропускную способность сети. Адаптивный алгоритм сохраняет скорость постоянной, что автоматически изменяет степень сжатия в зависимости от динамики сцены, а поддержка протокола IPv6 становится обязательным требованием для современных корпоративных сетей.

Беспроводные решения в видеонаблюдении эволюционировали от простых радиоканалов к использованию технологий Wi-Fi шестого поколения, применяемых в офисах, складах и системах умного дома, сотовых сетей четвертого и пятого поколений, используемых для удаленных объектов, строительных площадок и транспорта, а также специализированных протоколов с низким энергопотреблением, таких как LoRa и NB-IoT, которые, однако, непригодны для передачи полноценного видеопотока в реальном времени и применяются преимущественно для датчиков и триггерных событий.

Модель видеонаблюдения как услуги, обозначаемая аббревиатурой VSaaS, представляет собой архитектурное решение, при котором видеохранение и управление системой осуществляются в облачной инфраструктуре. Возможны три основных варианта реализации: полностью облачное решение, при котором видео не хранится локально, что требует стабильного канала связи с пропускной способностью от пяти до двадцати мегабит в секунду на каж-

дую камеру; гибридное решение, сочетающее локальное хранилище с облачным резервным копированием и удаленным доступом; а также облачная аналитика, при которой локальная запись дополняется обработкой в облаке для тяжелых нейросетевых моделей. Преимуществами облачной модели являются отсутствие капитальных затрат на серверное оборудование, автоматическое обновление программного обеспечения, доступ с любого устройства через веб-интерфейс или мобильное приложение, а также централизованное управление географически распределенными объектами.

Современная классификация цифровых систем видеонаблюдения включает несколько основных архитектурных решений. Серверная система управления видео представляет собой программную платформу, развернутую на стандартном сервере архитектуры x86-64, и применяется на объектах с числом камер от шестнадцати до нескольких тысяч. Аппаратный сетевой видеорегистратор представляет собой специализированное устройство со встроенным программным обеспечением, часто оснащенное портами Power over Ethernet, и используется на малых и средних объектах с числом камер от четырех до шестидесяти четырех. Гибридный видеорегистратор поддерживает как IP-камеры, так и аналоговые камеры высокого разрешения стандартов HD-TVI и AHD, что позволяет осуществлять поэтапную модернизацию объектов с существующей кабельной инфраструктурой. Облачная VSaaS-платформа применяется в розничной торговле, на автозаправочных станциях, в офисах и на удаленных объектах. Edge-решение с записью на карту памяти microSD и облачным управлением характерно для магазинов, банкоматов и отдельных точек наблюдения. Наконец, бессерверная система с прямой связью камер с мобильным приложением по модели peer-to-peer наиболее распространена в сегменте домашнего видеонаблюдения.

В заключение следует перечислить основные особенности современных цифровых систем видеонаблюдения в их актуализированном виде. Системы обеспечивают высокое разрешение и детализацию от двух мегапикселей в формате Full HD до двадцати мегапикселей и выше, включая мультисенсорные камеры с панорамным обзором и поворотные камеры с оптическим зумом тридцати-сорокакратного увеличения. Поддержка современных кодеков сжатия H.265, H.266 и AV1 обеспечивает экономию дискового пространства до восьмидесяти процентов по сравнению с устаревшими форматами. Искусственный интеллект и видеоаналитика на борту камеры позволяют осуществлять детекцию, распознавание и поведенческий анализ без участия оператора. Круглосуточная запись может быть непрерывной или запускаться по событиям с предварительной и последующей записью. Умный поиск по видеоархиву осуществляется по объектам, лицам, номерам автомобилей, цвету одежды, траектории движения и временному интервалу. Удаленный доступ и управление реализуются через веб-браузер, мобильное приложение, тонкий клиент или через интеграцию с мессенджерами. Интеграция с другими системами безопасности обеспечивается через прикладные программные интерфейсы, стандарт ONVIF и сценарную логику. Облачное резервное копирование и хранение в гибридной архитектуре защищает данные от уничтожения локальных архивов. Кибербезопасность систем обеспечивается шифрованием трафика с использованием протоколов TLS и SRTP, аутен-

тификацией по стандарту 802.1X, сегментацией сети с помощью виртуальных локальных сетей и регулярным обновлением встроенного программного обеспечения. Наконец, поддержка современных протоколов ONVIF, RTSP, RTMP, MQTT и WebRTC обеспечивает просмотр в браузере без установки дополнительных программных компонентов. Таким образом, современные цифровые системы видеонаблюдения представляют собой распределенные IP-решения с поддержкой искусственного интеллекта, облачных сервисов, высокоэффективных кодеков сжатия и открытых стандартов интеграции, причем эволюция от аналоговых систем к цифровым практически завершена в профессиональном сегменте, а дальнейшее развитие направлено на повышение интеллектуальности периферийных устройств, снижение стоимости хранения за счет новых кодеков и облачных архивных хранилищ, а также обеспечение кибербезопасности. Рынок систем видеонаблюдения демонстрирует устойчивый тренд к переходу от капитальных затрат к операционным через внедрение моделей видеонаблюдения как услуги и гибридного облачного видеонаблюдения.

6.4. Сети и сетевые технологии в видеонаблюдении

Сеть представляет собой совокупность аппаратных и программных средств, обеспечивающих передачу данных между абонентами, а также предоставляющих доступ к устройствам коллективного пользования. Объединение устройств в сеть позволяет осуществлять двунаправленный обмен информацией, включая передачу видеопотоков, команд управления и служебных данных.

В современных системах видеонаблюдения вычислительные устройства занимают центральное положение независимо от того, функционируют ли они на базе полнофункциональных операционных систем семейства Windows или Linux либо на базе встроенных (встраиваемых) операционных систем реального времени. Основополагающей характеристикой таких устройств является их способность к сетевому взаимодействию и совместному использованию информационных ресурсов. Построение систем видеонаблюдения в рамках компьютерных сетей сводится к подключению сетевых видеорегистраторов, IP-видеокамер, видеосерверов или специализированных компьютеров с платами видеозахвата к единой сетевой инфраструктуре.

Большинство современных проводных сетей видеонаблюдения строятся по топологии «звезда» (рис. 6.2) и используют стек протоколов Ethernet. Для построения сетевой инфраструктуры используются неэкранированная «витая пара» категории 5е, 6 или 6А для скоростей до 1 Гбит/с и 10 Гбит/с соответственно, а также оптоволоконные линии для магистральных соединений и протяженных сегментов. Дополнительно широкое распространение получила технология Power over Ethernet (PoE) по стандартам IEEE 802.3af, 802.3at и 802.3bt [34], позволяющая передавать электропитание на IP-видеокамеры и другие сетевые устройства непосредственно по кабелю «витой пары», что исключает необходимость в отдельном кабеле питания.

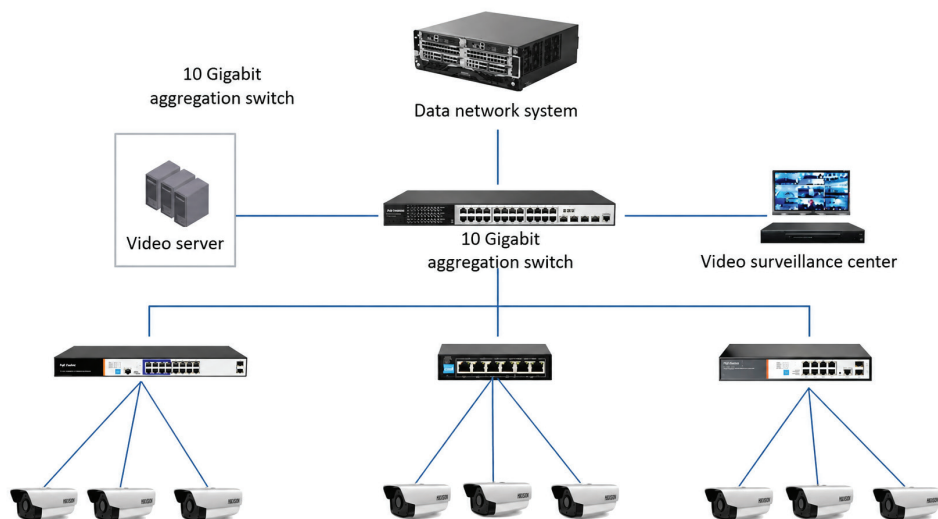


Рис. 6.2. Топология сети типа «звезда»

Наряду с проводными сетями в системах видеонаблюдения альтернативой им благодаря своей гибкости и экономической эффективности стали беспроводные сети. В ряде случаев беспроводные сети могут быть единственной технически реализуемой альтернативой, когда прокладка кабеля невозможна или экономически нецелесообразна. Например, установка беспроводной видеокамеры на обширной автомобильной парковке может оказаться дешевле варианта с кабельным подключением, поскольку последнее потребовало бы прокладки кабельной трассы по грунту или выполнения земляных работ. Беспроводные видеокамеры позволяют оперативно и экономично организовать видеонаблюдение на обширных территориях, что особенно удобно в системах городского масштаба. Беспроводные сети обеспечивают мобильность, поскольку видеокамеры можно свободно перемещать в пределах зон покрытия сети, что означает возможность передачи «живого» видео с видеокамеры, установленной, например, на общественном транспорте, в любую удаленную точку сети. В зданиях, являющихся памятниками архитектуры и охраняемых государством, беспроводная сеть может быть единственной допустимой альтернативой в случаях, когда прокладка кабелей запрещена органами охраны культурного наследия.

К беспроводной сети могут быть подключены как беспроводные видеокамеры со встроенным беспроводным интерфейсом, так и проводные сетевые видеокамеры с использованием беспроводного моста (точки доступа, работающей в режиме моста, см. рис. 6.3). Технология беспроводных локальных сетей (WLAN – Wireless Local Area Networks), основанная на серии стандартов IEEE 802.11 [19], описана в главе 2 данного учебного пособия.

Помимо технологий на основе стандартов IEEE 802.11 [35], в системах видеонаблюдения также применяются сотовые сети четвертого (4G/LTE) и пятого (5G) поколений, обеспечивающие передачу видеоданных на большие расстояния при высокой мобильности объектов наблюдения.

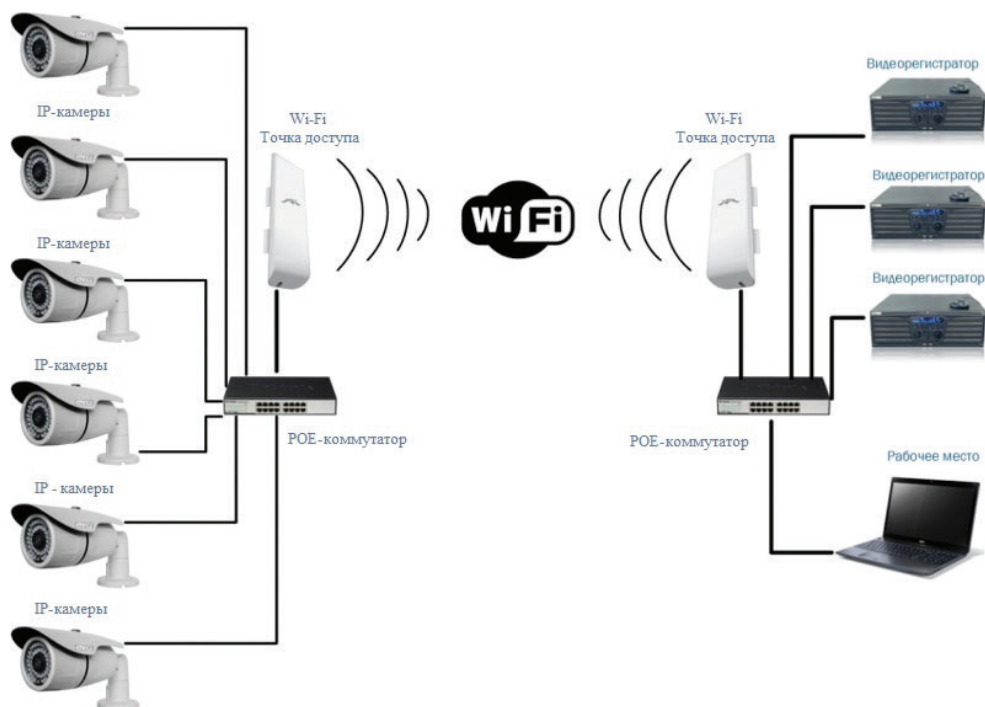


Рис. 6.3 Пример беспроводной системы видеонаблюдения

С помощью технологий, положенных в основу семейства стандартов IEEE 802.11 [35], могут быть созданы беспроводные сети различной сложности и масштаба. Это может быть простая сеть, соединяющая ноутбук и сетевую видеокамеру, находящуюся в непосредственной близости, а также достаточно сложная распределенная сеть, в которой множество устройств обмениваются данными с большим числом сетевых узлов, разбросанных на значительной территории.

Простейший тип беспроводных сетей состоит из двух узлов, оснащенных соответствующими беспроводными сетевыми интерфейсами. Каждый узел с беспроводным интерфейсом формирует беспроводную ячейку, называемую базовым набором сервисов (BSS – Basic Service Set), в которой могут присутствовать и другие узлы. Если один из узлов находится в зоне действия ячейки BSS, а его интерфейс использует тот же канал, то между двумя узлами возможен прямой обмен данными. Для реализации базового способа децентрализованной беспроводной сети – режима Ad Hoc – необходимо в настройках адаптера беспроводной сети выбрать соответствующий режим. Зона покрытия в помещениях составляет от 30 до 50 метров, тогда как на открытых пространствах она возрастает до 300 метров. Если требуется расширение охвата территории беспроводной сетью, несколько ячеек BSS объединяют в общую сеть с помощью распределительной системы (DS – Distribution System).

В большинстве случаев распределительная система представляет собой проводную сеть Ethernet, соединяющую отдельные ячейки BSS. Теоретически

беспроводная сеть может иметь произвольный размер за счет подключения множества ячеек BSS и их объединения через распределительную систему расширенного набора сервисов (ESS – Extended Service Set). Для подключения устройства, например видеокамеры системы видеонаблюдения, к беспроводной сети необходимо в его настройках выбрать соответствующий SSID, обеспечивающий подключение к целевой сети.

Частотный диапазон 2,4 ГГц разделен на 13 радиоканалов в Европе и на 11 каналов в большинстве других регионов. Каналы распределены таким образом, что соседние каналы перекрываются по частоте. В результате в одной беспроводной ячейке могут быть использованы только три непересекающихся канала, например каналы 1, 6 и 11 или 1, 7 и 13. Данное ограничение влияет на количество беспроводных видеокамер, которые могут быть развернуты в одном районе. Точное количество видеокамер зависит от требуемой для них средней пропускной способности, которая, в свою очередь, определяется разрешением видеопотока, используемым кодеком сжатия (H.264, H.265, H.266) и частотой кадров. Современные IP-видеокамеры высокого разрешения (4K UHD) при использовании кодака H.265 могут требовать от 10 до 20 Мбит/с и более. При использовании устаревших стандартов беспроводной связи (IEEE 802.11g/n) к одной точке доступа может быть подключено относительно небольшое количество видеокамер. Современные точки доступа, поддерживающие стандарты IEEE 802.11ac (Wi-Fi 5), IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6) и IEEE 802.11be (Wi-Fi 7), обеспечивают существенно более высокую пропускную способность, технологии пространственного мультиплексирования MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) и ортогонального частотного мультиплексирования с множественным доступом (OFDMA), что позволяет подключать значительно большее количество устройств с сохранением качества обслуживания [35].

В профессиональных системах видеонаблюдения также находят применение сотовые сети четвертого (4G/LTE) и пятого (5G) поколений, обеспечивающие передачу видеоданных на большие расстояния при высокой мобильности объектов наблюдения. Стандарт 5G, в частности, обеспечивает низкую задержку (менее 1 мс) и высокую пропускную способность (до нескольких гигабитов в секунду), что делает его пригодным для передачи видеопотоков высокого разрешения в реальном времени с мобильных объектов, таких как общественный транспорт, патрульные автомобили и беспилотные летательные аппараты.

6.5. Основные компоненты и оборудование цифровых и сетевых систем видеонаблюдения

Цифровые и сетевые СВН, так же как и аналоговые, включают в себя компоненты и оборудование. Рассмотрим основные их виды.

Цифровыми видеокамерами принято называть видеокамеры со встроенными цифровыми видеопроцессорами и контроллерами. Фактически цифровыми здесь являются только схемные элементы между матрицей (формирователем видеосигнала) и видеовыходом. Цифровая обработка сигналов в этих камерах дает значительное улучшение качества изображения.

Цифровая IP-видеокамера отличается от аналоговой видеокамеры тем, что не только позволяет преобразовывать видеосигнал в цифровую форму, но и обеспечивает его одновременную передачу по IP-сети для последующего воспроизведения или сохранения. Если трансляция ведется на общедоступный веб-сервер, то наблюдать за происходящим может любой пользователь интернета.

IP-видеокамеры иногда путают с веб-камерами, которые чаще всего используют для проведения видеоконференций и связи, например Яндекс Телемост или Microsoft Teams: у них нет встроенных средств сетевого обмена и ряда других функций, присущих IP-видеокамерам [36].

В IP-видеокамерах, так же как и в обычных, используются ПЗС- и КМОП-матрицы.

ПЗС-матрица (прибор с зарядовой связью) функционирует на основе принципа аналоговой регистровой передачи зарядовых пакетов. Фотонный поток, воздействуя на фоточувствительные элементы матрицы, где затем происходит генерация неравновесных носителей заряда, которые последовательно, посредством тактовых импульсов (построчно), транспортируются к краям кристаллической области. На выходном каскаде установлен единственный малошумящий усилитель, осуществляющий преобразование накопленного заряда в напряжение, которое передается дальше для последующей обработки полученного сигнала. Данная топология кристалла ПЗС матрицы обеспечивает высокую квантовую эффективность, низкий уровень темнового шума и достоверную цветопередачу (особенно в дорогих моделях). К числу основных недостатков технологии относятся технологическая сложность изготовления, повышенное энергопотребление (обусловленное необходимостью формирования нескольких напряжений питания) и относительно низкая кадровая частота вследствие последовательной архитектуры считывания данных изображения.

КМОП-матрица (комплементарная структура металл-оксид-полупроводник) характеризуется принципиально иной архитектурой, предполагающей интеграцию активных усилительных и аналого-цифровых схем непосредственно в каждый пиксель или локальную группу пикселей. Такое построение позволяет реализовать произвольный, не только построчный, доступ к элементам матрицы, обеспечивая высокое быстродействие, низкую себестоимость производства и сниженное энергопотребление; напряжение питания, как правило, не превышает 3,3 В. Несмотря на то что современные КМОП-матрицы достигли показателей, сопоставимых с ПЗС-матрицами показателей чувствительности, их архитектура подвержена наличию фиксированного структурного шума, вызванного наличием дополнительных микросхем между пикселями, а также паразитному эффекту наклона вертикальных объектов при быстрой съемке (rollingshutter). В настоящий момент КМОП-матрицы доминируют в сегменте цифровых систем видеозахвата – от портативных носимых устройств до оборудования профессионального уровня.

Применение КМОП-технологии, помимо относительной дешевизны, имеет и еще одно достоинство: она позволяет создавать более компактные корпуса для IP-видеокамер. Однако у них более низкая светочувствительность по сравнению с ПЗС, поэтому при недостаточной освещенности картинка оказывается более темной и зашумленной.

Конструкция IP-видеокамеры показана на рис. 6.4.

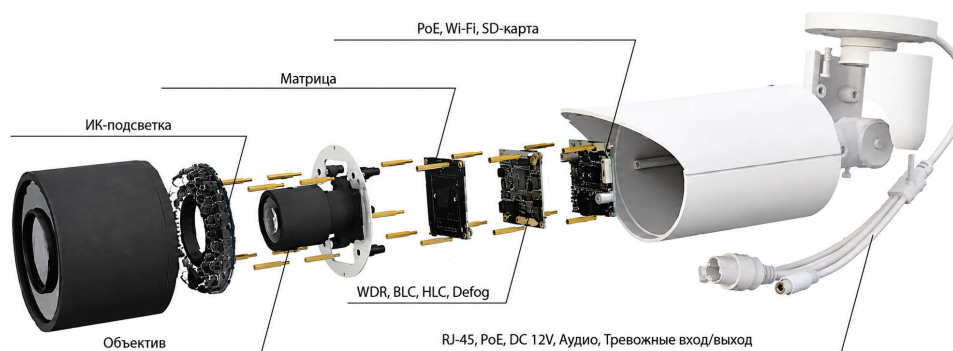


Рис. 6.4. Конструкция IP-видеокамеры

Основу любой IP-камеры составляет светочувствительная матрица, которая преобразует оптическое изображение в электрический сигнал. Перед матрицей расположен объектив – оптическая система, обеспечивающая фокусировку света на сенсоре. Для работы в условиях полной темноты камера оснащается ИК-подсветкой – инфракрасными светодиодами, которые невидимы для человеческого глаза, но позволяют матрице формировать четкое черно-белое изображение при нулевой освещенности.

Полученный видеосигнал обрабатывается встроенным процессором, поддерживающим алгоритмы улучшения качества картинки. Рассмотрим их подробнее.

WDR (Wide Dynamic Range – широкий динамический диапазон) – технология, позволяющая камере одновременно корректно отображать как очень яркие, так и очень темные участки в одном кадре. Например, человек стоит на фоне яркого окна: без WDR лицо будет черным силуэтом, а с WDR будут видны и детали на улице за окном, и лицо в помещении. Достигается за счет съемки двух (или более) кадров с разной выдержкой и их последующего объединения.

BLC (Back Light Compensation – компенсация контрового света) – более простая технология, чем WDR. При ярком фоновом освещении (солнце, лампа, окно) камера автоматически увеличивает общую яркость всего кадра, чтобы сделать передний план (объект) более различимым. Недостаток: пересвеченные фоновые области становятся еще более яркими или полностью белыми. BLC хорошо работает, когда важен только объект на переднем плане.

HLC (Highlight Compensation – подавление бликов) – технология, специально созданная для ночного наблюдения и ситуаций с точечными источниками яркого света. Камера обнаруживает на изображении пересвеченные участки, создаваемые, например, фарами автомобиля, прожектором или ярким уличным фонарем, и затемняет их (или закрывает серой/черной маской). Это позволяет разглядеть номер машины или лицо водителя, которые иначе были бы скрыты за ослепляющим свечением.

Defog (устранение дымки/тумана) – алгоритмическое улучшение изображения при плохих атмосферных условиях (туман, смог, сильный дождь, пыль, пар, мокрый снег). Технология повышает локальную контрастность и насыщенность, цифровым способом «проявляя» размытые детали на удаленных объектах. Алгоритм Defog не может полностью восстановить изображение в плотном тумане, но значительно улучшает видимость при легкой или средней дымке.

Для передачи данных и питания камера имеет несколько интерфейсов. Сетевой порт RJ-45 с поддержкой PoE (Power over Ethernet) позволяет подавать питание и видеопоток по одному кабелю. Альтернативно можно использовать разъем DC 12V для внешнего блока питания. Для беспроводного подключения предусмотрен Wi-Fi. Локальное хранение архива обеспечивается слотом для SD-карты. Дополнительные функциональные разъемы включают аудио (подключение внешнего микрофона и динамика для двусторонней связи), а также тревожные вход/выход – для подсоединения датчиков охранной сигнализации и исполнительных устройств (сирены, реле блока контрольной сигнализации, светового оповещателя). Благодаря такому набору компонентов IP-камера представляет собой полностью автономную систему видеонаблюдения, готовую к работе как в классических проводных, так и в беспроводных системах видеонаблюдения [36].

Поступивший с датчика видеосигнал с целью оптимизации передаваемого по сети трафика подлежит сжатию. Эта операция выполняется специальным процессором. Он производит оцифровку видеосигнала и его сжатие (компрессию) чаще всего по стандартам MPEG (MovingPictureExpertsGroup) – это группа экспертов, разрабатывающая стандарты сжатия цифрового видео и аудио. Это наиболее известные стандарты, к которым относится несколько разновидностей методов сжатия, используемого для потоковых аудио и видео. Главный принцип сжатия заключается в сравнении передаваемых кадров таким образом, что первый сжатый кадр является ссылкой (прототипом) для других, следующих за ним кадров. В них содержится информация только о тех частях кадра, которые были изменены по сравнению с прототипом. При воспроизведении сжатого этим методом видео выполняется обратная задача: по первому восстановленному кадру с использованием передаваемой информации об «отклонениях» достраиваются последующие кадры [36].

К группе MPEG относится ряд стандартов, из которых в СВН нашли применение MPEG-2, MPEG-4 и его модификации. Первый из них, используемый в цифровом, кабельном и спутниковом телевидении, предназначен для передачи данных высокого разрешения. Увеличение размера кадра и повышение качества изображения достигается в нем благодаря использованию более низких коэффициентов сжатия и повышенного битрейта (скорости передаваемого видеопотока). В стандарте MPEG-4 реализовано множество новых инструментов, обеспечивающих достижение высокого качества изображения, с учетом применяемого прикладного программного обеспечения или отображаемой сцены. Новый стандарт сжатия AVC (AdvancedVideoCoding), который еще называют H.264 или MPEG-4 Part 10, имеет главное достоинство – обеспечение более высокого качества изображения при более низком битрейте.

Для организации подключения видеокамер к IP-сети используется отдельный контроллер, в состав которого входят процессор, ОЗУ (DRAM), флеш-память и периферийные адаптеры. С помощью этих средств осуществляется передача данных по сети, выделение собственного IP-адреса, работа сетевых служб: веб- и FTP-серверов, веб-браузера, маршрутизатора. Благодаря этим возможностям можно не только передавать видеосигнал на сервер для дальнейшего мониторинга, но и выполнять оповещение по E-mail, проводить дистанционный опрос СВН, включающей несколько видеокамер.

Стационарные IP-видеокамеры – это наиболее простые и часто встречающиеся цифровые камеры. Их главная особенность – высокая заметность и очевидная направленность съемки. Любой прохожий ясно видит со стороны, какой именно объект находится под наблюдением в данный момент. Эти камеры часто применяются в СВН для охраны зданий, территорий и т. п.

Купольные IP-видеокамеры (их еще называют мини-сферами) представляют собой стационарно установленные камеры, находящиеся внутри небольшой закрытой конструкции куполообразной формы. Особенность таких камер – способность разворачиваться практически на любой угол, что позволяет вести наблюдение по любому направлению, причем со стороны практически невозможно определить, в каком направлении ведется съемка. Ограничение применения видеокамер этого типа – выбор сменных линз жестко ограничен малыми габаритами пространства внутри защитной сферы.

Панорамные IP-видеокамеры выполняют следующие основные функции: плавную горизонтальную прокрутку области просмотра, наклон в вертикальной плоскости, масштабирование изображения. Такие камеры используются, например, в СВН розничных супермаркетов. При этом оператор имеет возможность вручную отслеживать ситуацию в торговом зале, выбирая между просмотром всего зала на полный угол обзора и детальным рассмотрением выбранного участка.

Скоростные купольные IP-видеокамеры имеют основное достоинство – круговой обзор на 360°.

Панорамные немеханические IP-видеокамеры обеспечивают угол обзора от 140 до 360°, причем оператор может выполнять любые операции, в том числе создание панорамного кадра с бесшовным совмещением объектов и масштабирование. Просмотр можно вести по любому направлению, причем для этого не требуется выполнять механических перемещений внутри самой камеры, что позволяет упростить механическую часть конструкции [36].

Бескорпусные IP-видеокамеры предназначены для их монтажа в стены, двери, пожарные датчики, различные предметы интерьера. Они обеспечивают скрытое видеонаблюдение там, где от них требуется стабильная работа при пониженном уровне освещенности и даже в полной темноте, когда имеется подсветка ИК-прожектором.

Сетевые видеокамеры (или IP-видеокамеры) представляют собой некий симбиоз видеокамер и элементов рассмотренной выше СВН на базе компьютера. Если на выходе обычной видеокамеры существует стандартный аналоговый видеосигнал, то на выходе IP-камеры – цифровой сигнал, предназначенный

для передачи по компьютерной сети. Таким образом, внутри IP-видеокамеры осуществляется формирование аналогового видеосигнала, его оцифровка, сжатие, а соответствующий интерфейс обеспечивает ее подключение к сети Ethernet 10/100 Мбит/с (протоколы TCP/IP, HTTP и др.). Встроенный веб-сервер обеспечивает просмотр изображения от IP-видеокамеры (которой присваивается свой IP-адрес) на включенном в сеть компьютере с помощью стандартного интернет-браузера или специальной программы.

Современные IP-видеокамеры отвечают всем требованиям, необходимым для использования их в СВН, например чувствительностью 0,3 лк для цветного изображения и 0,005 лк при переключении в черно-белый режим, форматом изображения 720×576 пикселей и более и т. д.

Использование IP-видеокамер особенно экономически оправдано на объектах, где уже существует локальная компьютерная сеть, обеспечивающая необходимый трафик [36].

