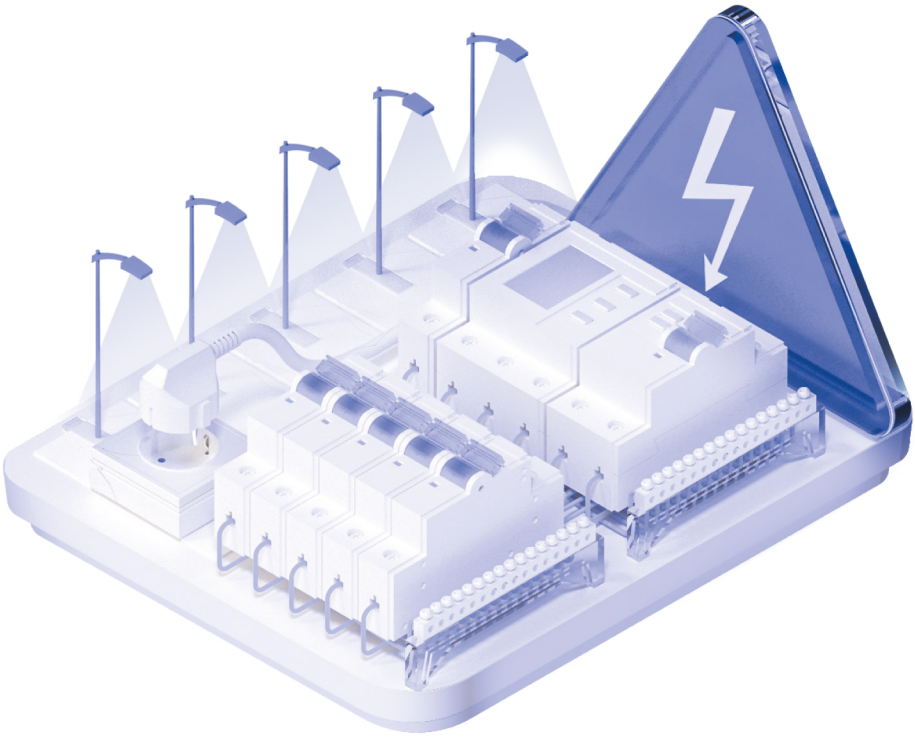
О.Е. Белов, А.М. Павленок

Академическая библиотека Нанософт

Применение nanoCAD BIM Электро при проектировании систем электроснабжения

Разработка проектных решений системы электроосвещения зданий и сооружений

nanoCAD BIM Электро



нанософт

nanoCAD
ИНЖЕНЕРНАЯ ПЛАТФОРМА

О. Е. Белов, А. М. Павленок

Применение nanoCAD BIM Электро при проектировании систем электроснабжения

Разработка проектных решений системы электроосвещения зданий и сооружений

Учебное пособие из серии «Академическая библиотека Нанософт»

Рекомендовано для высших и средних профессиональных учебных заведений по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника»

ДМК Пресс
издательство
Москва, 2026

УДК 621.316:004.42nanoCAD BIM Электро(075.8)
ББК ББК 31.28с
Б43

Рецензенты:

А. Е. Епишкин, кандидат технических наук, доцент кафедры строительной физики, электроэнергетики и электротехники ФГБОУ ВО СПбГАСУ;

Д. А. Комраков, ведущий инженер АО «Бюро САПР».

Белов О. Е., Павленок А. М.
Б43 Применение nanoCAD BIM Электро при проектировании систем электроснабжения: Разработка проектных решений системы электроосвещения зданий и сооружений / О. Е. Белов, А. М. Павленок. – М.: ДМК Пресс, 2026. – 186 с.: ил.

ISBN 978-5-93700-486-4

В учебном пособии на основе возможностей программного продукта nanoCAD BIM Электро пошагово изложены основные (базовые) практические аспекты автоматизации проектных решений по внутреннему электроосвещению.

В состав учебного пособия включены материалы по вопросам организации эксплуатации спроектированных осветительных установок зданий и сооружений.

Учебное пособие обобщает многолетний опыт авторского коллектива по преподаванию дисциплины «Электрическое освещение» курсантам факультета энергетики Военного института (инженерно-технического) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева.

Материал, изложенный в учебном пособии, будет полезен как для проектировщиков, которые начинают работу с применением программного продукта nanoCAD BIM Электро, так и для тех, кто уже работает в данной программе.

Авторы будут благодарны за сделанные замечания и предложения, направленные на улучшение издания.

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

УДК 621.316:004.42nanoCAD BIM Электро(075.8)
ББК ББК 31.28с

Копирование и использование материалов допускается при условии указания источника:
© Белов О. Е., Павленок А. М., ООО «Нанософт разработка», 2026.

ISBN 978-5-93700-486-4

© Белов О. Е., Павленок А. М.,
ООО «Нанософт разработка», 2026
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2026

Содержание

Введение 5
Начало работы в nanoCAD BIM Электро 9
Подготовка проекта в nanoCAD BIM Электро 12

Глава 1. Основные положения нормативных документов в области электроосвещения 15
1.1. Анализ нормативных документов, регламентирующих проектирование и эксплуатацию систем электроосвещения 15
1.2. Светотехнические величины. Основные требования к уровням освещенности, коэффициенту неравномерности, цветопередаче и другим параметрам, определяющим качество электрического освещения 21
Литература к главе 1 26

Глава 2. Порядок выбора оборудования системы электроосвещения и расчета ее параметров в nanoCAD BIM Электро 28
2.1. Общие положения по созданию проекта электроосвещения в nanoCAD BIM Электро 28
2.2. Выбор типа светильников в nanoCAD BIM Электро 43
2.3. Расчет освещенности и расстановка светильников в nanoCAD BIM Электро 60
Литература к главе 2 79

Глава 3. Порядок разработки планов и создания принципиальных схем и планов расположения светильников в nanoCAD BIM Электро 81
3.1. Создание планов прокладки трасс сетей электроосвещения 81
3.2. Расстановка оборудования (выключатели, щиты) 94
3.3. Подключение оборудования 96
3.4. Укомплектование щита 100
3.5. Подключение к щиту 104
3.6. Прокладка кабелей 109
3.7. Выбор кабелей 112
3.8. Создание однолинейных схем 118
3.9. Создание выносок на плане 122
Литература к главе 3 134

Глава 4. Порядок формирования спецификаций разработанной системы внутреннего электроосвещения в nanoCAD BIM Электро 135
4.1. Основные результирующие сведения, выводимые nanoCAD BIM Электро 135
4.2. Нормативные требования к спецификации 140
4.3. Формирование спецификации в nanoCAD BIM Электро 142
4.4. Порядок создания спецификации для электроосвещения в nanoCAD BIM Электро 145
4.5. Формы вывода дополнительных документов 151
4.6. Основные указания по эксплуатации светотехнического оборудования, которые следует учитывать при проектировании 155
Литература к главе 4 160

Глава 5. Технико-экономический расчет разработанной системы внутреннего электроосвещения в nanoCAD BIM Электро 162
5.1. Интеграция BIM-смет с nanoCAD BIM Электро (на примере BIM-сметы АВС) 162
Литература к главе 5 176
Заключение 178

Введение

В учебном пособии представлены содержание и последовательность практического использования программного продукта nanoCAD BIM Электро для разработки проектных решений системы электроосвещения зданий и сооружений и отражен опыт его эксплуатации.

Пособие обобщает многолетний опыт авторского коллектива по преподаванию дисциплины «Электрическое освещение» курсантам факультета энергетики Военного института (инженерно-технического) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева и предназначено для освоения работы с программным продуктом nanoCAD BIM Электро.

Во введении кратко описан интерфейс программы nanoCAD BIM Электро, ее назначение для автоматизированного проектирования в части электроосвещения промышленных и гражданских объектов.

В главе 1 изложены основные положения нормативных документов в области электроосвещения. Проведен анализ документов, регламентирующих проектирование и эксплуатацию систем освещения. Рассмотрены основные требования к уровням освещенности, коэффициенту неравномерности, цветопередаче и другим параметрам, определяющим качество освещения.

В главе 2 рассмотрен порядок выбора оборудования системы электроосвещения и расчета ее параметров в nanoCAD BIM Электро. Описан процесс выбора типов светильников и расчета освещенности с применением программы nanoCAD BIM Электро с учетом особенностей освещаемых пространств (назначение помещений, разряд зрительных работ, нормы освещенности и т. п.).

В главе 3 описан порядок разработки планов и создания принципиальных схем и планов расположения светильников в nanoCAD BIM Электро. Приведены примеры оформления планов (выноски, изолинии, таблицы отчетов по расчетам). Описан алгоритм работы с программным обеспечением, включая создание проекций, размещение оборудования и настройки параметров освещения, принципиальных однолинейных схем, планов прокладки сетей электроосвещения, выбора кабельно-проводниковой продукции.

В главе 4 изложен порядок формирования спецификаций разработанной системы внутреннего электроосвещения в nanoCAD BIM Электро. Описан алгоритм работы с программным обеспечением в части автоматического сбора данных о размещенном оборудовании; структурирования информации по категориям: кабели, автоматы, светильники и т. д.; связи спецификации с чертежами и схемами; быстрого обновления спецификации при изменении модели.

В главе 5 рассмотрены вопросы технико-экономического расчета разработанной системы внутреннего электроосвещения в nanoCAD BIM Электро. Приведено описание использования результатов светотехнического расчета для экспорта в программы по расчету смет.

Электронное приложение к учебному пособию

Архитектурно-строительную подоснову и файлы проета можно скачать по ссылке или навести камеру на QR-код.

nanoCAD BIM Электро – это специализированное BIM/TIM-решение для проектирования электрических систем зданий, разработанное с учетом современных требований к информационному моделированию. Программа предназначена для создания и поддержки информационной модели здания, в которой электротехнические компоненты связаны не только геометрически, но и логически, что соответствует концепции BIM и полностью реализует основной принцип построения единой среды проектирования и моделирования систем силового электрооборудования (ЭМ), внутреннего (ЭО) и наружного (ЭН) электроосвещения промышленных и гражданских объектов.

nanoCAD BIM Электро интегрируется в Платформу nanoCAD, предоставляя проектировщикам мощные инструменты для разработки сетей электроснабжения, освещения, автоматизации, а также управления этими системами в рамках единой цифровой модели.

Интерфейс программы построен на базе привычной CAD-среды, что облегчает адаптацию для пользователей, знакомых с nanoCAD или аналогичными САПР-системами. Все элементы логично сгруппированы по функциям и задачам, что позволяет быстро находить нужные команды и эффективно работать над моделью.

Доступны:

- палитры компонентов с готовыми изделиями;
- инструменты для прокладки кабелей и трасс;
- удобная навигация по модели и схемам;
- быстрый доступ к спецификациям, расчетам и настройкам системы.

Каждый объект в модели содержит информацию о параметрах, что делает работу с чертежами динамичной и актуальной на всех этапах проектирования.

nanoCAD BIM Электро разработан для решения полного спектра задач, связанных с проектированием электрических систем.

С помощью программы можно:

- создавать схемы электроснабжения и освещения;
- проектировать трассы кабелей с учетом пересечений и коллизий;
- выбирать оборудование из встроенных библиотек;
- автоматически формировать спецификации и ведомости;
- выполнять расчет токов короткого замыкания;
- осуществлять проверку на соответствие нормативным требованиям.

Программа в полной мере реализует возможности проектирования в среде информационного моделирования, обеспечивая сквозную связь между моделью и документацией.

nanoCAD BIM Электро – это не просто набор инструментов, а возможность по-

строения единой информационной модели, в которой все данные взаимосвязаны и легко управляются. В отличие от традиционных чертежных решений, программа поддерживает интеллектуальные объекты, что обеспечивает более высокую точность и автоматизацию.

Преимущества:

- инженерные расчеты по российским стандартам;
- полная интеграция с другими разделами проекта в рамках BIM-модели;
- автоматическое обновление документации при изменении модели;
- поддержка стандартов проектирования и нормативной базы;
- возможность командной работы над проектом;
- учет физических и логических характеристик оборудования;
- открытый формат хранения данных;
- готовые базы оборудования.

nanoCAD BIM Электро в полной мере реализует основной принцип BIM – совместная работа с актуальной моделью здания, которая служит основой для всех инженерных решений.

Благодаря этому проектирование систем электроснабжения становится не только удобным, но и прозрачным, управляемым, а самое главное – соответствующим современным требованиям к качеству и точности проектной документации.

Системные требования:

Графическая платформа	**Платформа nanoCAD 25.0**
Операционная система	Microsoft® Windows® 11 Microsoft® Windows® 10 (64-бит) Microsoft Windows 8 (64-бит) Astra Linux 1.7 Astra Linux 1.8 РЭД ОС 7.3 РЭД ОС 8.0 Alt Linux 10 Alt Linux 11 Для инсталяции программы требуется статус Администратора
Минимальные системные требования	Процессор с тактовой частотой 2 ГГц. Оперативная память – 4 Гб. Свободное дисковое пространство – 10 Гб. Разрешение экрана – 1280×1024. Видеоадаптер с объемом видеопамяти 1 Гб и с OpenGL/DirectX-совместимой аппаратной 3D-акселерацией. USB-порт (при установке программы с соответствующего носителя). Мышь или другие устройства указания. На сервере лицензий и всех рабочих станциях, где будут работать приложения, использующие сетевое лицензирование, должен быть запущен протокол TCP/IP

Графическая платформа	Платформа nanoCAD 25.0
Рекомендуемые системные требования	64-битный процессор с тактовой частотой 3 ГГц и выше. Оперативная память – 16 Гб и более. Свободное дисковое пространство – 150 Гб и более. Разрешение экрана – 1920×1080. Дискретная видеокарта с объемом видеопамяти 2 Гб и с OpenGL/DirectX-совместимой аппаратной 3D-акселерацией. USB-порт (при установке программы с соответствующего носителя). Мышь или другие устройства указания. На сервере лицензий и всех рабочих станциях, где будут работать приложения, использующие сетевое лицензирование, должен быть запущен протокол TCP/IP
Дополнительное программное обеспечение	Обозреватель Интернет. Microsoft Office, либо OpenOffice.org, либо LibreOffice 24.8

Сертификаты:

Программный продукт nanoCAD BIM Электро включен за № 11135 в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021615491_08.04.

Видеоинструкция по получению и установке учебных лицензий программных продуктов nanoCAD

Разработчиком nanoCAD BIM Электро 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 обучаемых. Учебные лицензии предоставляются сроком на 1 год. Для получения учебной лицензии необходимо зарегистрироваться на сайте nanocad.ru и оформить заявку в соответствии с инструкцией: https://academy.nanocad.ru/education.

