

Электронный научный журнал "Математическое моделирование, компьютерный и натурный эксперимент в естественных науках" <http://mathmod.esrae.ru/>

URL статьи: [mathmod.esrae.ru/51-212](http://mathmod.esrae.ru/51-212)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Васильев М.С., Дрогайтцева О.В. Моделирование структурированных кабельных систем: современные подходы и инструменты // Математическое моделирование, компьютерный и натурный эксперимент в естественных науках. 2025. №3

УДК 004.4

DOI:10.24412/2541-9269-2025-3-3-17

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Васильев М.С., Дрогайтцева О.В.

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,  
Россия, Саратов, [o.drogaytseva@gmail.com](mailto:o.drogaytseva@gmail.com)

## MODELING OF STRUCTURED CABLE SYSTEMS: MODERN APPROACHES AND TOOLS

Vasiliev M.S., Drogaytseva O.V.

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,  
Saratov, [o.drogaytseva@gmail.com](mailto:o.drogaytseva@gmail.com)

**Аннотация:** Структурированные кабельные системы (СКС) являются основой телекоммуникационной инфраструктуры современных зданий и сооружений. Эффективное проектирование СКС требует использования специализированных программных средств, интегрированных с AutoCAD. В данной статье рассматриваются современные подходы и инструменты моделирования СКС в AutoCAD, включая специализированные приложения, их функциональные возможности и преимущества.

**Ключевые слова:** исследование методов моделирования структурированных кабельных систем (СКС) в программе AutoCAD, анализ функциональных возможностей AutoCAD, nanoCAD BIM СКС.

**Abstract:** Structured cabling systems (SCS) are the basis of the telecommunication infrastructure of modern buildings and structures. Effective SCS design requires the use of specialized software tools integrated with AutoCAD. This article discusses modern approaches and tools for SCS modeling in AutoCAD, including specialized applications, their functionality and advantages.

**Keywords:** research of methods of modeling structured cabling systems (SCS) in the AutoCAD program, analysis of functionality of AutoCAD, nanoCAD BIM SCS.

**Введение в моделирование СКС в AutoCAD.** AutoCAD является мощным инструментом для создания детализированных чертежей и моделей, включая проектирование СКС. Для повышения эффективности и точности

проектирования разработаны специализированные приложения, интегрирующиеся с AutoCAD и предоставляющие дополнительные возможности для работы со СКС. С развитием информационных технологий требования к проектированию СКС становятся всё более сложными. Использование AutoCAD в сочетании со специализированными приложениями позволяет значительно повысить эффективность и точность проектирования. Структурированные кабельные системы (СКС) являются основой цифровой инфраструктуры предприятий, обеспечивая передачу данных, голоса и видео. С ростом сложности сетей повышаются требования к точности проектирования, минимизации ошибок и соблюдению стандартов (ISO/IEC 11801, TIA/EIA-568). AutoCAD, как универсальная САПР, предлагает гибкие инструменты для моделирования СКС, однако их эффективное применение требует глубокого анализа.

**Специализированные приложения для моделирования СКС в AutoCAD.** Существует ряд программных продуктов, предназначенных для автоматизированного проектирования СКС в среде AutoCAD:

1. Project Studio CS СКС – специализированное приложение, позволяющее проектировать системы кабельных каналов, горизонтальные и магистральные подсистемы, распределительные пункты и магистральные кабели для телефонии. Интеграция с AutoCAD обеспечивает загрузку архитектурных планов и автоматическую трассировку кабелей.
2. nanoCAD СКС – программный продукт для автоматизированного проектирования СКС зданий и сооружений различного назначения, кабеленесущих систем и телефонии. Он сочетает в себе удобный интерфейс и инструменты для выполнения необходимых расчётов.
3. SCS – система проектирования СКС, использующая AutoCAD в качестве графического редактора. Предоставляет инструменты для создания и редактирования объектов СКС, включая кабельные каналы, кабели и установочные изделия.

**Основные этапы моделирования СКС в AutoCAD.** Процесс моделирования СКС в AutoCAD с использованием специализированных приложений обычно включает следующие этапы:

- Загрузка архитектурных планов: импортирование чертежей зданий в формате DWG для использования в качестве основы.
- Размещение объектов СКС: добавление элементов, таких как кабельные каналы, розетки, коммутационные панели и другое оборудование.
- Трассировка кабелей: автоматическое или ручное прокладывание кабелей по заданным маршрутам с учетом архитектурных особенностей.
- Проверка и валидация: проведение проверок на наличие ошибок, коллизий и соответствие проектным требованиям.
- Генерация документации: автоматическое создание спецификаций, кабельных журналов и других отчетных документов.

**Преимущества использования специализированных приложений.** Интеграция специализированных приложений с AutoCAD предоставляет следующие преимущества:

- Автоматизация процессов: снижение времени на проектирование и уменьшение количества ошибок.
- Удобство работы: интуитивно понятный интерфейс и инструменты, адаптированные под задачи проектирования СКС.
- Интеграция с другими системами: возможность обмена данными с другими программными продуктами и системами управления проектами.