Среди характеристик современных IP-видеокамер можно назвать следующие:

- ◆ стандартные функции обычных видеокамер: автоматическая регулировка усиления, автоматический баланс белого, компенсация встречной засветки;
- ◆ автофокусировка встроенного объектива, трансфокатор, автодиафрагма;
- ◆ управление по компьютерной сети;
- ◆ уровни доступа, пароли, фильтрация IP-адресов;
- ◆ детектор движения;
- ◆ входы подключения датчиков тревоги, срабатывание которых может использоваться для отправки изображений по E-mail, для позиционирования скоростного поворотного устройства в соответствии с заданными предустановками и для включения внешних устройств;
- ◆ скорость передачи (до 25 изображений/с);
- ◆ встроенная операционная система (нередко используется Linux);
- ◆ многопользовательский доступ;
- ◆ возможность отображения на изображении времени/даты, текста;
- ◆ возможность передачи аудиосигналов (у некоторых моделей наличие встроенного микрофона);
- ◆ возможность подключения модема;
- ◆ наличие буфера хранения изображений в момент тревоги, до нее и после (флеш-накопитель);
- ◆ защита от переполнения сетевого трафика;
- ◆ цифровое увеличение;
- ◆ выход аналогового сигнала.

Недостатками некоторых IP-видеокамер является невысокая частота передачи изображений, невозможность передачи по сети несжатых кадров и сравнительно высокие требования к клиентским компьютерам.

Цифровые видеорегистраторы DVR (Digital Video Recorder) – устройства с жесткими дисками внутри, предназначенные для записи, хранения и воспроизве-

дения видеосигналов, а при наличии микрофона – и аудиосигналов. Видеосигналы в них оцифровываются и затем сжимаются, что позволяет создавать видеоархивы глубиной несколько недель и месяцев. Видеорегистраторы используются как в стационарных СВН (на объектах), так и в подвижных (например, для видеорегистрации обстановки в процессе движения автомобиля) [36].

В ранних видеорегистраторах дисковое пространство было весьма ограниченным, поэтому длительность записи была невелика и для ее увеличения приходилось снижать скорость записи и использовать различные алгоритмы сжатия. По мере того как себестоимость дискового пространства быстро снижалась, а стандартные алгоритмы сжатия, такие как MPEG, получали все большее распространение, производители стали внедрять именно эти стандарты.

Большинство цифровых видеорегистраторов имеют несколько видеовходов, как правило 4, 16 или 32, а это означает, что они обладают функциональностью квадратора или мультиплексора. Таким образом, цифровые видеорегистраторы заменили мультиплексоры с видеомagneтофонами, что сократило общее число компонентов, применяемых в СВН [36].

Использование цифровых видеорегистраторов обеспечивает следующие важные преимущества:

- ◆ отсутствие видеокассет и, как следствие, необходимость их смены;
- ◆ постоянное высокое качество записи;
- ◆ возможность быстрого поиска в большом видеоархиве;
- ◆ копирование и пересылка файлов;
- ◆ выбор отдельных изображений режимом покадрового отображения и возможность их распечатки на принтере.

Современные СВН на основе цифровых видеорегистраторов позволяют передавать по сети как «живое» и записанное видео, так и только видеозаписи. Таким образом, СВН на основе цифровых видеорегистраторов обладают возможностями удаленного мониторинга и удаленной работы с системой: по компьютерной сети можно осуществлять обновление программного обеспечения, а также дистанционно управлять поворотными устройствами и скоростными видеокамерами [36].

Использование цифровых видеорегистраторов и компьютеров с необходимым программным обеспечением позволяет создавать большие распределенные СВН с различными постами наблюдения и числом пользователей от единиц до десятков человек. Универсальность приборов достигается тем, что они поддерживают самые различные сетевые протоколы (TCP/IP, HTTP, UDP, FTP, PPP, SMTP и др.) [36].

Видеосерверы – это устройства, предназначенные для подключения одной или нескольких аналоговых видеокамер к компьютерной сети за счет соответствующего интерфейса. В идеологии видеосерверов по сравнению с IP-видеокамерами просматривается большая гибкость (можно использовать аналоговые видеокамеры с самыми различными техническими характеристиками).

В построении видеосерверов много общего с IP-видеокамерами и те же решаемые задачи: оцифровка видеосигналов, компрессия, передача по компьютерной сети [36]. Это прослеживается и в параметрах и возможностях видеосерверов:

- ◆ количество видеовходов;
- ◆ тип компрессии видеосигналов;
- ◆ скорость передачи видеоизображений;
- ◆ наличие детектора движения;
- ◆ наличие входов/выходов тревоги;
- ◆ возможность управления поворотным устройством и объективом;
- ◆ наличие буфера хранения изображений;
- ◆ возможность передачи аудиосигналов;
- ◆ возможность одновременного отображения на экране изображений от четырех видеокамер;
- ◆ многопользовательский доступ (уровни, пароли, фильтрация IP-адресов);
- ◆ наличие оптимизации скорости передачи видеоизображений по пропускной способности канала передачи данных.

Существуют видеосерверы со встроенным жестким диском, в результате подобные устройства можно в равной степени относить как к цифровым видеорегистраторам, так и к видеосерверам. Видеосерверы без жесткого диска иногда называют видеохабами.

Детекторы движения с программной реализацией появились в связи с развитием компьютерных СВН. Возможности таких детекторов движения очень широкие. В первую очередь это относится к количеству контролируемых зон (которых может быть более полутора тысяч). Кроме того, детекторы движения позволяют решить проблемы, которые принес с собой прогресс в области цифровых СВН, а именно:

- ◆ противоречие между желанием записывать изображения с максимальной скоростью при максимальном разрешении и ограниченностью дискового пространства компьютера;
- ◆ необходимость оперативного поиска требуемого фрагмента видеозаписи в больших архивах.

В отличие от широко используемого анализа изменения изображения в дискретных зонах, прогрессивным направлением в области детекторов движения является обработка видеосигнала, соответствующего полному изображению [36].

В последнее время в детекторах движения используется технология детектирования замедления SDD (SlowDownDetection) – обнаружение оставленных или унесенных предметов (например, остановка движущегося автомобиля), а также детекторы движения, которые совместно с поворотными видеокамерами обеспечивают слежение за объектом в случае обнаружения цели заданного типа.

Технология подключения IP-видеокамер PoE. Использование технологии передачи питания по витой паре вместе с данными – экономичное и эффективное решение при установке сетевых видеокамер, точек беспроводного доступа, IP-телефонов и других сетевых устройств в местах, где поблизости отсутствует электропроводка. Такая технология носит название PoE (Power of Ethernet).

PoE – это промышленный стандарт передачи питания по сигнальному кабелю в IP-сетях по международной классификации IEEE802.3af. Данный стандарт позволяет передавать питание напряжением в 48 В по сигнальному кабелю UTP5e («витая пара» 5-й категории) на расстояние до 100 м. Максимальная мощность 15,4 Вт. Применяется для подачи питания на беспроводные точки доступа, оконечные сетевые устройства, в СВН позволяет запитывать IP-видеокамеры внутреннего исполнения, а также передавать питание на видеосерверы (кодееры) с возможностью запитывания аналоговой видеокамеры (12 В, 0,5 А) от этого сервера. В настоящее время для устройств с более высокой потребляемой мощностью (до 24 Вт) существует стандарт PoE+ (IEEE 802.3at) [34].

Применение технологии позволяет не прокладывать отдельный кабель питания к месту установки IP-видеокамеры, но для этого требуется коммутатор с поддержкой PoE или инжектор питания, например FSE-4 (актуален, когда коммутатор уже есть, а PoE в нем нет). В случае, если видеокамера не поддерживает питание по PoE, используют сплиттер (например, FD-1 или FD-2). Коммутатор или инжектор вводит напряжение питания в кабель «витой пары» UTP, а сплиттер выделяет его и подает непосредственно на видеокамеру (рис. 6.5).

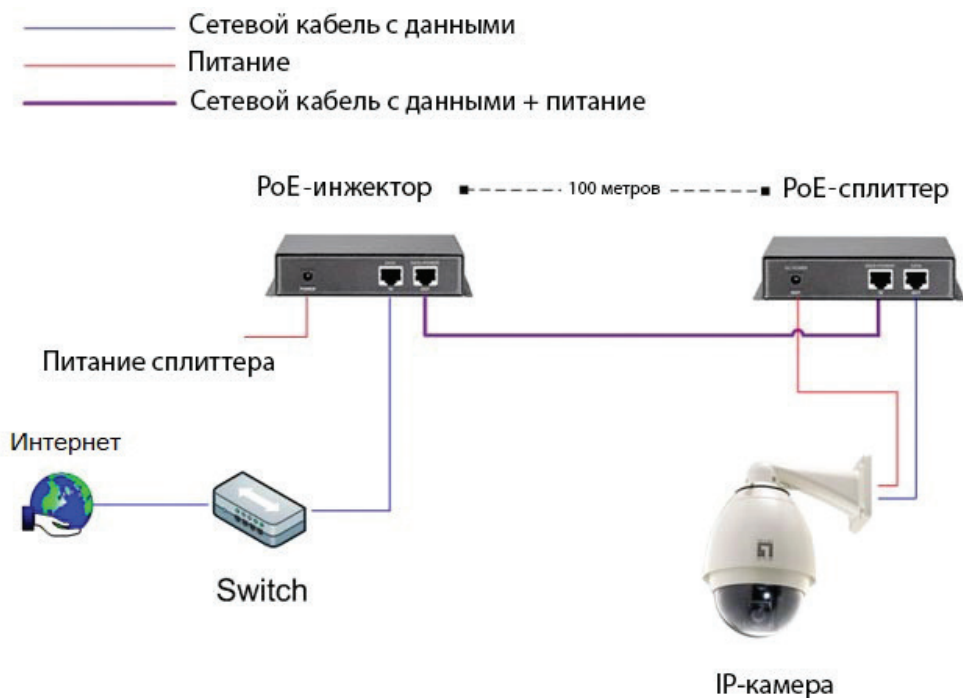


Рис. 6.5. Подача питания на видеокамеру с помощью коммутатора и сплиттера

Коммутатор с PoE и/или инжектор PoE обеспечивает совместную передачу данных и питания через стандартный Ethernet-кабель категории 5. Он принимает на входе данные от коммутатора или маршрутизатора, а на выходе формирует

ет напряжение постоянного тока, которое передается через неиспользуемые контакты сетевого кабеля 4, 5 и 7, 8 или совместно с данными через контакты 1, 2 и 3, 6. До подачи напряжения инжектор автоматически тестирует линии на предмет поддержки удаленным устройством технологии PoE, что исключает случайное повреждение устройств, не поддерживающих стандарт IEEE 802.3af.

Инжектор PoEFSE-4 имеет четыре канала (4 порта), что позволяет подключить к нему 4 удаленных устройства (рис. 6.6). Каждый канал защищен от перегрузок, коротких замыканий, перенапряжений и статических разрядов. Устройство имеет широкий диапазон температур эксплуатации [36].

Сплиттер PoE применяется для разделения данных и напряжения питания, передаваемых по одному кабелю. Сплиттер обеспечивает электрическим питанием сетевые устройства, не поддерживающие технологию PoE. Питание к сплиттеру подается по стандартному Ethernet-кабелю категории 5 через неиспользуемые контакты 4, 5 и 7, 8 или совместно с данными по контактам 1, 2 и 3, 6.

Сплиттер PoEFD-1 имеет один канал, защищенный от перегрузки и короткого замыкания. Устройство имеет широкий диапазон температур эксплуатации.

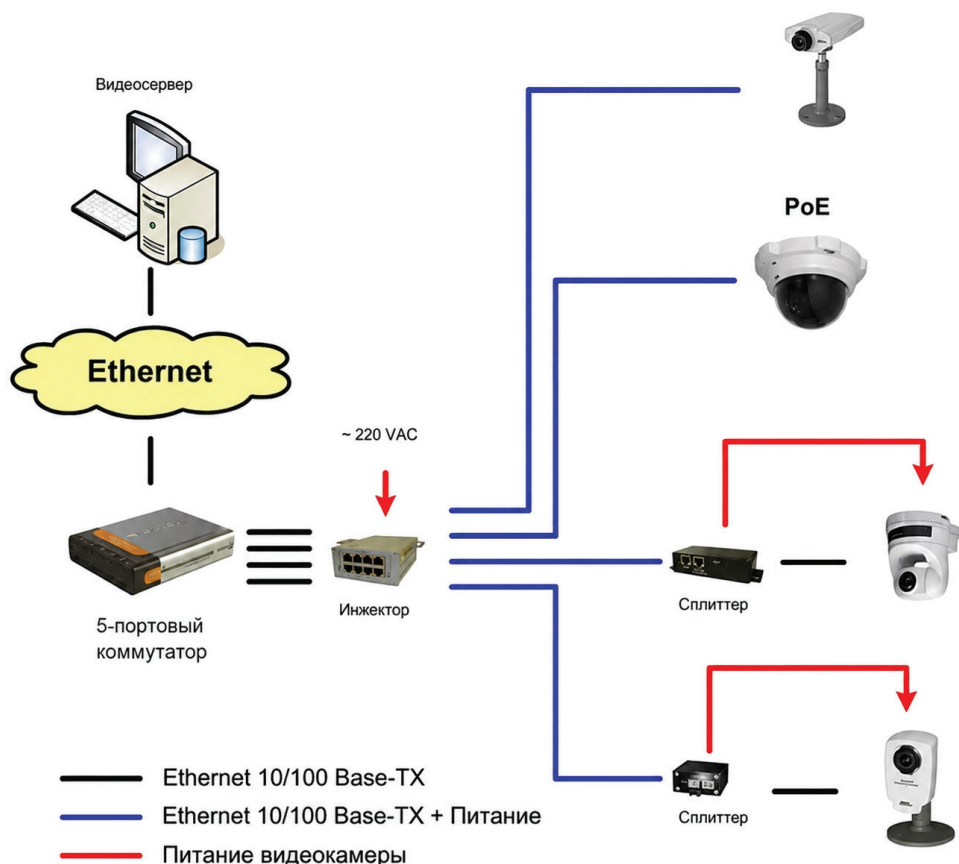


Рис. 6.6. Подключение четырех видеокамер к инжектору FSE-4

6.6. Особенности проектирования систем видеонаблюдения

Одной из особенностей СВН является уникальность построения и реализации практически каждой проектируемой видеосистемы. Несомненно, что в различных реализациях СВН имеется много сходного (и даже повторяющегося), и все же каждое новое техническое задание (ТЗ) – это иная конфигурация, иные углы обзора видеокамер, иная освещенность объекта, другие уровни сигналов и помех и т. п., иначе говоря, это новая видеосистема [36].

Проектирование СВН включает в себя:

- ◆ разработку концепции безопасности объекта с утверждением сценария действий работников охраны в различных ситуациях и утверждением ТЗ;
- ◆ первоначальный выбор конфигурации СВН в соответствии с требованиями ТЗ;
- ◆ подбор необходимого оборудования и аксессуаров с использованием каталогов и прайс-листов компаний;
- ◆ выбор варианта подключения оборудования и корректировка конфигурации системы в соответствии с параметрами реально существующего на рынке оборудования.

Проектирование СВН состоит из нескольких этапов:

- 1) определение параметров периферийного оборудования, в первую очередь количества и мест размещения видеокамер и их ориентации в пространстве;
- 2) определение количества постов охраны, получающих визуальную информацию относительно обстановки на объекте в соответствии с их полномочиями и приоритетами;
- 3) выбор состава оборудования для постов охраны, способного в результате его оптимального конфигурирования и расположения решать задачи, определяемые концепцией безопасности объекта;
- 4) решение задач передачи сигналов от видеокамер на посты охраны;
- 5) выбор вспомогательного оборудования.

Наименее изученными в настоящее время являются вопросы оптимизации количества и расположения видеокамер и выбора их объективов, поскольку именно они определяют требуемую разрешающую способность конкретной СВН и скорость обновления визуальной информации при решении данной задачи [36].

Оформление проектов производится с помощью компьютерных программ – различных графических редакторов, а также программы nanoCAD BIM ОПС. Нельзя не упомянуть и о программном модуле nanoCAD BIM ОПС, облегчающей и ускоряющей проектирование СВН [37].

В проектируемых СВН, как правило, используется оборудование различных производителей. Чтобы из разных приборов, как из кубиков, создать единую, функционально законченную и надежно работающую систему, все ее составные части должны обладать конструктивной, электрической и информационной совместимостью.

Конструктивная совместимость определяется габаритными, установочными и присоединительными размерами, например совместимость большинства видеокамер с объективами лимитируется вариантом их крепления (С или CS), совместимость видеокамер с термокожухами так же, как и термокожухов с кронштейнами, определяет возможность их совместного использования и т. п.

Информационная совместимость определяется протоколами передачи данных, форматами представления информации и т. п. Отсутствие единого стандарта в этой области приводит, в частности, к тому, что приемники сигналов телеуправления производства некоторых фирм могут управляться только в случае использования клавиатур того же производителя.

На этапе проектирования современной системы видеонаблюдения (СВН) необходимо закладывать возможность ее расширения и модернизации, что в первую очередь определяется совместимостью оборудования по протоколам мер протоколами ONVIF и стандартам сжатия (H.264 / H.265). ONVIF (Open Network Video Interface Forum) – это открытый международный стандарт, обеспечивающий совместимость IP-камер, видеорегистраторов и ПО для видеонаблюдения от разных производителей. Сегодня выбор между цветной и черно-белой системами как дилемма что выбрать практически отсутствует. Абсолютное большинство современных IP-камер являются цветными, с функцией автоматического переключения в черно-белый режим при низкой освещенности или при включении ИК-подсветки, поэтому итоговый режим работы определяется условиями эксплуатации, а задача проектировщика – лишь объяснить заказчику технические нюансы. Основные преимущества современных цветных систем – это высокая информативность, возможность идентифицировать цвет одежды, автомобиля, вывески, что критически важно для проведения расследований, естественное восприятие изображения оператором, а также то, что современные КМОП-матрицы (с технологиями обратной засветки, Starvis, Starlight) обеспечивают отличное цветное изображение даже при лунном свете. Утверждения о более низкой чувствительности или разрешении цветных камер полностью устарели – современные 4К- и 8К-камеры работают в цвете, а чувствительность цветных матриц уже вплотную приблизилась к чувствительности специализированных монохромных ПЗС-матриц. Что касается недостатков: при сверхнизкой освещенности камера все же переходит в черно-белый режим, цветной видеопоток требует чуть больше дискового пространства (однако разница нивелируется эффективными кодеками H.265/H.265+), а проблемы со спектральным составом света (например, люминесцентные лампы) давно решены алгоритмами автоматического баланса белого. На сегодняшний день упоминания о S-VHS, необходимости отдельных кабелей для яркости и цветности, а также о том, что «цветные системы дорожке», являются артефактами прошлого, это эпоха аналогового видео 90-х годов XX века. В современных IP-системах видеопоток оцифровывается сразу в камере и передается по одному кабелю «витой пары» или по Wi-Fi. Черно-белые системы сегодня сохранились лишь в узких областях: это либо сверхвысокочувствительные монохромные камеры для астрономического или научного наблюдения, либо отдельные задачи технического зрения, где цвет не несет полезной информации. В классическом охранном видеонаблюдении черно-белые системы как самостоятельное решение уже не проектируются – вместо

этого используется гибридный режим Day/Night (цветные днем, черно-белые ночью с ИК-подсветкой). Таким образом, проектировщику следует сразу ориентироваться на цветные IP-камеры с поддержкой Day/Night и ИК-подсветкой, а вопрос «цветное или черно-белое» сегодня сводится лишь к выбору режима работы одной и той же камеры в зависимости от времени суток, а не применительно к принципиальному типу систем.

Реальное проектирование СВН следует начинать с выбора количества видеокамер и мест размещения их на охраняемом объекте. Вариантов решений этой задачи может быть достаточно много, они отличаются и объемом используемого оборудования, и ценой. Обычно в этом случае говорят о необходимой достаточности, поскольку, с одной стороны, количество видеокамер однозначно влияет на стоимость СВН, а с другой стороны, их количество должно быть не меньше того, которое необходимо для обеспечения заданного уровня безопасности объекта. Недостаточное количество видеокамер приводит к наличию так называемых пространственных «мертвых зон», изображение которых не просматривается на экранах видеомониторов, следовательно, подобная СВН не позволяет полноценно контролировать обстановку на объекте [36].

Чрезмерное же количество видеокамер приводит к неоправданному повторению схожих изображений, что, естественно, ведет к росту цены оборудования (видеокамеры, объективы, кронштейны, кожухи, кабели), усложнению оборудования обработки видеосигналов, а значит, к неоправданному удорожанию СВН. Более того, увеличение числа видеоканалов приводит к уменьшению времени наблюдения по каждой зоне, к уменьшению размеров изображения при мультисценивом представлении изображений на экране, и вместо ожидаемого повышения информативности видеосистемы происходит ее снижение.

Таким образом, выбор минимального, действительно необходимого количества видеокамер за счет их рационального, тщательного, оптимального размещения на объекте не только экономит деньги заказчика, но и упрощает обработку видеосигналов, облегчает работу операторов.

Отсюда становится понятно, насколько важен действительно оптимальный выбор видеокамер. Общей рекомендацией здесь может быть следующая: в поле зрения видеокамер должно попадать максимальное количество дверей, коридоров, лестниц, холлов возле лифтов, с тем чтобы злоумышленник был бы обнаружен при любой траектории его движения по объекту. Особенно важными с точки зрения безопасности являются въезды и выезды, ворота и прилегающие к ним территории, заборы, дворы, стоянки автомобилей. Желательно, чтобы лицо злоумышленника попало «в кадр» хотя бы одной из видеокамер при любом повороте его головы [36].

В результате тщательной аналитической работы по оценке рисков и угроз объекту заказчиком должна быть разработана и сформулирована четкая концепция его безопасности и проработаны сценарии возможного развития событий и меры парирования угроз. В частности, необходимо четко представлять:

- ◆ что должно быть видно (это главный вопрос!);
- ◆ сколько должно быть постов видеонаблюдения (один или несколько с различными приоритетами);

- ◆ кто будет контролировать и какие зоны;
- ◆ что, с какой скоростью обновления и в течение какого времени следует регистрировать для последующего анализа.

Полезно подготовить эскиз экранов видеомониторов, на которых в полноэкранном или мультисценивом режиме отображаются все контролируемые зоны («проходная», «ворота», «холл», «приемная», «касса», «двор» и т. п.). Дело в том, что при использовании видеомультиплексоров или цифровых видеорегистраторов видеокамеры группируются относительно входов таких приборов. Поэтому важно согласовать с заказчиком количество таких сгруппированных зон видеонаблюдения, поскольку это определяет состав видеооборудования.

Следует отметить, что само по себе отображение на экране видеомонитора всех требующих наблюдения зон совсем не гарантирует обнаружение злоумышленников или распознавание автомобильных номеров – необходимо учитывать еще и размер интересующего объекта, который может отображаться на экране. Кроме того, нельзя не учитывать и то конечное время, в течение которого будет осуществляться видеорегистрация пересекающего сектор наблюдения объекта или наблюдение его на экране.

Итак, путем использования плана помещений или местности (если его нет, то путем обследования объекта) на основании требований того, что должно быть видно, выбирают соответствующие зоны обзора видеокамер, после чего выбирают или проектируют наиболее подходящие места их крепления.

Точки расположения видеокамер и подлежащие наблюдению объекты (дверь, ворота, шлагбаум, склад и т. п.) в горизонтальной и вертикальной плоскостях образуют секторы наблюдения, которые однозначно определяют углы обзора видеокамер (либо расстояния до объекта и поля зрения). На основании этих параметров и знания форматов видеокамер определяют фокусные расстояния объективов.

Места размещения видеокамер во многом определяют информативность и эффективность проектируемой СВН (например, если повесить видеокамеру прямо перед входом в здание, то на экране монитора вероятнее всего будут видны одни лишь макушки голов, что для идентификации посетителей малопригодно). При выборе мест размещения видеокамер следует прогнозировать влияние возможных препятствий – деревьев, кустов, распахивающихся дверей. Следует исключить попадание в поле зрения видеокамер источников света (прямые солнечные лучи, огни рекламы, осветительные фонари, фары автомобилей), а также отражений от создающих блики поверхностей (воды, стекол и т. п.). При этом должен обеспечиваться необходимый для нормальной работы видеокамер уровень освещенности [36].

Закладываемые в проекте технические решения рекомендуется решать комплексно: если, например, используется уличная видеокамера или инфракрасный осветитель, надо сразу же рассматривать вопрос о требуемом для них источнике питания, кронштейне, термокожухе и т. п.

При проектировании СВН не надо забывать, что видеокамеры, как и любой другой компонент, могут сами явиться объектом хищения, поэтому для их защиты необходимо принимать соответствующие меры. Это тем более акту-

ально, что видеокамеры, как правило, удалены от поста охраны и находятся «на переднем рубеже обороны», нередко в зонах, где постоянно бывает много людей [36].

Борьба с вандализмом происходит в следующих направлениях:

- ◆ используют специальные кожухи и кронштейны, затрудняющие повреждение или похищение видеокамеры;
- ◆ применяют специальные схемотехнические решения, формирующие сигнал тревоги при попытке снять кронштейн или приблизиться к нему, при пропадании видеосигнала;
- ◆ стремятся размещать видеокамеры таким образом, чтобы каждая из них оказывалась в поле зрения другой видеокамеры;
- ◆ используют пассивную форму защиты (видеоглазки, скрытно установленные видеокамеры) – такие видеокамеры как бы мимикрируют в окружающей среде и эффективны до тех пор, пока не будут обнаружены злоумышленниками.

Даже при проектировании современной IP-системы видеонаблюдения нельзя игнорировать «человеческий фактор». Роль оператора на посту охраны (или удаленного оператора, работающего с облачным сервисом) вносит ряд проблем, связанных с субъективностью оценки происходящего, возможностью осознанного или бессознательного игнорирования событий, а также с усталостью, невнимательностью и недостаточной квалификацией. Кроме того, существуют физиологические ограничения человека по обработке большого информационного потока. Поэтому требуется согласование объема визуальной информации, поступающей к оператору, с реальной пропускной способностью канала «видеомонитор–оператор» [36].

Применительно к СВН это выражается в следующих эргономических требованиях:

- ◆ соответствующая организация рабочего места оператора (расстояние до экрана, характер освещенности в помещении);
- ◆ установление такого времени переключения между камерами (или частоты смены сцен в режиме мультитекрана), которое не приводит к быстрой утомляемости;
- ◆ с учетом современных исследований, комфортное количество одновременно отображаемых каналов зависит от размера мониторов и их разрешения, но в общем случае не должно превышать 8–12 при активном наблюдении (при пассивном – возможно до 16–25, но с опорой на видеоаналитику).

Важность учета освещенности на посту охраны можно проиллюстрировать на примере: слишком низкая освещенность ведет к утомляемости и замедлению реакции, а чрезмерно высокая провоцирует оператора выкручивать яркость и контрастность мониторов на максимум, что сокращает срок их службы и увеличивает нагрузку на зрение.

Для снижения нагрузки на оператора и привлечения его внимания к важным событиям используются следующие средства (встроенные в ПО видеорегистратора или сервера):

- ◆ детекторы движения (формирование сигнала тревоги при изменении сцены);
- ◆ детекторы оставленных/унесенных предметов;
- ◆ детекторы пересечения линии и входа в зону;
- ◆ программные зуммеры и звуковые оповещатели, а также push-уведомления на мобильные устройства оператора;
- ◆ визуальные сообщения на экране (текст, рамка вокруг тревожной камеры, мигание).

Учет человеческого фактора также требует выполнения следующих организационно-технических мер:

- ◆ видеорегистраторы (NVR) и видеосерверы желательно размещать в опломбированных шкафах или отдельных помещениях с контролем доступа;
- ◆ все компьютеры (рабочие станции оператора) должны быть настроены так, чтобы исключать возможность их использования не по назначению (игры, интернет, сторонние приложения);
- ◆ все оборудование и программное обеспечение, допускающее настройку, должно быть защищено паролями с разграничением уровней доступа (администратор, оператор, гость);
- ◆ в помещении поста охраны рекомендуется скрытно устанавливать дополнительную видеокамеру для записи действий операторов. Изображение с этой камеры не должно отображаться на рабочих мониторах оператора (запись идет только в архив для служебного расследования);
- ◆ практикуется вынос системного блока (сервера) за пределы помещения поста охраны – чтобы злоумышленник, захватив пост, не смог физически уничтожить или отключить запись;
- ◆ желательно, чтобы в поле зрения технологических камер наблюдения попадали места дежурства персонала охраны на территории объекта (контроль несения службы).

При проектировании СВН необходимо реально оценивать уровень квалификации персонала охраны. В связи с этим преимущество современных автономных видеорегистраторов (NVR) и облачных решений – простота повседневного обслуживания (интуитивный интерфейс, автоматическая архивация, удаленный доступ) – является крайне важным.

Проект системы видеонаблюдения для объекта, где предусмотрен физический пост охраны, должен включать план размещения оборудования на посту. Площадь такого помещения рекомендуется не менее 12–15 м² (с учетом размещения нескольких мониторов, рабочего стола оператора, шкафа с оборудованием). При удаленном посту (пульт централизованного наблюдения, облачный сервис) требования к площади определяются уже на месте установки пульта охраны. Зарубежные компании предлагают специальную мебель для оснащения помещений постов охраны [36].

Как уже было сказано, необходимую для проектирования СВН информацию проектировщик получает из общения с заказчиком. Однако следует учитывать и трудности, которые при этом могут встретиться [36].