Инициатором разработки данного учебного пособия является ООО «Нанософт разработка» – разработчик программного продукта nanoCAD BIM Электро, что обусловливает тесную интеграцию теоретического материала с реальными инструментами проектирования

Начало работы в nanoCAD BIM Электро

На рабочем столе находим ярлык Платформы nanoCAD BIM Электро и выполняем по нему двойной клик левой кнопкой мыши (ЛКМ) – произойдет загрузка программы.

Сначала появляется окно приветствия (рис. 1).

Рис. 1. Окно приветствия

Далее при условии загрузки модуля СПДС вместе nanoCAD BIM Электро вы увидите на экране интерфейс СПДС вместе с nanoCAD BIM Электро (рис. 2).

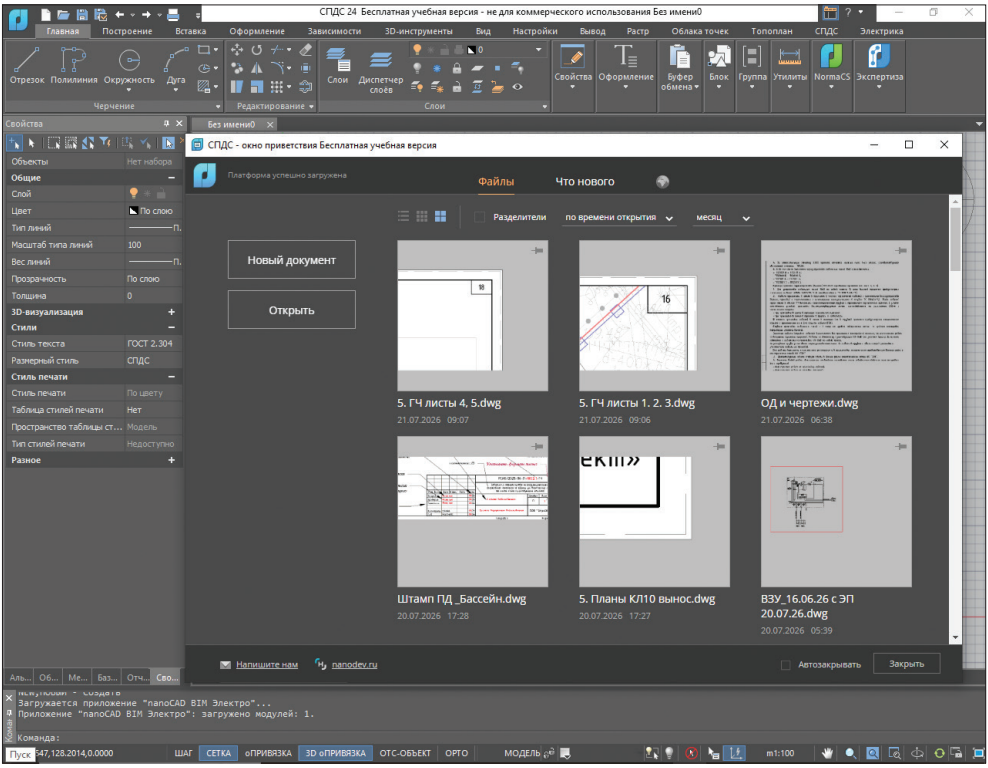


Рис. 2. Окно СПДС вместе с nanoCAD BIM Электро

Закрываем окно СПДС и переходим к рассмотрению интерфейса программы nanoCAD BIM Электро (рис. 3).

Основные элементы интерфейса программы nanoCAD BIM Электро:

1 – панель инструментов (ПИ), на которой сгруппированы основные кнопки управления, переключения, редактирования и настроек;

2 – графическая область, на которой и будет выполняться построение проекта;

3 – командная строка, в которой осуществляется диалог между пользователем и программой;

4 – управляющая кнопка (закладка) для перехода непосредственно в область работы с BIM Электро;

5 – строка состояния.

Перейдем в область работы (окно) программы nanoCAD BIM Электро, для этого в ленте находим закладку **Электрика** и нажимаем на нее один раз ЛКМ (рис. 4).

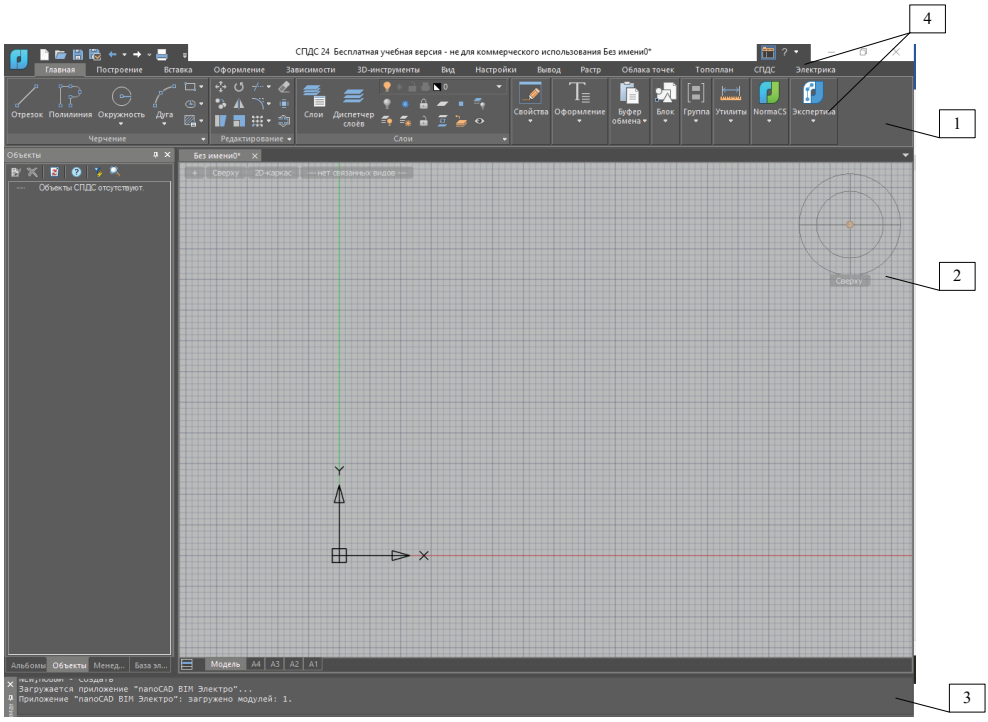


Рис. 3. Интерфейс nanoCAD BIM Электро

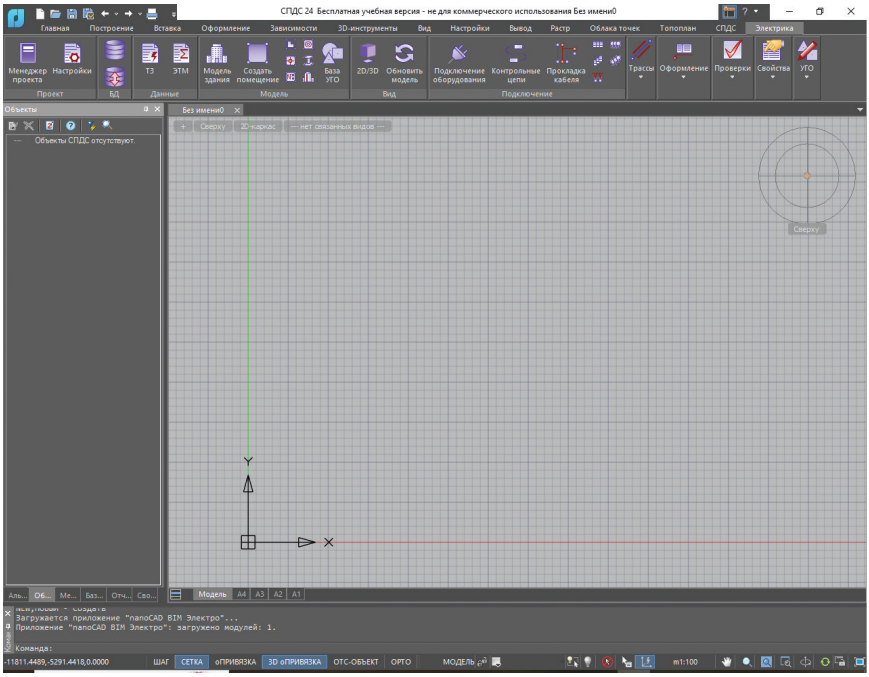


Рис. 4. Окно nanoCAD BIM Электро

Подготовка проекта в nanoCAD BIM Электро

Начало работы

Нажимаем на ленте один раз ЛКМ на ярлык **Менеджер проекта** (рис. 5), откроется окно для работы с **Менеджером проекта**.

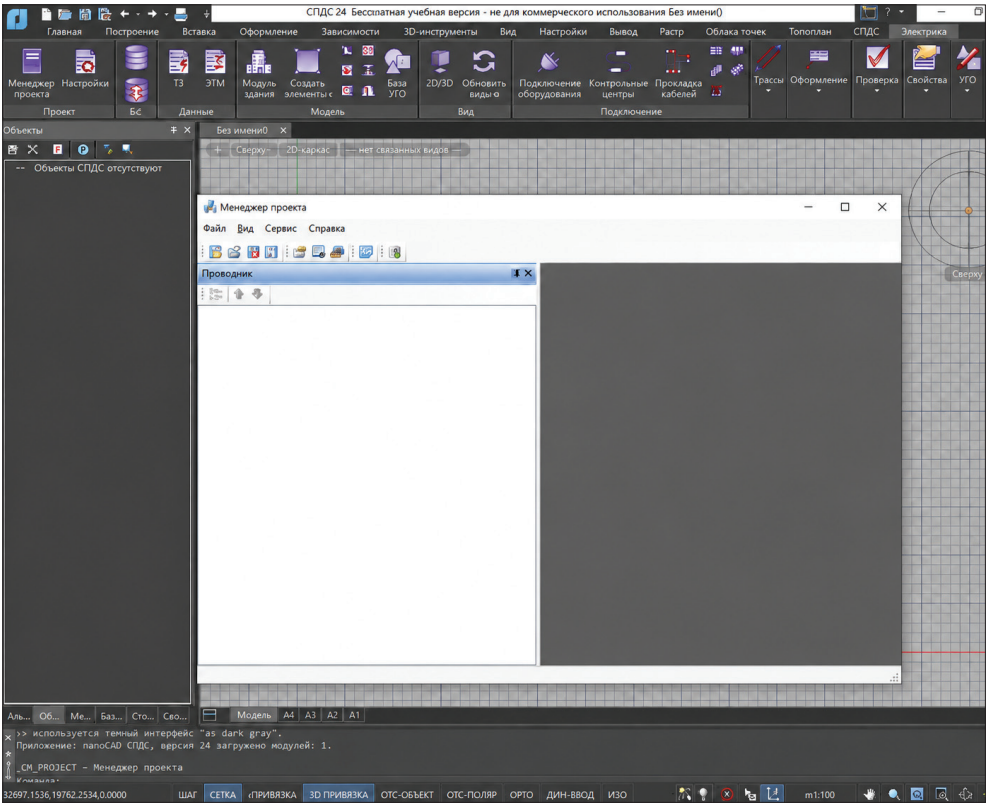


Рис. 5. Окно работы с **Менеджером проекта**

Пространство **Менеджера проекта** (МП), пока проект не создан, будет пустым. Нажимаем кнопку **Создать проект**, появляется окно **Создание нового проекта** (рис. 6).

В строке **Название** даем название проекту (например, ФОК__ЭОМ), при необходимости в строке **Папка** указываем место хранения и нажимаем **Ввод**, программа создает проект (рис. 7) по умолчанию.

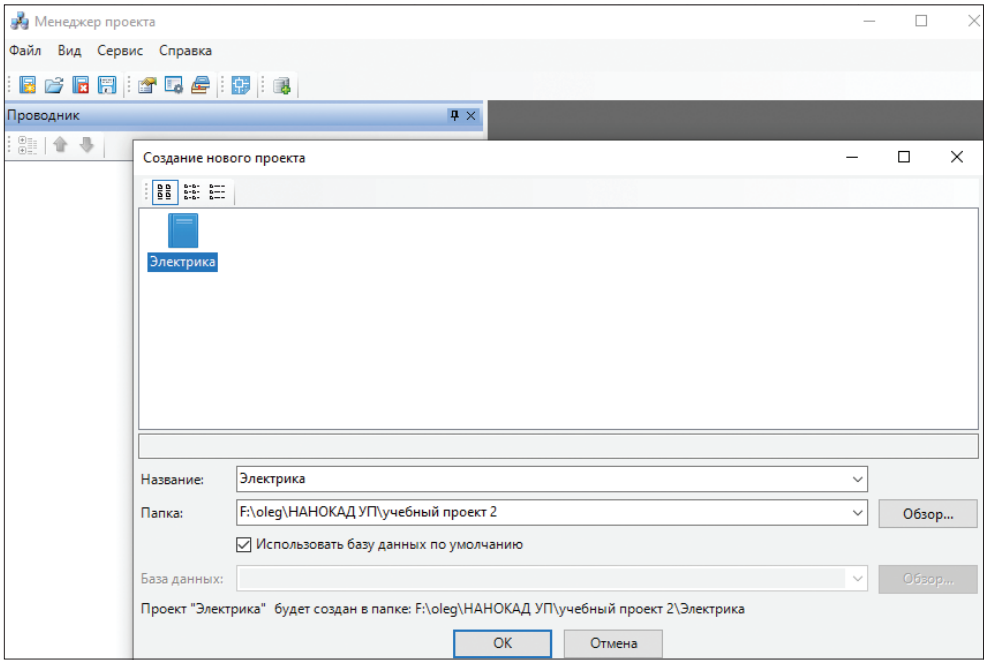


Рис. 6. Окно создания нового проекта

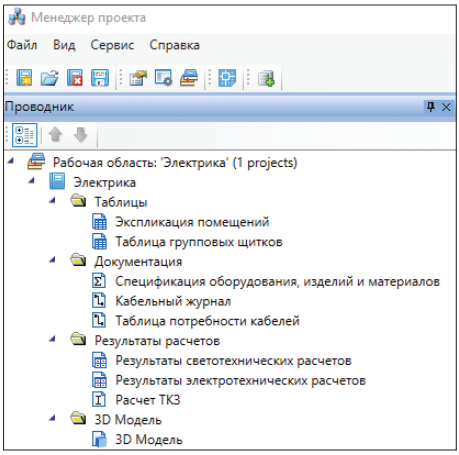


Рис. 7. Окно нового проекта

У созданного проекта есть свойства, заполнив которые при выделении названия проекта и нажатии правой клавишей мыши (ПКМ) (рис. 7), мы получаем возможность в дальнейшем заполнять титульные листы, штампы чертежей. Создание проекта позволит в дальнейшем управлять чертежами, настраивать и создавать документы, выгружать в программы «Офис» или dwg-формат.