**Автоматизация проектирования СКС.** Современные общественные здания, даже если они формально не относятся к «умным» домам, оснащаются более или менее развитыми системами автоматизации. Эти системы состоят из ряда отдельных подсистем, реализованных по модели открытой архитектуры. При этом нижний физический уровень в большинстве случаев выполняется на основе кабельных каналов связи, а за беспроводными технологиями остаются некоторые нишевые области (например, гостевая сеть Wi-Fi). Пассивная часть кабельного канала связи формируется на основе структурированной кабельной системы (СКС), которая сегодня де-факто стала таким же обязательным компонентом инженерного обеспечения здания, как водопровод, вентиляция и освещение. Характерная особенность СКС – большое количество пользовательских портов, розетки которых устанавливаются в отдельных помещениях с равномерным распределением по площади. Любое здание, даже построенное по типовому проекту, уникально в части распределения помещений по владельцам и арендаторам площадей. Как следствие, для него требуется индивидуальное проектирование структурированной проводки, которое выполняется высококвалифицированными специалистами, а это означает рост издержек. С другой стороны, при всем разнообразии готовых проектов все они демонстрируют явно выраженные типовые черты – хотя бы на том основании, что любая СКС должна отвечать требованиям профильных стандартов (например, ГОСТ Р 53246–2008). В этой ситуации естественно максимально автоматизировать процесс проектирования при помощи специализированного ПО. Разработка соответствующего пакета программ потенциально привлекательна для софтверных компаний, поскольку СКС массово создаются как в новых, так и в отремонтированных зданиях, что обеспечивает продукту неплохие шансы на коммерческий успех.

**Особенности проектирования СКС.** Стоит отметить, что проектирование СКС хорошо структурировано: даже при наличии нескольких сотен портов в системе четко прослеживаются стабильные статистические связи, которые исключают большинство неэффективных вариантов. Это упрощает алгоритмизацию, снижая требования к производительности компьютера, ускоряя получение результата и облегчая контроль за его точностью. Вычислительные затраты также уменьшаются благодаря

ограниченному числу требований стандартов относительно длины стационарных линий и возможных конфигураций коммутационных панелей. Кроме того, выгодное разделение применения классических и MPLS-линий (для рабочих мест и цифровых потолков соответственно), а также другие особенности компонентной и системной архитектуры СКС способствуют сокращению затрат. Особенности элементной базы СКС разных производителей учитываются с помощью создания соответствующих библиотек. Благодаря высокой схожести продуктов по типу исполнения (например, моноблочные и модульные панели, кабели категорий 5-е и 6 и т. д.) и номенклатуре (например, разнообразие длин шнуров), библиотека разрабатывается один раз. Чтобы добавить в нее продукцию нового поставщика, достаточно обновить прототип и изменить парт-номера отдельных компонентов. Это позволяет сохранить низкую отпускную цену модуля и расширить круг потенциальных клиентов среди партнеров данного производителя.

**Применение.** В данном контексте под специализированным программным обеспечением подразумевается САПР. В процессе обработки исходных данных с помощью такого ПО получают:

- Графическая часть проекта, которая отображает расположение и особенности установки пользовательских розеток и технических помещений, трассировки кабелей, относящихся к горизонтальной и магистральной подсистемам, межэтажных переходов и аналогичных элементов.
- Спецификация поставляемого оборудования, привязанная к номенклатуре конкретного производителя СКС.

Спецификация предоставляет возможность эффективно контролировать качество работы программы, благодаря хорошо структурированной кабельной системе. Для этого используется стабильная связь между затратами на реализацию различных подсистем и компонентами, необходимыми для их создания (см. рисунок 1). Аналогичный функционал имеется, например, в известном на российском рынке программном продукте «Project Studio CS СКС», разработанном компанией «CSoft development».

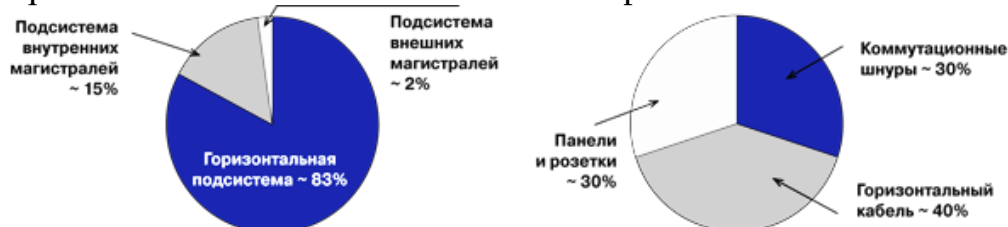


Рис. 1. Статистические связи на системном (слева) и компонентном (справа) уровнях СКС

Если добавить к вышеизложенному материалу пояснительную записку, получится полноценный технический и/или рабочий проект. Для его создания необходимо ввести в программу уникальный массив исходных данных, что, по

сути, сводится к размещению на поэтажных планах здания пользовательских розеток, указанию трасс для прокладки кабельных лотков, расположению стояков и других аналогичных элементов. Процесс определения и ввода исходных данных в систему занимает довольно много времени и на современном уровне техники не может быть полностью автоматизирован, даже при наличии цифрового двойника здания. Однако опыт показывает, что на коммерческое предложение по проектированию кабельной системы доводится не более 5% запросов, и этот показатель не зависит от уровня проработки исходных данных. Эта особенность рынка делает специализированные САПР СКС нишевыми продуктами. Использование такого программного комплекса для оптимизации бизнес-процессов и снижения операционных издержек имеет смысл только в пределах конструкторского бюро. САПР полностью раскрывает свою эффективность в процессе разработки проектной документации различных уровней по отдельным договорам или в рамках комплексных контрактов. Наличие рабочего проекта в виде электронного образа создаваемой структурированной проводки существенно упрощает подготовку исполнительной документации, которую заказчик СКС получает в комплекте документов после завершения монтажа, тестирования и сертификации. Для этого достаточно внести изменения в уже созданные графические файлы, при этом корректировка спецификации дополнительных затрат происходит автоматически.