Заказчик может не обладать специальными знаниями в этой области, поэтому проектировщик должен быть в определенной степени популяризатором (и даже психологом), чтобы быть правильно понятым заказчиком на этапе согласования ТЗ и чтобы в дальнейшем не было недоразумений при сдаче готовой работы заказчику. Как правило, ТЗ пишет сам исполнитель, разъясняет заказчику смысл каждого пункта документа и подписывает его у заказчика.

Заказчик может иметь неверные представления об СВН, быть категоричным и несколько самоуверенным. Он вообще может поручить общение с проектировщиком системному администратору или лицу, далекому от понимания задач обеспечения безопасности. Тем не менее ответственность за принимаемые решения все равно лежит на проектировщике, который должен сочетать в себе гибкость в общении с твердой позицией в отношении требуемой технической политики (надо внимательно слушать заказчика, но никогда не следует идти у него на поводу). Следует помнить, что ключевой фигурой при согласовании ТЗ должен быть руководитель службы безопасности объекта (а не директор компании, не архитектор, не системный администратор и т. п.), так как работать с СВН предстоит ему [36].

Поскольку заказчик почти всегда финансово ограничен, он будет стремиться к реализации наиболее экономичных решений (например, на использовании в СВН всего лишь одной видеокамеры с углом обзора 90°, независимо от размеров помещения). Этому следует поддаваться лишь до определенного предела, в противном случае состав и качество оборудования могут быть снижены настолько, что будет перейден ее минимально необходимый уровень. В этом случае СВН уже перестанет быть таковой и скорее будет служить для самозащиты (а реально в качестве самообмана), нежели действительно в целях безопасности. Так, например, если из-за чрезмерной экономии часть необходимых видеокамер, входящих в систему охраны периметра, убрать, то реально охранять периметр подобная система уже не сможет.

Во избежание возможных последующих недоразумений рекомендуется все требования заказчика оформлять документально.

При сдаче готовой СВН целесообразно выполнить контрольную видеозапись, позволяющую оценить возможность видеосистемы осуществлять идентификацию.

Большая часть проблем, появляющихся при инсталляции СВН, возникает по причине неграмотно выполненного заземления или экранировки. Заземление бывает двух видов: защитное и приборное, их нельзя объединять, поскольку они имеют различное назначение. Защитное заземление предназначено для защиты персонала от случайных опасных напряжений, могущих возникнуть на корпусах и экранах оборудования. Приборное заземление служит для снижения помех и внешних излучений. Для него важно не только сопротивление заземления, но и длина проводников, которыми оно осуществляется. Приборное заземление должно выполняться в одной точке, экранирующая оплетка коаксиального кабеля нигде не должна касаться металлических конструкций [36].

Системы видеонаблюдения обладают чрезвычайно широкими функциональными возможностями, однако они, естественно, имеют свои физические огра-

ничения. Поэтому чрезвычайно важно знать, какими потенциальными возможностями должна обладать проектируемая СВН. Оценку характеристик СВН целесообразно проводить по возможности выполнения ею основной функции – предоставление информации о нештатной ситуации.

Упрощенно функции видеонаблюдения можно свести к двум основным: обнаружение и идентификация [36].

Обнаружение на охраняемой территории подозрительных объектов сводится к предоставлению оператору визуальной информации либо формированию автоматическим устройством сигнала тревоги при обработке соответствующих видеосигналов. Это позволяет с определенной достоверностью вырабатывать суждение о наличии в данный момент тревожной ситуации (а в случае анализа видеозаписей о том, что тревожная ситуация имела место). Важность задачи обнаружения усугубляется стремлением оператора как можно раньше распознать тревожную ситуацию, с тем чтобы успеть принять ответные действия. Приоритет скорости реакции оператора создает возможный дефицит необходимой для принятия правильного решения информации. Вызванное этим некоторое количество ложных тревог вполне приемлемо, поскольку гораздо хуже пропустить реальную тревогу, чем лишний раз ошибиться.

Второй задачей СВН является идентификация объектов (людей, автомобилей и пр.). Идентификация наиболее важна при анализе видеозаписей, т. е. при расследовании происшествий. Для выполнения идентификации требуется значительно больший по сравнению с обнаружением объем визуальной информации, и здесь на первое место выходит достоверность, а скорость реакции оператора уходит на второй план.

К сожалению, технические средства, используемые в СВН, обеспечивают совершенно противоположную картину выработки информации, а именно:

- ◆ при видеонаблюдении, когда в первую очередь важно обнаружение объектов, а идентификация уходит на второй план, СВН, как правило, обеспечивают максимальную информативность (потери информации минимальны);
- ◆ при выполнении видеозаписи, когда для идентификации объектов требуется больший объем информации, реализуется меньшая по сравнению с видеонаблюдением информативность (потери информации больше).

Снижение информативности видеозаписей происходит как за счет их дискретизации (значительное время коммутации при использовании мультиплексирования и/или режима прерывистой записи), так и за счет потерь разрешающей способности в процессе видеозаписи (использование компрессии в цифровых системах).

Промежуточное положение между обнаружением и идентификацией занимает функция узнавания, которая в случае положительного результата может выключать режим тревоги при обнаружении, снижая уровень ложных тревог. Достоверность узнавания ниже достоверности идентификации.

Результирующая разрешающая способность СВН определяет максимально допустимое расстояние от видеокамеры до объекта наблюдения (минимальное количество пикселей, которое должно приходиться на изображение, например, лица человека или государственного номера автомашины). Если разре-

шающая способность СВН определяет расстояние до дальней зоны, то скорость обновления информации определяет длину ближней зоны.

Однако надо понимать, что ни одна СВН не может одновременно обеспечить видеонаблюдение с помощью неограниченного числа видеокамер или видеозапись их сигналов в режиме реального времени при максимальной разрешающей способности: всегда приходится идти на компромисс – выбирать между более значимыми и менее значимыми для данной задачи параметрами. Причина сказанного заключается в классическом противоречии между объемом передаваемой информации и пропускной способностью канала связи [20].

С другой стороны, не следует абсолютизировать ни скорость обновления видеoinформации, ни ее разрешающую способность – эти параметры должны рассматриваться применительно к конкретным задачам. Можно сказать, что при неграмотном использовании самых лучших видеокамер с самой высокой разрешающей способностью можно не получить требуемый результат. С другой стороны, при грамотном подходе может оказаться достаточным использование и сравнительно недорогих видеокамер со стандартной разрешающей способностью.

Таким образом, необходимо отдавать отчет, что повышение разрешающей способности СВН само по себе, конечно, благо, однако при любой, сколь угодно высокой разрешающей способности всегда может быть названа задача, для решения которой имеющейся разрешающей способности окажется недостаточно. Возможно, что для реализации подобного проекта потребуется разбиение видеосистемы на подсистемы, увеличение числа видеокамер и т. п., т. е. использование каких-то компромиссных решений.

При проектировании СВН выбор количества видеокамер, мест их расположения на охраняемой территории, а также используемых объективов должен гарантировать попадание в зоны наблюдения на вполне определенное время (не менее необходимого) любого объекта при любой траектории его движения.

В этом случае требования к устройству обработки видеосигналов (коммутация, скорость оцифровки и передачи в цифровой форме), а также к устройству видеозаписи будут определяться следующими параметрами:

- ◆ минимально допустимым временем отображения контролируемого объекта каждой видеокамерой (минимальное количество записанных видеополей);
- ◆ максимально допустимым расстоянием от видеокамеры до объекта (результатирующая разрешающая способность всей системы, иначе говоря, минимальное количество пикселей, которое должно приходиться на изображение контролируемого объекта, например на лицо человека или на номер автомашины).

6.7. Особенности выбора и расположения камер систем видеонаблюдения

Итак, как уже было сказано выше, проектирование СВН начинается с четкой формулировки конкретной задачи, которая в первую очередь должна со-

держат описание того, что должен видеть оператор для адекватной оценки ситуации. Затем следует выбор пространственных областей объекта, далее – наиболее информативных вариантов представления визуальной информации оператору, после чего осуществляется выбор приборов, обеспечивающих решение данной задачи, и способы их компоновки и соединений [36]. В итоге проектирование СВН состоит из нескольких этапов:

- 1) определение параметров видеокамер, их количества, мест размещения и ориентации в пространстве, а также выбор их объективов;
- 2) определение количества постов охраны, получающих визуальную информацию об обстановке на объекте в соответствии с их полномочиями и приоритетами;
- 3) выбор состава оборудования для постов охраны, способного в результате его конфигурирования решать задачи, определяемые концепцией безопасности объекта;
- 4) решение задач передачи сигналов от видеокамер на посты охраны;
- 5) выбор вспомогательного оборудования.

Достаточно серьезными являются задачи оптимизации расположения видеокамер и выбора их объективов. Как правило, эти задачи выполняются эвристически и не имеют однозначных решений, поскольку не существует однозначных оценок эффективности расположения видеокамер, выбора углов обзора объективов [36].

В общем виде проектирование СВН осуществляется следующим образом. Охраняемое пространство разбивается на зоны обзора, формируемые каждой из видеокамер. При дальнейшем рассмотрении зоной обзора видеокамеры будем называть пространство внутри четырехугольной пирамиды, основанием которой (плоскостью наблюдения) является прямоугольник $ABCD$ с отношением сторон 4:3. В вершине этой пирамиды расположена видеокамера $VC1$ (рис. 6.7).

Если выполнить сечение данной пирамиды горизонтальной плоскостью по оптической оси, которая проецируется на середину основания, то полученный равнобедренный треугольник FOE будет соответствовать зоне обзора видеокамеры в горизонтальной плоскости (рис. 6.8) [36].

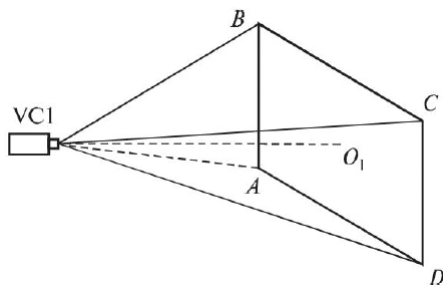


Рис. 6.7. Пространственная модель зоны обзора

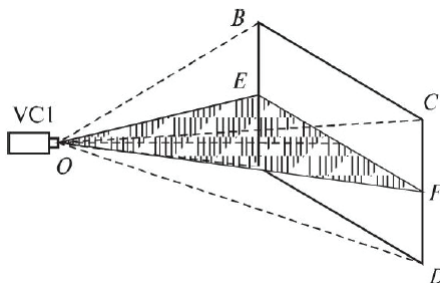


Рис. 6.8. Зона обзора в горизонтальной плоскости

Получение изображения на матрице видеокамеры VC1 иллюстрируется рис. 6.9. Из очевидных геометрических соотношений можно получить следующие выражения [36]:

$$\frac{f}{l} = \frac{h}{H}; \frac{h}{2f} = \operatorname{tg} \frac{\alpha_H}{2}; f = \frac{h}{2 \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha_H}{2} \right)},$$

где f – фокусное расстояние объектива; h – ширина матрицы; H – горизонтальное поле зрения (EF); l – расстояние от центра объектива до плоскости наблюдения (OO_1); α_H – угол обзора в горизонтальной плоскости.

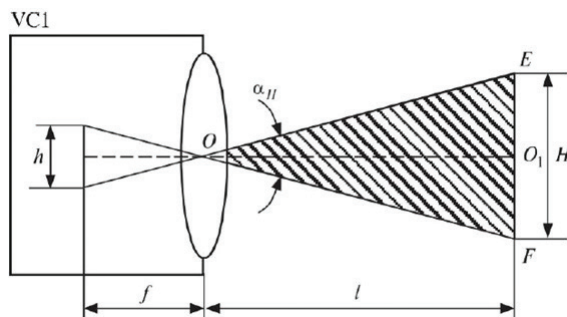


Рис. 6.9. Получение изображения на матрице

В дальнейшем будет показано, что реальная зона обзора видеокамеры в горизонтальной плоскости представляет собой не треугольник, а трапецию, основания которой определяют так называемые ближнюю и дальнюю зоны (рис. 6.10) [36].

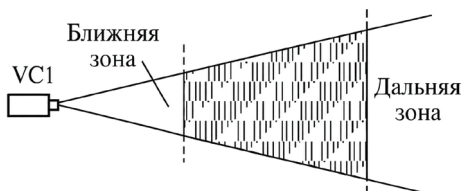


Рис. 6.10. Ближняя и дальняя зоны сектора наблюдения видеокамеры

При проектировании СВН необходимо учитывать, что ближняя зона определяется пространством, находящимся в непосредственной близости от видеокамеры, где видеонаблюдение и видеорегистрация неэффективны, а дальняя зона соответствует максимально возможному удалению плоскости наблюдения от видеокамеры. Другими словами, дальней зоной можно назвать зону сектора наблюдения, где изображение контролируемых объектов уменьшается настолько, что при существующем комплекте видеооборудования задачи обнаружения (идентификации) уже не могут быть реализованы [36].

Если выполнить сечение указанной пирамиды вертикальной плоскостью по оси OO_1 , то полученный равнобедренный треугольник HOG будет соответствовать зоне обзора в вертикальной плоскости (рис. 6.11) [36].

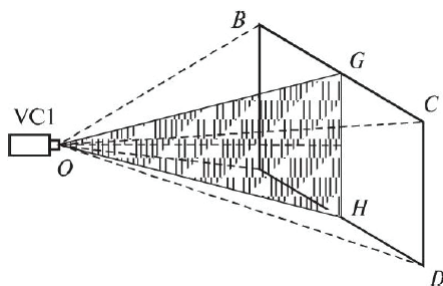


Рис. 6.11. Зона обзора в вертикальной плоскости

По аналогии с ранее полученными выражениями для зоны обзора в вертикальной плоскости справедливы следующие соотношения [36]:

$$\frac{f}{l} = \frac{v}{V}; \frac{v}{2f} = \operatorname{tg} \frac{\alpha_v}{2}, \quad (6.1)$$

где v – высота матрицы; V – вертикальное поле зрения (ГН); α_v – угол обзора в вертикальной плоскости.

Движение объекта в зоне наблюдения в общем случае может иметь любую траекторию. Однако для простоты рассуждений примем, что объект совершает прямолинейное равномерное движение (с достаточной для последующих рассуждений точностью при произвольной траектории движения может быть использована ее кусочно-линейная аппроксимация). Вектор скорости движения объекта можно разложить на радиальную и тангенциальную составляющие относительно места установки видеокамеры (рис. 6.12) [36].

Тангенциальная составляющая V_t определяет время пересечения сектора наблюдения, а значит, при заданном угле обзора длину условно мертвой зоны. Под этой зоной будем понимать ту часть сектора обзора видеокамеры по горизонтали, в пределах которой объекты наблюдения (люди, автомобили и т. п.), пересекающие его с достаточно большой скоростью, могут быть не обнаружены оператором или не зафиксированы регистрирующим устройством. При уменьшении угла обзора длина условно мертвой зоны возрастает, т. е. эффективность видеонаблюдения падает [36].

Рассмотрим варианты оценки длины условно мертвой зоны, значение которой необходимо знать не только при выборе объективов и размещении видеокамер, но и при определении скорости обновления информации видеосистемы.

Радиальная составляющая V_r в зависимости от направления движения (к видеокамере или от нее) может оказывать различное влияние на процесс получения видеоизображения.

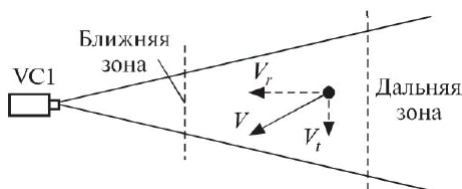


Рис. 6.12. Прямолинейное равномерное движение объекта в секторе наблюдения видеокамеры

При движении к видеокамере объект может оказаться:

- ◆ в пределах условно мертвой зоны (части сектора обзора по горизонтали, которая оказывается невидимой для некоторых движущихся объектов);
- ◆ в пределах мертвой зоны под видеокамерой (части сектора обзора по вертикали, где видеонаблюдение невозможно);
- ◆ вне пределов глубины резкости объектива.

При движении от видеокамеры объект может оказаться:

- ◆ вне пределов опознавания и обнаружения;
- ◆ вне пределов глубины резкости объектива.

Для конкретности расчетов при проектировании СВН следует располагать возможными значениями скоростей перемещения контролируемых объектов, например максимальная скорость движения человека по открытой местности (быстрый бег) может быть принята равной 36 км/ч (10 м/с), скорость движения автомобиля по закрытой территории объекта может быть принята равной 60 км/ч (16,7 м/с), а при движении по трассе она может быть существенно выше, например равной 120 км/ч (33,3 м/с) [20].

Очевидно, что при проектировании СВН может оказаться, что ее быстродействия недостаточно для получения гарантированного количества полей видеосигнала, содержащих информацию о движущемся в секторе наблюдения видеокамеры контролируемом объекте. В этом случае для замедления продвижения объектов могут использоваться специальные технические решения. Примерами удачных решений, гарантирующих наблюдение и видеорегистрацию посетителей и исключающих влияние скорости перемещения контролируемого объекта, могут быть следующие реализации: размещение видеокамеры за турникетом в проходной или использование видеоглазка на входной двери в комбинации с видеорегистратором, включаемым на запись при каждом нажатии кнопки звонка.

Для однозначной оценки и выбора параметров СВН следует оперировать стандартными геометрическими размерами человека или автомобиля. В частности, длина зоны обзора видеокамеры определяется минимальными размерами контролируемых объектов на границе зоны обзора. В этом плане представляет интерес знание размеров подобных объектов [36].

Согласно действующему ГОСТ Р 51558–2014 [12] «Средства и системы охраняемые телевизионные. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний» (введен взамен ГОСТ Р 51558–2008 с 1 января 2016 года), технические характеристики систем видеонаблюдения подлежат обязательной проверке на соответствие установленным требованиям. В частности, стандарт предъявляет требования к разрешающей способности (не менее 1,2 мегапикселя, горизонтальное разрешение не менее 1200 пикселей, вертикальное – не менее 1000 пикселей) и цветности изображения (требуется цветное видеоизображение).

Следует отметить, что ГОСТ Р 51558–2014 [28] не содержит определения «стандартной цели» в виде человека в белом хлопчатобумажном халате с указанием массы и роста. Ранее существовавшие подобные формулировки в устаревших редакциях стандарта были исключены как не соответствующие современным реалиям. Акцент сегодня делается на функциональные свойства систем: обеспечение видеоверификации тревог, визуальный контроль объектов, запись видеoinформации в архив, взаимодействие с другими подсистемами безопасности, а также технические параметры источников видеосигнала.

При проектировании СВН необходимо руководствоваться актуальными требованиями, в том числе касающимися:

- ◆ частоты кадров – не менее 25 кадров в секунду;
- ◆ отношения сигнал/шум – не менее 42 дБ (при выключенной функции автоматического усиления);
- ◆ использования только прогрессивной развертки (чересстрочная не допускается);
- ◆ информационной безопасности и устойчивости к несанкционированному доступу.

Таким образом, современные стандарты исходят из необходимости объективной оценки технических параметров систем видеонаблюдения применительно к реальным условиям эксплуатации, а не к лабораторным моделям нарушителя.

Немаловажное значение при проектировании имеет фокусное расстояние объектива, которое может быть получено теоретическими или практическими методами. К первым из них относятся: аналитический, графический и табличный методы [36].

При аналитическом методе фокусное расстояние может быть получено двояко:

- ◆ из расстояния до объекта и ширины либо высоты поля зрения;
- ◆ из угла обзора в горизонтальной либо вертикальной плоскости.

В первом случае фокусное расстояние вычисляется по формулам [36]:

$$f = l \frac{h}{H}; f = l \frac{v}{V}, \quad (6.2)$$

где f – фокусное расстояние объектива, мм; l – расстояние до объекта наблюдения, м; h – ширина матрицы, мм; v – высота матрицы, мм; H – горизонтальное поле зрения, м; V – вертикальное поле зрения, м.

Во втором случае фокусное расстояние вычисляется по формулам [20]:

$$f = \frac{h}{2 \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha_H}{2}\right)}; f = \frac{h}{2 \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha_V}{2}\right)}, \quad (6.3)$$

где α_H – угол обзора в горизонтальной плоскости; α_V – угол обзора в вертикальной плоскости. Эти углы могут быть получены путем соответствующих построений на архитектурно-строительном чертеже объекта (с помощью транспорта), а в электронном виде с чертежами удобно работать, используя программу nanoCAD BIM ОПС [37].

6.8. Проектирование системы безопасности в nanoCAD BIM ОПС 25.0

В данном параграфе показан процесс проектирования системы видеонаблюдения ОПС в среде nanoCAD BIM ОПС.

Изложение материала в данном параграфе сопровождается двумя обучающими видеоматериалами, в которых последовательно рассматриваются создание проекта системы безопасности в nanoCAD BIM ОПС, размещение видеокамер, настройка зон видеонаблюдения, подключение оборудования, проверка корректности проекта и формирование проектной документации.

Устанавливаем nanoCAD BIM ОПС, запускаем его и приступаем к созданию проекта. После запуска программы откроется основное окно. Затем переходим на вкладку **ОПС**, которая указана стрелочкой на рис. 6.13, и откроется окно, представленное на рис. 6.14.

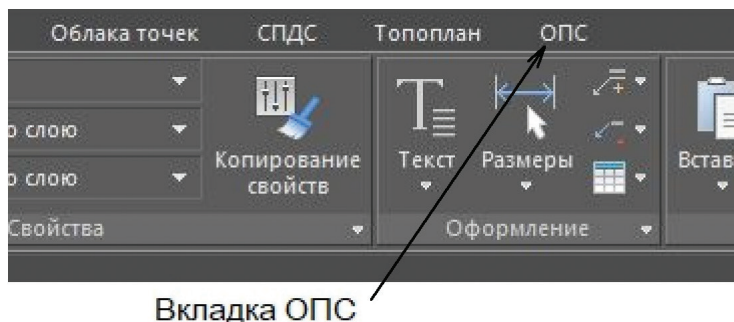
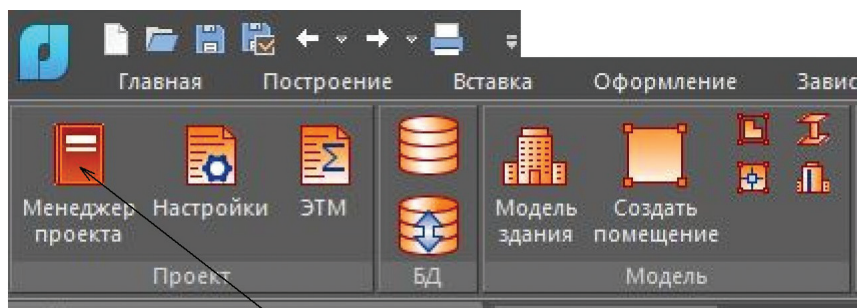


Рис. 6.13. Главное окно программы nanoCAD BIM ОПС



Менеджер проекта

Рис. 6.14. Основные инструменты вкладки **ОПС**

Вызовем окно **Менеджер проекта** – указано стрелочкой на главной панели инструментов. В данном окне происходит вся работа по созданию и управлению проектами, добавлению новых планов, созданию чертежей и документов. Для начала работы необходимо создать или открыть уже существующий проект. На рис. 6.15 можно увидеть окно **Менеджер проекта**.

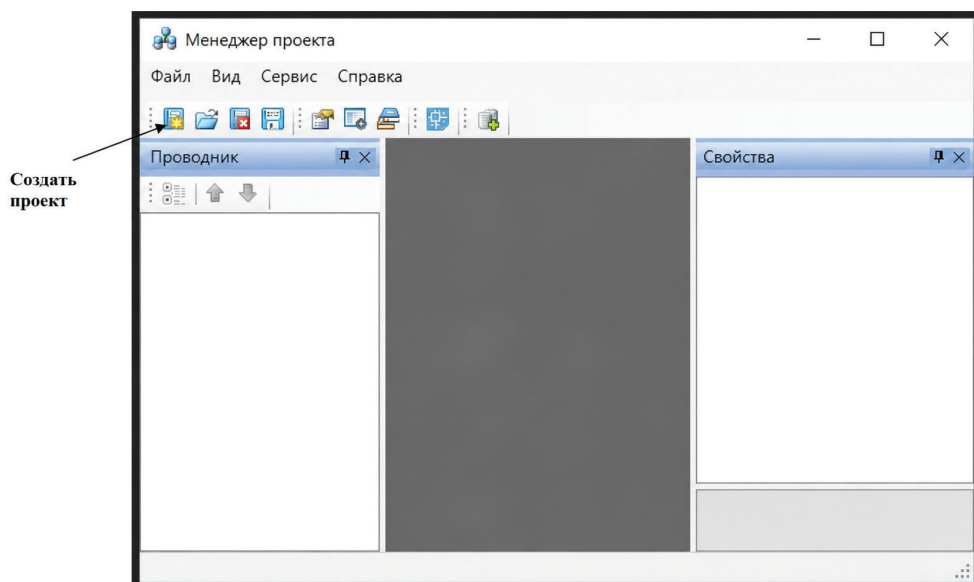


Рис. 6.15. Внешний вид окна **Менеджер проекта**

Нажимаем на значок **Создать проект**, указанный стрелкой на рис. 6.15, или нажимаем на кнопку **Файл** → **Создать проект**, после этого появится окно **Создание нового проекта**, представленное на рис. 6.16.

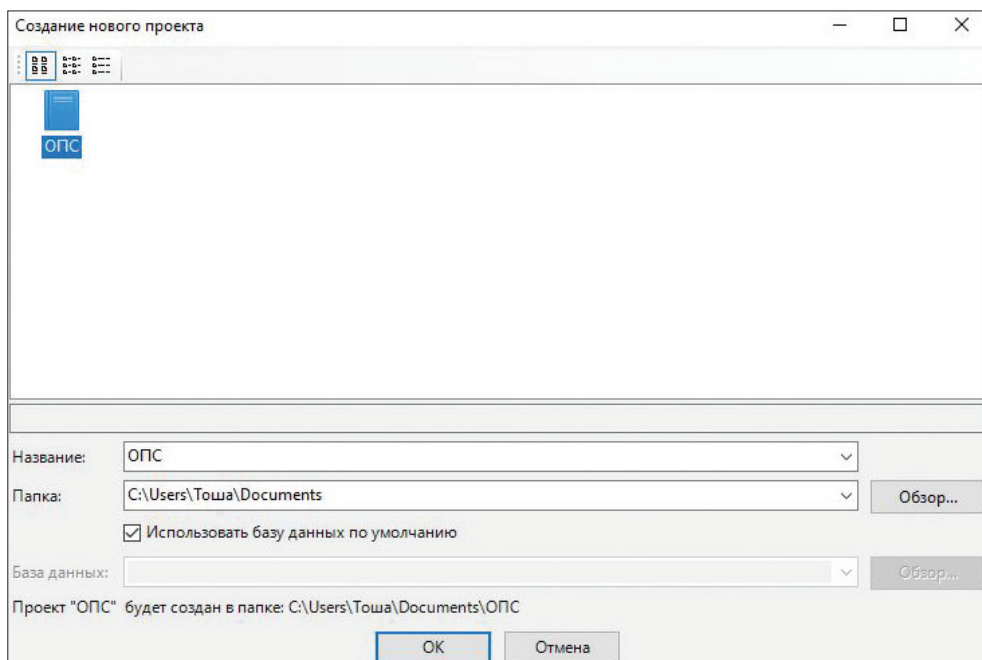


Рис. 6.16. Окно создания нового проекта

В пункте **Название** указываем название проекта, в пункте **Папка** указываем путь, где будут в дальнейшем располагаться файлы проекта. Если при создании нового проекта в появившемся окне будет стоять отметка **Использовать базу данных по умолчанию**, то в этом случае проект будет создан с новой чистой базой данных оборудования. Если мы уберем отметку **Использовать базу данных по умолчанию**, то у нас появится возможность выбрать ранее созданную базу оборудования, например из другого проекта, где уже внесено наиболее часто используемое оборудование конкретного проектировщика. Если использовать эту возможность, отпадет необходимость экспортировать в базу проекта оборудование из баз данных производителей оборудования. Для нашего примера оставляем **Использовать базу данных по умолчанию**. После ввода всей необходимой информации нажимаем на кнопку **ОК**.

В результате у нас готов к работе новый чистый проект. В проекте содержится набор predetermined документов, база данных проекта. В левом дереве документов можно выбирать нужный узел, в результате чего на странице свойств будут отображены параметры выбранного узла. Встанем на узел **ОПС** (см. рис. 6.17), и в окне свойств будут отображены параметры по проекту. Заполним основные параметры проекта, часть из которых может быть использована в штампах. В нашем проекте будем проектировать один этаж многоэтажного здания. Добавим в проект план этажа при помощи команды контекстного меню проекта **Подключить существующий план**, откроется окно (см. рис. 6.18), где нужно будет указать путь к файлу формата .dwg и добавить его в проект.