Далее приступаем к настройке проекта, для этого закрываем окно **МП** и на панели инструментов нажимаем **Настройки** – появляется окно настроек проекта (рис. 8).

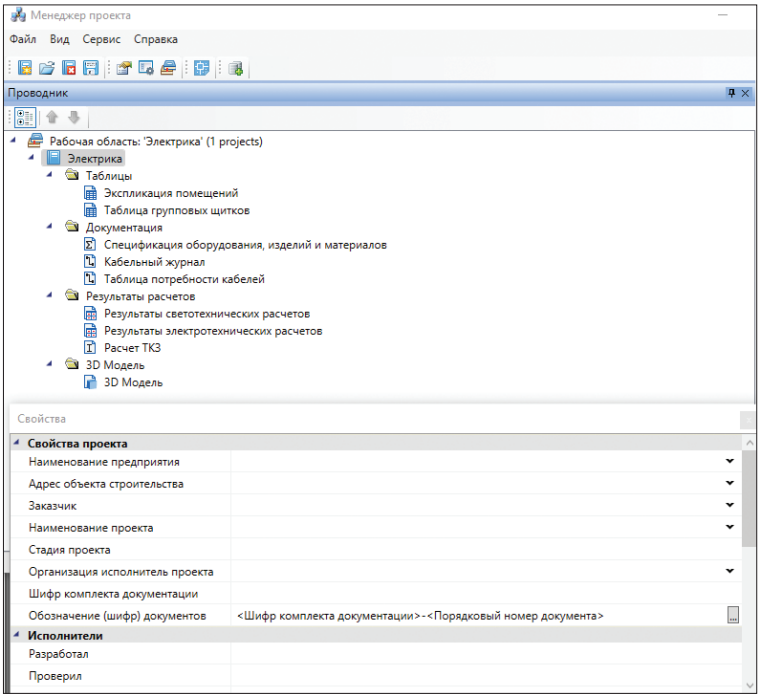


Рис. 8. Окно нового проекта

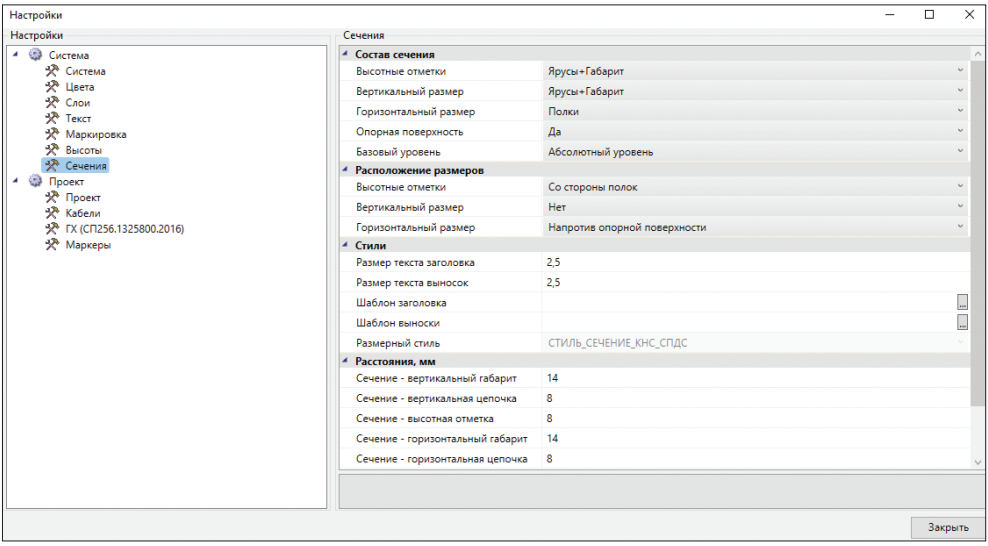


Рис. 9. Окно настроек проекта

В данном окне с учетом общей специфики проектируемого объекта выбираем общесистемные настройки (закладка **Система**), которые в дальнейшем позволят максимально упростить работу и улучшить визуализацию. Применительно к области проектирования электроосвещения наиболее важной является закладка **Проект**.

ГЛАВА 1

Основные положения нормативных документов в области электроосвещения

1.1. Анализ нормативных документов, регламентирующих проектирование и эксплуатацию систем электроосвещения

Система электроосвещения в рамках учебного пособия рассматривается как совокупность технических средств и проектных решений, обеспечивающих нормируемые световые условия в помещениях и на территориях при заданных ограничениях по безопасности, энергоэффективности и эксплуатационной надежности.

Важность анализа положений нормативных документов в области электроосвещения обусловлена возрастающей ролью электроосвещения как важного элемента современной инфраструктуры, влияющего на безопасность, комфорт и энергоэффективность жилых, общественных и промышленных объектов. Системы электроосвещения представляют собой сложные технико-технологические комплексы, которые требуют строгого регулирования с целью обеспечения их надежности, качества светотехнических параметров и соответствия санитарно-гигиеническим и экологическим нормам. Одновременно система электроосвещения также является значимой статьей эксплуатационных затрат здания.

В современных проектах наблюдается устойчивое усложнение требований: ужесточаются нормативы по энергоэффективности и электробезопасности, растет доля светодиодных источников с интеллектуальными драйверами и протоколами управления, повышается потребность в прозрачной прослеживаемости расчетных допущений и в быстрой подготовке спецификаций.

В области BIM-проектирования инженерных систем наблюдается переход от «чертежно-документного» подхода к модели, содержащей параметрические объекты, связи и правила формирования спецификаций. Однако в проектных организациях данный переход часто ограничивается применением BIM

как средства трехмерной визуализации и компоновки, без формализации процедур выбора оборудования и без регламентированного цикла проверки расчетов. В результате образуется разрыв между теорией светотехнического расчета и практикой его внедрения в информационную модель: параметры светильников, кабельных линий, аппаратов защиты и элементов управления оказываются слабо увязанными, а вычисления выполняются вне модели и не наследуют изменений.

Классификация нормативных актов и их роль в регулировании

Исторически сложилось, что нормативные документы, касающиеся электроосвещения, прошли путь от локальных рекомендаций и технических инструкций к комплексным и систематизированным стандартам, отражающим достижения науки и техники, развитие потребностей общества и особенности эксплуатации современных систем электроосвещения. Эти документы обеспечивают основы для проектирования безопасных, энергоэффективных и комфортных систем, учитывающих разнообразие условий применения и технологических возможностей.

Нормирование электроосвещения в Российской Федерации и в международной практике выполняет две функции: во-первых, задает минимально допустимый уровень световой среды с точки зрения безопасности и зрительной работоспособности; во-вторых, обеспечивает сопоставимость проектных решений на стадиях BIM-моделирования, экспертизы и эксплуатации. В nanoCAD BIM Электро стандарты следует трактовать не как формальный перечень требований, а как набор проверяемых критериев, переводимых в параметры модели (нормируемые уровни освещенности, показатели ослепленности, коэффициенты запаса, требования к аварийному освещению, параметры энергоэффективности и качества электроэнергии).

При этом сами нормативные акты, регламентирующие электроосвещение, представляют собой совокупность документов, устанавливающих обязательные требования, правила и нормы, направленные на обеспечение безопасности, функциональности и энергоэффективности систем освещения. Классификация данных нормативных документов основывается на различных признаках, таких как юридическая сила, содержание, сфера применения и уровень детализации, что позволяет формировать систематизированный подход к их использованию и обеспечению необходимого уровня регуляторного воздействия.

Главный значимый критерий классификации нормативных актов – их юридическая сила и обязательность исполнения. В рамках данного критерия выделяют:

1) федеральные и государственные стандарты – документы высшего уровня, обязательные для исполнения на всей территории страны. Они формируют базовые требования к системам электроосвещения, включая параметры освещенности, безопасность и энергоэффективность. К таким документам относятся технические регламенты, национальные стандарты и государственные строительные нормы;

2) отраслевые стандарты и правила – разрабатываются и применяются в рамках конкретных сфер деятельности или отраслей промышленности. Они учитывают специфические условия эксплуатации освещения, характер объектов и требования к функциональному назначению. Данные нормативы уточняют общие положения государственных стандартов и носят обязательный характер для предприятий и организаций отрасли;
3) локальные нормативные акты и инструкции – разрабатываются предприятиями, организациями или местными административными органами для регулирования деятельности в узком специфическом контексте. Такие документы обеспечивают выполнение общих норм с учетом особенностей конкретных объектов, местоположения, функционального назначения. Хотя они не отменяют нормы государственных стандартов, их неукоснительное соблюдение необходимо для поддержания нормативного уровня освещения на объекте.

В табл. 1 приведен перечень нормативных документов и условия выполнения их требований.

Таблица 1

Наименование нормативного документа	**Выполнение требований нормативного документа**
Технический регламент Российской Федерации	Выполнение требований является обязательным
Технический регламент Таможенного союза	
Национальный стандарт Российской Федерации (ГОСТ)	• Выполнение требований является добровольным. • Соблюдение требований, содержащихся в этих документах, может стать обязательным для организации любой формы собственности при выполнении требований пункта 8.3 ГОСТ Р 1.0–2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения». Текст пункта 8.3 ГОСТ Р 1.0–2012 указан выше
Национальный стандарт Российской Федерации / стандарт Международной электротехнической комиссии (ГОСТ)	
Межгосударственный стандарт (ГОСТ)	
Национальный свод правил Российской Федерации (СП)	
Правила устройства электроустановок (ПУЭ)	В соответствии с письмом Ростехнадзора от 21 июля 2014 года № 10-00-12/1188 выбор того, каким документом руководствоваться (ГОСТ или ПУЭ), зависит от конкретной ситуации. Этот вопрос решает проектировщик

Перечень основных нормативных документов целесообразно указывать в задании на проектирование электрического освещения здания, сооружения, наружной установки.

Основные нормативные документы, регламентирующие проектирование и эксплуатацию систем электрического освещения, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Нормативный документ	Область применения. Описание
Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (ФЗ № 384-ФЗ)	Определяет общие требования безопасности, в том числе и к системам электроосвещения
Постановление Правительства РФ № 87 (состав проектной документации)	Регламентирует состав разделов проектной документации, включая и разделы по электроосвещению
ГОСТ Р 56228–2014 «Освещение искусственное. Термины и определения»	Определяет терминологию в области искусственного освещения в части светотехнических характеристик, связанных с искусственным освещением освещаемых объектов. Стандарт не устанавливает термины в области искусственного освещения специального назначения
ГОСТ 21.1001–2009 «Система проектной документации для строительства. Общие положения»	Определяет порядок разработки проектной и рабочей документации, включая и системы электроосвещения
ГОСТ 21.1101–2013 «СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации»	Регламентирует марки комплектов чертежей, требования к проектной и рабочей документации и ее разделам
ГОСТ 21.607–2014 «СПДС. Правила выполнения рабочей документации наружного электрического освещения»	Устанавливает состав и правила оформления рабочей документации электрического освещения территории объектов строительства различного назначения. Определяет требования к составу эксплуатационных документов на наружное освещение
ГОСТ 21.608–2021 «СПДС. Правила выполнения рабочей документации внутреннего электрического освещения»	Определяет состав и правила оформления рабочей документации внутренних электрических сетей зданий и сооружений
ГОСТ 21.210–2014 «СПДС. Условные графические изображения электрооборудования и проводок на планах»	Устанавливает условные графические обозначения для электрического оборудования, электропроводок, кабельных линий и др.
ГОСТ Р 55710–2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы испытаний»	Устанавливает нормы искусственного освещения рабочих мест внутри зданий, при проектировании. Реконструкции эксплуатации осветительных установок
ГОСТ Р 55842–2013 «Освещение аварийное. Классификация и нормы»	Устанавливает нормы аварийного освещения помещений вновь строящихся или реконструируемых зданий и сооружений различного назначения, а также мест производства работ вне зданий
ГОСТ 27900–88 «Светильники для аварийного освещения. Технические требования»	Устанавливает общие технические требования к светильникам аварийного освещения
ГОСТ IEC 60598-2-22–2012 «Светильники. Часть 2-22. Частные требования. Светильники для аварийного освещения»	Устанавливает частные технические требования к светильникам аварийного освещения

Продолжение табл. 2

Нормативный документ	Область применения. Описание
ГОСТ 33176–2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Горизонтальная освещенность от искусственного освещения. Технические требования»	Устанавливает технические требования к стационарному электрическому освещению автомобильных дорог общего пользования
ГОСТ 12.1.046–2014	Устанавливает требования на осветительные установки для всех видов технологических процессов на строительных площадках, а также в местах производства строительных и монтажных работ внутри зданий
ГОСТ Р 55706–2013 «Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы»	Устанавливает требования к утилитарному наружному освещению в части классификации объектов улично-дорожной сети и норм освещения для этих объектов
ГОСТ Р 54350–2011 «Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний»	Распространяется на осветительные приборы для наружного и внутреннего освещения и устанавливает классификацию осветительных приборов светотехнические требования к ним, а также методы испытаний
СП 23-102-2003 «Естественное освещение жилых и общественных зданий»	Регламентирует расчет КЕО, проектирование световых проемов, требования к естественному освещению
СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение	Определяет нормы освещенности, требования к естественному искусственному и совмещенному освещению зданий и территорий, в том числе и по эксплуатации
СП 76.13330.2016 «Электротехнические устройства»	Устанавливает требования к производству электромонтажных и пусконаладочных работ. В том числе к монтажу сети электроосвещения
СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования»	Устанавливает технологические, технические, санитарно-эпидемиологические и эргономические требования к новым, реконструируемым зданиям медицинских организаций и помещениям медицинского назначения
СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа»	Определяет требования к проектированию искусственного освещения, электроснабжения, схем электрических сетей, распределительных и групповых сетей, защиты внутренних электрических сетей напряжением до 1000 В
СП 367.1325800.2017 «Здания жилые и общественные. Правила проектирования естественного и совмещенного освещения»	Устанавливает требования к проектированию и реконструкции жилых и общественных зданий их естественного и совмещенного освещения, обеспечивающие безопасные и комфортные условия для зрительных работ
СП 419.1325800.2018 «Здания производственные. Правила проектирования естественного и совмещенного освещения»	Устанавливает требования по проектированию и реконструкции естественного и совмещенного освещения в производственных зданиях

Окончание табл. 2

Нормативный документ	Область применения. Описание
СП 439.1325800.2018 «Здания и сооружения. Правила проектирования аварийного освещения»	Устанавливает требования к проектированию систем аварийного освещения производственных, общественных и жилых зданий и сооружений, а также мест производства работ вне зданий
СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»	Устанавливают гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий
ПУЭ (раздел 6 «Электрическое освещение»)	Определяет требования к устройству электрических сетей освещения, выбору оборудования, защите и безопасности

Примечание: * СПДС – система проектной документации для строительства.