**Приложение Project Studio CS СКС.** Программный продукт, предназначенный для проектирования структурированных кабельных систем, телефонных сетей зданий и систем кабельных каналов, сочетает в себе удобный интерфейс, специально разработанный для этих задач, а также точно подобранные и настроенные инструменты графического отображения. В нем также предусмотрены средства для выполнения необходимых расчетов при выборе оборудования. Специализированное программное обеспечение Project Studio CS СКС - инструмент, позволяющий повысить эффективность труда при проектировании структурированных кабельных систем, на сленге проектировщиков - «слаботочки». Будучи интегрированным модулем AutoCAD, Project Studio CS СКС предоставляет возможность загружать архитектурную подоснову в любом формате, поддерживаемом данной системой (например, \*.dwg-файлы, растровые изображения, OLE-объекты и прочее). При использовании Autodesk Architectural Desktop или AutoCAD Architecture программа способна работать с \*.dwg-файлами, созданными непосредственно в этих приложениях.

Программный продукт Project Studio CS СКС позволяет решать следующие задачи:

- консолидация информации по проекту;
- создание системы кабельных каналов;
- проектирование горизонтальной подсистемы;



- проектирование магистральной подсистемы здания;
- проектирование распределительных пунктов этажа и здания;
- проектирование магистральных кабелей и кроссов телефонии здания;
- автоматическая трассировка кабелей;
- автоматическое составление отчетных документов (спецификация, кабельные журналы, схемы компоновки монтажных конструктивов, структурная схема, таблицы прокладки кабелей);
- создание 3D-модели проектируемой системы.

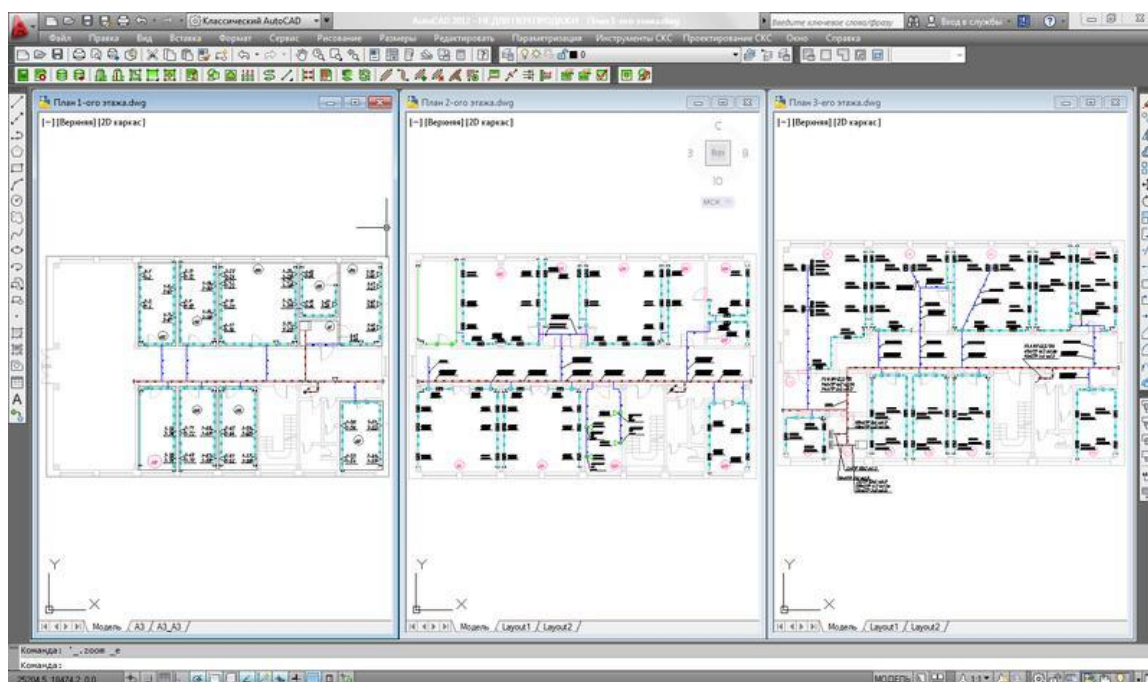


Рис. 2. Project Studio CS CKC. Интерфейс

**Организация работы.** Доступ к проектной информации является ключевым условием успешной реализации проекта. В Project Studio CS CKC основное внимание уделяется инструменту «Менеджер проекта», который выступает в роли центральной базы данных. В ней хранятся чертежи, автоматически генерируемые отчёты и результаты расчётов, а также все необходимые документы для выполнения проекта (например, техническое задание и пояснительные записки). Кроме того, «Менеджер проекта» поддерживает использование привязанных к производителям баз оборудования и управляет доступом к ним, обеспечивая назначение и адаптацию параметров оборудования под конкретный проект. Это позволяет достичь максимальной детализации проекта и организовать совместную работу проектной группы с использованием единых, согласованных данных.

Project Studio CS CKC обеспечивает загрузку векторной архитектурно-строительной подосновы плана сооружения, поддерживая файлы формата \*.dwg, созданные как в AutoCAD и его приложениях, так и в других программах, работающих с этим форматом. В состав программы входят 18 баз