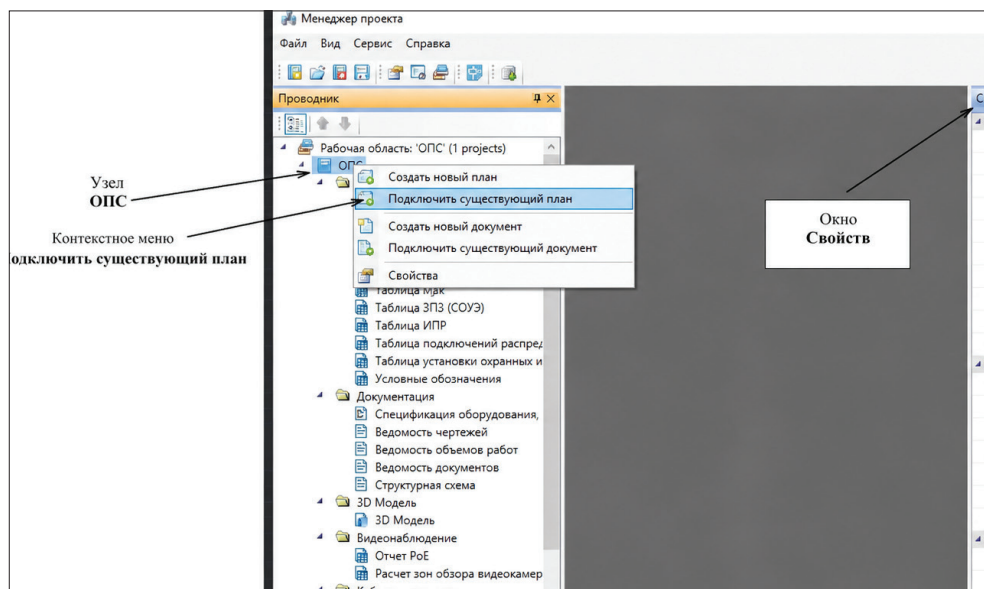


Рис. 6.17. Подключение планов в проект

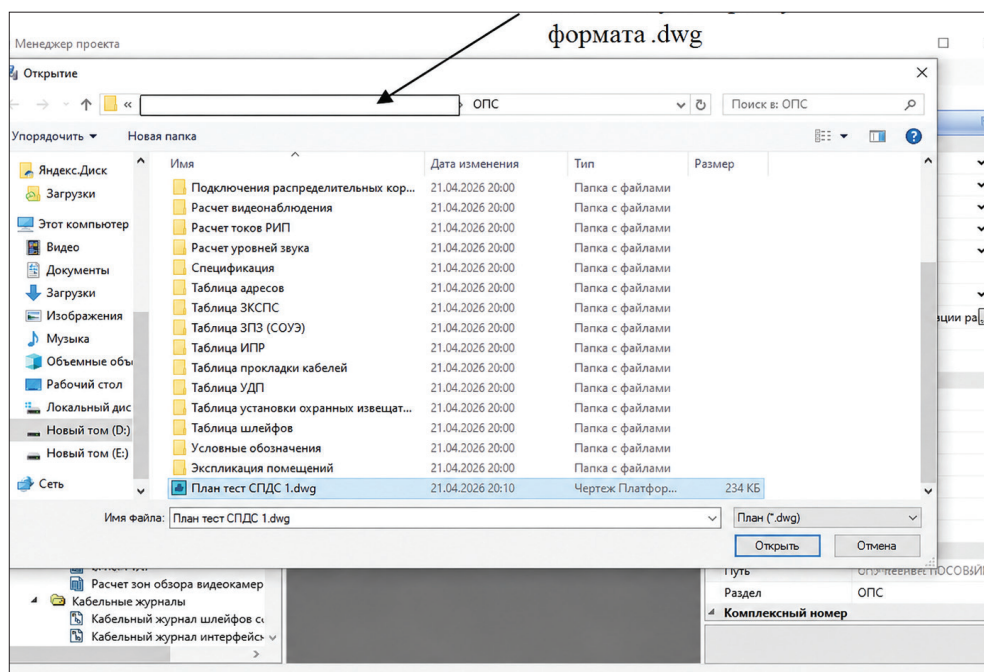


Рис. 6.18. Выбираем файл формата .dwg для добавления в проект

Далее в появившемся окне (рис. 6.19) **Формат чертежа** необходимо задать **Масштаб документа** и **Масштаб модели**. По умолчанию нам предлагается работать в масштабе 1 к 100 (**Масштаб документа**). В одной единице про-

пространства чертежа у нас будет один миллиметр реального пространства (**Масштаб модели один к одному**). Это наиболее часто используемые и рекомендуемые разработчиками значения. Это значит, что имеющиеся планировки с подосновами помещения должны быть выполнены в масштабе модели 1 к 1 (т. е. одна единица чертежа = 1 миллиметру реального пространства). Оставим значения, указанные на рис. 6.19 по умолчанию.

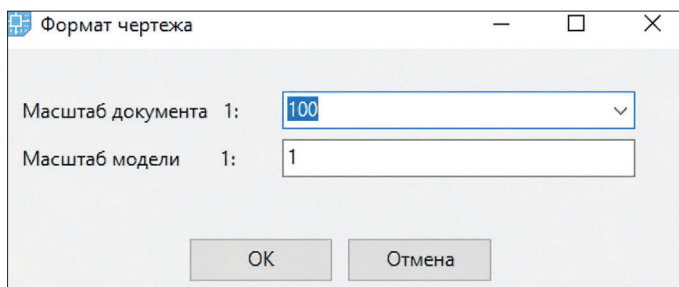


Рис. 6.19. Внешний вид окна **Формат чертежа**

Затем появляется окно **Добавление файла в проект**, указанное на рис. 6.20, которое предлагает скопировать файл формата .dwg, нажимаем **Да** для добавления в папку с проектом.

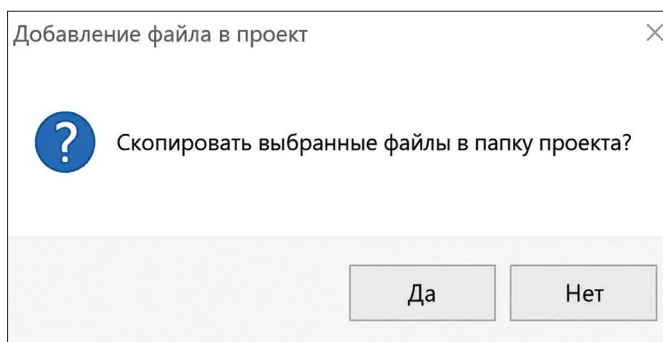


Рис. 6.20. Внешний вид окна **Добавление файла в проект**

В результате в проекте появится планировка с подосновой (см. рис. 6.21). Зададим в свойствах наименование документа **Этаж 1**. Для открытия планировки этажа необходимо сделать по нему двойной щелчок левой кнопкой мыши. Планы будут открыты, и появится возможность приступить непосредственно к проектированию системы видеонаблюдения на объекте.

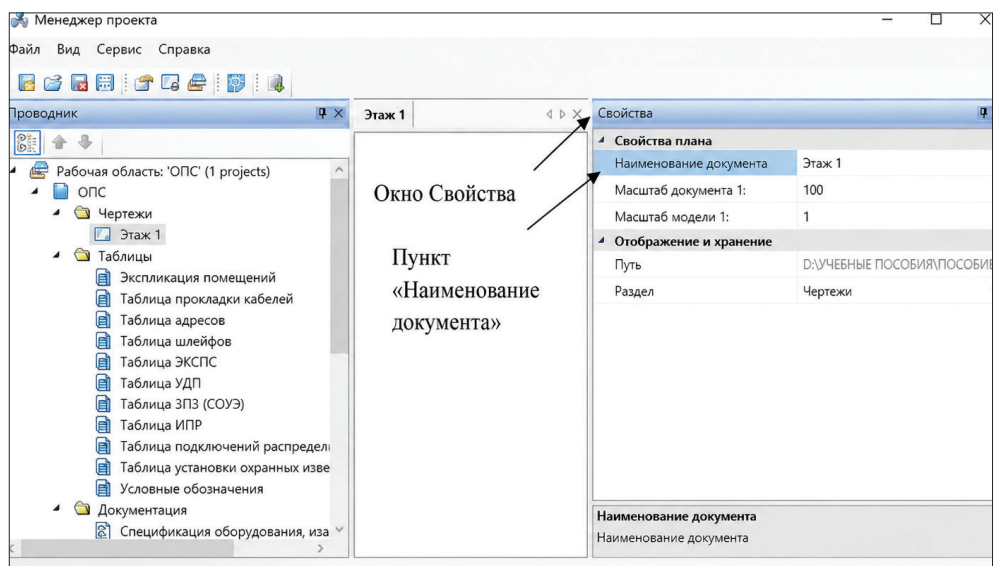


Рис. 6.21. Внешний вид окна **Свойства** в Менеджере проекта

Определим этажи и помещения в здании (см. рис. 6.22). Для создания контура этажа необходимо воспользоваться кнопкой **Создать этаж** главной панели инструментов. Создадим контур вокруг планировки так, чтобы она полностью оказалась внутри этого контура. Соблюдать границы этажа не надо, достаточно поместить его в прямоугольник. Эта операция определяет область, все объекты которой будут автоматически принадлежать этажу.

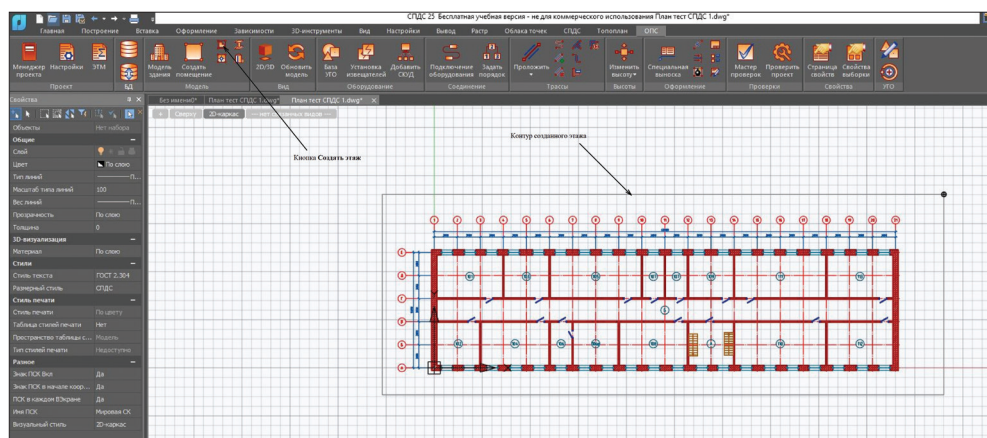


Рис. 6.22. Пример создания контура этажа

Вызовем страницу свойств этажа и зададим номер этажа и номер здания (см. рис. 6.23).

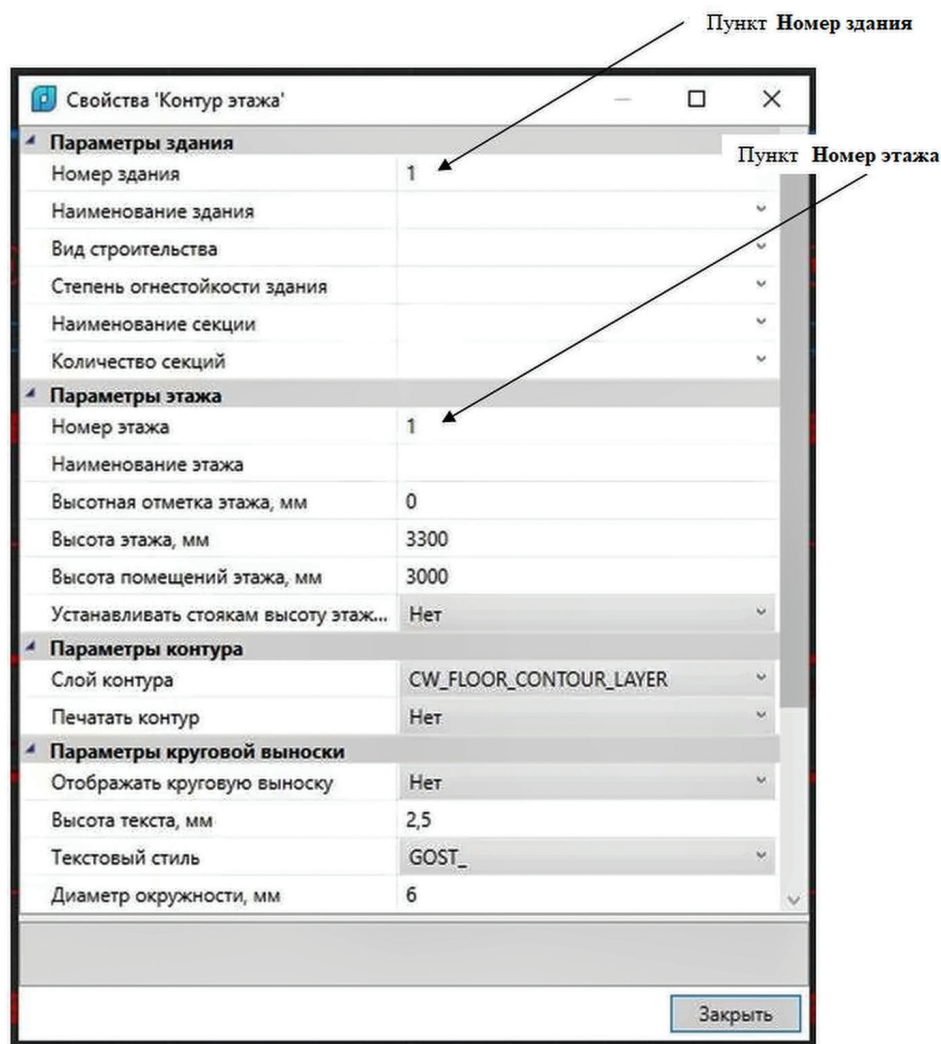


Рис. 6.23. Страница свойств **Контур этажа**

Далее необходимо создать на этаже набор помещений (см. рис. 6.24). Для создания помещения можно воспользоваться кнопкой **Создать помещение** главной панели инструментов. Далее вызовем страницу свойств **Контур помещения**, а затем зададим номер помещения и его название (рис. 6.25). После того как будут размечены все помещения, необходимо просмотреть структуру этажей и помещений. Это можно сделать в окне **Модель здания**, которое вызывается по кнопке, указанной стрелочкой на рис. 6.26 главной панели инструментов.

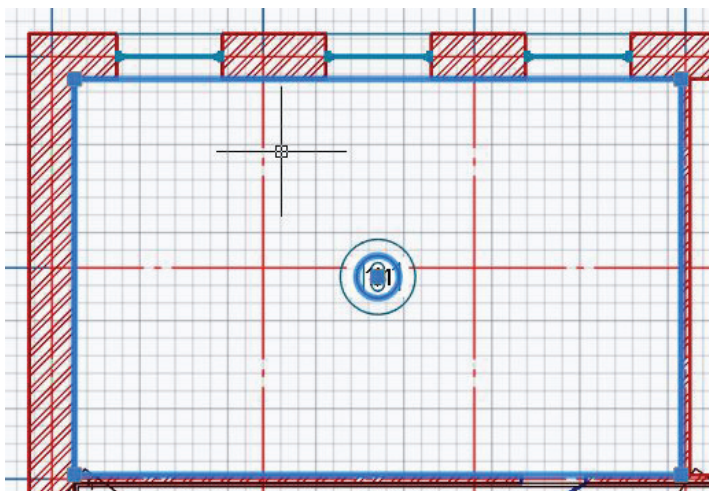


Рис. 6.24. Пример создания контура помещения

Пункт Номер помещени

Свойства 'Контур помещения'

Характеристики	
Номер помещения	101
Наименование помещения	
Площадь, м ²	48,44
Периметр, м	28,48
Номер здания	1
Номер этажа	1
Высота помещения, мм	3000
Звуковые характеристики	
Уровень звука постоянного шума, дБ	0
Требуемый уровень звука оповеще...	15
ЭКСПС	
Структура ЭКСПС	Единая
Позиционное обозначение (маркир...	-
Алгоритм принятия решения о пож...	A
Установка двух извещателей	Со сдвигом
ЭКСПС Фальшпотолок	
Наличие фальшпотолка	Нет
ЭКСПС Фальшпол	
Наличие фальшпола	Нет
Зона противопожарной защиты	
Зоны противопожарной защиты	Кол-во: 0
Характеристики среды	
Номер помещения	
Заккрыть	

Рис. 6.25. Страница свойств Контур помещения

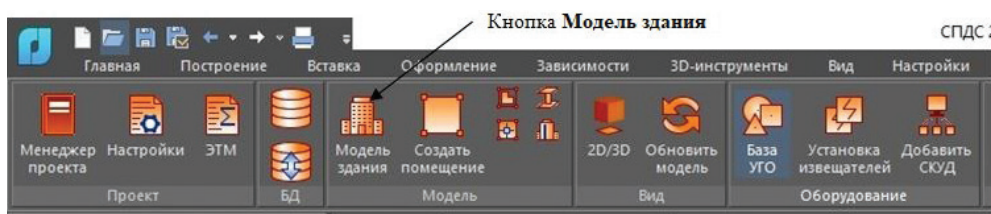


Рис. 6.26. Кнопка **Модель здания** в главной панели инструментов

Автоматическая нумерация помещений производится при помощи кнопки **Нумерация помещений** окна **Модель здания**. Помещения будут пронумерованы в порядке установки на план (см. рис. 6.27).

При ручной привязке помещений можно задавать, с какой позиции на этаже начинать нумерацию, указывая последовательность помещений. Также, выбрав набор помещений, можно открыть страницу свойств для группы и одинаковым помещениям задать разом наименование.

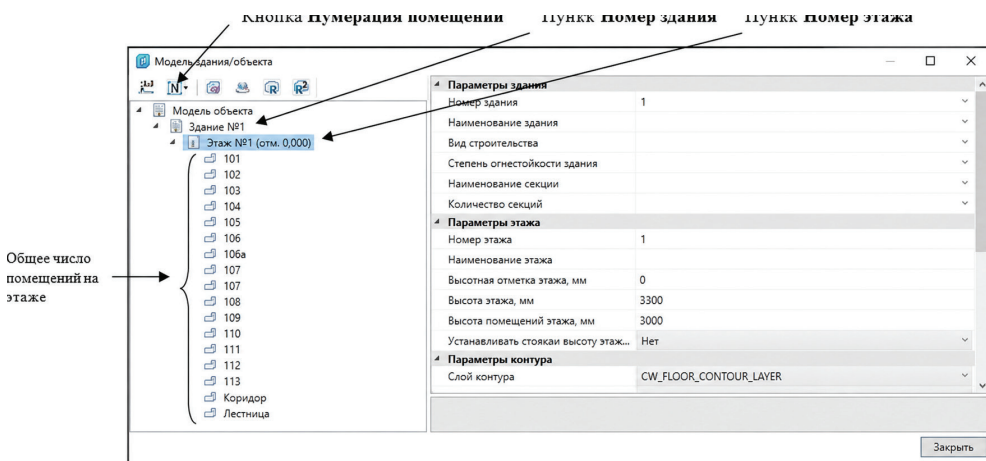
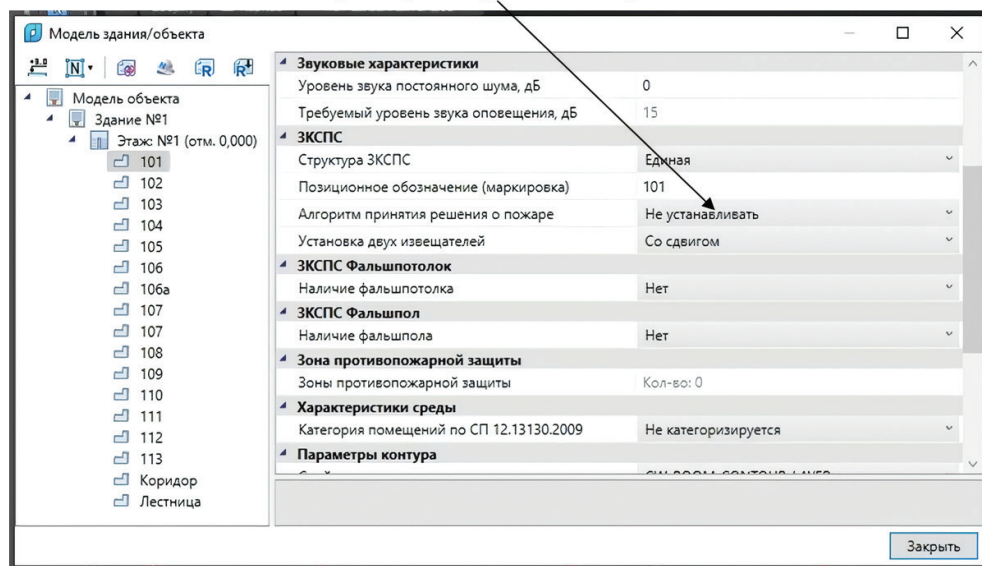
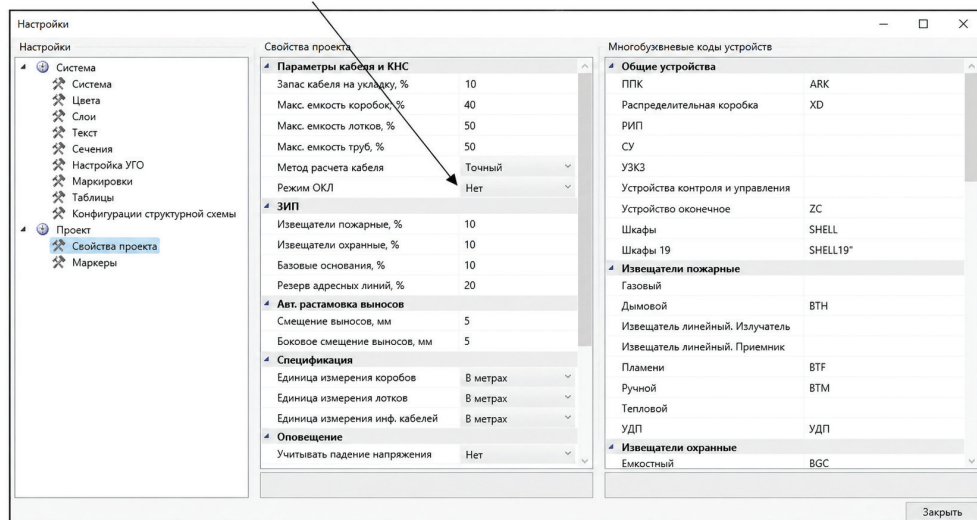


Рис. 6.27. Окно **Модель здания/объекта**

Перед тем как расставить камеры видеонаблюдения, перейдем в **Модель здания** и для всех помещений первого этажа в параметре **Алгоритм принятия решения о пожаре** поставим значение **Не устанавливать** (см. рис. 6.28), так как в данном проекте не планируем оснащение объекта пожарной сигнализацией и нам не нужны такие проверки.

После этого перейдем в **Настройки** на главной панели инструментов (рис. 6.29), в раздел **Свойства проекта**, и отключим **Режим ОКЛ**, так как для систем видеонаблюдения не требуется обязательное наличие огнестойких кабельных линий.

Кнопка отключения «Алгоритма принятия решения о пожаре»

Рис. 6.28. Отключение параметра **Алгоритм принятия решения о пожаре**Кнопка отключения параметра **Режим ОКЛ**Рис. 6.29. Отключение параметра **Режим ОКЛ**

Для размещения самих видеокамер на плане необходимо открыть окно **База УГО** на главной панели инструментов (см. рис. 6.30). Здесь выбираем УГО для видеокамеры – **Видеокамера (Типоразмер 1)** и расставляем УГО на планах. Можно использовать клавишу **Shift** (нажать один раз перед установкой) для множественной вставки видеокамер. Для каждой видеокамеры можем задать ориентировочное направление. После одиночной вставки или после прерывания множественной вставки (клавиша **Esc**) открывается база данных оборудования для назначения размещенным УГО модели видеокамеры. Так как база данных проекта пока пустая, обратимся к **Демонстрационной базе** и выберем в ней IP-видеокамеру (рис. 6.31 и 6.32).

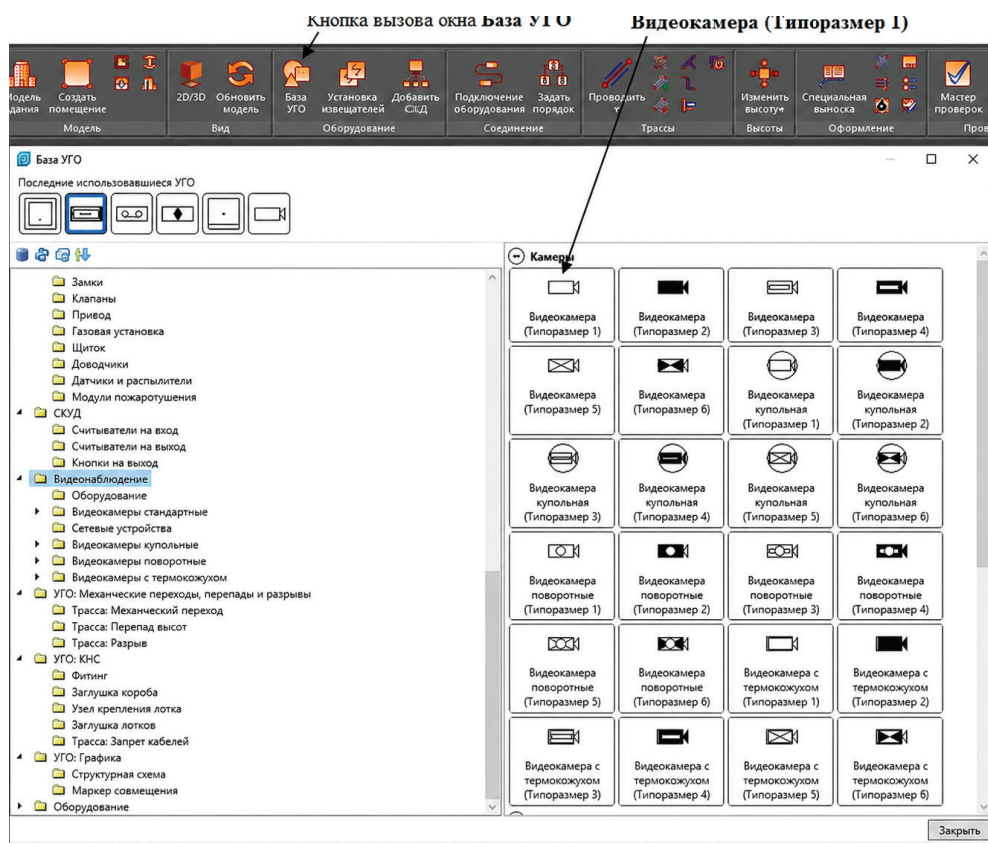


Рис. 6.30. Вызов окна База УГО

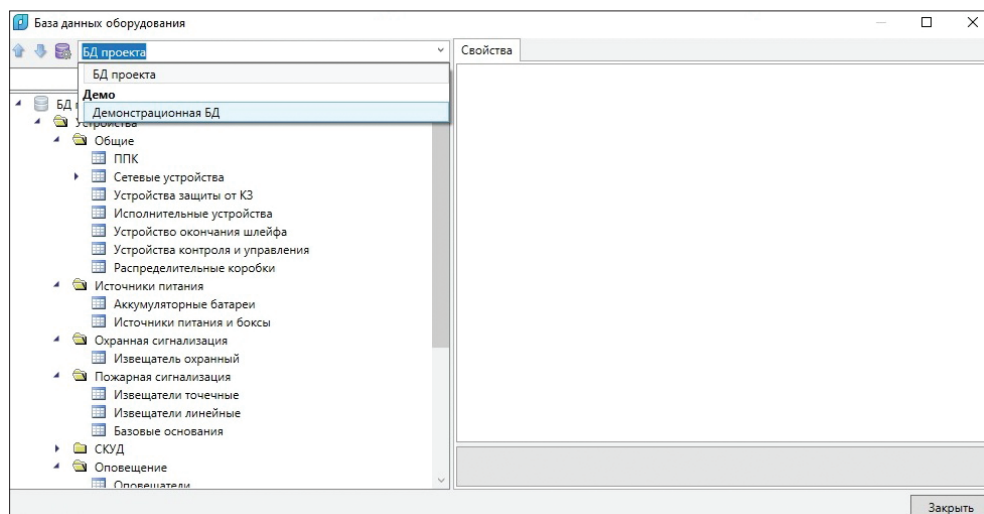


Рис. 6.31. Вызов базы данных проекта

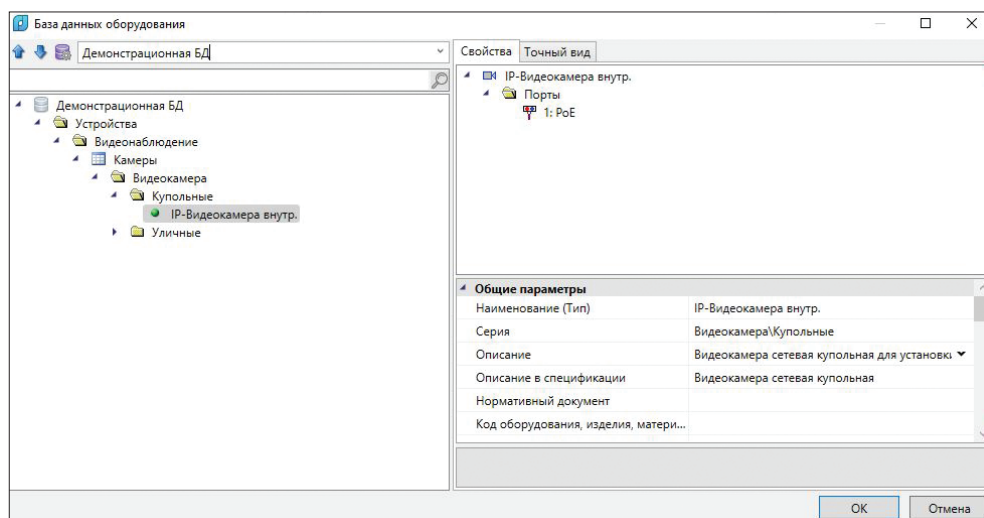


Рис. 6.32. Выбор IP-видеокамер из демонстрационной базы данных

В свойствах видеокамер (рис. 6.33) указываем высоту установки 2700 мм (с учетом подвесного потолка), для параметра **Индивидуальный код** устанавливаем **Да**, в параметр **Многобуквенный код** записываем **1VK**.