Для комплексного понимания нормативной базы необходимо также определить понятия «проектная документация по электроосвещению» и «эксплуатационные условия». Первая охватывает комплект документов, включающий технические спецификации, чертежи, расчеты и инструкции, обеспечивающие создание системы освещения, отвечающей законодательным и техническим требованиям. Эксплуатационные условия отражают характер и параметры фактической среды, в которой функционирует система электроосвещения, включая климатические, технологические и организационные аспекты, что позволяет корректировать проект и режимы работы оборудования.

На национальном уровне ключевую роль играют нормы, регламентирующие светотехнические показатели внутри помещений и на открытых территориях, а также требования к обеспечению безопасности людей при отказе рабочего освещения. Системообразующим документом выступает СП 52.13330, устанавливающий нормируемые значения освещенности в зависимости от разряда зрительной работы, требования к равномерности и условиям ограничения ослепленности. При проектировании в BIM-среде практическая значимость данного набора требований проявляется в том, что они задают целевую функцию расчета: проектировщик обязан обеспечить соответствие рассчитанных значений нормируемым при выбранных светильниках, их оптических КСС, высоте подвеса, отражающих свойствах поверхностей и принятом коэффициенте запаса. Следовательно, алгоритм выбора оборудования должен начинаться с классификации помещений по зрительной задаче и фиксации нормативных критериев как исходных данных.

Международные требования к электроосвещению в значительной степени опираются на документы ISO/CIE. Их практическая ценность для отечественного проектирования состоит в уточнении терминологии и в унификации критериев качества световой среды (в том числе при взаимодействии с зарубежными поставщиками оборудования и при проектировании объектов с международной экспертизой). Так, Европейские нормы EN 12464 являются основным документом по нормированию освещенности во всех европейских странах. Международная комиссия (ISO) на основе этих норм приняла между-

народные нормы внутреннего электроосвещения ISO 8995-1 (CIE S 008), которые устанавливают требования к освещению рабочих мест в помещениях и закрепляют подход к нормированию через сочетание освещенности на рабочей плоскости, равномерности, ограничения ослепленности и требований к цветовым характеристикам.

1.2. Светотехнические величины. Основные требования к уровням освещенности, коэффициенту неравномерности, цветопередаче и другим параметрам, определяющим качество электрического освещения

Для целей упорядоченного проектирования в BIM-среде принципиально важно, чтобы каждый исходный термин имел однозначную интерпретацию и был сопоставим с параметрами, доступными в каталогах светильников и в расчетных модулях: световой поток, сила света, яркость, освещенность, коэффициенты отражения поверхностей, показатели ослепленности и пульсаций, а также цветовые характеристики и др. В этом случае строгое определение терминов и понятий, приведенное в нормативных документах, приобретает первостепенное значение для обеспечения однозначного понимания требований и стандартов как специалистами-проектировщиками, так и эксплуатационным персоналом и контролирующими организациями. Основополагающие термины формируют основу для дальнейшего анализа нормативных положений, обеспечивая единство терминологии в инженерной практике и правоприменении, а также способствуя повышению качества и безопасности систем освещения.

Первичный термин «электроосвещение» определяется как совокупность технических, технологических и организационных мероприятий, направленных на создание и поддержание необходимого уровня видимости в помещениях и на территориях с использованием электрических источников света и соответствующего оборудования. Данная дефиниция охватывает широкий спектр аспектов, включая проектирование, монтаж, эксплуатацию и контроль качества освещения.

Для оценки количественных, качественных и эксплуатационных параметров разработана специальная система величин.

Количественные светотехнические величины – это параметры, которые характеризуют свет с точки зрения его количества, распределения в пространстве и воздействия на человека. Применяются в основном для оценки и сравнения источников света.

1. Световой поток **(Ф)** – мощность светового потока излучения, оцениваемая по зрительному ощущению человеческим глазом. Размерность светового потока – люмен **(Лм)**.
2. Сила света **(I)** – пространственная плотность светового потока в заданном направлении, т. е. световой поток, отнесенный к телесному углу ω, в котором он излучается, – кандела **(кд)**.

3. Освещенность **(E)** – плотность светового потока на освещаемой им поверхности – световой поток, отнесенный к площади освещаемой поверхности S, измеряемой в м², при условии его равномерного распределения по поверхности, когда световой поток от источника света падает на нее перпендикулярно, – люкс **(лк)**.
4. Яркость **(L)** – является световой величиной, непосредственно воспринимаемой глазом. Она определяется отношением силы света в данном направлении к площади проекции излучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную к направлению излучения **(кд/м²)**.

Пример взаимосвязи величин между собой показан на рис. 1.1.

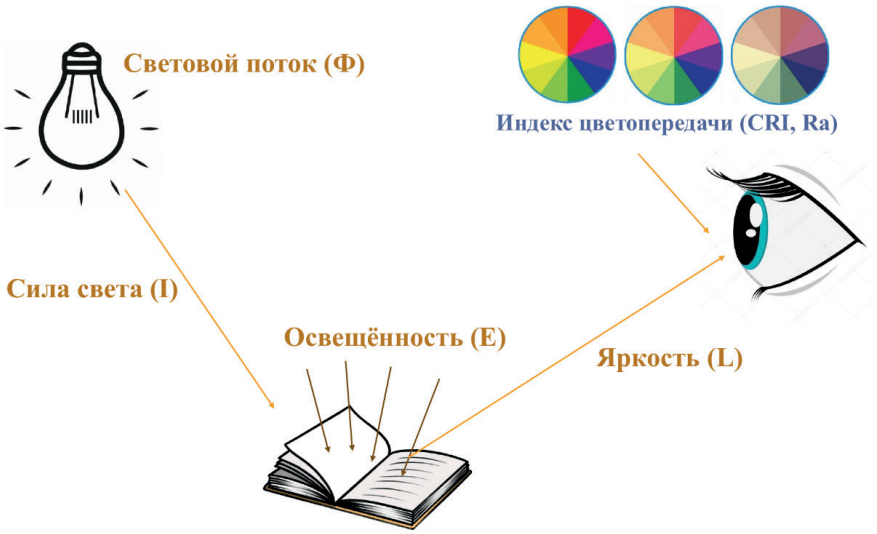


Рис. 1.1. Основные световые характеристики и их взаимосвязь

В табл. 3 приведены минимальные уровни освещенности рабочих поверхностей и допустимого коэффициента пульсации светового потока в некоторых характерных помещениях при общем освещении. Красным цветом выделены значения, рекомендуемые Международной комиссией по электроосвещению.

Таблица 3

Помещение	Освещенность, лк		Кп, %
Кабинеты, офисы, представительства	300	500	≤ 15
Проектные залы, чертежные бюро	500	750	≤ 10
Конференц-залы, переговорные комнаты	200	500	≤ 20
Кабинеты с видеотерминалами ЭВМ	400	500	≤ 5
Торговые площади	200–500	300–500	≤ 10
Демонстрационные витрины	300	500–1000	–
Классные комнаты школ	300	300	≤ 10

Окончание табл. 3

Помещение	Освещенность, лк		Кп, %
Лекционные аудитории	400	500	⩽ 10
Фойе залов и кинозалов	150	300	–
Залы ресторанов, кафе самообслуживания	200	200	⩽ 20
Предприятия			
Характер зрительной работы, разряд (по СП 52.13330.2016)	**Освещенность, лк (при системе комбинированного освещения)**		
Наивысшей точности, I	5000	2000	⩽ 10
Очень высокой точности, II	4000	1000–2000	⩽ 10
Высокой точности, III	2000	750–1500	⩽ 15
Средней точности, IV	750	300–750	⩽ 20

Качественные светотехнические величины – это параметры, которые дополняют количественные показатели и характеризуют условия зрительной работы, комфорт и безопасность электроосвещения.

1. Цветовая температура **(Тц)** – качественный параметр, определяющий степень естественности (белизны) света, испускаемого источником света. Измеряется по температурной шкале Кельвина (К). Существуют следующие три главные цветности света (тепло-белая < 3300 К; холодно-белая 3300–5000 К; дневного света > 5000 К).
2. Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается светлым, если коэффициент отражения R больше 0,4; средним при R = 0,2…0,4 и темным, если R меньше 0,2.
3. Контраст объекта различения с фоном **(К)** – фотометрически измеряемая разность яркости двух зон. Определяется отношением абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона. Контраст считается большим при К более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости), средним при К = 0,2…0,5 (заметно отличаются) и малым, если К менее 0,2 (мало отличаются).
4. Цветопередача **(Ra)** – выражается с помощью различных степеней «общего коэффициента цветопередачи» Ra. Коэффициент цветопередачи отражает уровень соответствия естественного цвета тела с видимым цветом этого тела при освещении его эталонным источником света.
5. Коэффициент пульсации **(Кп)** – критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током.
6. Показатель ослепленности **(Р)** – критерий оценки слепящего действия осветительной установки, определяемый выражением $P = (S - 1) \cdot 1000$, где S – коэффициент ослепленности, равный отношению пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии слепящих источников в поле зрения.

7. Показатель дискомфорта **(M)** – критерий оценки дискомфортной блесткости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения. Он определяет степень дополнительной напряженности зрительной работы, вызванной наличием резкой разницы яркостей в освещенном помещении.
8. Обобщенный показатель дискомфорта **(UGR)** – является мерой слепящего действия, которое может производить установка внутреннего освещения. Рассчитывается не для отдельного светильника, а для всей осветительной установки. В России он рассчитывается согласно методике, приведенной в ГОСТ 33392–2015. В мировой практике показатель UGR стал неотъемлемой частью стандартов внутреннего освещения рабочих мест.

Соотношение между показателем дискомфорта (M) и обобщенным показателем дискомфорта (UGR) представлено в табл. 4.

Таблица 4

M	15	25	40	60	90
UGR	14	19	22	425	27

9. Коэффициент равномерности освещения **(КРО)** – применяется в отношении офисных зданий, производственных площадок, торговых точек, социальных учреждений, учебных помещений. Равен отношению освещенности в наименее освещенной точке к среднему значению освещенности на горизонтальной поверхности. Идеальные значения коэффициента равны единице. Равномерное освещение без затемненных или, наоборот, чрезмерно освещенных зон позволяет длительное время выполнять рабочие обязанности без напряжения глаз и общей усталости.
10. Блеклость (яркость бликов) – повышенная яркость светящихся поверхностей, которая может вызывать нарушение зрительных функций и ухудшение видимости объектов. Бывает прямой (от ярких источников) и отраженной (от поверхностей с зеркальным отражением).

Качество электрического освещения определяется комплексом параметров:

- достаточная освещенность;
- высокая равномерность;
- корректная цветопередача;
- комфортная цветовая температура;
- низкая ослепленность;
- минимальная пульсация;
- правильная яркостная композиция;
- энергоэффективность.

Эксплуатационные светотехнические величины – это параметры, которые определяют возможность и технико-экономическую целесообразность применения источников света в конкретных условиях эксплуатации. Они характеризуют долговечность, эффективность, надежность и стабильность источников

света. Определяются их устройством, характером рабочего режима, свойствами используемых материалов, размерами, массой и другими конструктивными параметрами.

1. Световая отдача **(η)** – показатель эффективности светового действия, показывает, с какой экономичностью потребляемая электрическая мощность преобразуется в свет – люмен на ватт **(лм/Вт)**.
2. Стабильность (или спад) светового потока – в процессе эксплуатации характеризуется величиной светового потока источника света в конце срока службы, выраженной в процентах по отношению к начальному световому потоку (после первых 100 ч горения).
3. Полный срок службы **(τ)** – продолжительность горения при номинальных условиях до полного отказа источника света (перегорание спирали лампы накаливания, отказ зажигания разрядных ламп) **(ч)**.
4. Экономически целесообразный (полезный) срок службы **($\tau_п$)** – продолжительность суммарной наработки источника света при номинальном напряжении, при снижении светового потока до уровня, при котором дальнейшая его эксплуатация становится экономически невыгодной (например, 70 % от начального) **(ч)**.
5. Средний срок службы **($\tau_{ср}$)** – среднеарифметическое значение срока службы группы источников света (не менее 10 шт.) при условии, что среднее значение светового потока источника света этой группы к моменту достижения среднего срока службы осталось в пределах полезного срока службы, т. е. при заданной стабильности светового потока **(ч)**.
6. Климатические условия эксплуатации. Интервал температур внешней среды, в пределах которого должна сохраняться работоспособность источника света, интервал влажности (точнее, верхний предел влажности среды), интервал изменения давления окружающей среды.
7. Коэффициент загрязнения (коэффициент обслуживания) поверхностей – составляющие коэффициента эксплуатации осветительных установок, которые учитывают снижение уровня освещения в процессе эксплуатации.

Внешние факторы, влияющие на надежность, работоспособность и срок службы осветительных приборов, представлены на рис. 1.2:

(1) температура окружающего воздуха;

(2) напряжение и частота тока питающей сети;

(3) пыль и другие посторонние тела, химически агрессивные и взрывоопасные жидкости и газы;

(4) влажность воздушной среды;

(5) вибрационные и ударные нагрузки;

(6) УФ-излучение источника света и естественный УФ;

(7) механические воздействия на узлы уплотнения при обслуживании (пластическая деформация пластмасс, старение прокладок и т. д.).

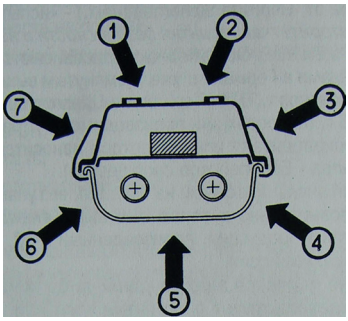


Рис. 1.2

Основными функциональными показателями, определяющими эксплуатационную надежность осветительного прибора как электротехнического изделия, являются следующие виды безопасности:

- электрическая безопасность (защита пользователя или обслуживающего персонала от поражения током, от проникновения в объем светильника или прожектора воды, пыли и любых посторонних тел;
- пожарная безопасность (ограничение нагрева осветительного прибора до температуры, не вызывающей возгорания материалов опорных поверхностей, а также пыли или волокон, осевших снаружи на корпус);
- взрывобезопасность (от воспламенения или взрыва окружающей осветительный прибор взрывоопасной смеси).