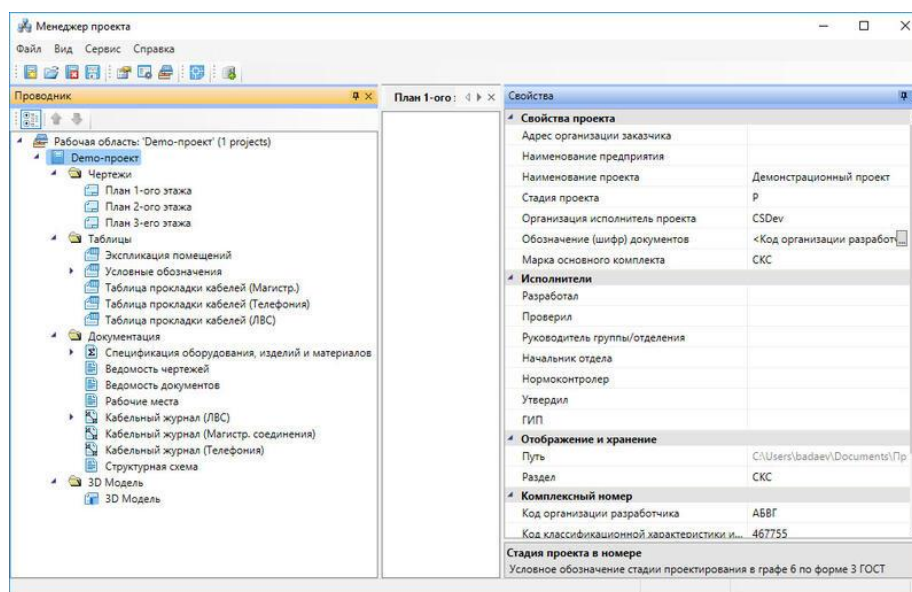


Рис. 3. Project Studio CS SKC. Менеджер проекта

данных производителей кабельных систем, шкафов и кабеленесущих систем. Прозрачный импорт оборудования из этих баз позволяет оперативно получить доступ ко всему представленному ассортименту, что способствует более быстрому и успешному выполнению проекта. При этом все базы данных доступны для редактирования, а пользователь всегда имеет возможность создавать дополнительные базы данных производителей оборудования. Программа предоставляет возможность организации общей сетевой библиотеки баз данных оборудования для группы пользователей. Эту библиотеку можно разместить на сервере с указанием соответствующего пути, после чего при запуске программы в фоновом режиме происходит автоматическая синхронизация локальных баз данных с сетевой. Это обеспечивает возможность полноценной работы с общими базами данных производителей даже при отсутствии подключения к серверу.

**Моделирование.** Project Studio CS SKC представляет собой переход от работы с разрозненными чертежами к полноценному моделированию проектируемой системы, при этом не требуя принципиального пересмотра методов проектирования. Благодаря информационной модели системы можно спроектировать объект так, как он будет реально установлен, а рабочая документация формируется практически автоматически. Более того, единая модель обеспечивает возможность оперативного внесения изменений — любые корректировки сразу отражаются во всей связанной информации, что снижает вероятность ошибок и несогласованностей. Таким образом, Project Studio CS SKC позволяет отказаться от традиционного черчения и сосредоточиться на проектной деятельности, обеспечивая гораздо более детальную и точную проработку проектного решения.

В итоге создание информационной модели в процессе проектирования дает следующие преимущества:

- Проект максимально приближается к реальным условиям монтажа и эксплуатации системы.
- Расчеты выполняются с учетом технических характеристик используемого оборудования.
- Применяются методы оценочного расчета оборудования.
- Работа ведется исключительно с актуальной и согласованной информацией по проекту.
- Графические и технические изменения вносятся мгновенно.

**Создание системы кабельных каналов.** Программный продукт Project Studio CS CKC предоставляет возможность проектировать системы кабельных каналов практически любой сложности. В нем реализованы три ключевых типа каналов - лотки, трубы и короба, а настройка их свойств производится посредством создания соответствующих конфигураций.

Каждая конфигурация может быть построена на одном и том же типоразмере кабельного канала, но отличаться набором узлов крепления и комбинаций соединительных элементов, что приводит к разному визуальному отображению на чертеже. В программе реализована функция определения ориентации трассы, позволяющая автоматически выбирать типы соединительных элементов при поворотах, например, различать внутренние и внешние углы для коробов.

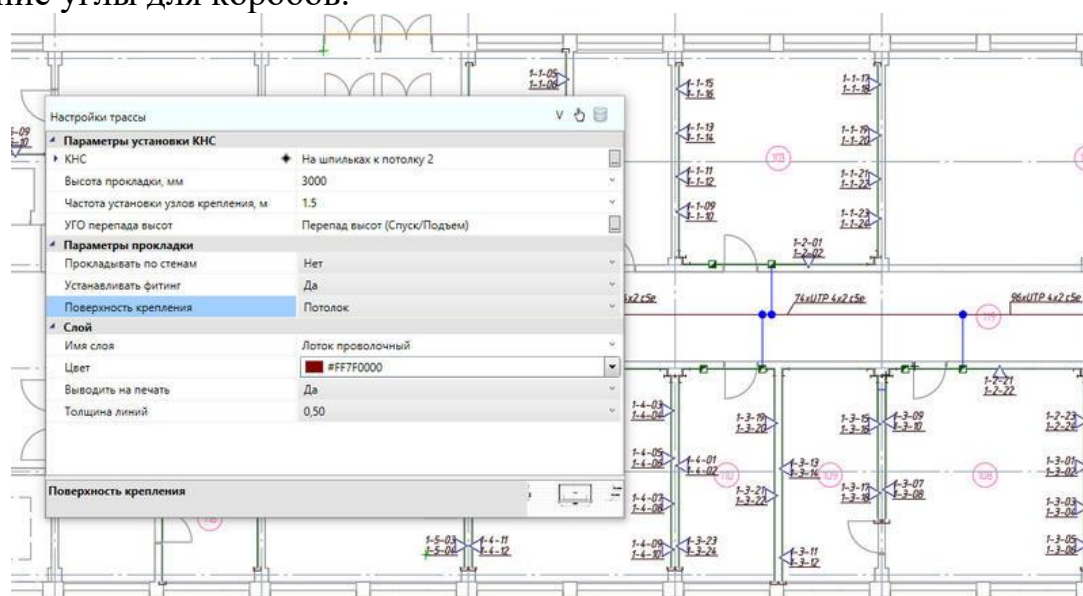


Рис. 4. Project Studio CS CKC. Плавающее окно прокладки каналов

При настройке конфигураций лотков предусмотрена возможность задания параметров узлов крепления. Это не только позволяет формировать детальную спецификацию, но и автоматически создавать сечения лотков с указанием количества проложенных кабелей. При этом сечения обновляются автоматически как при изменении направления обзора, так и при корректировке числа кабелей. Для прокладки каналов на чертеже используется плавающее окно, которое дает возможность изменять параметры непосредственно в