Характеристики	
Позиция (Маркировка)	1VK 1.1
Автоматическая маркировка	Да
Привязка к БД	IP-Видеокамера внутр.
Высота установки, мм	2700
Выводить в спецификацию	Да
Индивидуальный код	Да
Многобуквенный код	1VK
Термокожух	
Кронштейн	
Карта памяти	
Подключение	
Порядковый номер в шлейфе	1
Проектные параметры	
Высота верхней точки, мм	2700
Высота нижней точки, мм	2700
Длина участка, мм	0

Рис. 6.33. Настройка свойств видеокамеры

Проведем установку видеокамер и настройку зон видеонаблюдения с учетом угла наклона, фокусного расстояния и т. д. Выберем любую камеру видеонаблюдения на плане, вызовем правой кнопкой мыши контекстное меню (см. рис. 6.34).

Свойства (ОПС)	
Атрибут	
Выноска	
Повернуть	▶
Спец. Выноска	▶
Сервис	▶
1. Свойства выбранных объектов	
Последние команды	▶
Создать аналог	
Создание блока...	
Вырезать	

Заменить УГО
Передвинуть к стене
Мастер подключения
Видеонаблюдение

Рис. 6.34. Вызов контекстного меню

Порядок создания схемы системы безопасности, размещения видеокамер на плане и настройки параметров зон видеонаблюдения представлен в видеоматериале «Видеоурок 13. Система безопасности в nanoCAD BIM ОПС: размещение камер и настройка схемы» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

Настройку зоны видеонаблюдения выполним в соответствии с рис. 6.35, нажав **Да** в пункте **Отображать зону видеонаблюдения**. В окне **Видеонаблюдение** выбираем по очереди видеокамеры, включаем в их свойствах зоны видеонаблюдения и задаем направление видеокамеры. После задания направления видеокамеры УГО повернется в заданную сторону, а зона видеонаблюдения перестроится. При необходимости можем изменять остальные параметры в свойствах видеокамеры (угол наклона, фокусное расстояние).

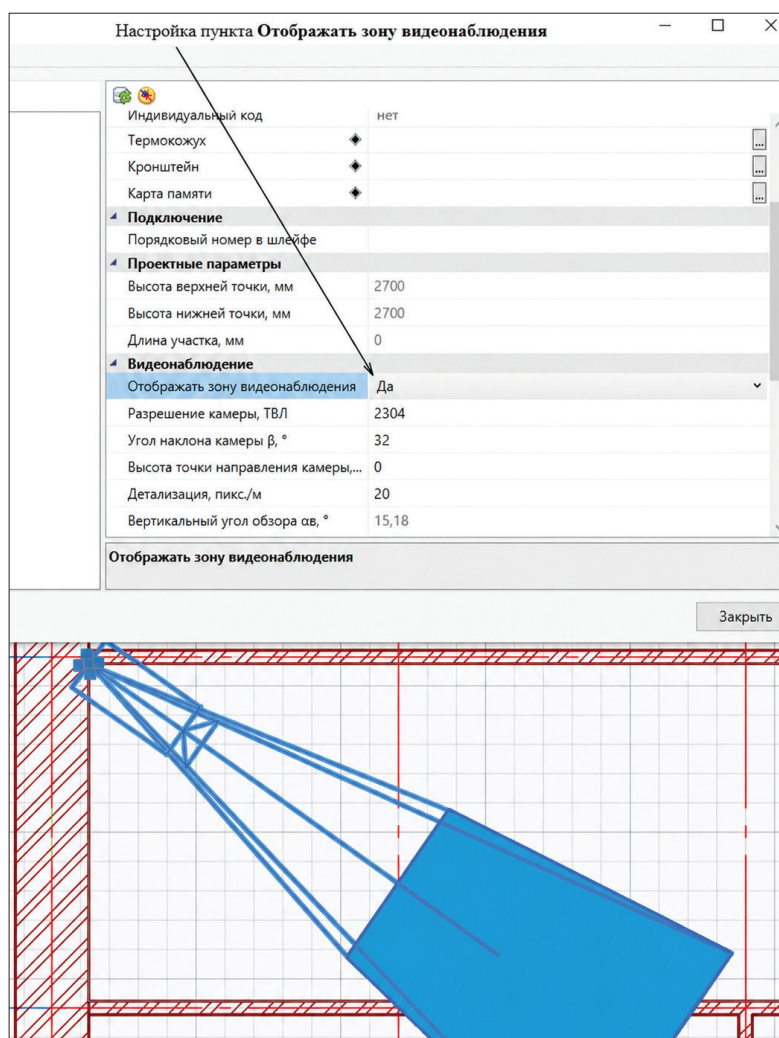


Рис. 6.35. Настройка зон видеонаблюдения с учетом угла наклона

Установим на план монтажный шкаф из базы УГО (рис. 6.36), привяжем его к базе данных. В свойствах шкафа указываем высоту установки 1500 мм, для параметра **Автоматическая маркировка** поставим **Нет**, в параметр **Имя (Маркировка)** запишем **SHV1** (рис. 6.37).

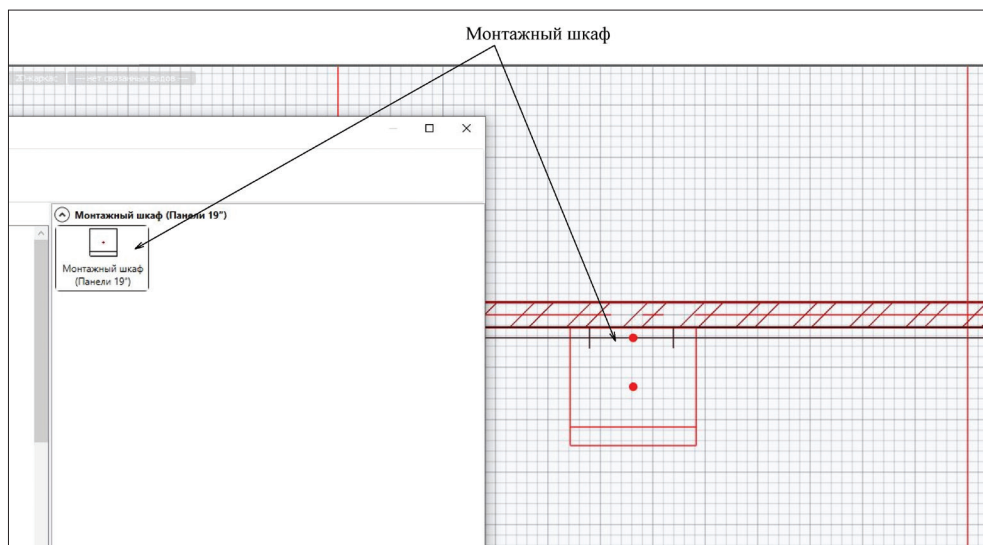


Рис. 6.36. Установка на план монтажного шкафа из базы УГО

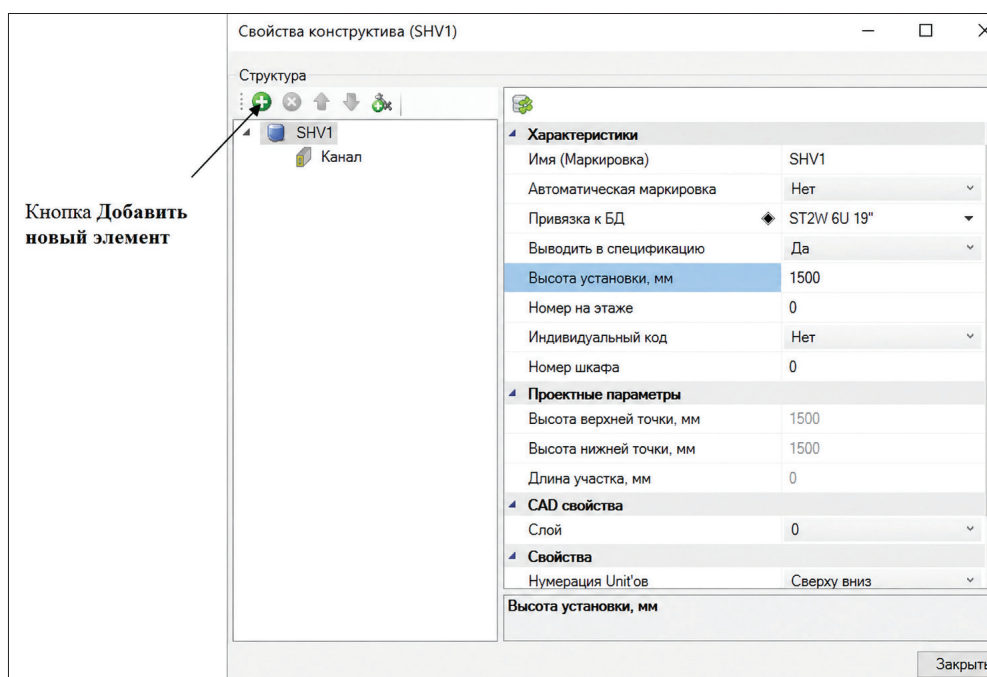


Рис. 6.37. Настройка свойств монтажного шкафа

На странице свойств шкафа при помощи кнопки **Добавить новый элемент** (см. рис. 6.37) добавим в монтажный шкаф из БД IP-коммутатор и выберем для него УГО (рис. 6.38 и 6.39).

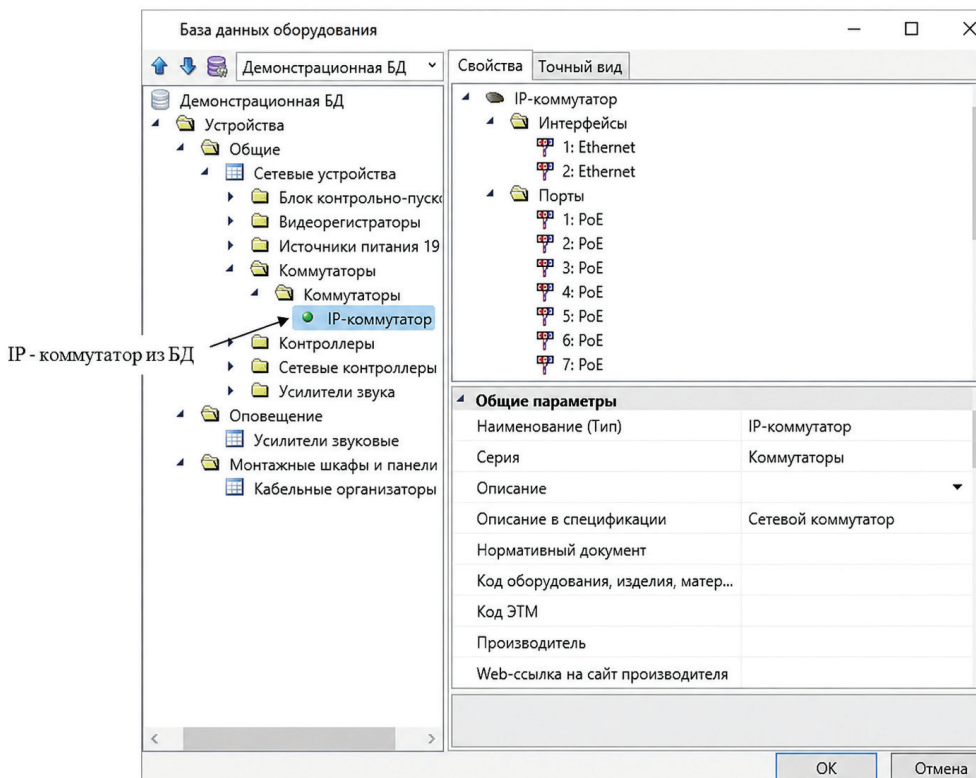


Рис. 6.38. Добавление IP-коммутатора из БД

IP-коммутатор теперь отображается в структуре шкафа. Выбрав IP-коммутатор в структуре, можем задать его номер и многобуквенный код. В параметре **Система противопожарной защиты** ставим значение **Нет**. После обновления модели маркировка коммутатора изменится согласно заданным параметрам (рис. 6.40).

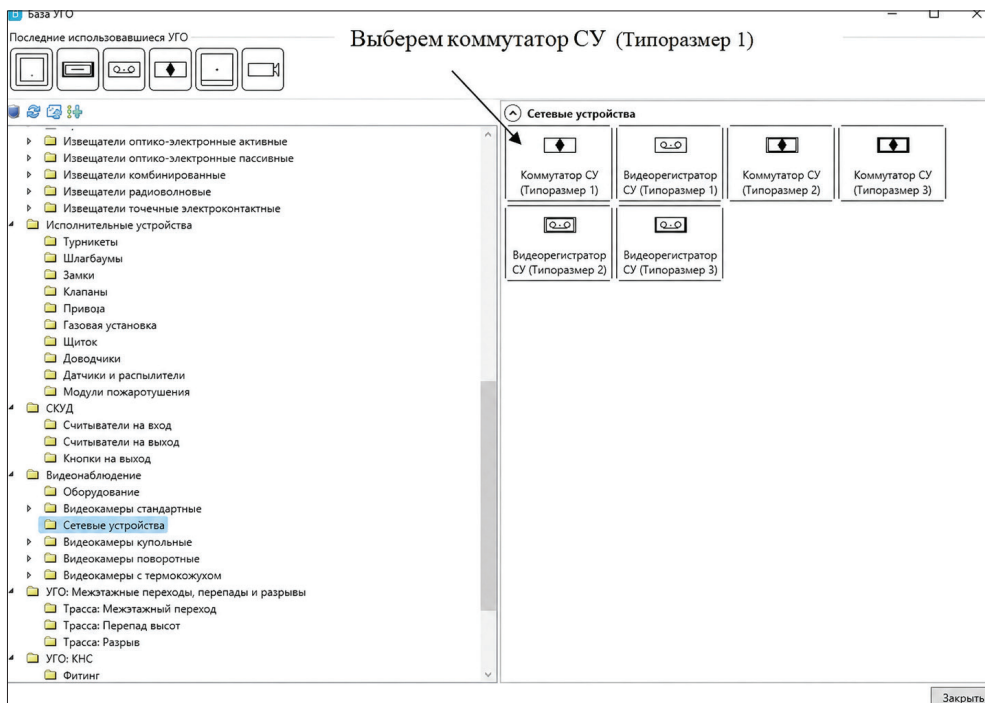


Рис. 6.39. Выбор УГО для коммутатора

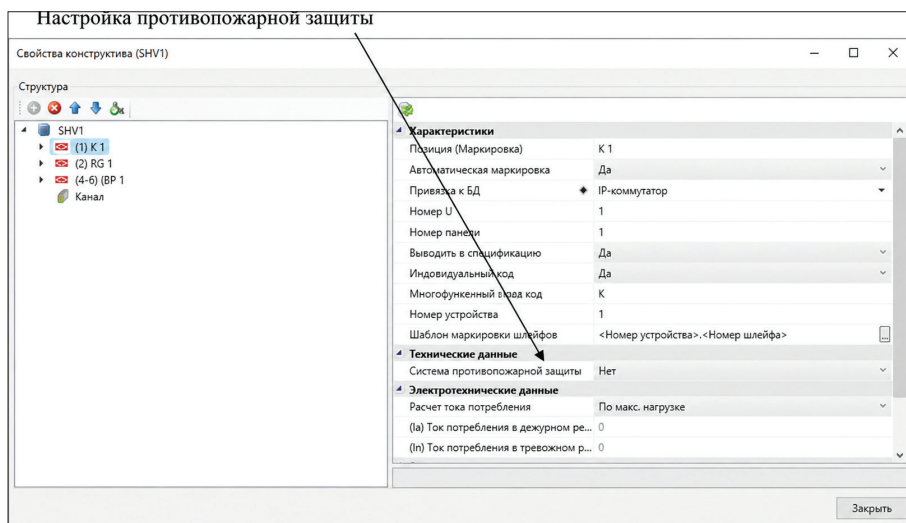


Рис. 6.40. Настройка параметров IP-коммутатора

Снова выберем в структуре шкаф и добавим видеорегистратор (рис. 6.41) и источник бесперебойного питания (рис. 6.42) из демонстрационной базы. Для них аналогично указываем в свойствах номера многобуквенные коды, а также в параметре **Система противопожарной защиты** ставим значение **Нет**.

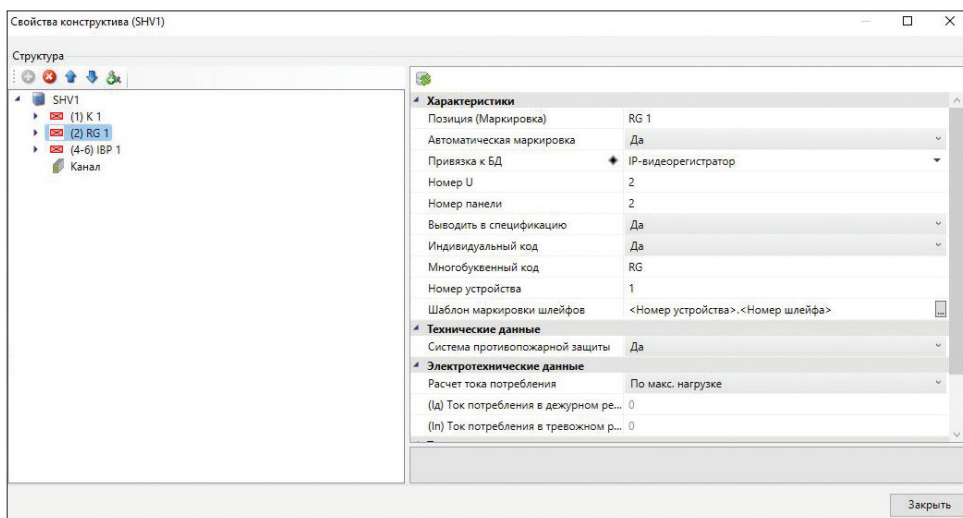


Рис. 6.41. Настройка параметров видеорегистратора

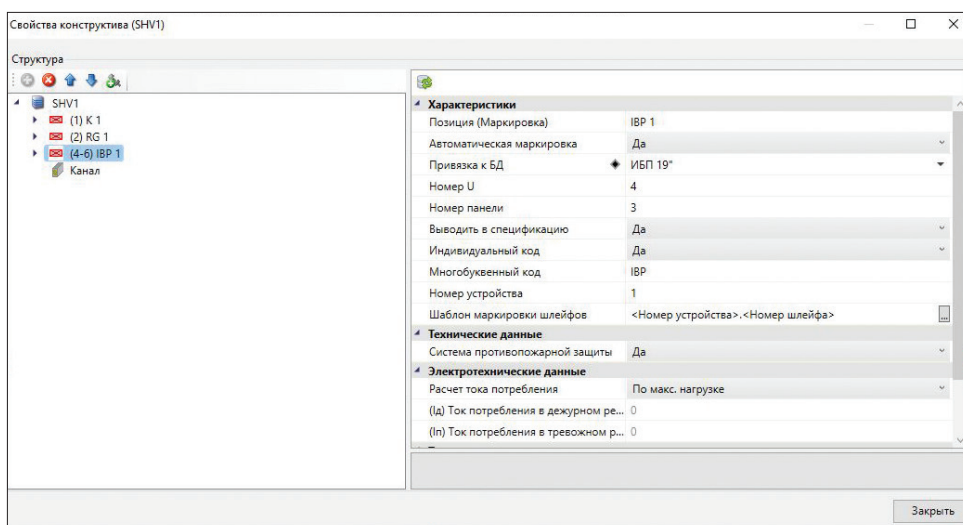


Рис. 6.42. Настройка параметров источника бесперебойного питания

На данном этапе нам необходимо создать подключения между устройствами. При подключении оборудования есть несколько логических типов подключения: шлейф, интерфейс, порт и электропитание.

Завершающий этап проектирования системы безопасности, включающий подключение оборудования, настройку электротехнической модели, проверку проекта и подготовку документации, рассмотрен в видеоматериале «Видеоурок 14. Завершение проекта системы безопасности: подключение оборудования, проверка проекта и документации» (переходите по ссылке или наведите камеру на QR-код на стр. 7).

Для подключения видеокамер будем использовать подключение с типом порт. Подключать устройства можно через мастер подключений на планах и через электротехническую модель (ЭТМ).

Разберем сначала первый способ. Для этого на плане необходимо выбрать шкаф с оборудованием и нажать на кнопку **Мастер подключения оборудования** главной панели инструментов. Выбираем подключение **1:PoE** коммутатора **K1** и подключаем его к камере 1 (см. рис. 6.43).

При подключении стоит обратить особое внимание на то, что если на линии присутствует несколько устройств, то подключать их необходимо по одному в порядке следования их в линии. Если ввод оборвался, то его можно продолжить, и следующие подключаемые устройства будут добавляться в порядке подключения в конец линии.

Есть инструменты, позволяющие менять порядок следования устройств в линии. То есть после подключения устройств и задания порядка их следования можно быстро сменить порядок или вставить (удалить) устройства в линии. Так как к одному порту подключаем одну видеокамеру, то после ее выбора для завершения ввода нажимаем клавишу **Enter**. Появляется окно для выбора из базы данных используемого кабеля для данного порта (рис. 6.44).

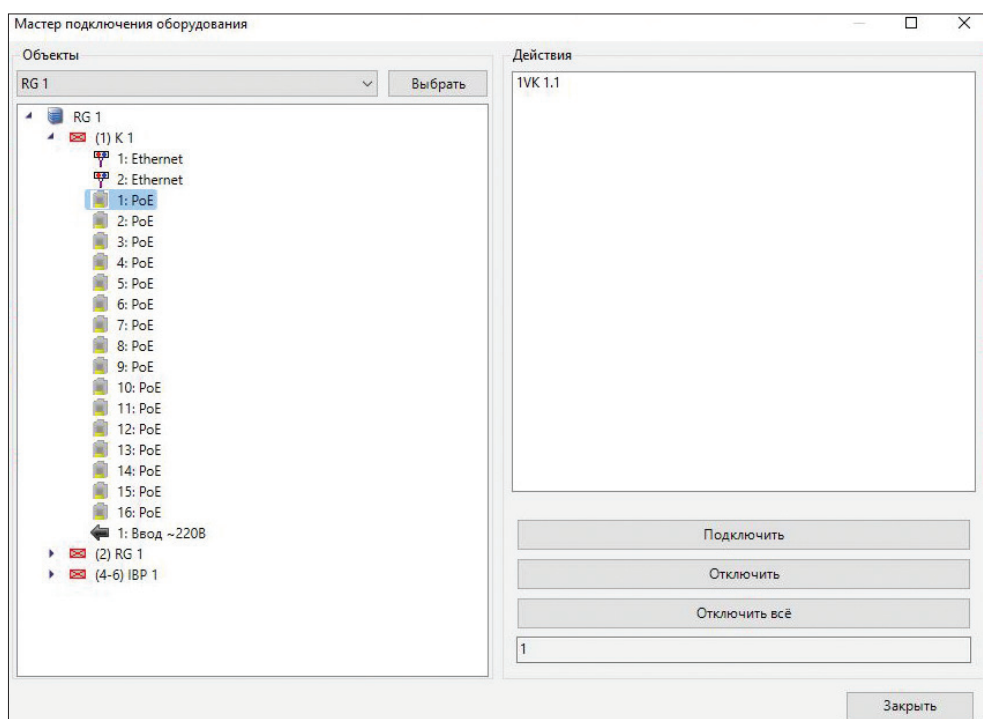


Рис. 6.43. Выбор подключения **1:PoE** к коммутатору **K1** и подключение его к камере **1VK1.1**

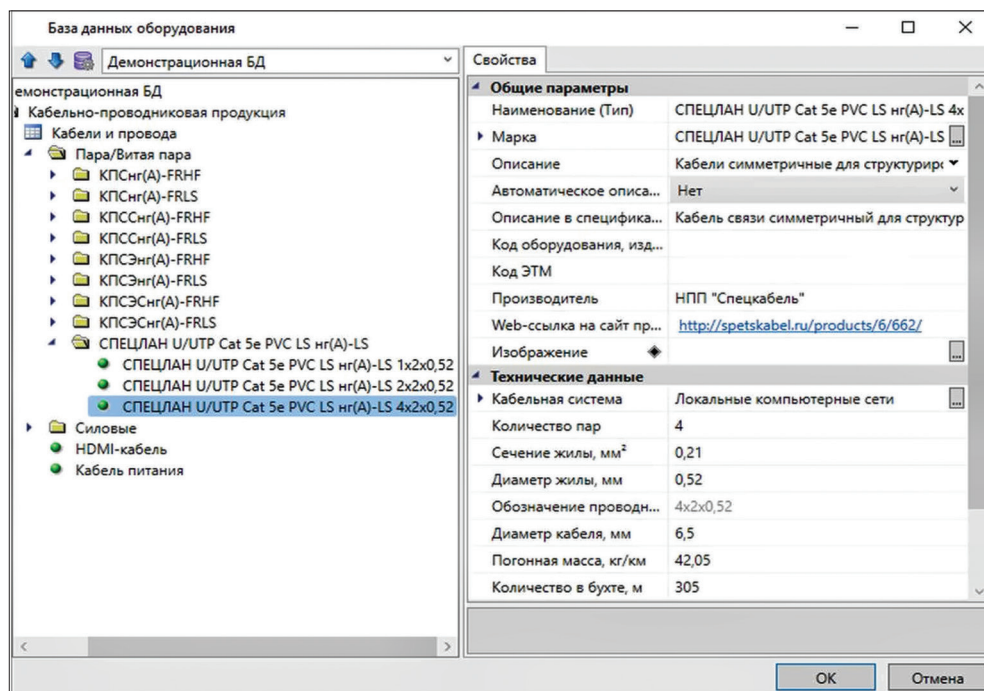


Рис. 6.44. Выбор кабеля из базы данных

Для разбора второго способа перейдем в окно **Электротехническая модель** на главной панели инструментов. В разделе **Оборудование** в первом столбце раскрываем коммутатор и выбираем следующее подключение **2:PoE**. Во втором столбце выбираем видеокамеру, которую хотим подключить к данному порту. Для удобства можем использовать сортировку по помещениям, зданиям или показ всего оборудования. После выбора видеокамеры нажимаем кнопку **Подключить** (см. рис. 6.45).

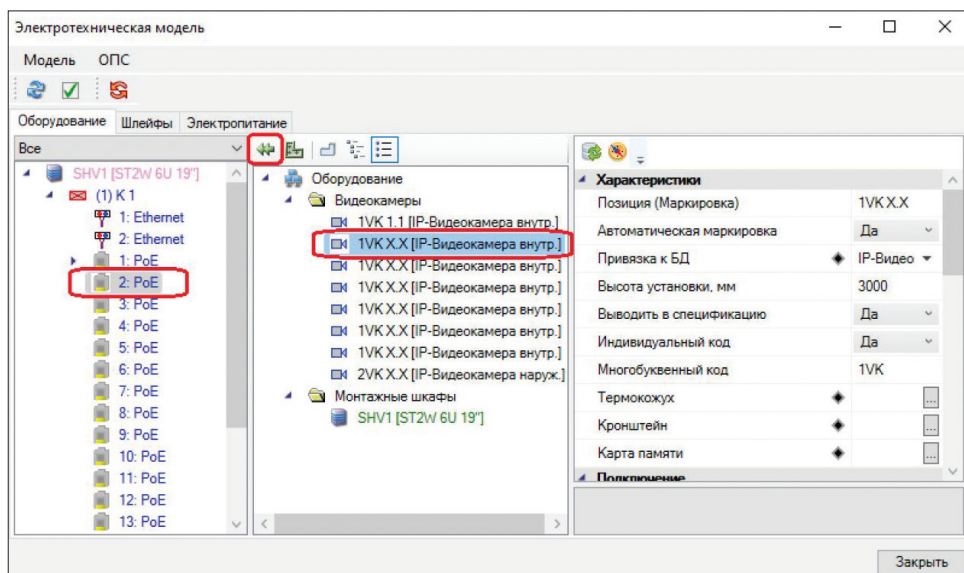


Рис. 6.45. Настройка электротехнической модели

Далее необходимо выбрать кабель, назначаемый к данному порту. После выбора кабеля у порта **2:PoE** отображается подключенная видеокамера (рис. 6.46).