Таким образом, методическая основа связки «светотехника – выбор оборудования – расчет в nanoCAD BIM Электро» включает формализацию исходных данных о помещении и светильниках. По помещению должны быть заданы: габариты, высота, коэффициенты отражения потолка/стен/пола (либо отделочные материалы с таблично установленными коэффициентами), наличие светопропускающих ограждений и требуемые значения освещенности и ограничений по ослепленности. По светильнику должны быть зафиксированы: Ф, КСС (фотометрия), мощность, тип оптики, монтажное исполнение, коэффициент запаса по умолчанию (как параметр, допускающий корректировку), CCT, CRI, пульсации, а также сведения о возможности аварийного режима. Такая структуризация обеспечивает воспроизводимость результатов и позволяет проводить сравнение альтернативных решений.

Литература к главе 1

1. *Айзенберг Ю. Б.* Светотехника: справочная книга / Ю. Б. Айзенберг. – М.: Знак, 2006. – 972 с.
2. *Белоусова Н. Н.* Светотехника и электрическое освещение / Н. Н. Белоусова. – М.: Академия, 2013. – 240 с.
3. ГОСТ Р 55842–2013 «Освещение аварийное. Классификация, нормы и методы контроля». – М.: Стандартинформ, 2014. – 28 с.
4. ГОСТ Р 55710–2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений». – М.: Стандартинформ, 2014. – 52 с.
5. ГОСТ Р 55710–2013 «Здания и сооружения. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений». – М.: Стандартинформ, 2014. – 27 с.
6. ГОСТ Р ИСО 50001–2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению». – М.: Стандартинформ, 2014. – 32 с.
7. *Кнорринг В. В.* Светотехника: учебник / В. В. Кнорринг. – М.: Академия, 2013. – 320 с.
8. *Кнорринг Г. М.* Справочная книга по светотехнике / Г. М. Кнорринг. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 472 с.

9. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95» / Минстрой России. – М.: Минстрой России, 2016. – 117 с.
10. Правила устройства электроустановок / Минэнерго России. 7-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 652 с.

ГЛАВА 2

Порядок выбора оборудования системы электроосвещения и расчета ее параметров в nanoCAD BIM Электро

2.1. Общие положения по созданию проекта электроосвещения в nanoCAD BIM Электро

В рамках проектирования электроосвещения в nanoCAD BIM Электро рекомендуется применять единый регламент построения проекта, обеспечивающий воспроизводимость расчетов и сопоставимость результатов между объектами. Порядок ниже ориентирован на типовой рабочий процесс: от подготовки исходной модели до выпуска спецификаций и листов. При этом принципиально фиксировать исходные допущения (категории помещений, режимы работы, требования к аварийному освещению, допустимые падения напряжения, принятые коэффициенты запаса), так как именно они определяют корректность последующих расчетов и выбор оборудования.

1. Подготовка исходных данных и структуры проекта. На старте создается новый проект, задаются параметры, методология выбора и классификация оборудования для системы электроосвещения в nanoCAD BIM Электро, единиц измерения, система координат и правила именования объектов. Импортируются архитектурные подосновы (планы этажей, разрезы при необходимости), после чего выполняется их выверка: масштаб, привязка, ориентация, наличие повторяющихся/дублирующих контуров. Для BIM-логики важно, чтобы этажи и зоны имели однозначные идентификаторы, иначе на стадии спецификаций возникнут расхождения между размещенными элементами и ведомостями. Далее формируется иерархия: **Здание** → **Этаж** → **Помещение/Зона**, а также задаются уровни, на которых будут размещаться трассы и светильники (как правило, потолок/подвес).
2. Настройка нормативных и проектных ограничений. В диалогах проекта фиксируются требования к освещенности по назначению помещений, ко-

эффициенты неравномерности, ограничения по слепимости и пульсации, а также требования к аварийному (эвакуационному) освещению. Нормативные уровни освещенности и связанные с ними показатели целесообразно вносить как проверяемые параметры помещений, чтобы позднее формировать отчеты несоответствий. Базовые требования к рабочему и аварийному освещению принимаются в соответствии с действующей редакцией СП 52.13330.2016 по естественному и искусственному освещению.

3. Создание электрощитовой структуры и источников питания. До расстановки светильников рекомендуется определить структуру распределения: вводно-распределительное устройство, щиты освещения (ЩО), щиты аварийного освещения (ЩАО) при необходимости, а также группы по этажам/секциям. В nanoCAD BIM Электро задаются свойства щитов: номинальные токи, число отходящих линий, типы автоматов, наличие УЗО/дифавтоматов, категории надежности электроснабжения. Практически значимо заранее определить принцип группирования: «по помещениям», «по функциональным зонам» или «по фасадам/рядам», поскольку он влияет на длины линий, селективность и удобство эксплуатации.
4. Подготовка каталогов и классификаторов оборудования. Для обеспечения стандартизации применяются типовые элементы и единые атрибуты: производитель, артикул, мощность, световой поток, тип КСС, степень защиты, класс защиты, способ монтажа, габариты, срок службы, коэффициент мощности, совместимость с системами управления (DALI/0–10 В/реле). В проекте создается (или подключается) библиотека светильников и аппаратов защиты; проверяется, что у всех позиций корректно заполнены параметры, используемые в расчетах (особенно мощность, cos φ, токи). В целях минимизации ошибок предпочтительно ограничить свободу выбора пользователем: использовать утвержденные наборы серий оборудования и запретить «произвольные» объекты без классификации.
5. Моделирование помещений и расчетных зон. Если подоснова не содержит семантики помещений, выполняется их создание инструментами программы с присвоением имени, назначения, площади, высоты установки рабочей поверхности и высоты монтажа светильников. Для открытых пространств (холлы, open space) формируются зоны расчета, отражающие реальную эксплуатацию. На этом шаге критически важно обеспечить непротиворечивость геометрии: замкнутые контуры, отсутствие самопересечений, корректные высоты. Ошибки геометрии приводят к некорректным значениям удельной мощности, плотности светового потока и, как следствие, к неверным инженерным решениям.
6. Расстановка светильников и назначение сценариев управления. Светильники размещаются по помещениям с учетом требуемой равномерности и характера зрительных задач. Для типовых помещений рационально применять массивы/шаблоны расстановки, привязанные к сетке потолка, колоннам, линиям остекления. Для помещений с визуально критичными зонами (рабочие места, кассовые зоны, лаборатории) расстановка уточняется локально: корректируются шаг, ориентация КСС и высота подвеса. Параллельно назначаются сценарии управления: включение по группам, диммирование, датчики

присутствия и освещенности, расписания. Практический критерий качества на данном этапе – отсутствие «смешения» светильников с различными режимами в одной группе без технологической необходимости.

7. Формирование групп освещения и привязка к щитам. Выполняется группирование светильников в линии/группы с учетом: допустимой мощности на автомат, ограничения по току, требований по аварийному освещению, а также эксплуатационной логики. Для аварийных линий задается питание от соответствующего источника (ЩАО, ИБП или централизованной батареи – в зависимости от принятой концепции), а светильники маркируются как аварийные/эвакуационные с отдельным учетом. На этом этапе вводятся правила маркировки: код этажа, номер щита, номер группы, индекс назначения. Единая маркировка позволяет автоматически формировать спецификации без ручной правки.
8. Трассировка кабельных линий и назначение кабеля. Для каждой группы задается маршрут (лотки, трубы, скрытая прокладка), способ прокладки, длины участков. При отсутствии детальной модели трасс допускается использование укрупненных маршрутов с коэффициентом запаса длины, однако это должно быть явно зафиксировано как допущение. Далее назначаются марки кабеля/провода, число жил, материал, допустимые токовые нагрузки, условия прокладки. Принцип выбора сечения – выполнение ограничений по длительно допустимому току, падению напряжения и термической стойкости при КЗ; соответствующие методические положения приводятся в учебной литературе по проектированию электроустановок зданий [1].
9. Выполнение расчетов и итерационная корректировка. Запускаются расчеты нагрузок по группам, суммарных нагрузок щитов, токов, падений напряжения, а при наличии функции – проверка согласованности аппаратов защиты. Результаты анализируются не только по «проходит / не проходит», но и по резервам: целесообразно стремиться к сбалансированным запасам без излишней установленной мощности. При превышении падения напряжения корректируются трассы, сечения, схема группирования; при завышенной установленной мощности оптимизируются тип светильников, шаг и сценарии управления. Итерационный цикл фиксируется в протоколе изменений, чтобы обеспечить прослеживаемость решения.
10. Контроль модели и выпуск документации. Перед выпуском выполняется проверка целостности атрибутов: у каждого светильника должны быть заполнены параметры для спецификации и расчета, у каждой линии – кабель и способ прокладки, у каждого щита – комплект аппаратов.

Работа с шаблонами и конфигурациями оборудования в nanoCAD BIM Электро рассматривается как ключевой механизм стандартизации проектных решений и снижения вариативности, возникающей при ручном вводе параметров. В рамках данной работы под шаблоном понимается заранее подготовленный набор настроек графической части, правил оформления, структур атрибутов объектов и связей со спецификационными полями. Под конфигурацией оборудования понимается совокупность параметров, определяющих функциональную пригодность конкретной позиции (светильник, аппарат защиты, кабельная линия, щит, клеммные группы), а также ее поведение в расчетах и ведомостях.

Методически корректная организация шаблонов начинается с фиксации исходных условий проекта: типа объекта (общественное здание, производственное помещение, наружное освещение), стадии (П/Р), требований к выдаваемым документам, принятой системы обозначений, а также принятой в организации структуры марок и уровней детализации. Для обеспечения воспроизводимости результатов целесообразно выделять «базовый шаблон проекта», содержащий единые слои, стили текста/линий, параметры листов, правила нумерации и минимальный набор библиотечных классов. Этот базовый шаблон должен быть инвариантен к конкретному объекту и дополняться «профильными» шаблонами (например, для аварийного освещения или для наружных сетей), где меняются только те параметры, которые действительно обусловлены задачей.

При настройке библиотек оборудования существенным является разделение атрибутов на три группы: нормативно-идентификационные (обозначение, тип, производитель, код), расчетные (мощность, cos φ, токи, падение напряжения, КПД, параметры ПРА/драйвера) и эксплуатационно-логистические (масса, габариты, степень защиты, климатическое исполнение, закупочная номенклатура). Такое разделение позволяет согласовать противоречивые требования: с одной стороны, полнота данных для расчетов, с другой – устойчивость спецификаций к несущественным изменениям (например, к замене производителя при неизменных электрических характеристиках). В шаблонах рекомендуется жестко фиксировать набор обязательных полей для каждого класса объектов и запретить выпуск спецификаций при наличии пустых обязательных атрибутов.

Построение конфигураций осветительных приборов в BIM-среде рационально начинать с параметров, влияющих на светотехнический результат: световой поток, распределение силы света, коэффициент пульсации (при наличии данных), цветовая температура, индекс цветопередачи, коэффициенты запаса и использования. При этом в рамках электротехнической части необходимо обеспечить сопоставление светотехнических характеристик с электрическими: активная мощность, ток, тип питания (AC/DC), наличие диммирования и его протокол. В проектной практике часто возникает ошибка, когда для одинакового условного обозначения светильника допускается несколько «внутренних» вариантов мощности; для предотвращения таких расхождений конфигурация должна содержать признак версии (ревизии) и правило совместимости с групповой сетью (тип автомата, сечение, допустимая длина линии).

Для аппаратов защиты и коммутационной аппаратуры критически важна унификация по ряду признаков: номинальный ток, характеристика отключения, предельная отключающая способность, число полюсов, тип расцепителя, селективность, а также наличие дополнительных контактов и модулей. В конфигурации должна быть предусмотрена связка с расчетными сценариями: режим нормальной эксплуатации, режим аварийного освещения, пусковые токи (для драйверов/ПРА) и требования по резервированию. Применительно к расчетам токов и падения напряжения следует исключать ручное редактирование вычисляемых полей и переводить их в статус «производных», формируемых по правилам проекта. Такой подход согласуется с принципами управления данными в информационной модели здания, где параметры объекта должны иметь однозначный источник происхождения (введен пользователем, получен из каталога, вычислен автоматически) [2].

Отдельного внимания требует организация шаблонов для щитового оборудования. Практически значимым является введение типовых конфигураций щитов (например, ЩО-ОСВ, ЩО-АВ, ЩО-НАР) с преднастроенной структурой групп, резервными местами, типовыми цепями управления и сигнализации. В шаблоне щита должны быть определены: правила автоматического формирования наименований групп, логика назначения линий на аппараты, шаблоны маркировки клемм и кабелей, а также критерии заполнения панели аппаратов при изменении состава нагрузок. Для обеспечения корректности спецификаций целесообразно фиксировать соответствие между «местом установки» и «обслуживаемой зоной» на уровне атрибутов, чтобы дальнейшие ведомости (по этажам, секциям, функциональным зонам) формировались без ручной сортировки.

Кабельные конфигурации следует строить на принципе параметрической совместимости: расчетное сечение выбирается по токовой нагрузке и условиям прокладки, но в шаблоне задаются допустимые множества (серии кабелей) и правила округления до стандартных сечений. При этом необходимо ввести контроль, исключающий недопустимые сочетания материала жилы, класса гибкости и способа монтажа для конкретной трассы. Для групповых линий освещения рекомендуется хранить в конфигурации не только марку и сечение, но и предельные значения падения напряжения, принятые в проекте, а также коэффициенты, учитывающие температуру и способ прокладки. Важным элементом является настройка единых правил кодирования линий, обеспечивающих однозначную трассировку от источника питания до нагрузки.

Практическая процедура работы с шаблонами в nanoCAD BIM Электро в рамках проекта должна включать последовательность контрольных шагов. Во-первых, выполняется загрузка базового шаблона и проверка соответствия единиц измерения, систем координат и настроек листов. Во-вторых, подключаются профильные шаблоны и каталоги, после чего проводится «валидация каталога»: анализ заполненности ключевых атрибутов и тестовая генерация спецификации на ограниченном наборе объектов. В-третьих, для каждого класса оборудования назначаются правила автозаполнения (по типу помещения, режиму работы, требуемой степени защиты), а затем выполняется пробный расчет электрических параметров на эталонной группе. На этапе внедрения в рабочий процесс фиксируются показатели качества данных: доля объектов с заполненными обязательными полями, количество ручных корректировок после расчета, число коллизий в обозначениях.

Для повышения надежности конфигураций предлагается использовать двухконтурную схему контроля изменений. Первый контур – технологический: версии шаблонов и библиотек ведутся как управляемые артефакты, а изменения допускаются только через регламентированную процедуру (инициатор, обоснование, тестирование на стенде, утверждение, внедрение). Второй контур – проектный: в каждом проекте фиксируется «срез конфигурации» (набор версий шаблонов и каталогов), что обеспечивает воспроизводимость расчетов и спецификаций при последующей корректировке проекта.