процессе работы или задавать их на основе ранее проложенных каналов. После трассировки кабеля по каналам программа выполняет расчет их емкости с учетом всех типов проложенных кабелей и максимального допустимого заполнения для каждого типа. Если фактическое поперечное сечение кабелей превышает установленный предел, в окне проверок появляется сообщение об ошибке. Кроме того, программа позволяет автоматически расставлять короба в помещениях для рабочих мест. Короба размещаются на заданной пользователем высоте и с определенным отступом от конструктивных элементов с учетом геометрии помещения, а при поворотах автоматически подбираются соединительные элементы.

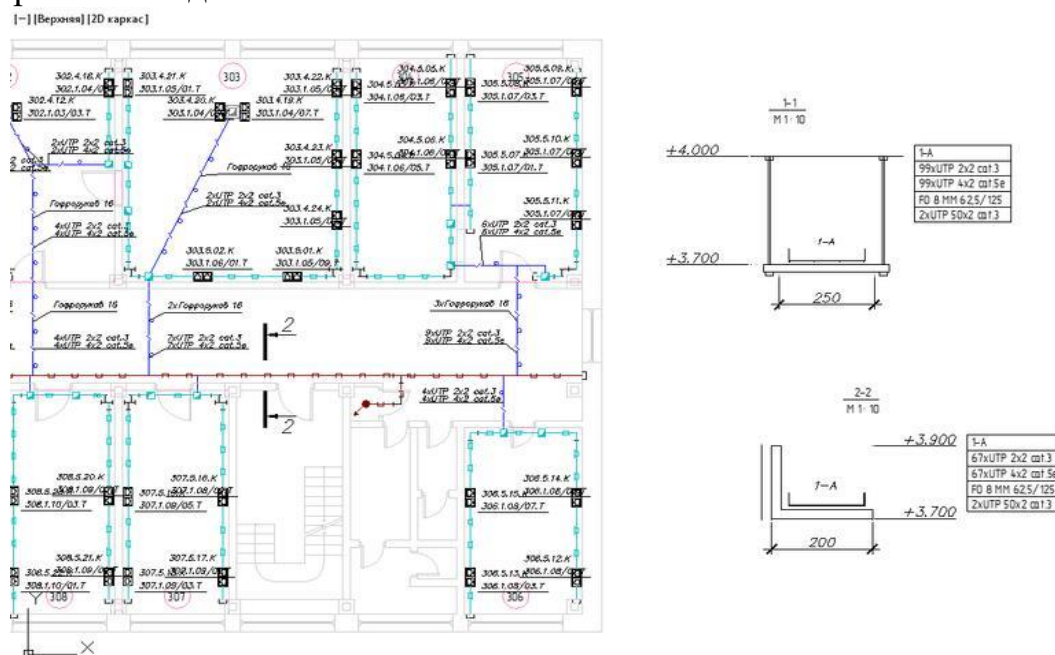


Рис. 5. Project Studio CS CKC. Сечения лотков

**Работа с электротехнической моделью.** В проекте все соединения выполняются посредством единой электротехнической модели (ЭТМ), которая обеспечивает оперативное и безошибочное создание связей как для горизонтальной, так и для магистральной подсистем здания.

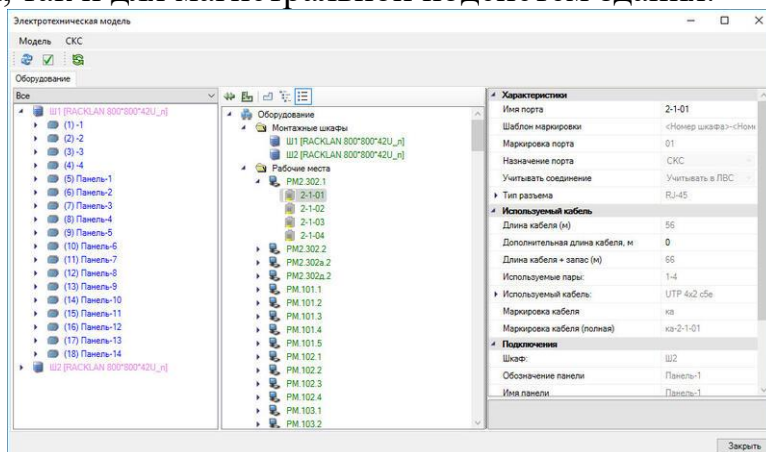


Рис. 6. Project Studio CS CKC. Электротехническая модель проекта

Электротехническая модель (ЭТМ) проекта включает набор команд, повторяющих функции панели инструментов, что позволяет изменять маркировку объектов без открытия чертежа. В ЭТМ доступны для просмотра и редактирования все свойства объектов, участвующих в соединениях. Одной из новых и востребованных возможностей модели является автоматическое заполнение шкафа панелями на основании количества портов рабочих мест. Пользователь может выбрать панели кросса СКС, а при необходимости — панели для телефонного кросса, коммутаторов или панели, представляющие порты коммутаторов во втором варианте.