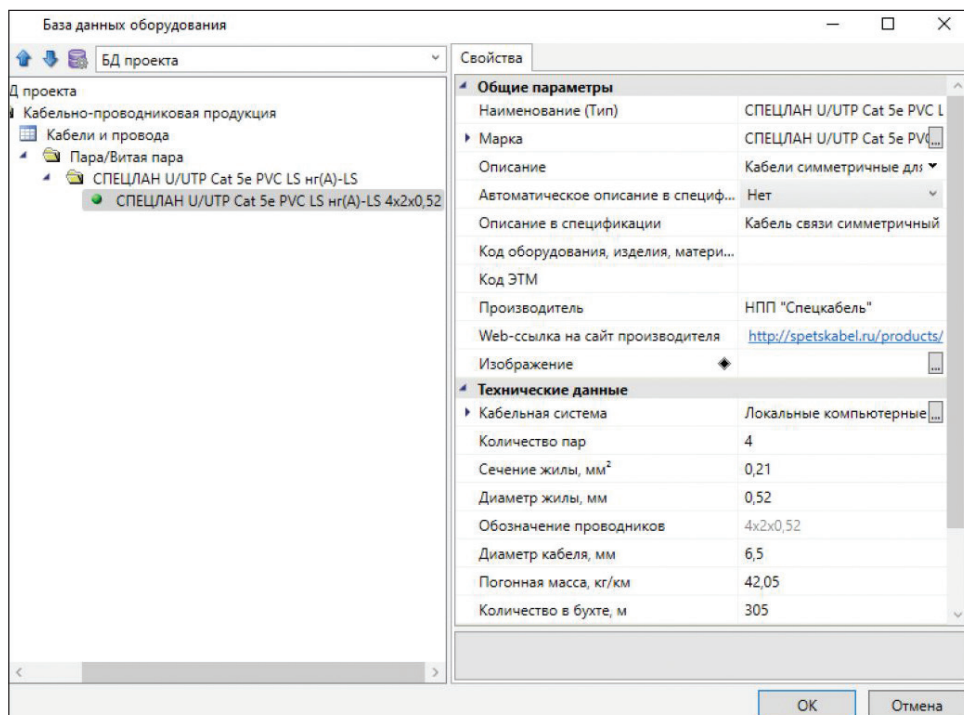


Рис. 6.46. Выбор кабеля

Для подключения видеорегистратора и прочего центрального оборудования будем использовать подключения с типом интерфейс. В первом столбце раскрываем коммутатор и выбираем подключение **Ethernet**, во втором столбце выбираем сам шкаф и нажимаем кнопку **Подключить** (см. рис. 6.47).

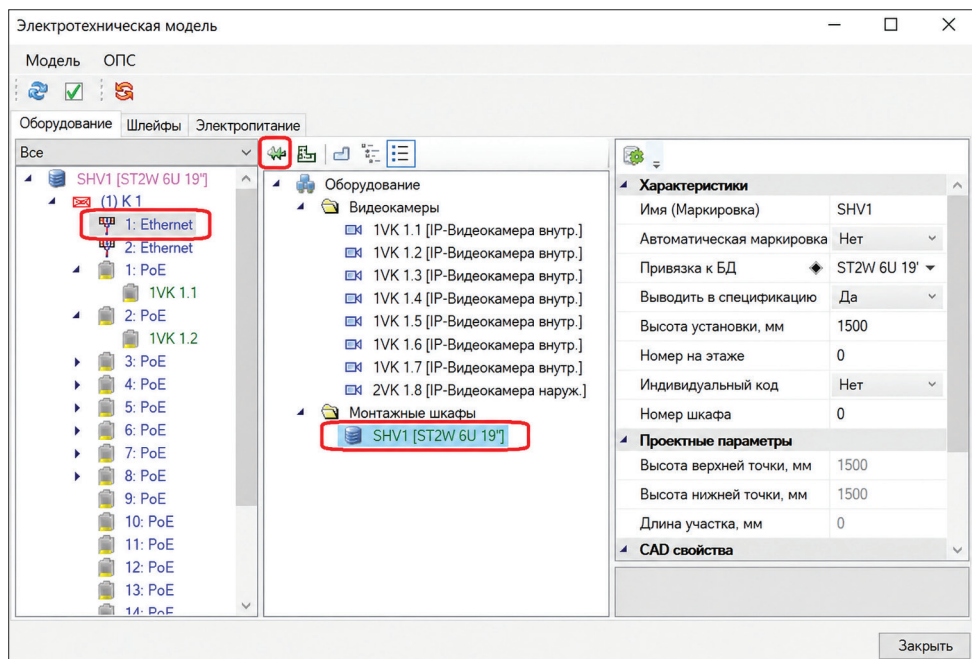


Рис. 6.47. Подключение видеорегистратора

В открывшемся окне выбираем подключение видеорегистратора и нажимаем **ОК**. Для выбранного подключения задаем кабель, как уже было показано на рис. 6.46. Разместим на посту охраны УГО для монитора (рис. 6.48).

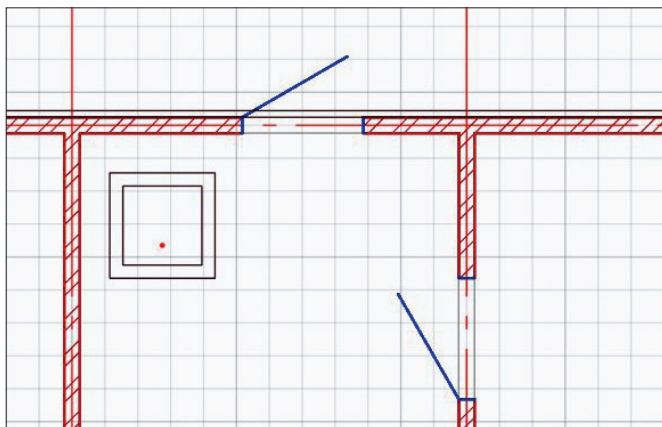


Рис. 6.48. Размещение монитора на посту охраны

Из демонстрационной базы выберем доступную модель монитора (рис. 6.49). В ее свойствах указываем высоту установки 1000 мм, для параметра **Индивидуальный код** устанавливаем **Да**, в параметр **Многобуквенный код** записываем **М**, **Номер устройства** – **1**.

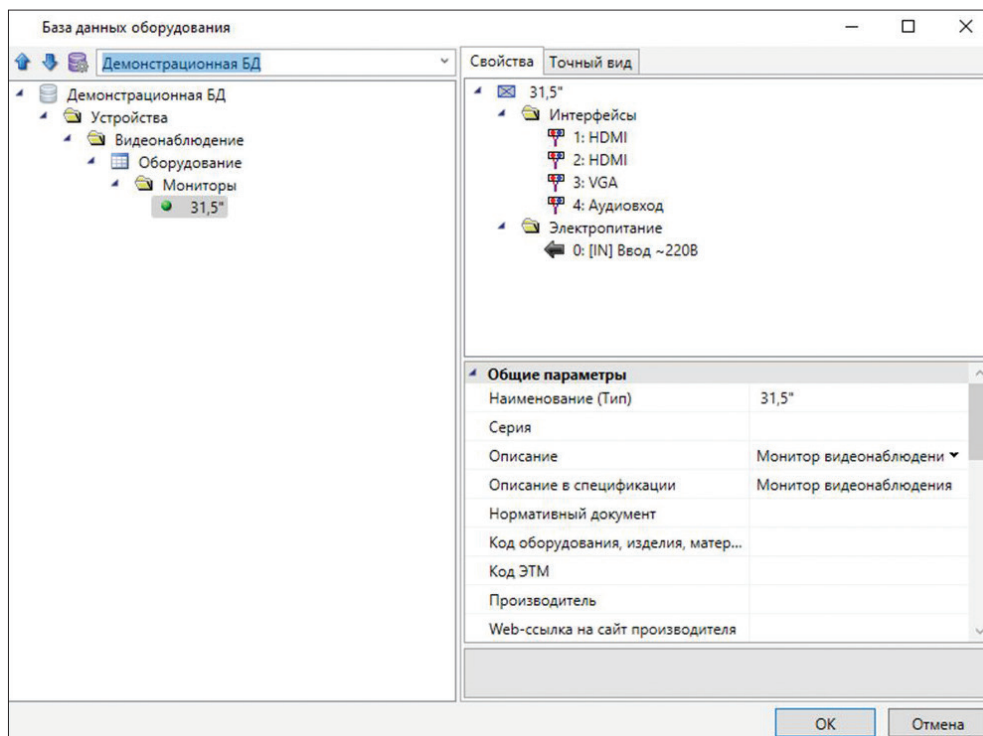


Рис. 6.49. Выбор монитора на пост охраны из БД

Подключим монитор к видеорегистратору по доступному подключению **HDMI** для отображения данной связи на структурной схеме и в таблице прокладки кабелей. Так как для подключения монитора используем комплектный кабель, в окне для выбора кабеля из БД ничего не будем выбирать и нажмем **Отмена**. В свойствах подключения не будет указан кабель. Если необходимо контролировать процент заполнения кабеленесущих конструкций, то можем задать для подобных подключений условный кабель с пометкой для спецификации (есть пример в демонстрационной базе). Теперь аналогично подключим монитор, видеорегистратор и коммутатор к источнику бесперебойного питания без указания кабелей (рис. 6.50).

В программном продукте предусмотрено два способа подсчета используемого кабеля. Первый – точный, второй – оценочный. Рассмотрим оценочный метод подсчета кабеля. При данном методе нет необходимости чертить трассы, кабель будет считаться по геометрическим координатам объектов.

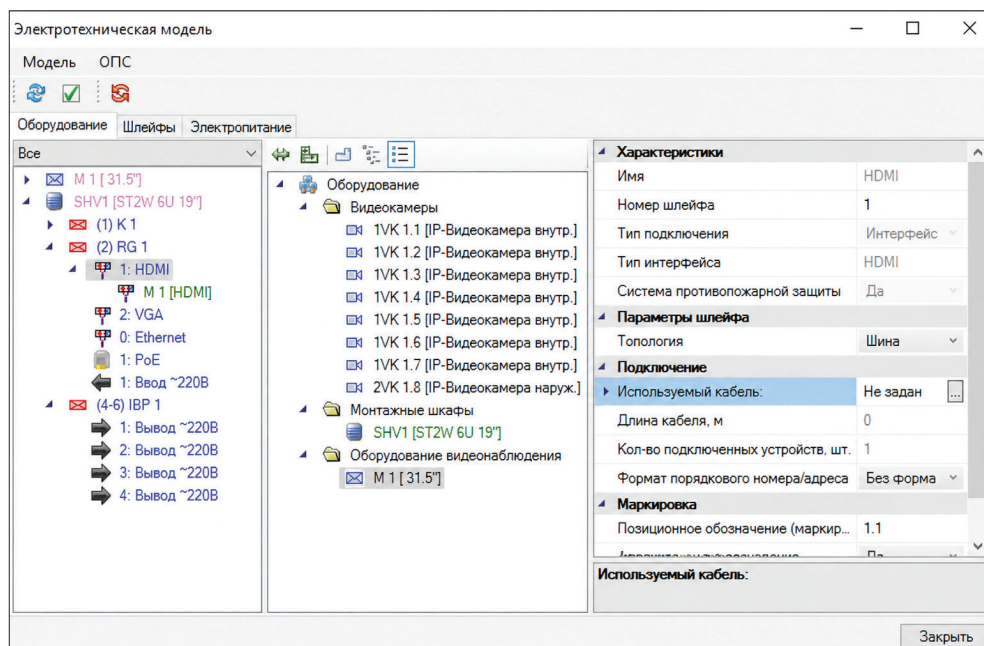


Рис. 6.50. Настройка параметров подключения монитора

В окне **Настройки**, в разделе **Свойства проекта** установим оценочный метод расчета кабеля (рис. 6.50).

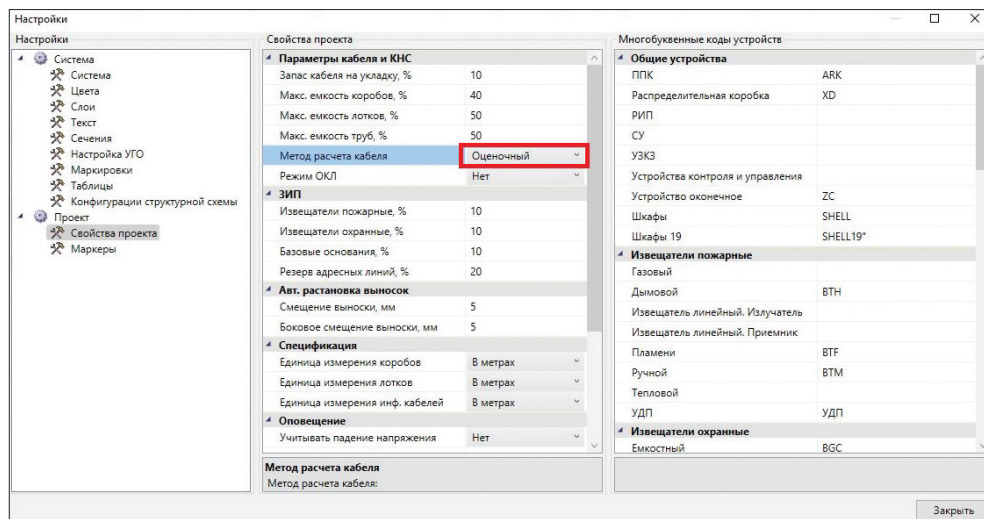


Рис. 6.51. Настройка параметров расчета кабеля

Создание спецификации и пакета документов аналогично тому, как показано в главе 5.

ГЛАВА 7

Диагностика и сертификация проводных локальных вычислительных сетей

7.1. Этапы поиска и устранения сбоев в ЛВС

Качество обслуживания локальной сети напрямую зависит от оперативности диагностики и устранения отказов. Рекомендуемый алгоритм действий включает восемь последовательных шагов [38].

1. Сбор симптомов и определение сути проблемы.

Необходимо опросить пользователей, по возможности попросить их воспроизвести неисправность, выяснить, когда она впервые проявилась и как часто возникает.

2. Воспроизведение сбойной ситуации (если возможно).

Администратор должен самостоятельно наблюдать ошибку, фиксировать ее проявление и собирать сетевую статистику в момент сбоя. При нестабильных отказах полезно собирать письменные отчеты пользователей или запускать анализатор протоколов в циклическом режиме, чтобы при заполнении буфера новые данные записывались поверх самых старых.

3. Установка причины сбоя.

Причина выявляется путем последовательного сужения области поиска и отсеивания непричастных элементов.

4. Составление плана действий.

Продумывается способ устранения проблемы с учетом возможных побочных эффектов. Обязательно сохраняются резервные копии конфигурационных файлов и протоколируются все выполняемые действия – это дает возможность откатить изменения, если ситуация ухудшится.

5. Применение запланированных действий.

6. Проверка устранения проблемы.

Выполняется тестирование или мониторинг, подтверждающие, что неисправность исчезла.

7. Документирование проблемы и ее решения.

Подробная запись служит справочным материалом для будущих инцидентов, основой для отчетов руководству и учебным пособием для новых сотрудников.

8. Информирование пользователя.

Работа по заявке считается завершенной только после того, как пользователь убедился в восстановлении нормальной работы.

7.2. Уровни тестирования кабельных систем

При прокладке новых или обслуживании существующих кабельных линий выполняются общие тесты: проверка длины, схемы разводки, затухания, перекрестных наводок на ближнем конце, сопротивления по постоянному току и возвратных потерь. По глубине проверки выделяют три уровня тестирования: верификация, квалификация, сертификация.

Верификация (проверка правильности подключения)

Выполняется базовый контроль целостности цепи – все проводники должны быть подключены к заданным оконечным точкам, без обрывов и замыканий. Более совершенные приборы способны выявлять расщепленные пары и определять расстояние до места обрыва с помощью рефлектометра временной области (TDR), а также генерировать тональный сигнал для трассировки кабеля. Однако верификаторы не оценивают пропускную способность линии.

Квалификация (определение пригодности для конкретных технологий)

Квалификационные тестеры позволяют определить, сможет ли существующая линия поддерживать Fast Ethernet (100BASE-TX), Gigabit Ethernet или VoIP. Они быстро отделяют проблемы кабельной системы от неполадок сетевых протоколов или адресации, выполняют оценку полосы пропускания, но не проводят полный набор тестов, требуемых для сертификации кабельной системы на соответствие стандартам.

Сертификация (подтверждение соответствия промышленным стандартам)

Сертифицирующие анализаторы – единственные приборы, способные документально подтвердить, что кабельная система отвечает требованиям определенной категории или класса (ISO/IEC). Сертификация является завершающим шагом, требуемым большинством производителей структурированных кабельных систем (СКС) для предоставления гарантии. Современные высокоточные анализаторы предназначены для профессиональных монтажников и служб эксплуатации.

7.3. Сертификация СКС

Сертификация – это процедура документального подтверждения (выдачи сертификата соответствия) того, что кабельная система удовлетворяет установленным требованиям. Сертификат должен содержать идентификацию изделия, сведения о производителе и заявителе, а также перечень требований, на соответствие которым проведены испытания.

Различают сертификаты типа, безопасности и системы качества. Сертификационные испытания должны проводиться независимой испытательной лабораторией.

Применительно к СКС сертификация означает сравнение реальной производительности смонтированной кабельной системы с требованиями стандарта по методике, закрепленной в этом стандарте. Она подтверждает одновременно и качество компонентов, и качество монтажа. Только сертификация дает право на гарантийные претензии как к инсталлятору, так и к производителю [14].

Ключевые преимущества сертификации СКС:

- ◆ затраты на тестирование значительно ниже расходов на последующий поиск и устранение неисправностей;
- ◆ гарантируется, что кабельная система будет поддерживать требуемые сетевые приложения;
- ◆ сокращается количество сбоев и повышается эффективность ИТ-инфраструктуры;
- ◆ гарантируется защита капиталовложений в кабельную систему на протяжении всего жизненного цикла.

Без сертификации кабельная система не может считаться гарантом надежной работы сети.

7.4. Параметры сертификационного тестирования

Современные кабельные анализаторы проводят автоматический цикл измерений по ряду обязательных параметров для двух основных моделей:

- 1) **Постоянная линия** (Permanent Link) – тракт между портом коммутационной панели и портом информационной розетки (патч-корды конечных устройств не учитываются). Для подключения используется адаптер со встроенным шнуром;
- 2) **Канал** (Channel) – полный тракт связи между двумя активными сетевыми устройствами, включая все коммутационные шнуры на рабочем месте и в распределительном узле.

Автотест кабельных анализаторов проводится по следующим основным параметрам [16]:

- ◆ схема разводки (Wiremap);
- ◆ длина (Length);
- ◆ вносимые потери (Insertion Loss);
- ◆ перекрестные наводки на ближнем конце, модель «пара–пара» (Near End Crosstalk, NEXT);
- ◆ интегральные перекрестные наводки на ближнем конце, модель суммарной мощности (Power Sum NEXT);
- ◆ соотношение затухания и переходного затухания на ближнем конце (ACR);
- ◆ эквивалентные перекрестные наводки на дальнем конце, модель «пара–пара» (ACR-F или ELFEXT);

- ◆ перекрестные наводки на дальнем конце («суммарное» значение), модель суммарной мощности (PSACR-F или PSFEXT);
- ◆ возвратные потери (RL);
- ◆ задержка распространения (PD);
- ◆ смещение задержки (PDS).

Эти параметры являются основными и необходимыми для любого полевого тестирования. Рассмотрим параметры тестирования кабельных анализаторов.

Схема разводки (Wiremap)

Проверяется правильность разводки проводников, непрерывность экрана, выявляются:

- ◆ обрывы,
- ◆ короткие замыкания,
- ◆ реверсированные пары (переполюсовка),
- ◆ перемешанные (перекрещенные) пары,
- ◆ разделенные пары (когда проводники одной пары терминированы на контактах другой пары, но при этом гальваническая связь формально сохраняется).

Длина

Физическая длина постоянной линии или канала представляет собой сумму физических длин кабелей, соединяющих две конечные точки.

Физическая длина не должна превышать 90 м для постоянной линии и 100 м для канала. Точность зависит от правильного задания номинальной скорости распространения (Nominal Velocity of Propagation, NVP) в приборе.

Вносимые потери (Insertion Loss, IL)

Характеризуют ослабление сигнала из-за джоулевых потерь и отражений на неоднородностях (рис. 7.1).

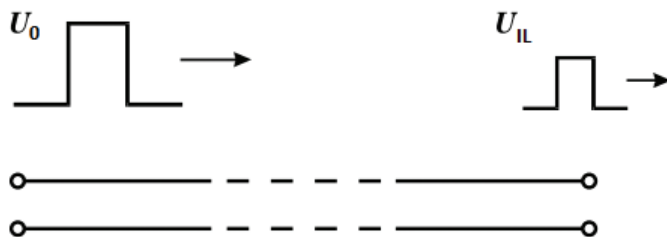


Рис. 7.1. Уменьшение амплитуды импульса в тракте

Вносимые потери определяются из соотношения:

$$IL = 20 \lg(U_{IL} / U_0), \quad (7.1)$$

где U_{IL} – амплитуда импульса напряжения на выходе линии;

U_0 – амплитуда импульса напряжения на входе линии.

В идеальном варианте $IL = 0$, а $U_{IL} = U_0$. При измерениях значение логарифма в формуле будет всегда отрицательно, так как всегда $U_{IL} < U_0$.

Параметр IL влияет на работоспособность активного оборудования. Он также применяется при определении параметра ACR (ELFEXT).

В табл. 7.1 приведены максимально допустимые значения (по модулю) параметра IL для канала и постоянной линии каждого класса [16].

Таблица 7.1. Максимально допустимые значения вносимых потерь

Частота, МГц	Максимально допустимые значения вносимых потерь, дБ (канал / постоянная линия)					
	Класс А	Класс В	Класс С	Класс D	Класс Е	Класс F
0,1	16/16	5,5/5,5				
1		5,8/5,8	4,2/4,0	4/4	4/4	4/4
16			14,4/12,2	9,1/7,7	8,3/7,1	8,1/6,9
100				24/20,4	21,7/18,5	20,8/17,7
250					35,9/30,7	33,8/28,8
600						54,6/46,6

Перекрестные наводки на ближнем конце (NEXT)

NEXT показывает, какая доля сигнала, передаваемого по одной паре, наводится на вход соседней пары:

$$NEXT = 20 \lg(U_{NEXT} / U_0), \quad (7.2)$$

где U_{NEXT} – амплитуда импульса, наведенного на входе пары;

U_0 – амплитуда импульса, передаваемого по соседней паре.

Идеальный случай, когда $U_{NEXT} = 0$ и $NEXT_{ид} = -\infty$. Значение параметра $NEXT$ будет также всегда отрицательное, поскольку $U_{NEXT} < U_0$.

Эффект перекрестной наводки проявляется в том, что при подаче сигнала на вход одной пары на соседних появляется «паразитный» сигнал, который направлен в сторону их входов (рис. 7.2).

В международном стандарте на СКС ISO/IEC 11801:2002(E) приведены минимально допустимые значения $NEXT$ (по модулю) для моделей тестирования «канал» и «постоянная линия» (табл. 7.2) [16].

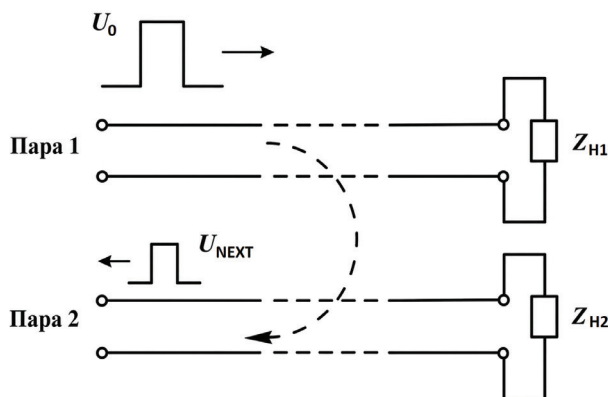


Рис. 7.2. Перекрестные наводки на ближнем конце

Таблица 7.2. Минимально допустимые значения *NEXT*

Частота, МГц	Минимально допустимые значения <i>NEXT</i> , дБ (канал / постоянная линия)					
	Класс А	Класс В	Класс С	Класс D	Класс Е	Класс F
0,1	27,0/27,0	40,0/40,0				
1		25,0/25,0	39,1/40,1	60,0/60,0	65,0/65,0	65,0/65,0
16			19,4/21,1	43,6/45,2	53,2/54,6	65,0/65,0
100				30,1/32,3	39,9/41,8	62,9/65,0
250					33,1/35,3	56,9/60,4
600						51,2/54,7

«Суммарные» перекрестные наводки на ближнем конце (PSNEXT)

PSNEXT (англ. Power Sum NEXT) – «суммарные» перекрестные наводки на ближнем конце. Суммарный параметр PSNEXT учитывает одновременное влияние на одну пару всех остальных пар:

$$PSNEXT(k) = -10 \lg \sum_{i=1, j \neq k}^n 10^{-0,1NEXT(i,k)}, \quad (7.3)$$

где n – число пар;

$PSNEXT(k)$ – параметр «возмущаемой» пары k ;

$NEXT(i, k)$ – параметр $NEXT$ для «возмущаемой» пары k и «возмущающей» пары i .

Минимально допустимые значения $PSNEXT$ стандартизированы только для классов D, E, F и должны измеряться на обоих концах тракта (табл. 7.3) [16].

Таблица 7.3. Минимально допустимые значения *PSNEXT*

Частота, МГц	Минимально допустимые значения <i>PSNEXT</i> , дБ (канал / постоянная линия)		
	Класс D	Класс E	Класс F
1	57,0/57,0	62,0/62,0	62,0/62,0
16	40,6/42,2	50,6/52,2	62,0/62,0
100	27,1/29,3	37,1/39,3	59,9/62,0
250		30,2/32,7	53,9/57,4
600			48,2/51,7

Требования к минимально допустимым значениям (по модулю) ужесточаются с ростом категории. Например, для канала класса E на частоте 100 МГц минимальный *NEXT* должен быть не менее 30,6 дБ, а *PSNEXT* – 28,6 дБ (фактические цифры приведены в стандартах). Параметр *NEXT* не зависит от длины, он определяется качеством сохранения скрутки на соединениях.

Нормированное переходное затухание на ближнем конце (ACR)

Параметр Attenuation to Crosstalk Ratio (ACR) характеризует отношение «сигнал/помеха» на приемном конце линии. Здесь «сигналом» выступает ослабленный (за счет затухания и отражений) полезный импульс, а «помехой» – наведенный с соседней пары импульс.

Важно отличать ACR от отношения сигнал/шум (SNR) или отношения сигнал / перекрестная помеха (SCR), которые дополнительно учитывают уровни сигналов в активном оборудовании и влияние других источников помех.

В стандарте ISO/IEC 11801:2002(E) термин «затухание» (англ. Attenuation) сохранен в названии параметра *ACR* по традиции, однако фактически *ACR* выражается через измеряемые *NEXT* и вносимые потери (*IL*), учитывая, таким образом, не только затухание, но и потери на отражение:

$$ACR(i, k) = NEXT(i, k) - IL(k), \quad (7.4)$$

где i – номер «возмущающей» пары;

k – номер «возмущаемой» пары;

$NEXT(i, k)$ – параметр *NEXT*, обусловленный воздействием пары i на пару k ;

$IL(k)$ – параметр *IL* для пары k .

ACR нормируется для классов D, E и F и должен измеряться с обоих концов тракта. Минимально допустимые значения для моделей «канал» и «стационарная линия» на граничных частотах приведены в табл. 7.4 [16].

Анализ таблицы показывает, что требования к *ACR* ужесточаются с повышением класса и являются более строгими для стационарной линии, чем для канала. Для

классов E и F на верхних частотах диапазона *ACR* в канале становится отрицательным. Это означает, что избежать взаимного влияния пар на таких частотах невозможно, и активное оборудование должно функционировать при отношении «сигнал/помеха» менее единицы.

Таблица 7.4. Минимально допустимые значения *ACR*

Частота, МГц	Минимально допустимые значения <i>ACR</i> , дБ (канал / постоянная линия)		
	Класс D	Класс E	Класс F
1	56,0/56,0	61,0/61,0	61,0/61,0
16	34,5/37,5	44,9/47,5	56,9/58,1
100	6,1/11,9	18,2/23,3	42,1/47,3
250		– 2,8/4,7	23,1/31,6
600			– 3,4/8,1

Поскольку при заданной длине кабеля и фиксированном количестве соединений повлиять на *IL* практически невозможно, улучшить *ACR* можно только за счет параметра *NEXT*. Основной практический путь – повышение качества монтажа витых пар, прежде всего минимизация длины расплетения на соединительных устройствах.

Суммарное нормированное переходное затухание на ближнем конце (*PSACR*)

Если все пары работают одновременно, необходимо учитывать их суммарное влияние на каждую отдельную пару. Для этого вводится параметр *Power Sum ACR (PSACR)*, который вычисляется через суммарный *PSNEXT* и вносимые потери этой пары:

$$PSACR(k) = PSNEXT(k) - IL(k), \quad (7.5)$$

где k – номер «возмущаемой» пары;

$PSNEXT(k)$ – «суммарный» параметр пары k ;

$IL(k)$ – потери ввода пары k .

Минимально допустимые значения *PSACR* для канала и стационарной линии классов D, E, F на верхних граничных частотах заданы в табл. 7.5 [16]. Как и *ACR*, параметр *PSACR* должен соответствовать требованиям на обоих концах тракта и вычисляется косвенно, а не измеряется напрямую.