Для создания новых баз данных (БД) электротехнического оборудования, изделий, кабельно-проводниковой продукции и материалов необходимо:

1) распаковать архив «Библиотека БД nanoCAD Электро.zip» на жестком диске компьютера. Рекомендуется делать это не на системном диске (диске С), чтобы не занимать на нем лишнее место;
2) запустить программу и открыть окно **Менеджер проекта**, нажав одноименную кнопку в ленте **Электрика**;
3) открыть окно **Менеджер баз данных**, нажав одноименную кнопку на панели инструментов в окне **Менеджер проекта**;
4) открыть окно **Настройки баз данных оборудования**, нажав кнопку **Открыть окно настроек баз данных** на панели инструментов окна **Менеджер баз данных**;
5) в окне **Настройки баз данных оборудования** в области **Локальная библиотека баз данных оборудования** указать путь к папке библиотеки баз данных оборудования.

2.1.1. Основные свойства проекта в части расчета освещенности

Свойства проекта (рис. 2.1)

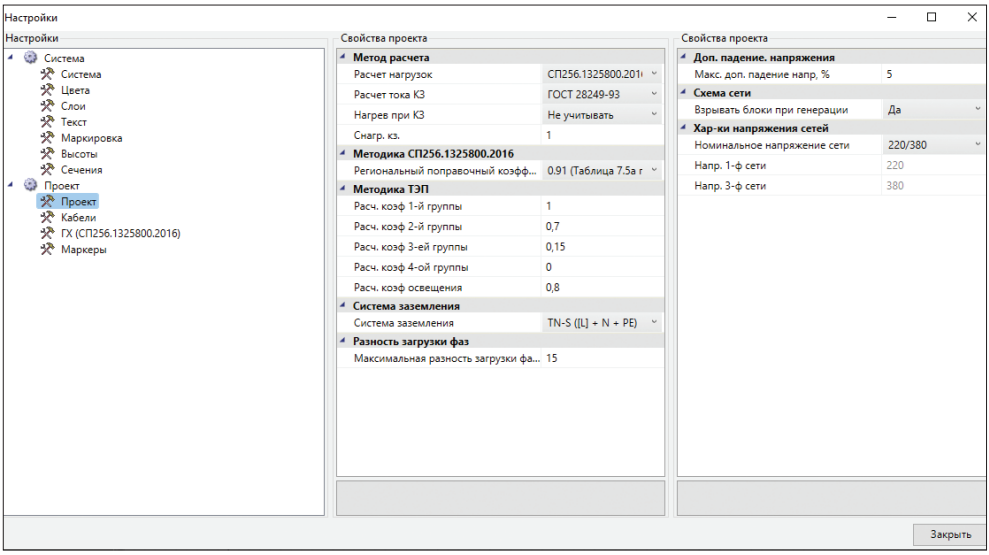


Рис. 2.1. Окно настройки **Свойства проекта**

В данной закладке настраиваем, по каким нормативным документам программа будет в дальнейшем выполнять необходимые расчеты для выбора и проверки основного оборудования, кабельно-проводниковых изделий (расчет электрических нагрузок, токов КЗ, технико-экономические показатели, степень симметрии загрузки фазных проводников, режим нейтрали, максимальную потерю (падение) напряжения, напряжение сети).

Кабели (рис. 2.2)

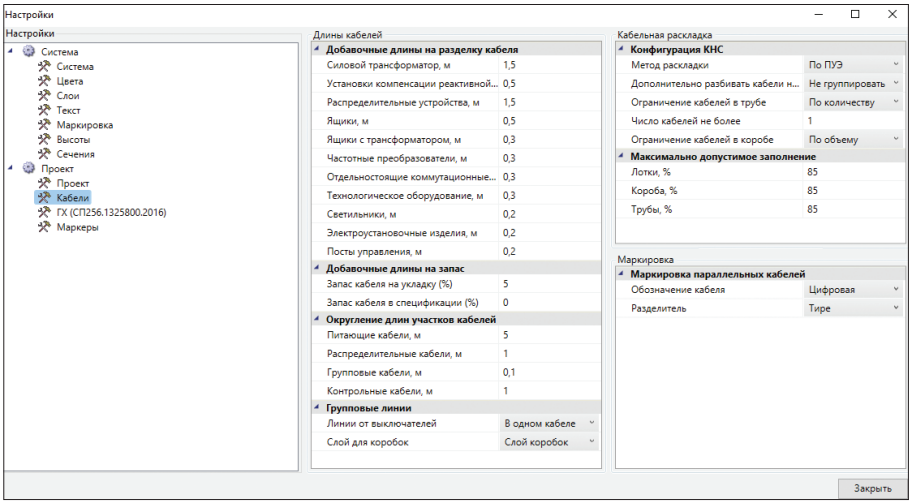


Рис. 2.2. Окно настройки **Кабели**

В данной закладке настраиваем добавочные значения длин для кабельно-проводниковой продукции (на разделку для подключения к оборудованию (трансформаторы, ящики, светильники и т. д.), на способ прокладки (прокладка по трассе свободно «змейкой»), на вид линии (групповая, распределительная и т. п.); задаем условия для прокладки кабеленесущих систем (КНС) и их заполнения кабелями и проводами, а также условия маркировки кабелей. Все это в дальнейшем позволит максимально автоматизировать как выполнение чертежей, так и формирование спецификации.

Групповые характеристики (ГХ) (рис. 2.3)

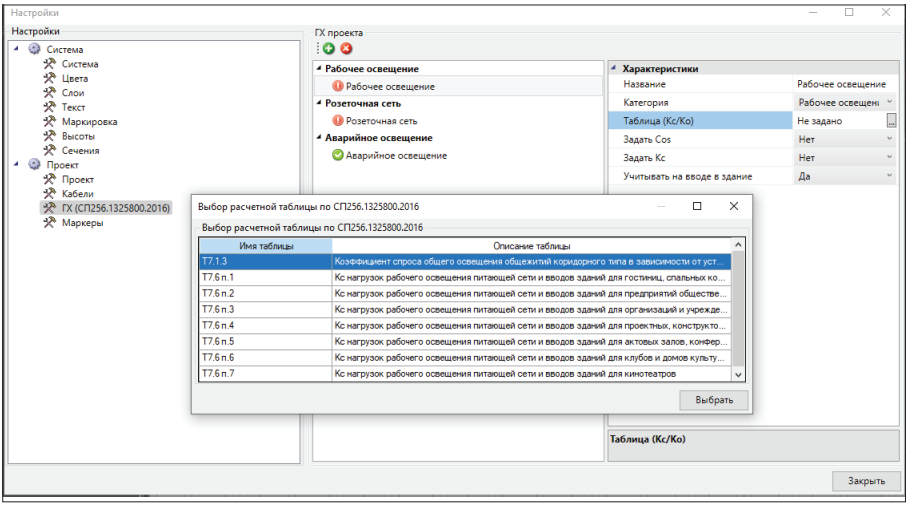


Рис. 2.3. Окно настройки ГХ

В данной закладке настраиваем основные характеристики групповых линий, питающих электроприемники (освещение, розетки и т. д.) в части основных параметров (коэффициент спроса, cos ф и т. д.). После настройки соответствующая группа в закладке ГХ будет отмечена программой «зеленым» кругом с галочкой, ненастроенные группы будут отмечены «красным» кругом с крестом.

Следует иметь в виду, что настройка свойств проекта может осуществляться пользователем как самостоятельно, так и с применением уже включенных в программу значений из действующих нормативно-технических документов.

2.1.2. Подключение архитектурно-строительной подосновы (АСП)

Для подключения архитектурно-строительной подосновы закрываем окна настройки и возвращаемся в **Менеджер проекта**.

Выделяем правой кнопкой мыши название проекта и в выпавшем контекстном меню выбираем **Создать новый план** (рис. 2.4).

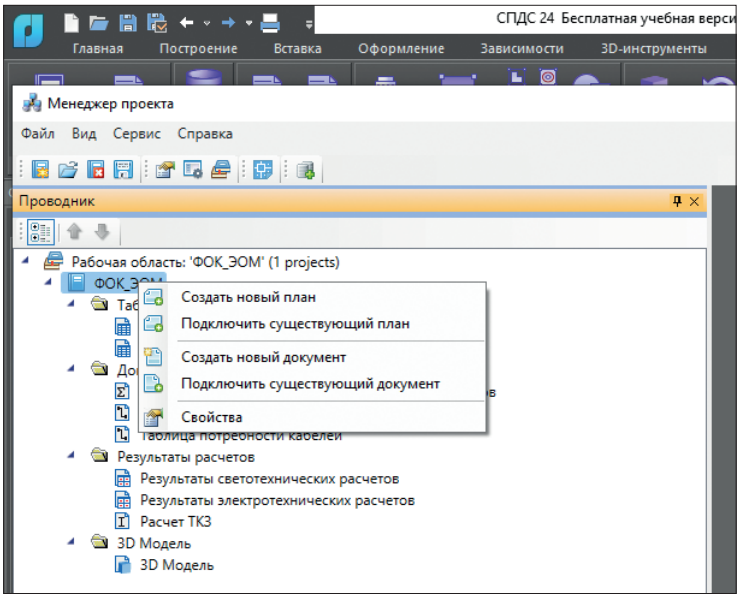


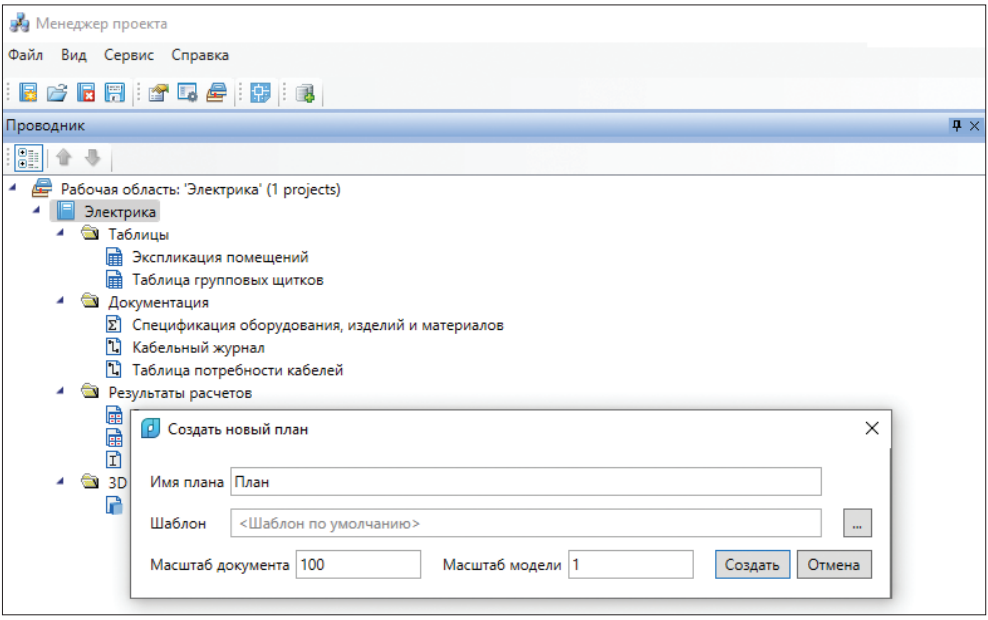
Рис. 2.4. Окно настройки АСП

В выпавшем окне указываем имя плана и масштабы вывода документов на печать (**Масштаб документа**) и выполнения чертежа в dwg-формате (**Масштаб модели**), рис. 2.5. Рекомендуется:

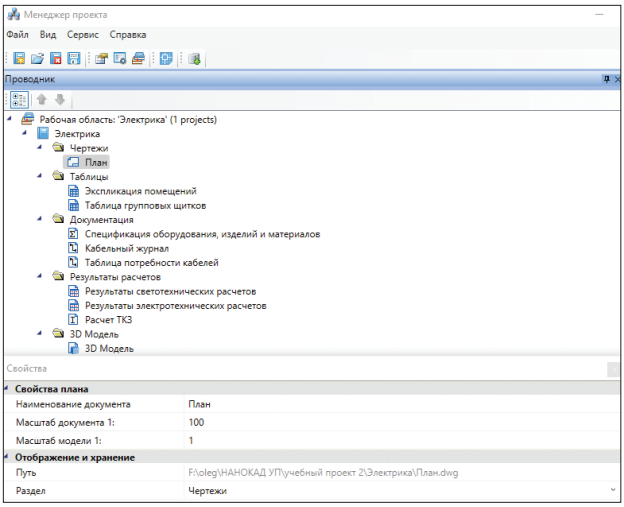
Масштаб документа принимать 1:100 (в окне указать 100);

Масштаб модели 1:1 (в окне указать 1).

Нажимаем клавишу **Создать** – программа добавляет план этажа (рис. 2.5) в структуру проекта.



а) Окно настройки плана



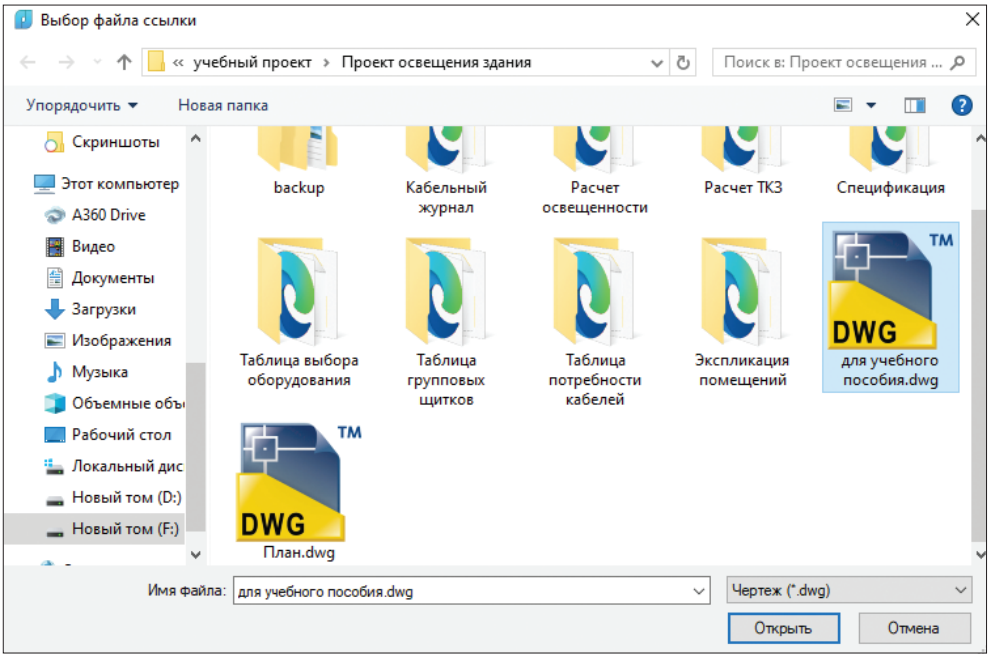
б) Окно добавления плана этажа

Рис. 2.5. План этажа

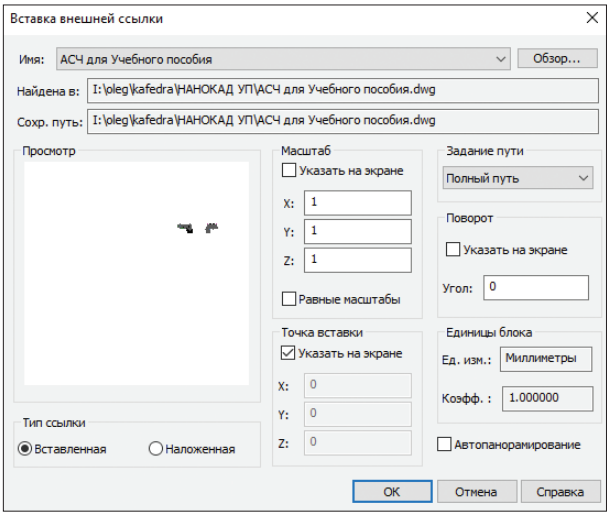
На созданный план этажа подгружаем АСП, которую в дальнейшем будем использовать для выполнения проекта внутреннего освещения помещений здания.