Общая электротехническая модель кабельной системы формируется двумя способами:

- через автоматическую трассировку кабеля по кабельным каналам (как по горизонтальным, так и по вертикальным участкам);
- посредством маркировки оборудования, участвующего в соединениях, при этом значения маркировки обновляются автоматически при внесении изменений в проект.

При анализе электротехнической модели программа предоставляет информацию об объектах или соединениях, не прошедших проверку, и отображает их.

**3D-модель проектируемой системы.** В качестве отчетного документа в Project Studio можно использовать 3D-модель проектируемой системы. Эта модель создается на основе размещенного оборудования и проложенных кабельных каналов, при условии указания параметра высоты для каждого объекта на поэтажном плане. Формирование 3D-модели происходит непосредственно на чертеже плана этажа, что обеспечивает доступ к объектам и позволяет изменять их характеристики.

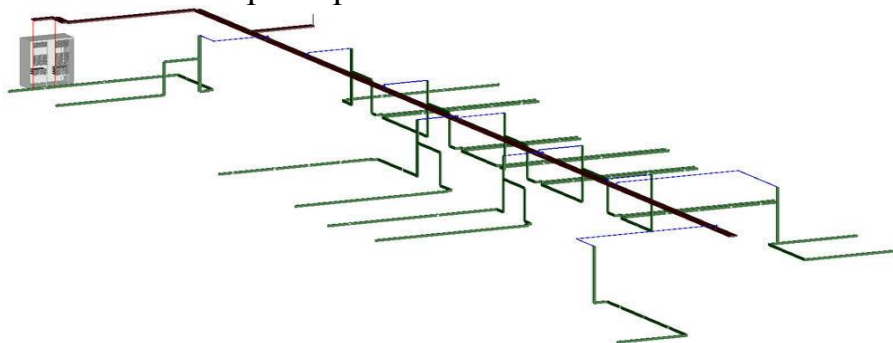


Рис. 7. Project Studio CS CКС. 3D-вид кабельных каналов

При создании 3D-модели в Project Studio CS CКС каждый элемент размещается в отдельном слое, что позволяет управлять видимостью объектов в файлах формата \*.dwg. Кроме того, 3D-модель системы можно создать в отдельном \*.dwg-файле для всего объекта в целом. Созданные 3D-модели используются для дополнительного контроля корректности установки оборудования на плане этажа.

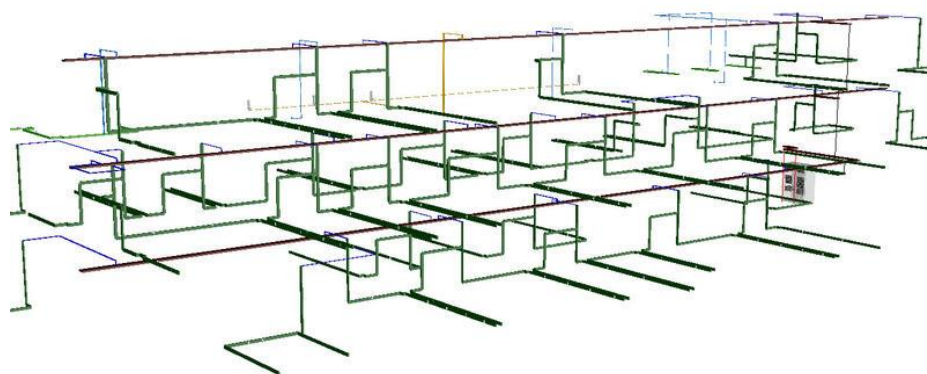


Рис. 8. Project Studio CS CKC. 3D-вид системы по всему объекту

В ПО предусмотрена возможность добавления реалистичных 3D-представлений оборудования, что позволяет создавать фотореалистичные визуализации его размещения на проектируемом объекте.

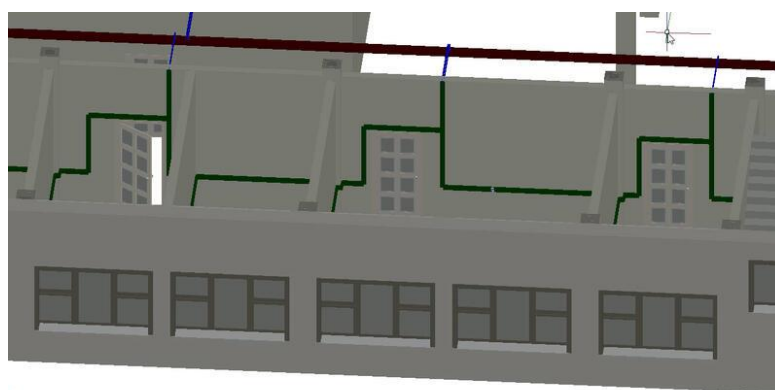


Рис. 9. Project Studio CS CKC. Фрагмент 3D-вида плана этажа

**Выгрузка в формат IFC.** Project Studio CS CKC поддерживает экспорт информационной модели проектируемой системы в формат IFC (Industry Foundation Classes), что обеспечивает интеграцию с различными BIM-платформами, такими как Archicad, Revit и Allplan. Это позволяет включать модели структурированных кабельных систем, созданные в Project Studio CS CKC, в общую информационную модель объекта, соответствуя принципам OpenBIM-проектирования.

**Документирование проекта.** Продукт предоставляет возможность автоматического формирования отчетной документации в соответствии с отечественными стандартами, что позволяет минимизировать ошибки при проектировании. Сформированные документы могут быть выгружены непосредственно на поле чертежа или экспортированы во внешние приложения, такие как Microsoft Office или OpenOffice.org.

Среди доступных отчетов:

- Три варианта кабельного журнала для отслеживания связей горизонтальной и магистральной подсистем здания.
- Ведомость чертежей основного комплекта, а также ведомость ссылочных и прилагаемых документов согласно ГОСТ 21.1101–2009.