Таблица 7.5. Минимально допустимые значения *PSACR*

Частота, МГц	Минимально допустимые значения <i>PSACR</i> , дБ (канал / постоянная линия)		
	Класс D	Класс E	Класс F
1	53,0/53,0	58,0/58,0	58,0/58,0
16	31,5/34,5	42,3/45,1	53,9/55,1
100	3,1/8,9	15,4/20,8	39,1/44,3
250		-5,8/2,0	20,1/28,6
600			-6,4/5,1

Перекрестные наводки на дальнем конце (FEXT и PSFEXT)

Взаимное влияние пар проявляется не только на ближнем, но и на дальнем конце тракта передачи (рис. 7.3). Для его количественной оценки используется параметр переходного затухания на дальнем конце (Far End Crosstalk, *FEXT*), определяемый соотношением:

$$FEXT = 20lg(U_{FEXT} / U_0), \tag{7.6}$$

где U_{FEXT} – амплитуда наведенного импульса;
 U_0 – амплитуда импульса, передаваемого по соседней паре.

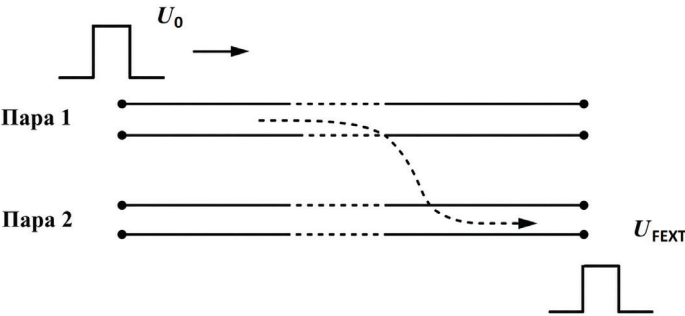


Рис. 7.3. Переходное затухание на дальнем конце тракта передачи сигнала

В полевых условиях на смонтированной СКС параметр *FEXT*, как правило, не измеряется самостоятельно; он служит основой для расчета других нормируемых характеристик дальнего конца.

Для оценки суммарного воздействия всех одновременно работающих пар на одну вводится параметр Power Sum FEXT (*PSFEXT*), который вычисляется по формуле:

$$PSFEXT(k) = -10lg \sum_{i=1, j \neq k}^n 10^{-0,1FEXT(i,k)}, \tag{7.7}$$

где n – число пар;

$PSFEXT(k)$ – «суммарный» параметр «возмущаемой» пары k ;

i – номер «возмущающей» пары;

k – номер «возмущаемой» пары;

$FEXT(i, k)$ – параметр $FEXT$, обусловленный воздействием пары i на пару k .

Нормированное переходное затухание на дальнем конце (ELFEXT)

При полнодуплексной передаче (одновременный прием и передача по каждой паре) необходимо обеспечивать требуемое отношение «сигнал/помеха» не только на ближнем, но и на дальнем конце. Для этого вводится параметр Equal Level FEXT ($ELFEXT$) – нормированное на вносимые потери переходное затухание на дальнем конце. Он предполагает равенство взаимных влияний пар, т. е. $FEXT(i, k) = FEXT(k, i)$.

$ELFEXT$ является аналогом ACR для дальнего конца и определяется соотношением:

$$ELFEXT(i, k) = FEXT(i, k) - IL(k), \quad (7.8)$$

где i – номер «возмущающей» пары;

k – номер «возмущаемой» пары;

$IL(k)$ – потери ввода «возмущаемой» пары.

В четырехпарном кабеле получается 12 значений $FEXT$ (шесть комбинаций пар, для каждой из которых вычитается IL сначала одной, затем другой пары). Минимально допустимые значения $ELFEXT$ для различных классов и моделей приведены в табл. 7.6 [16]. Параметр $ELFEXT$ определяется на обоих концах тракта, и в идеальном случае $ELFEXT_{ид} = -\infty$.

Таблица 7.6. Минимально допустимые значения $ELFEXT$

Частота, МГц	Минимально допустимые значения $ELFEXT$, дБ (канал / постоянная линия)		
	Класс D	Класс E	Класс F
1	57,4/58,6	63,3/64,2	65,0/65,0
16	33,3/34,5	39,2/40,1	57,5/59,3
100	17,4/18,6	23,3/24,2	44,4/46,0
250		15,3/16,2	37,8/39,2
600			31,3/32,6

Суммарное нормированное переходное затухание на дальнем конце (PSELFEXT)

По аналогии с PSACR для дальнего конца вводится параметр Power Sum $ELFEXT$ (PSELFEXT), учитывающий одновременное влияние всех пар на одну:

$$PSELFEXT_k = -10 \lg \sum_{i=1, j \neq k}^n 10^{\frac{-ELFEXT_{ik}}{10}}, \quad (7.9)$$

где i – номер «возмущающей» пары;

k – номер «возмущаемой» пары;

$ELFEXT_{ik}$ – параметр, обусловленный воздействием пары i на пару k .

Требования к минимально допустимым значениям $PSELFEXT$ стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) представлены в табл. 7.7 [16].

Таблица 7.7. Минимально допустимые значения $PSELFEXT$

Частота, МГц	Минимально допустимые значения $PSELFEXT$, дБ (канал / постоянная линия)		
	Класс D	Класс E	Класс F
1	54,4/55,6	60,3/61,2	62,0/62,0
16	30,3/31,5	36,2/37,1	54,5/56,3
100	14,4/15,6	20,3/21,2	41,4/43,0
250		12,3/13,3	34,8/36,2
600			28,3/29,6

Возвратные потери (Return Loss)

Возвратные потери (RL) характеризуют однородность волнового сопротивления Z_c по длине тракта и степень согласованности его с полным сопротивлением нагрузки Z_n в определенном частотном интервале. При рассогласовании или наличии неоднородностей (производственные дефекты, повреждения, неидеальные соединения) возникает отраженный сигнал, распространяющийся в обратном направлении (рис. 7.4).

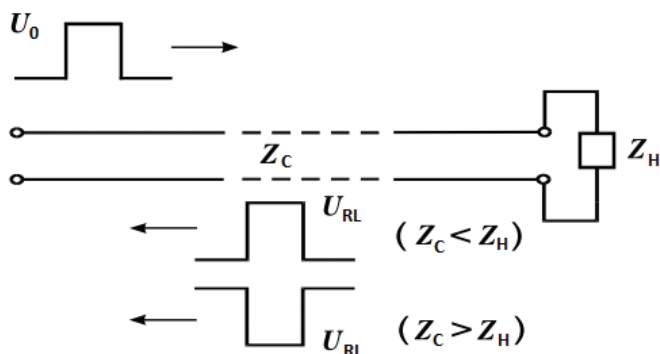


Рис. 7.4. Отражение импульса в канале или линии при наличии в них неоднородности волнового сопротивления

Количественно RL определяется как:

$$RL = 20 \lg(|U_{RL}| / U_0), \quad (7.10)$$

где $|U_{RL}|$ – амплитуда отраженного импульса (по модулю),
 U_0 – амплитуда входного импульса линии.

Поскольку всегда $U_{RL} < U_0$, значения RL в децибелах отрицательны.

Параметр RL нормируется для классов С, D, Е и F и измеряется с обеих сторон. Если на каких-либо частотах вносимые потери не превышают 3 дБ, то значения RL не влияют на результат теста. Минимально допустимые по модулю значения RL для канала и стационарной линии на верхних частотах классов приведены в табл. 7.8 [16].

Таблица 7.8. Минимально допустимые значения RL

Частота, МГц	Минимально допустимые значения RL , дБ (канал / постоянная линия)			
	Класс С	Класс D	Класс Е	Класс F
1	15,0/15,0	17,0/19,0	19,0/21,0	19,0/21,0
16	15,0/15,0	17,0/19,0	18,0/20,0	18,0/20,0
100		10,0/12,0	12,0/14,0	12,0/14,0
250			8,0/10,0	8,0/10,0
600				8,0/10,0

Задержка распространения и смещение задержки

Задержка распространения – время прохождения сигнала от одного конца тракта до другого. При измерениях вклад каждого коммутационного устройства в задержку принимается не превышающим 2,5 нс в диапазоне от 1 МГц

до верхней границы диапазона. Предельно допустимые значения для всех категорий:

- ◆ для канала – не более 555 нс на частоте 10 МГц;
- ◆ для постоянной линии – не более 498 нс на частоте 10 МГц.

Смещение задержки распространения – разность времен распространения между самой «быстрой» и самой «медленной» парами в кабеле. Этот параметр критичен для приложений, использующих параллельную передачу по нескольким парам.

Максимально допустимые значения смещения задержки:

- ◆ для канала – 50 нс;
- ◆ для постоянной линии – 44 нс.

7.5. Основные виды сбоев на физическом уровне и их устранение

Сбои на физическом уровне напрямую связаны с кабельной системой и диагностируются с помощью кабельных анализаторов. Ниже рассмотрены типовые неисправности по отдельным измеряемым параметрам и их вероятные причины [38; 39].

Ошибки схемы разводки

Большинство ошибок появляются при заделке коннекторов (обжим вилок, кроссовые панели, модули). Возможные причины ошибки в схеме разводки:

- ◆ обрыв: может быть вызван сильным натяжением, порезами, поврежденным разъемом, некачественным обжимом или неподходящим типом зубцов контактов;
- ◆ замыкание: часто обусловлено заземлением токопроводящего материала между контактами разъема, повреждением кабеля или неправильным коннектором;
- ◆ перекрестная или разделенная пара, которая возникает в следующих случаях: провода подсоединены к неправильным контактам на разъемах или в монтажном блоке; с одной стороны, кабель подключен по стандарту 568A, а с другой – по стандарту 568B; используется перекрестный кабель.

Методы устранения: визуальный контроль цветовой схемы, проверка типа вилки (под одножильный или многожильный провод), переобжим качественным инструментом.

Превышение длины

Возможные причины ошибки в длине кабеля:

- ◆ превышение 100 м: кабельный сегмент слишком длинный (следует убрать излишек или перепроектировать трассу);
- ◆ значение NVP задано неверно, поэтому длина измеряется с ошибкой (NVP можно откалибровать самостоятельно);

- ♦ одна или несколько пар заметно короче других: вероятны скрытый разрыв, некачественные промежуточные соединения или использование в кабеле изоляции из разных материалов, что меняет скорость распространения.

Ошибка параметров «задержка распространения» и «смещение задержки»

Сбой возможен при использовании кабеля с различными материалами изоляции в парах или при коммутации отдельными разномерными перемычками вместо фабричных патч-кордов. Критический разброс длины пар ведет к отказам и по другим параметрам.

Решение – замена кабеля или исправление монтажа.

Ошибка параметра «Вносимые потери (IL)»

Основные причины:

- ♦ чрезмерная длина кабеля,
- ♦ некачественные или грязные/окисленные контакты,
- ♦ низкокачественные патч-корды,
- ♦ применение кабеля неподходящей категории (например, Cat 5e в сегменте, требующем Cat 6a).

Для дополнительной диагностики неисправности используют рефлектометрические тесты (TDR) и диаграммы TDX.

Методы устранения неисправности – укорачивание линии, перезаделка или замена дефектных участков и шнуров.

Ошибка параметра «Перекрестные наводки на ближнем конце (NEXT/PSNEXT)»

Возможные причины ошибки:

- ♦ нарушение скрутки пар на точках подключения (длина расплетения превышает 13 мм),
- ♦ несоответствие характеристик разъема и розетки,
- ♦ адаптеры или патч-корды низкой категории,
- ♦ кабель низкого качества,
- ♦ сильное сжатие пластиковыми стяжками близко к разъемам,
- ♦ присутствие мощного внешнего электромагнитного шума.

Устранение неисправностей осуществляется переобжимом концов кабеля с сохранением витой структуры, использованием компонентов, сертифицированных на нужную категорию, ослаблением излишне затянутых стяжек.

При измерении параметра NEXT следует помнить о «правиле 4 дБ» (ISO/IEC): если вносимые потери меньше 4 дБ, то низкие значения NEXT не считаются сбоем, при условии что по параметру ACR тест дает положительный результат.

Ошибка параметра «Возвратные потери (RL)»

Причины ошибки:

- ◆ сопротивление коммутационного шнура или кабеля отлично от 100 Ом,
- ◆ неоднородности или механические повреждения,
- ◆ излишние петли запаса кабеля,
- ◆ некачественные разъемы,
- ◆ ошибка в выборе автотеста.

При вносимых потерях менее 3 дБ действует «правило 3 дБ»: если вносимые потери меньше 3 дБ, то отрицательный результат по параметру RL не считается сбоем, при условии что результат теста по остальным параметрам успешный.

Устранение дефектов чаще всего сводится к замене некачественных компонентов, контролю за однородностью импеданса.

Ошибка параметра «Наводки на дальнем конце (ELFEXT и PSELFEXT)»

Практически все перекрестные наводки на дальнем конце возникают в коннекторах, розетках. Устранение неисправностей начинают с замены вилки RJ45 на том конце, где зафиксирован сбой. Если это не помогает, рекомендуется заменить пару «вилка–розетка» на изделия одного производителя, гарантирующие согласованные характеристики.

Следует отметить, что устранение сбоев по наводкам на ближнем конце NEXT, как правило, одновременно приводит к устранению большинства проблем с наводками на дальнем конце FEXT.

Системный подход к диагностике, использование соответствующего задачам уровня тестирования (верификация, квалификация, сертификация), а также документирование всех этапов позволяют поддерживать надежную работу кабельной инфраструктуры и сводить к минимуму время простоев сети.

ГЛАВА 8

Практические задания и кейсы

8.1. Задание на проектирование СКС

Для здания, представленного на рис. 8.1, разработайте проект СКС. План здания создайте в paпoCAD BIM СКС 25.1 самостоятельно или используйте готовый план (скачать файл можно на странице электронного приложения к учебному пособию, QR-код расположен на стр. 7 во Введении).

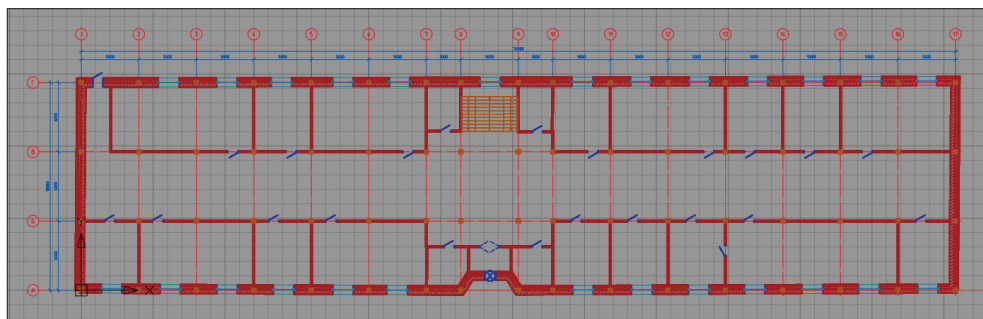


Рис. 8.1. Офисное здание

При проектировании необходимо выполнить следующие мероприятия:

- ◆ провести системный анализ объекта;
- ◆ составить реестр программного обеспечения;
- ◆ определить эффективную скорость передачи данных для всех конечных устройств;
- ◆ определить мероприятия по защите информации в проектируемой СКС;
- ◆ определить места установки средств коммутации и активного оборудования с учетом требований по информационной безопасности;
- ◆ разместить рабочие места на плане объекта;
- ◆ определить места размещения серверного и телекоммуникационного оборудования;
- ◆ провести подключение рабочих мест;
- ◆ разместить на плане объекта кабеленесущую систему в соответствии со строительным описанием объекта;
- ◆ изготовить проектную документацию.

На основании кабельного журнала оценить величину максимальной задержки сигнала. При необходимости внести корректировки в проект с целью обеспечения нормативных требований. Тестовый план, используемый в учебном пособии, представлен на рис. 8.2.

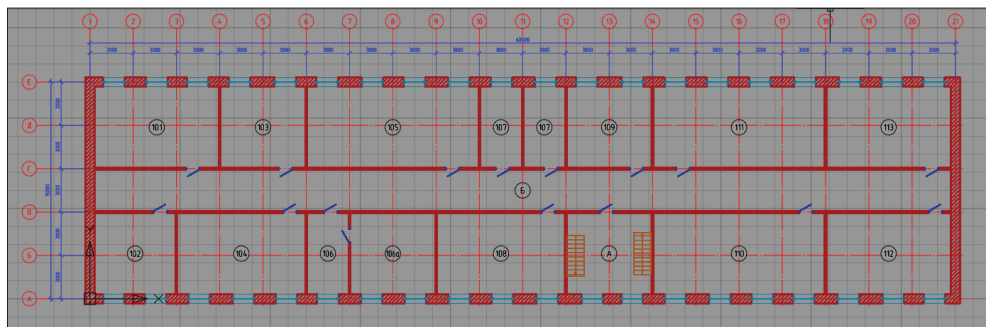


Рис. 8.2. Тестовый план

В ряде случаев в системный анализ объекта проектирования рекомендуется включить моделирование здания (создание этажей и маркировка помещений).

8.2. Задание по техническим средствам охраны и видеонаблюдения

Используя nanoCAD BIM ОПС, разработайте проект системы видеонаблюдения для офисного здания, представленного на рис. 8.1.

Разместите камеры видеонаблюдения и системы контроля управления доступом (СКУД) с указанием моделей камер, СКУД, розеток, типа кабеля и другого коммутационного оборудования. Подготовьте полный комплект документации (план помещения, перечень оборудования, журнал и т. д.). При проектировании систем безопасности необходимо учитывать расположение серверных помещений и коммутационных узлов ЛВС.

8.3. Варианты заданий для проектирования

При проектировании СКС и ОПС вместо файлов *.dwg могут быть использованы графические файлы. Для вставки в качестве подложки растрового файла необходимо выбрать команду **Вставка растра** в план СКС или ОПС (рис. 8.3).

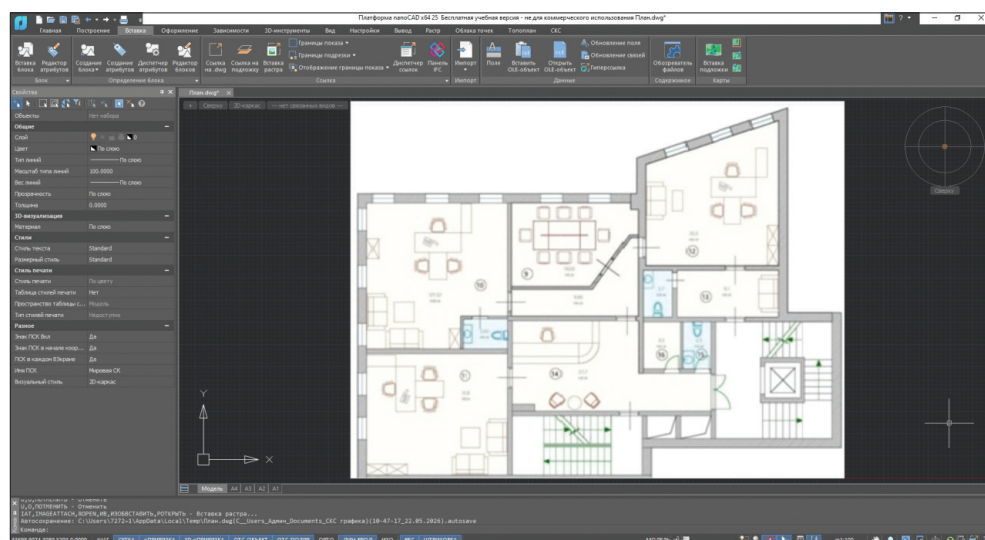


Рис. 8.3. Вставка раstra

Выберите план здания из предложенных вариантов ниже (рис. 8.4.–8.14) и спроектируйте СКС и ОПС.

Вариант 1. Офис

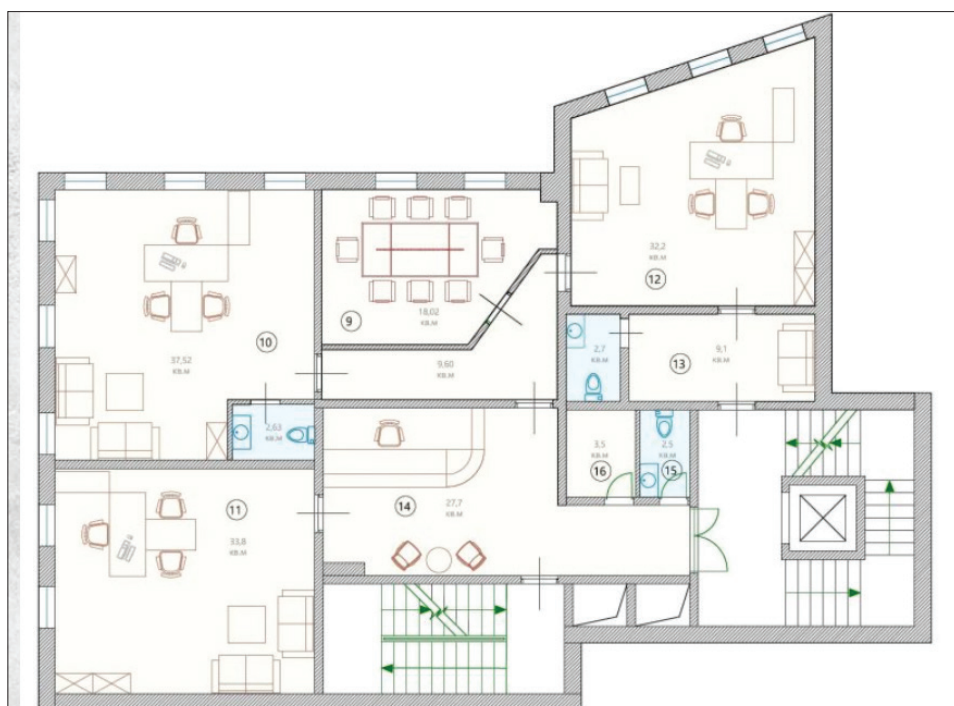


Рис. 8.4. План офиса

Вариант 2. Офис

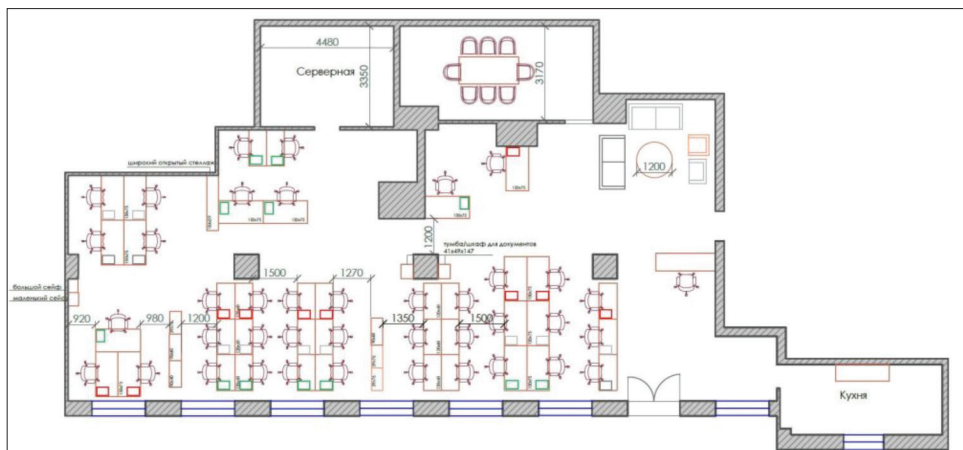


Рис. 8.5. План офиса

Размеры помещений офиса, представленного на рис. 8.5, необходимо вычислить самостоятельно из общей площади 281,24 кв. м.

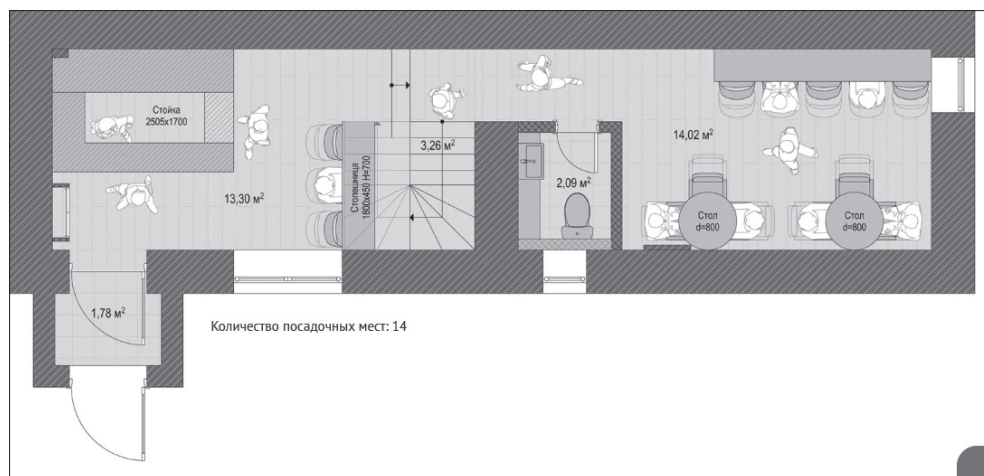
Вариант 3. Офис



Рис. 8.6. План офиса

Размеры помещений офиса, представленного на рис. 8.6, необходимо вычислить самостоятельно из площади 210 кв. м.

На рис. 8.7 представлена схема расстановки Бабул Ти Кафе 35 кв. м на 14 мест, которое представляет собой прямоугольное вытянутое помещение с барной стойкой, отдельным залом и небольшим санузлом. Эргономика расстановки мебели выполнена с учетом комфортного расположения посадочных мест в 2,5 кв. м на 1 посетителя. Размеры необходимо вычислить самостоятельно из площади помещения.

Вариант 4. Кафе**Рис. 8.7.** План кафе

На рис. 8.8 представлен чертеж бургерной 50 кв. м в ТЦ «Европа». Кухня бургерной в 35 кв. м с островным оборудованием, раздевалкой для персонала и складским помещением. Зал в 17 кв. м рассчитан на 12 мест с круглыми столиками и диванной зоной. На 1 человека выделено 1,5 кв. м. Размеры необходимо вычислить самостоятельно из площади помещения.

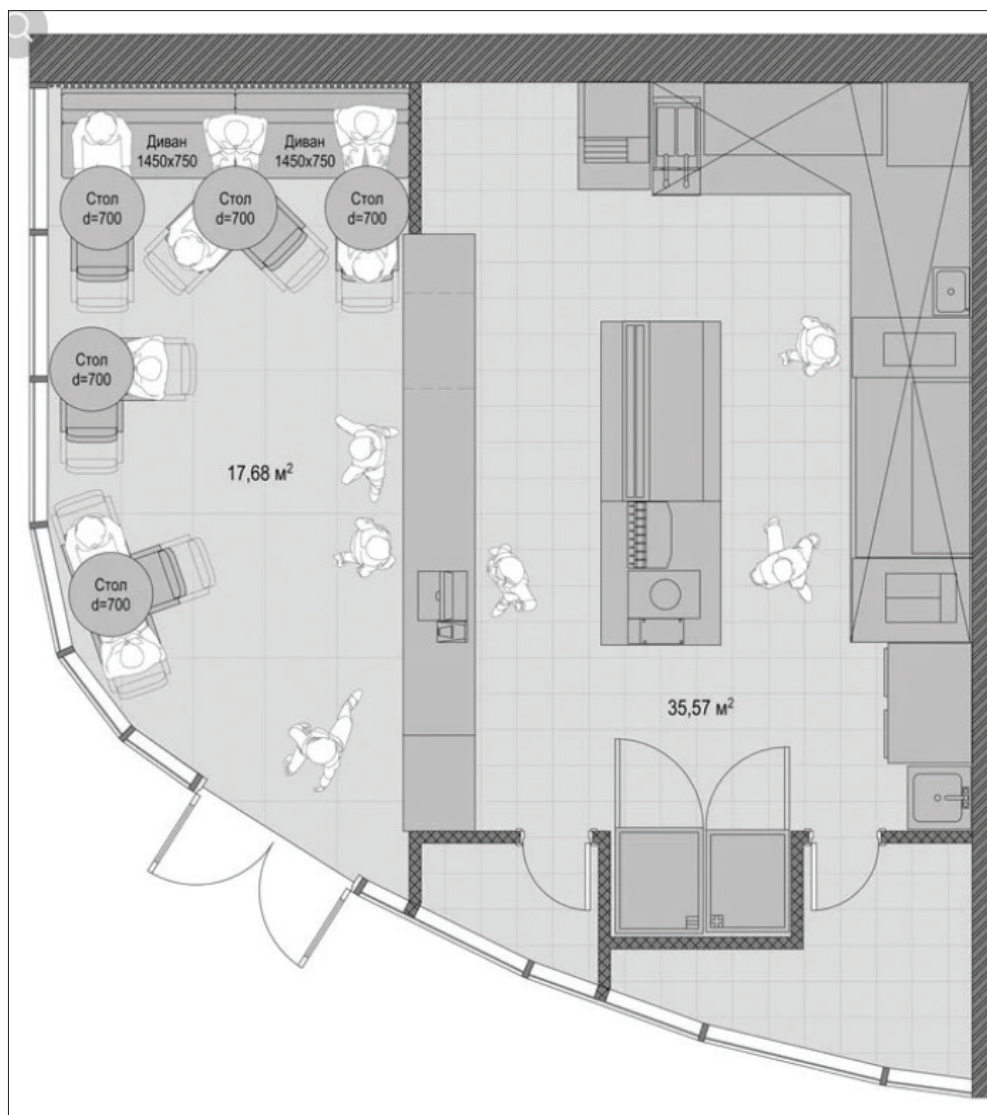
На рис. 8.9 представлен чертеж бара (50 кв. м) на 25 мест. Размеры необходимо вычислить самостоятельно из площади помещения.