Выходим из **Менеджера проекта** и переходим во вкладку **Вставка** на панели инструментов nanoCAD BIM Электро. Нажимаем кнопку **Ссылка на .dwg**.(скачать АСП в файлах проекта, см. во введении). В открывшемся проводнике ука-

зываем на соответствующий файл плана, который следует подгрузить (рис. 2.6а), указав точку вставки (рис. 2.6б).



а) Выбор файла АСП



б) Выбор координат вставки плана

Рис. 2.6. Окно добавления АСП на план этажа

Точку вставки АСП выбрать с координатами X:Y:Z – 0:0:0.

На плане этажа появился вставленный программой план АСП (рис. 2.7) в формате 2D.

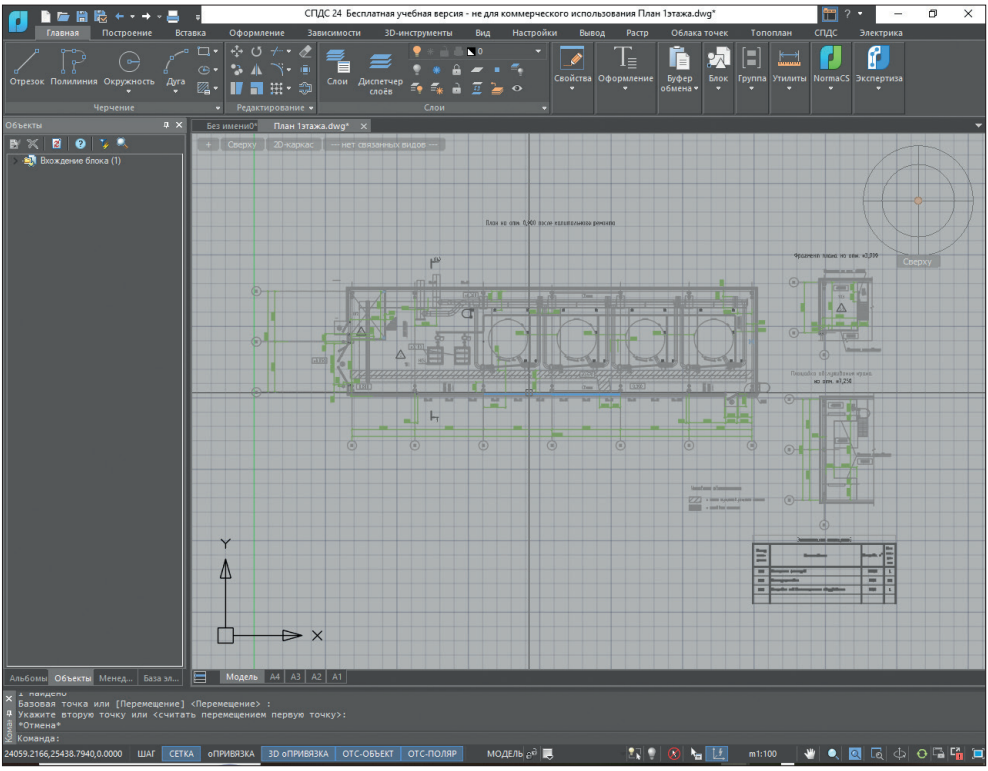


Рис. 2.7. Окно вида добавленной АСП на план этажа

Добавление АСП в формате 3D осуществляется через открытый формат IFC (рис. 2.8).

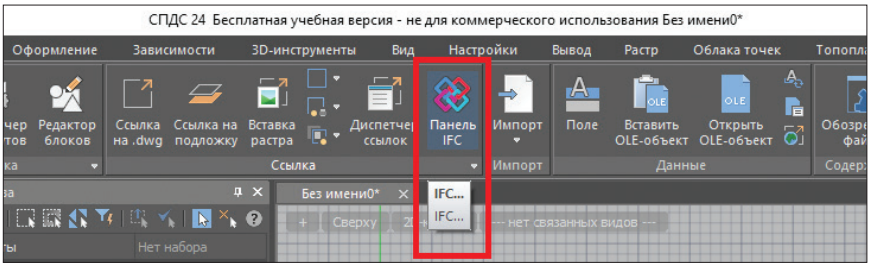


Рис. 2.8. Кнопка для добавления плана в формате 3D

Нажимаем кнопку **Панель IFC**, в выпавшем окне **IFC** нажимаем кнопку **Импорт** (рис. 2.9). В Проводнике выбираем 3D-план, нажимаем кнопку **Открыть** – план 3D вставлен (рис. 2.10).

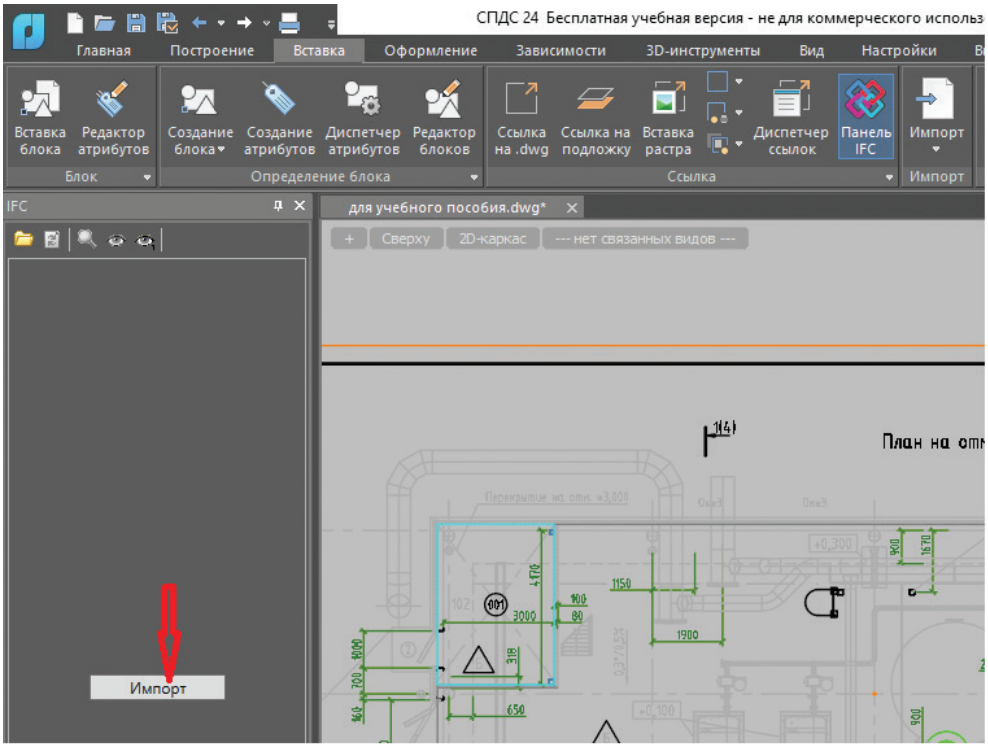
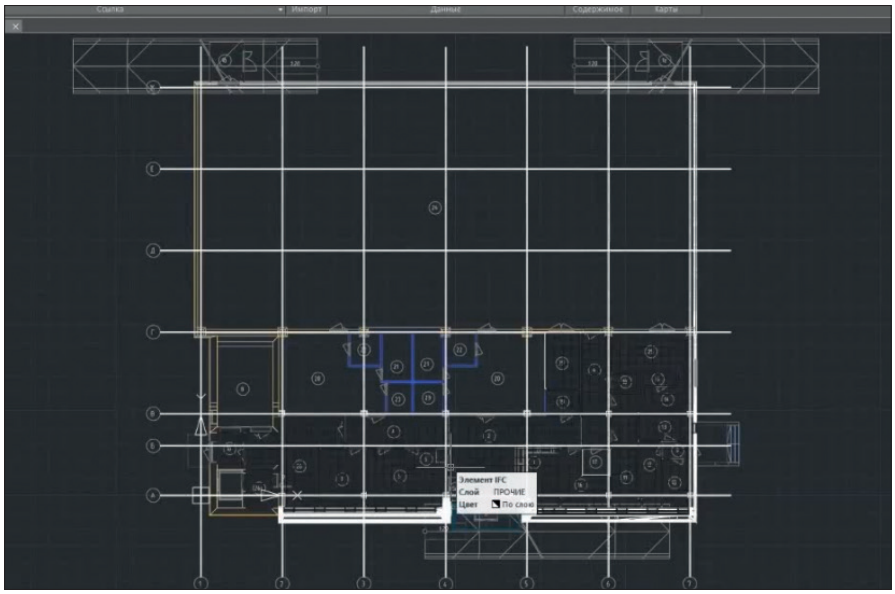
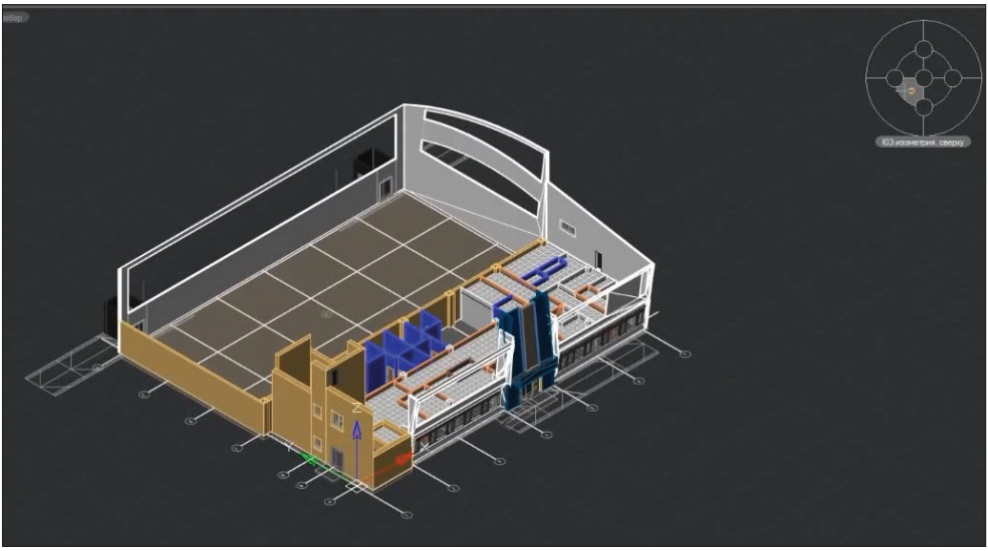


Рис. 2.9. Окно вставки плана в формате 3D (операция импорта АСП)



а) Вид в формате 2D

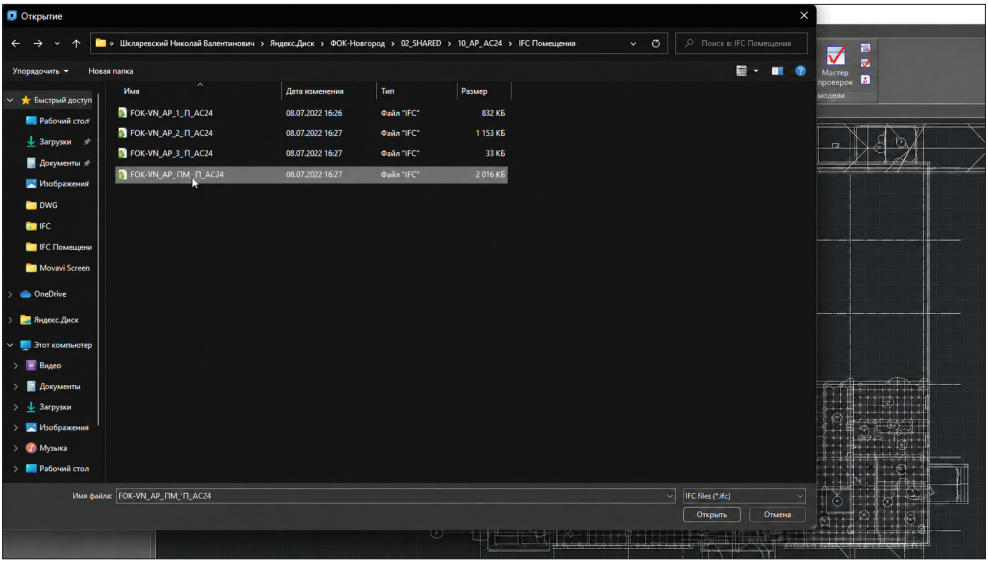
Рис. 2.10. Окно вида вставленного плана в формате 3D



б) Вид в формате 3D

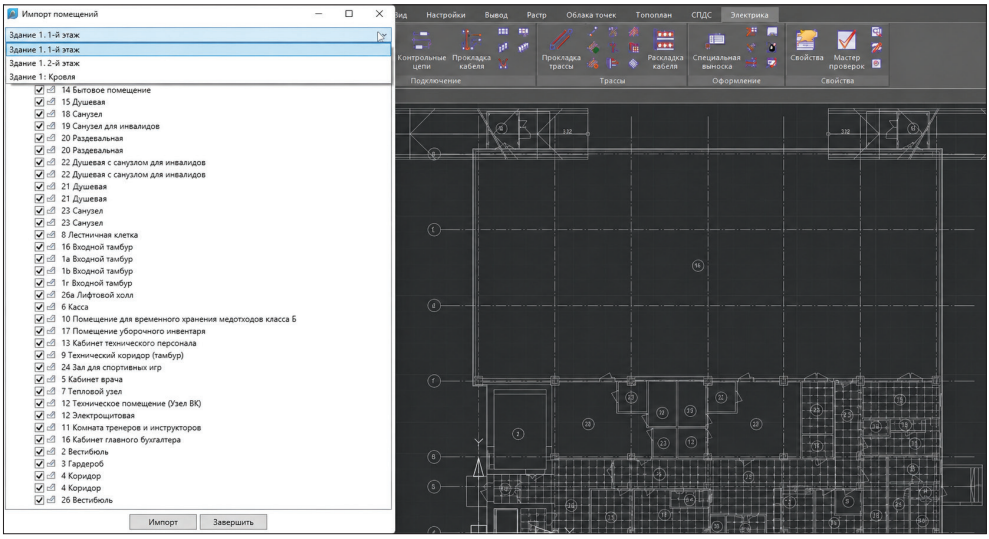
Рис. 2.10. *Окончание*

Для завершения операции импорта АСП во вкладке **Электрика** нажимаем кнопку **Модель здания** и выбираем нужный файл (рис. 2.11).