Рис. 10. Project Studio CS CKS. Модель системы в формате IFC, открытая в Tekla BIMsight

- Экспликация помещений в соответствии с ГОСТ 21.501–93.
- Таблицы прокладки кабеля.
- Таблица используемых условных графических обозначений (УГО) с возможностью создания как для всего проекта, так и для каждого этажа отдельно.

Дополнительно доступны отчеты по рабочим местам, спецификации оборудования и материалов по ГОСТ 21.110–95, а также автоматически генерируемые структурные схемы соединений. При создании спецификаций для кабелей и кабельных каналов предусмотрен выбор единиц измерения, таких как метры, бухты или упаковки.

| Обозначение                                                                         | Наименование                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|  | Отпуск бухты                               |
|  | Перелаз бухты                              |
|  | Колонна 3000мм                             |
|  | КТ                                         |
|  | КТА                                        |
|  | ШЗ                                         |
|  | РН-3.301.1                                 |
|  | РН-2.302.3                                 |
|  | Короб настенный Короб                      |
|  | Лоток проводочный на шпильках              |
|  | Лоток проводочный на настенной канализации |
|  | Гофра                                      |

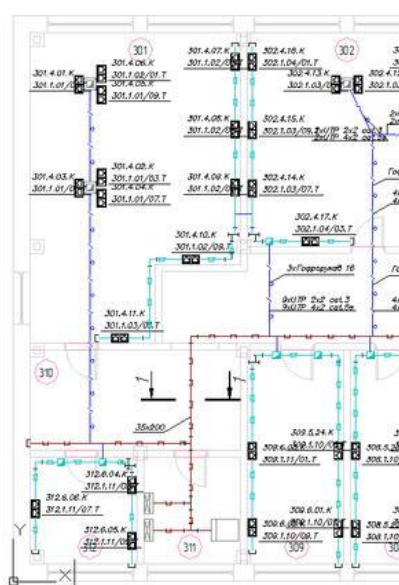
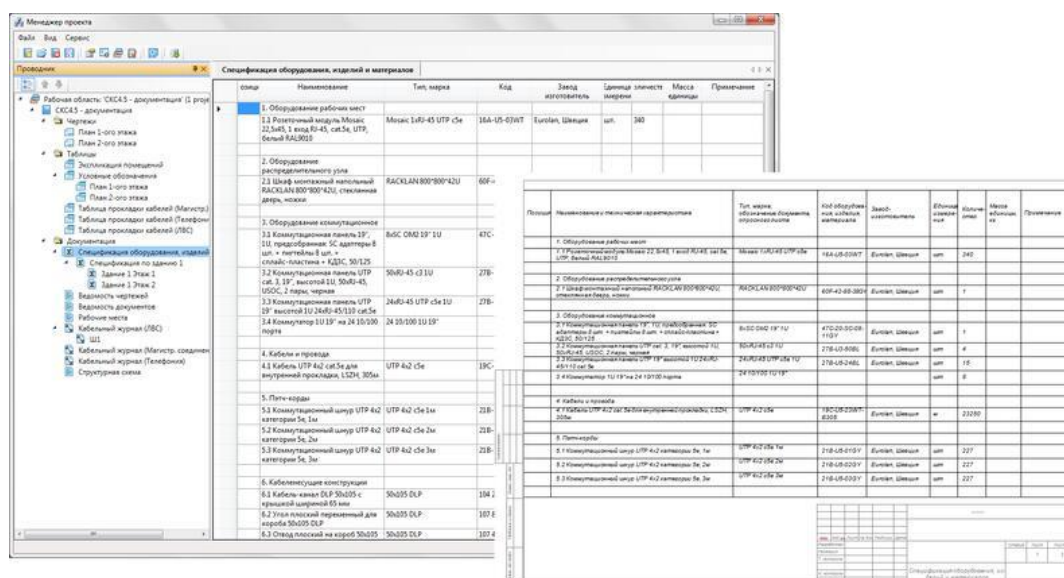


Рис. 11. Project Studio CS CKS. Таблица УГО на чертеже



Project Studio CS СКС предоставляет возможность автоматического формирования отчета по рабочим местам, который отображает количество установленных рабочих мест, а также количество и типы портов, сгруппированных по помещениям, этажам и всему зданию. Это позволяет эффективно контролировать распределение и использование рабочих мест на объекте. Кроме того, программа поддерживает создание спецификаций оборудования и материалов в соответствии с ГОСТ 21.110–95. Данные автоматически включаются в спецификацию на основе информации, размещенной на поэтажном плане, с возможностью последующей корректировки выводимого документа. Это обеспечивает точное соответствие проектной документации установленным стандартам и облегчает процесс подготовки отчетности.



The screenshot displays the 'Спецификация оборудования, изделий и материалов' (Equipment, Products and Materials Specification) window. It features a tree view on the left with a selected 'Спецификация по зданию 1' (Specification by building 1) item. The main area contains a table with columns: 'Помещение' (Room), 'Наименование и технические характеристики' (Name and technical characteristics), 'Тип, марка' (Type, brand), 'Код' (Code), 'Значение количества' (Quantity value), 'Единица измерения' (Unit of measurement), and 'Примечание' (Remarks). The table lists various equipment items such as 'Оборудование рабочих мест' (Workplace equipment), 'Распределительный шкаф' (Distribution cabinet), and 'Коммутационная панель' (Switching panel) with their respective specifications and quantities.