На рис. 8.10 представлена схема пекарни 50 кв. м на 18 мест. Максимальное количество посадочных мест 18. Размеры необходимо вычислить самостоятельно из площади помещения.

На рис. 8.11 представлен чертеж кафе-магазина на 60 кв. м. Помещение делится на 2 части: зона бара, мойка и посадочные места, 2-я часть – магазин с санузлами и гардеробной для персонала. В зоне магазина располагаются стеллажи и холодильные витрины с продукцией. Размеры необходимо вычислить самостоятельно из площади помещения.

На рис. 8.11 представлена планировка островной стойки 50 кв. м в ТРЦ «МЕГА». Количество мест: 135 + 8 барных за стойкой с расчетом 2 кв. м на 1 человека. Размеры необходимо вычислить самостоятельно из площади помещения.

На рис. 8.12–8.13 представлена планировка 2-этажного бара на 90 кв. м. Высота потолков 5,7 м: 1-й этаж 2,5 м, 2-й этаж высотой 3 м. Проход на кухню находится под лестницей. Общее количество посадочных мест – 32. Размеры необходимо вычислить самостоятельно из площади помещения.

Вариант 5. Бургерная**Рис. 8.8.** План бургерной

Вариант 6. Бар

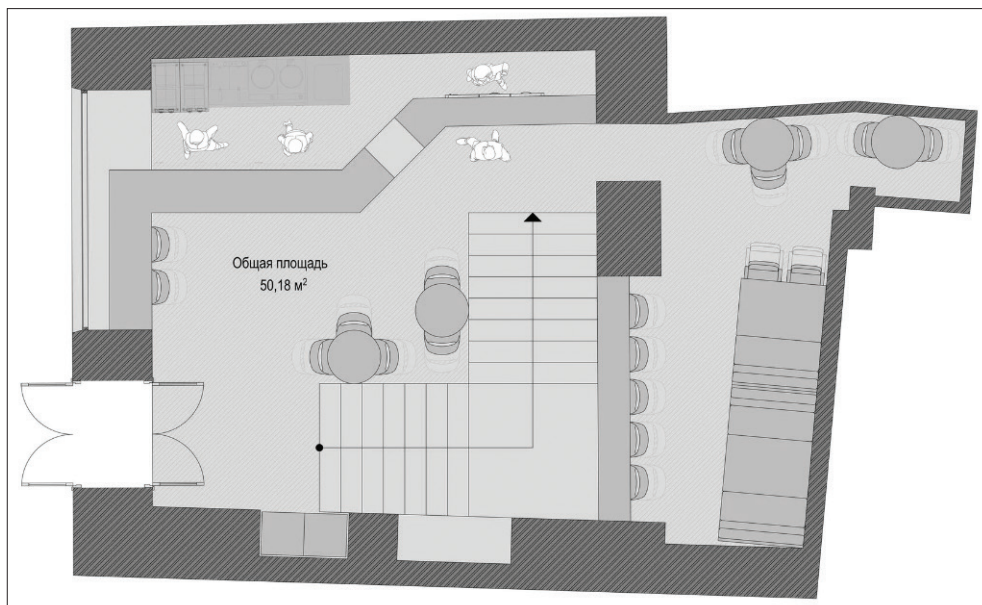


Рис. 8.9. План бара

Вариант 7. Пекарня

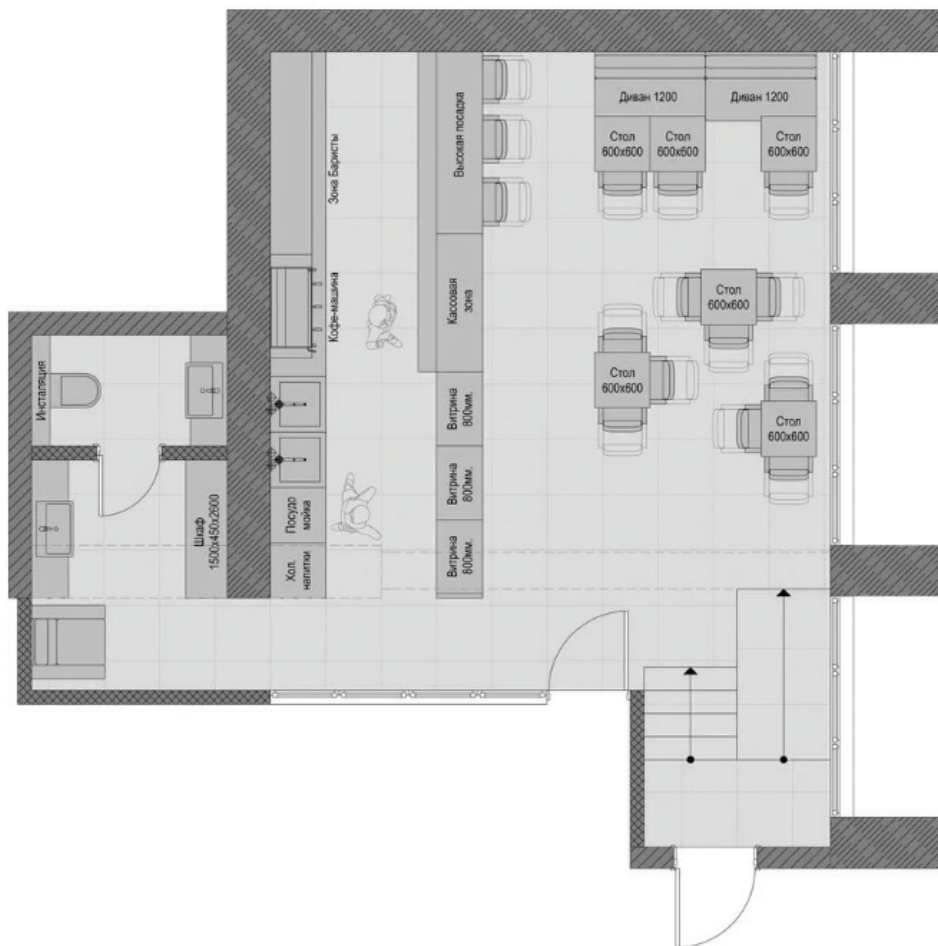


Рис. 8.10. План пекарни

Вариант 8. Кафе-магазин

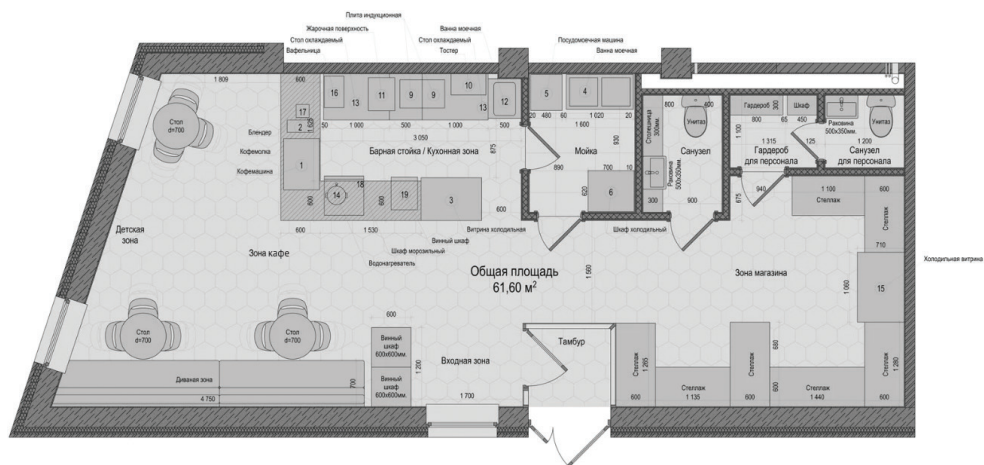


Рис. 8.11. План кафе-магазина

Вариант 9. Островная стойка

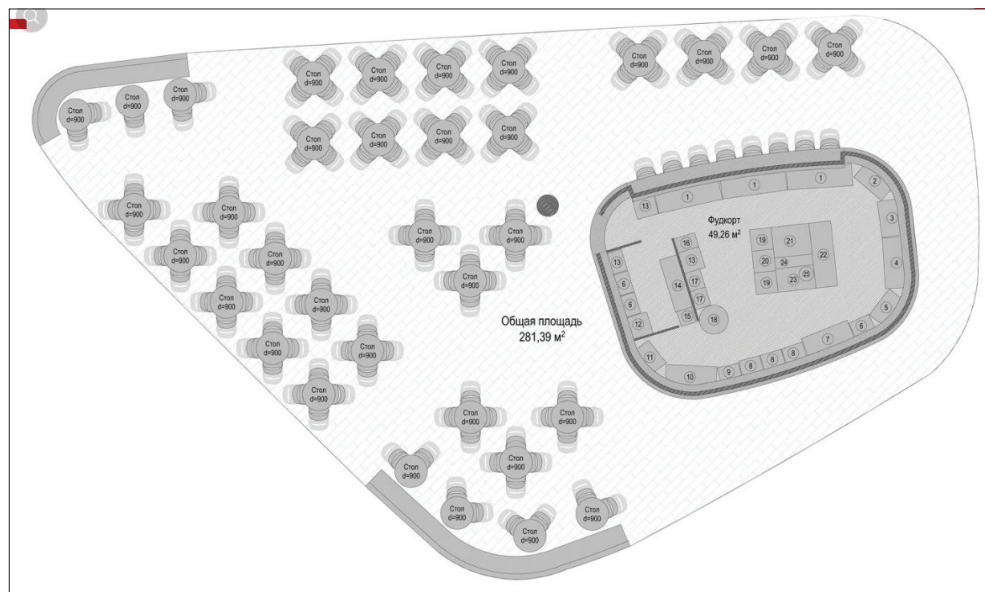


Рис. 8.12. План островной стойки

Вариант 10. Бар 2-этажный

1ый Этаж

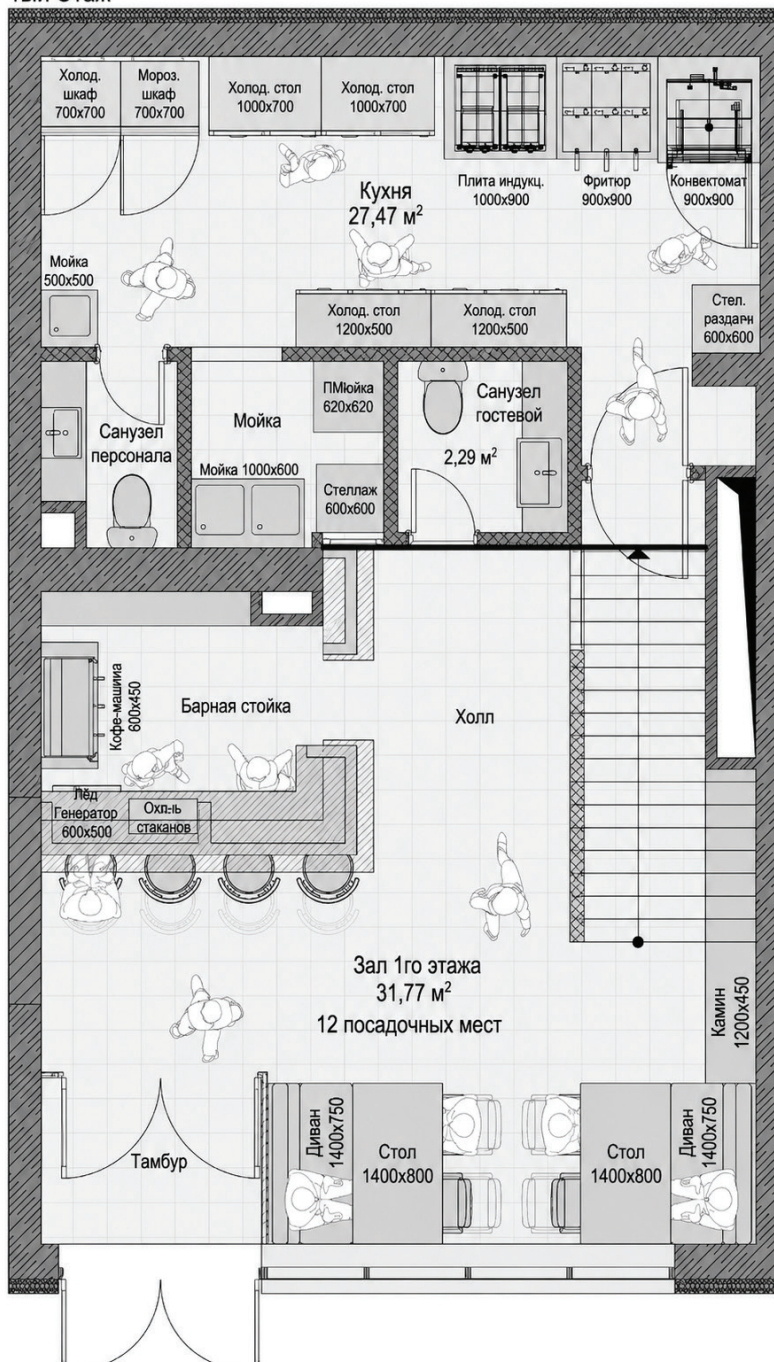


Рис. 8.13. План 1-го этажа бара

2ой Этаж



Площадь 1го этажа: 64,8 м²

Площадь 2го этажа: 26,81 м² (41,37%)

Общее количество
посадочных мест: 32

Рис. 8.14. План 2-го этажа бара

Заключение

Данное учебное пособие представляет собой комплексное руководство по проектированию современных сетевых систем и систем безопасности с использованием программных продуктов линейки nanoCAD. Материал охватывает широкий спектр технологий – от классических проводных сетей Ethernet до беспроводных систем Wi-Fi и систем видеонаблюдения.

Практическая часть пособия сосредоточена на освоении инструментария программ nanoCAD BIM СКС 25.1 и nanoCAD BIM ОПС 25.1, которые позволяют создавать проектную документацию в соответствии с современными требованиями. Читатели в ходе изучения материала пособия приобретают навыки работы с графическим интерфейсом, создания чертежей, работы со слоями, блоками и системами координат. Выполнение практических заданий по проектированию кабельных систем, размещению коммутационного оборудования и IP-камер видеонаблюдения формирует компетенции, необходимые для самостоятельной профессиональной деятельности.

Пособие также затрагивает актуальные вопросы соблюдения нормативно-правовых требований, в том числе Федерального закона № 152-ФЗ «О персональных данных», российских и международных стандартов. Это формирует понимание не только технических, но и юридических аспектов проектирования информационных систем.

Приобретенные знания и практические навыки позволят обучающимся выполнять проектирование сетевой инфраструктуры зданий и сооружений, систем безопасности и видеонаблюдения на профессиональном уровне с использованием nanoCAD BIM СКС и nanoCAD BIM ОПС. Материал пособия может быть использован как в рамках учебного процесса, так и в качестве справочного руководства при выполнении реальных проектных работ.

Глоссарий

Основные понятия

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) – метод доступа к среде передачи в сетях Ethernet: устройство «слушает» канал перед отправкой данных и обнаруживает коллизии (столкновения пакетов), чтобы повторить передачу – 9 с.

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol, протокол динамической конфигурации узла) – протокол, который автоматически назначает IP-адреса и другие параметры конфигурации сетевым устройствам – 14 с.

DNS (Domain Name System, система доменных имен) – распределенная система, преобразующая доменные имена в IP-адреса – 11 с.

IP-адрес (Internet Protocol address) – уникальный числовой идентификатор устройства в сети (например, 192.168.1.1 для IPv4 или 2001:db8::1 для IPv6) – 11 с.

MAC-адрес (Media Access Control address) – уникальный аппаратный адрес сетевого интерфейса (например, сетевой карты), используется на канальном уровне для идентификации устройств в локальной сети – 11 с.

Модель OSI (Open Systems Interconnection) – эталонная семиуровневая модель взаимодействия сетевых систем: физический, канальный, сетевой, транспортный, сеансовый, представления, прикладной уровни – 18 с.

QoS (Quality of Service, качество обслуживания) – механизмы управления трафиком, позволяющие выделять приоритеты для разных типов данных (например, голос и видео получают более высокий приоритет по сравнению с обычной загрузкой файлов) – 8 с.

Router (маршрутизатор) – сетевое устройство, которое пересылает пакеты между разными сетями на основе таблиц маршрутизации – 53 с.

Subnet Mask (маска подсети) – битовая маска, которая разделяет IP-адрес на сетевую и хостовую части, помогая определить, к какой подсети принадлежит устройство – 127 с.

TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) – основной стек протоколов интернета: TCP обеспечивает надежную передачу данных, IP – адресацию и маршрутизацию – 165 с.

VLAN (Virtual Local Area Network, виртуальная локальная сеть) – логическая сеть, которая группирует устройства независимо от их физического расположения, повышая безопасность и управляемость трафика – 8 с.

Емкость СКС – количество портов/розеток и пропускная способность системы, закладываемые на этапе проектирования с учетом запаса (обычно 20–30 % и более) – 137 с.

Масштабируемость СКС – способность системы наращивать емкость и поддерживать новые сервисы без полной замены инфраструктуры – 137 с.

Сертификация СКС – инструментальные измерения параметров линий (затухание, NEXT, RL и др.) с выдачей протоколов и подтверждением соответствия стандартам – 220 с.

Проектирование СКС – процесс разработки технической документации, включающий выбор топологии, расчет емкости, подбор компонентов, трассировку линий, составление схем и спецификаций с учетом текущих и перспективных потребностей заказчика – 70 с.

Структурированная кабельная система (СКС) – законченная совокупность кабелей связи и коммутационного оборудования, отвечающая требованиям нормативных документов (ISO/IEC, ГОСТ, TIA) и предназначенная для создания универсальной телекоммуникационной инфраструктуры здания – 8 с.

Топология СКС – схема соединений элементов системы; для СКС типична топология «звезда», где каждое рабочее место напрямую связано с центральным узлом – 66 с.

Подсистемы сетей

Горизонтальная подсистема – часть СКС, соединяющая телекоммуникационные розетки на рабочих местах с горизонтальным кроссом (обычно в телекоммуникационном шкафу). Включает кабели, розетки, патч-панели, точки консолидации – 66 с.

Магистральная подсистема (backbone cabling) – кабельные линии, связывающие между собой телекоммуникационные помещения (аппаратные, этажные шкафы), здания в кампусе. Бывает двух уровней: между зданиями и между этажами/помещениями внутри здания – 66 с.

Компоненты сетей

Патч-панель (patch panel) – коммутационная панель с портами (чаще RJ-45 или оптическими), устанавливаемая в шкафу для терминирования кабелей и удобной коммутации – 132 с.

Телекоммуникационная розетка – интерфейс на рабочем месте, к которому подключается пользовательское оборудование; обычно содержит один или несколько портов – 70 с.

Патч-корд (patch cord) – короткий соединительный шнур (0,5–5 м) с разъемами на обоих концах для подключения оборудования к розетке или патч-панели – 38 с.

Постоянная линия (permanent link) – стационарный участок кабельной трассы от порта патч-панели до порта розетки (без учета патч-кордов) – 222 с.

Канал (channel) – полный путь передачи сигнала, включающий постоянную линию плюс патч-корды на обоих концах – 16 с.

Коммутация и способы подключения

Кросс-соединение (cross-connection) – способ коммутации через две патч-панели и патч-корд между ними; часто используется для гибкого перераспределения линий – 69 с.

Межсоединение (interconnection) – прямое подключение (через один коммутационный элемент) активного оборудования к магистральной подсистеме – 69 с.

Точка консолидации (consolidation point, CP) – промежуточный узел в горизонтальной подсистеме, позволяющий гибко менять разводку без перекладки основного кабеля – 69 с.

Кабели и среды передачи

Витая пара (twisted pair) – кабель, в котором пары проводников скручены для снижения помех; распространенные категории: Cat 5e, Cat 6, Cat 6A, Cat 7 – 9 с.

Оптоволоконный кабель – среда передачи на основе оптического волокна, обеспечивающая высокую пропускную способность и иммунитет к электромагнитным помехам; типы: одномодовое (SMF), многомодовое (MMF) – 28 с.

Многопарный кабель – кабель с большим числом пар (более 4), часто применяется в телефонии и магистралях – 9 с.

Инфраструктурные элементы

Кабеленесущая система (raceway) – закрытый канал для прокладки кабелей (лотки, короба, трубы) – 141 с.

Конduit (conduit) – трубчатый кабелепровод круглого сечения, часто из металла или пластика – 146.

Телекоммуникационный шкаф/стойка – корпус для размещения активного и пассивного оборудования, обеспечивающий защиту, организацию и охлаждение – 133 с.

Библиографический список

1. *Олифер В. Г.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Юбилейное издание / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – СПб.: Питер, 2020. – 1008 с.
2. *Таненбаум Э.* Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл. – СПб.: Питер, 2012. – 960 с.
3. *Созыкин А.* Компьютерные сети [Электронный ресурс] / А. Созыкин. – Режим доступа: https://www.asozykin.ru/courses/networks_online.
4. Международный стандарт ISO/IEC 11801. Стандарт телекоммуникационной инфраструктуры коммерческих зданий.
5. ГОСТ Р 53246–2008 «Информационные технологии. Системы кабельные структурированные. Проектирование основных узлов системы. Общие требования»: дата введения 2010-01-01. – Стандартиформ, 2009.
6. ГОСТ Р 53245–2008 «Информационные технологии. Системы кабельные структурированные. Монтаж основных узлов системы. Методы испытания»: дата введения 2010-01-01. – Стандартиформ, 2018.
7. Commercial Building Telecommunications Cabling Standard – Part 1: General Requirements (ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2001).
8. Приложение. Правила применения оборудования радиодоступа. Часть I: Правила применения оборудования радиодоступа для беспроводной передачи данных в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц | ГАРАНТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/199539/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/>.
9. *Бакулин М. Г.* Применение технологии ММО в современных системах беспроводной связи разных поколений / М. Г. Бакулин, В. Б. Крейнделин, Д. Ю. Панкратов // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2021.
10. Приложение № 10.1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11ac | ГАРАНТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/199539/9169543187b82c93518e209701f4491b/>.
11. Что такое 802.11ax – обзор нового стандарта Wi-Fi 6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sit-com.ru/802-11ax-review-wifi6.html>.
12. *Новоселов В.* Особенности стандарта Wi-Fi 6 (802.11ax) / В. Новоселов. – 2020.
13. Приложение № 10.3. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11ax | ГАРАНТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/199539/170325c98867f5079d08b1bc31a2d5f7/>.
14. *Семенов А. Б.* Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов / А. Б. Семенов. – М.: ДМК-Пресс, 2017. – 416 с.
15. *Семенов А. Б.* Структурированные кабельные системы / А. Б. Семенов, И. Р. Сунчелей, С. К. Стрижаков. – М.: ДМК-Пресс, 2017. – 640 с.

16. Самарский П. А. Основы структурированных кабельных систем / П. А. Самарский. – М.: ДМК-Пресс, 2016. – 216 с.
17. СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования: свод правил»: утвержден и введен в действие Приказом МЧС России от 31 июля 2020 г. № 582; дата введения 2021-03-01 / Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – М., 2020. – 60 с.
18. СП 3.13130.2024 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности». – Утв. приказом МЧС России от 29.12.2025 № 1263. – М., 2026.
19. Федеральный закон «О персональных данных» от 27.07.2006 № 152-ФЗ (последняя редакция) // СПС «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/ (дата обращения: 26.04.2026).
20. Конституция Российской Федерации: [принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г.: с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 1 июля 2020 г.]. – М.: Проспект, 2024. – 64 с. – Текст: непосредственный.
21. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 № 174-ФЗ (ред. от 08.03.2026) // Собрание законодательства РФ. – 2001. – № 52 (ч. I). – Ст. 4921.
22. Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации от 14.11.2002 № 138-ФЗ (ред. от 23.03.2026, с изм. от 31.03.2026) // СПС «КонсультантПлюс».
23. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП РФ) от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 09.04.2026) // СПС «КонсультантПлюс».
24. Арбитражный процессуальный кодекс Российской Федерации от 24.07.2002 № 95-ФЗ (ред. от 15.12.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2026) // Собрание законодательства РФ. – 29.07.2002. – № 30. – Ст. 3012.
25. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 29.12.2025, с изм. от 06.02.2026) // СПС «КонсультантПлюс».
26. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» // СПС «КонсультантПлюс».
27. ISO/IEC 30137-1:2024. Information technology – Use of biometrics in video surveillance systems – Part 1: System design and specification. – Second edition. – Geneva: ISO/IEC, 2024. – 61 p.
28. ГОСТ Р 51558–2014 «Средства и системы охранные телевизионные. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200113776> (дата обращения: 26.04.2026).
29. ГОСТ 21879–88 «Телевидение вещательное. Термины и определения». – Введ. 1990-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 35 с.

30. ГОСТ 7845–92 «Система вещательного телевидения. Основные параметры. Методы измерений». – Введ. 1993-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 35 с.
31. Р 78.36.002-99 «Выбор и применение телевизионных систем видеоконтроля»: рекомендации. – М.: НИЦ «Охрана» МВД России, 1999. – 51 с.
32. Р 78.36.008-99 «Проектирование и монтаж систем охранного телевидения и домофонов»: рекомендации / ГУВО МВД России; разраб. Ю. П. Арлащенко [и др.]. – М.: НИЦ «Охрана», 1999. – 58 с. – Текст: непосредственный.
33. Р 078-2019 «Методические рекомендации. Инженерно-техническая укрепленность...» (утв. Росгвардией 04.04.2019). – Текст: электронный // КонсультантПлюс: [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_329768/ (дата обращения: 26.04.2026).
34. IEEE 802.3i-1990. IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Supplement to Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications – Type 10BASE-T. – IEEE, 1990. [Электронный ресурс]. URL: ieee.org.
35. IEEE 802.11-2020. Standard for Information Technology – Telecommunications and Information Exchange Between Systems – Local and Metropolitan Area Networks – Specific Requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. IEEE, 2020.
36. Пескин А. Е. Системы видеонаблюдения. Основы построения, проектирования и эксплуатации: справ. пособие / А. Е. Пескин. – М.: Горячая линия-Телеком, 2017. – 256 с. – ISBN 978-5-9912-0336-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/111086> (дата обращения: 26.04.2026). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
37. Официальная страница nanoCAD BIM ОПС. – URL: nanocad.ru/products/bim/ops/.
38. Руководство по устранению сбоев в компьютерных сетях / Fluke Networks. – США: Fluke Corporation, 2012. – 114 с.
39. Руководство по устранению неисправностей в медных кабелях. – Fluke Corporation, 2008.

Просим уделить пару минут вашего времени и оставить отзыв об учебнике.

<https://clck.ru/3UatVP>



Д. А. Салкин, С. Н. Ивлиев, А. В. Волков, А. В. Марченко

**Проектирование и диагностика локальных сетей
в nanoCAD BIM ОПС и nanoCAD BIM СКС**

*Учебное пособие из серии
«Академическая библиотека Нанософт»*

Главный редактор	Яценков В. С. dmkpress@gmail.com
Технический консультант	Бадаев М. А.
Корректор	Синяева Г. И.
Верстка	Луценко С. В.

Формат 70×100 1/16.
Гарнитура PT Serif. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 20,64. Тираж 500 экз.

Веб-сайт издательства: www.dmkpress.com

Об авторах

Учебное пособие подготовлено коллективом кафедры информационной безопасности и сервиса ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»: **Дмитрием Александровичем Салкиным, Сергеем Николаевичем Ивлиевым, Анастасией Витальевной Марченко и Антоном Владимировичем Волковым**. Книга обобщает многолетний практический опыт авторов и их глубокие знания в области информационных технологий, телекоммуникаций и систем безопасности, является результатом совместных исследований и проектных разработок, выполненных на базе университета.

Проектирование и диагностика локальных сетей в nanoCAD BIM ОПС и nanoCAD BIM СКС

Учебное пособие представляет собой комплексное руководство по проектированию кабельных систем и систем безопасности с использованием программных продуктов линейки nanoCAD. Материал охватывает широкий спектр технологий — от проводных сетей Ethernet до беспроводных систем Wi-Fi и видеонаблюдения. Практическая часть сосредоточена на освоении инструментария nanoCAD BIM СКС и nanoCAD BIM ОПС, позволяющего создавать проектную документацию в соответствии с современными требованиями. В ходе изучения читатели приобретают навыки работы с графическим интерфейсом и создания чертежей, а также осваивают проектирование кабельных систем, размещение коммутационного оборудования и IP-камер. Для углубленного освоения материала разработаны видеоуроки и подготовлены файлы проекта, необходимые при выполнении практических заданий.

Пособие адресовано обучающимся в области информационных технологий, телекоммуникаций и систем безопасности, а также может использоваться специалистами-проектировщиками инженерных систем.



Учебники по работе
в nanoCAD
в электронном
формате

ISBN 978-5-93700-497-0



9 785937 004970 >