| Помещение | Наименование и технические характеристики | Тип, марка            | Код         | Значение количества | Единица измерения | Примечание |
|-----------|-------------------------------------------|-----------------------|-------------|---------------------|-------------------|------------|
| 1         | Оборудование рабочих мест                 | Модель 140-45 UTP c/c | 144-05-03MT | Единица, Швейцария  | шт.               | 240        |
| 2         | Оборудование распределительного шкафа     | BAKSLAN 800*800*420   | 60F         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 3         | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 4         | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 5         | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 6         | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 7         | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 8         | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 9         | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 10        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 11        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 12        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 13        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 14        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 15        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 16        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 17        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 18        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 19        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 20        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 21        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 22        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 23        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 24        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 25        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 26        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 27        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 28        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 29        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 30        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 31        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 32        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 33        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 34        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 35        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 36        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 37        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 38        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 39        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 40        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 41        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 42        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 43        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 44        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 45        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 46        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 47        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 48        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 49        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 50        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 51        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 52        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 53        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 54        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 55        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 56        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 57        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 58        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 59        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 60        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 61        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 62        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 63        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 64        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 65        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 66        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 67        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 68        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 69        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 70        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 71        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 72        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 73        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 74        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 75        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 76        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 77        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 78        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 79        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 80        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 81        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 82        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 83        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 84        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 85        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 86        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 87        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 88        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 89        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 90        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 91        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 92        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 93        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 94        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 95        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 96        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 97        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 98        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 99        | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |
| 100       | Оборудование коммутационное               | BAKSLAN 800*800*420   | 43C         | Единица, Швейцария  | шт.               | 1          |

Рис. 12. Project Studio CS СКС. Спецификация оборудования

Программа предоставляет функцию автоматического создания схемы заполнения монтажного шкафа коммутационным оборудованием. Эта функция позволяет автоматически размещать кроссовое оборудование в шкафу, исходя из количества портов рабочих мест, включая панели СКС, телефонные кроссы и коммутаторы. После автоматической установки оборудования можно сформировать схему шкафа на отдельном чертеже и при необходимости внести изменения в порядок расположения оборудования или добавить дополнительное оборудование. Кроме того, предусмотрена возможность выбора собственных файлов с блоками фасадов оборудования для формирования схемы монтажного 19-дюймового шкафа, а также задания переднего и заднего вида панели для схемы шкафа, включая поддержку создания схемы шкафа с видом сзади.



- Автоматическая генерация структурных схем соединений: Программа автоматически создает структурные схемы соединений, что упрощает визуализацию и анализ проектируемой системы.
- Выбор единиц измерения при создании спецификаций: при формировании спецификаций для кабелей и кабельных каналов пользователи могут выбирать единицы измерения, такие как метры, бухты или упаковки, что обеспечивает гибкость и точность в расчетах.
- Настройка графических свойств объектов: Редактор "Настройка СКС" позволяет настраивать графические свойства объектов и характер отображения элементов чертежа, обеспечивая соответствие корпоративным стандартам и требованиям проекта.

- Настройка текстовых и размерных стилей: с помощью средств AutoCAD можно настраивать текстовые и размерные стили, стили типов линий, толщины линий, координаты и единицы измерения, что обеспечивает единообразие и точность оформления чертежей.
- Подготовка чертежей и документов к печати: Мастер печати AutoCAD используется для подготовки чертежей к печати, а диспетчеры печати MS Excel и MS Word позволяют готовить к печати документы, входящие в проект, обеспечивая удобство и эффективность в работе с документацией.

Эти функции делают Project Studio CS СКС мощным инструментом для автоматизации и оптимизации процессов проектирования структурированных кабельных систем.

**Заключение.** Моделирование структурированных кабельных систем (СКС) в AutoCAD с использованием специализированных приложений, таких как Project Studio CS СКС, значительно повышает эффективность и точность проектирования. Эти инструменты обеспечивают автоматизацию ключевых процессов, включая создание схем, трассировку кабелей и генерацию документации, что способствует снижению трудозатрат и уменьшению вероятности ошибок. Интеграция с базами данных оборудования позволяет проектировщикам работать с актуальными компонентами, обеспечивая соответствие проектов современным требованиям и стандартам. Таким образом, применение специализированных решений на базе AutoCAD является важным шагом к совершенствованию процессов проектирования СКС, обеспечивая высокое качество и надежность создаваемых систем.

#### Список используемых источников

1. Project Studio CS СКС [Электронный ресурс]. — Официальный сайт. // URL: <https://www.projectstudio.ru/> (дата обращения: 01.03.2025).
2. nanoCAD СКС [Электронный ресурс]. — Официальный сайт. //URL: <https://nanocad.ru/products/bim/sks/> (дата обращения: 01.03.2025).
3. SCS — система проектирования структурированных кабельных систем [Электронный ресурс]. САПР. // URL: <https://sapr.ru/article/14552> (дата обращения: 01.03.2025).
4. Погорелов В.И. AutoCAD 2007: трехмерное моделирование. // СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 400 с.
5. Погорелов В.И. AutoCAD 2008: Самое необходимое. // СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 320 с.
6. Погорелов В.И. AutoCAD 2009. 3D-моделирование. // СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 416 с.
7. Погорелов В.И. AutoCAD 2010. Концептуальное проектирование в 3D. // СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 450 с.
8. Погорелов В.И. AutoCAD 2010. Самое необходимое. // СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 340 с.
9. Погорелов В.И. AutoCAD 2009. Самое необходимое. // СПб.: БХВ-Петербург, 2008. 330 с.
10. Погорелов В.И. AutoCAD 2008. Самое необходимое. // СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 310 с.
11. СиСофт Девелопмент. Project Studio CS СКС, 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://csdev.ru/soft/project-studiocs-sks/project-studiocs-sks-2022.html> (дата обращения: 01.03.2025).