а) Выбор файла

Рис. 2.11. Окно завершения операции импорта АСП из формата IFC



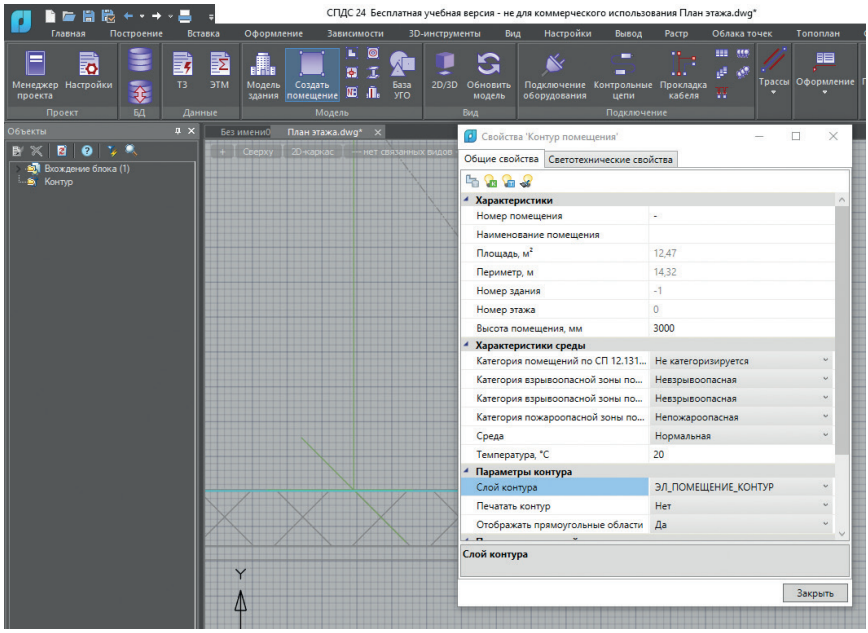
б) Программа определила элементы (помещения) АСП и их характеристики

Рис. 2.11. *Окончание*

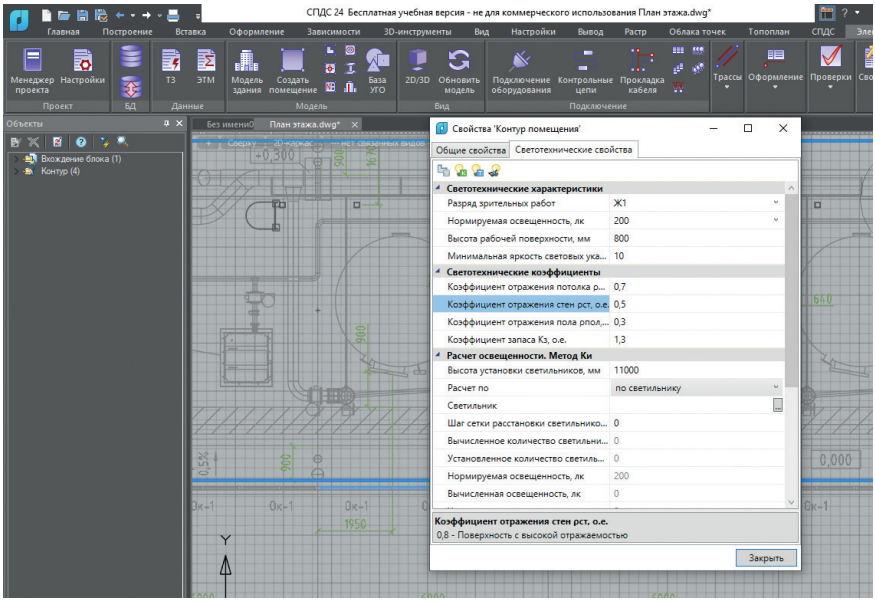
Нажимаем кнопку **Импорт**, указываем точку вставки (0 – координат), нажимаем **Завершить**.

В случае если программа автоматически не может определить помещения (нет файла формата IFC), то помещения и их характеристики возможно задать самостоятельно. Для этого заходим в закладку **Электрика** и нажимаем кнопку **Создать помещение** (рис. 2.12). Выделяем соответствующее помещение, открывается вкладка **Свойства «Контур помещения»** (рис. 2.12а). В открывшейся вкладке мы нумеруем, указываем название помещения, проверяем основные параметры помещения и задаем его светотехнические характеристики (рис. 2.12б). После ручного задания помещений переходим в модель здания и проверяем, что все помещения и их свойства заданы корректно (рис. 2.13).

Все помещения АСП заданы автоматически или вручную – подготовка АСП завершена.



а) Свойства «Контур помещения»



б) Задание светотехнических характеристик помещения

Рис. 2.12. Окно **Создание помещений**

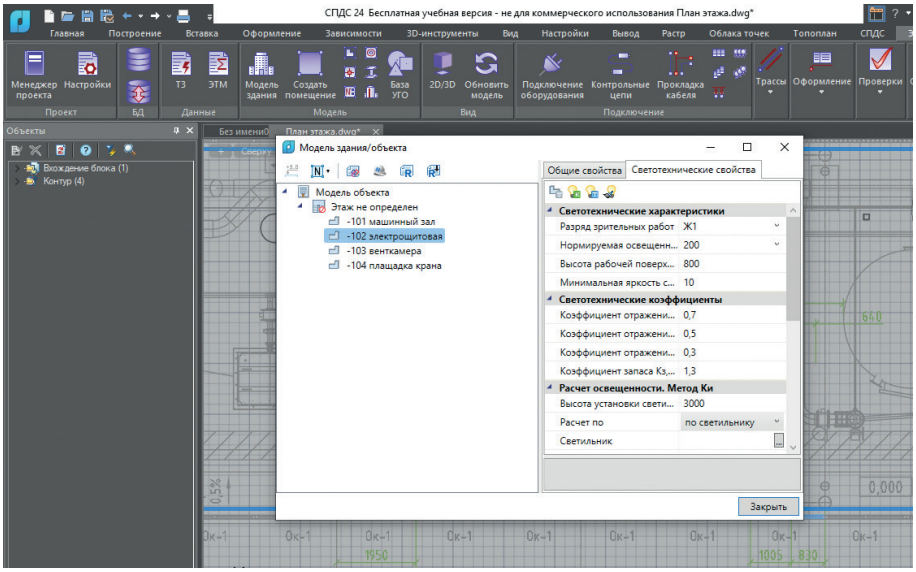


Рис. 2.13. Окно проверки созданных помещений в **Модели здания**

2.2. Выбор типа светильников в nanoCAD BIM Электро

2.2.1. Рекомендации по выбору типа источника света и светотехническому оборудованию (светильники)

Нормативы по выбору типа источника света для внутреннего освещения зданий зависят от назначения помещения.

При работе над светотехнической частью проекта следует руководствоваться требованиями:

1) **СП 52.13330.2016** «Естественное и искусственное освещение» (актуализированная редакция СНиП 23-05-95);
2) **СП 439.1325800.2018** «Здания и сооружения. Правила проектирования аварийного освещения»;
3) **ГОСТ 27900–88** «Светильники для аварийного освещения. Технические требования»;
4) **ГОСТ IEC 60598-2-22–2012** «Светильники. Часть 2-22. Частные требования. Светильники для аварийного освещения»;
5) **СП 76.13330.2016** «Электротехнические устройства», актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85;
6) **СП 419.1325800.2018** «Здания производственные. Правила проектирования естественного и совмещенного освещения» (утв. приказом Минстроя России от 17.12.2018 № 813/пр);

7) **СП 256.1325800.2016** «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа»;
8) **СП 158.13330.2014** «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования».

При выборе источника света (типа лампы) следует руководствоваться требованиями СП 52.13330.2016 и СП 419.1325800.2018 (табл. 2.1–2.4).

Таблица 2.1. Источники света и светильники для совмещенного освещения производственных помещений

Разряд зрительной работы	Высота помещений, м	Тип светильника и источника света
I–IV	До 6 м	Светодиодные светильники с матовыми рассеивателями со световым потоком не менее 3000 лм, светильники с люминесцентными лампами Т5 с матовыми рассеивателями
	От 6 до 10	Светодиодные светильники с рассеивателем со световым потоком не менее 5000 лм, светильники с рассеивателями с металлогалогенными лампами мощностью не менее 250 Вт
	Св. 10	Светодиодные светильники с рассеивателем со световым потоком не менее 9000 лм, металлогалогенные лампы мощностью не менее 400 Вт
V–VIII	До 6 м	Светодиодные светильники с рассеивателем со световым потоком не менее 5000 лм, светильники с металлогалогенными лампами с рассеивателями мощностью не менее 250 Вт
	От 6 до 10	Светодиодные светильники со световым потоком не менее 5000 лм, светильники с металлогалогенными лампами мощностью не менее 250 Вт
	Св. 10	Светодиодные светильники со световым потоком не менее 9000 лм, металлогалогенные лампы мощностью не менее 400 Вт

Таблица 2.2. Источники света и светильники при системе общего освещения производственных помещений

Характеристика зрительной работы по требованиям к цветоразличению	Освещенность, лк	Индекс цветопередачи источников света R_a	Диапазон цветовой температуры источников света $T_ц$, К	Рекомендуемые источники света
Контроль цвета с очень высокими требованиями к цветоразличению, качество цветопередачи отличное (контроль готовой продукции на швейных фабриках, тканей на текстильных фабриках, сортировка кожи, подбор красок для цветной печати и т. п.)	300 и более	90–100	5000–6500	СД; ЛЛ типов: ЛДЦ, 950 <*>, 965 <*>

Окончание табл. 2.2

Характеристика зрительной работы по требованиям к цветоразличению	Освещенность, лк	Индекс цветопередачи источников света R_a	Диапазон цветовой температуры источников света $T_ц$, К	Рекомендуемые источники света
Сопоставление цветов с высокими требованиями к цветоразличению, качество цветопередачи отличное (ткачество, швейное производство, цветная печать и т. п.)	300 и более	85–89	3000–6500	СД; ЛЛ типов: ЛТБЦЦ, ЛДЦ, 930 <*>, 940 <*>, 950 <*>, 965 <*>
Различение цветных объектов при невысоких требованиях к цветоразличению, качество цветопередачи хорошее (сборка радиоаппаратуры, прядение, намотка проводов и т. п.)	500 и более	80–84	4000–6000	СД; ЛЛ типов: ЛЕЦ, 840 <*>, 865 <*>, МГЛ
	От 300 до 500	80–84	3500–5500	СД; ЛЛ типов: ЛЕЦ, 840 <*>, 865 <*>, МГЛ
	От 200 до 300	80–84	2700–4500	СД; ЛЛ типов: ЛТБЦ, 827 <*>, 830 <*>, МГЛ, КЛЛ
	Менее 200	80–84	2700–3500	СД; ЛЛ типов: ЛТБЦ, 827 <*>, 830 <*>, МГЛ, НЛВД + МГЛ, КЛЛ
Требования к цветопередаче отсутствуют, качество цветопередачи стандартное (механическая обработка металлов, пластмасс, сборка машин и инструмента и т. п.)	500 и более	70–79	4000–6500	СД; ЛЛ типов: ЛД, 740 <*>, 765 <*>, МГЛ
	От 300 до 500	70–79	3500–5000	СД; ЛЛ типов: ЛХБ, 740 <*>, 765 <*>, МГЛ, НЛВД + МГЛ
	От 200 до 300	50–69	2600–4500	СД; ЛЛ типов: ЛБ, 735 <*>, МГЛ, НЛВД + МГЛ
	Менее 200	50–59	2400–3500	СД; ЛЛ типов: ЛТБ, ЛБ, 730 <*>, 735 <*>, НЛВД, КЛЛ

<*> Приведено обозначение по ГОСТ Р 54815, в котором первая цифра определяет индекс цветопередачи (в десятках R_a), а две последние – цветовую температуру (в сотнях кельвинов). Например, 765 означает $R_a = 70$, $T_ц = 6500$ К.

Примечания

1. Принятые сокращения: КЛЛ – компактные люминесцентные лампы; ЛБ – лампы белого света; ЛД – лампы дневного света; ЛДЦ – лампы дневного света с улучшенной цветопередачей; ЛЕЦ – лампы естественного света с улучшенной цветопередачей; ЛЛ – люминесцентные лампы; ЛТБ – лампы тепло-белого света; ЛТБЦ – лампы тепло-белого света с улучшенной цветопередачей; ЛТБЦЦ – лампы тепло-белого света с высококачественной цветопередачей; ЛХБ – лампы холодно-белого света; МГЛ – металлогалогенные лампы; НЛВД – натриевые лампы высокого давления; СД – светодиоды.
2. Прямое излучение ярких светодиодных источников света не должно попадать в поле зрения находящихся в помещении.

Таблица 2.3. Источники света и светильники при системе общего освещения общественных зданий и общедомовых помещений жилых зданий

Требования к освещению	Характеристика зрительной работы по требованиям к цветоразличению	Освещенность, лк	Индекс цветопередачи источников света R_a	Диапазон цветовой температуры источников света $T_ц$, К	Рекомендуемые источники света для общего освещения
Обеспечение зрительного комфорта в помещениях при выполнении зрительных работ разрядов А–В	Сопоставление цветов с очень высокими требованиями к цветоразличению и выбор цвета (магазины по продаже одежды и тканей, косметики и т. п.)	От 300 до 500	90–95	5000–6500	СД; ЛЛ типов: ЛДЦ, 950 <*>, 965 <*>
	Сопоставление цветов с высокими требованиями к цветоразличению (кабинеты рисования, обслуживающих видов труда, закройные отделения в ателье, залы заседаний федерального значения, химические лаборатории, выставочные залы, макетные и т. п.)	От 200 до 500	85–89	3000–6500	СД; ЛЛ типов: ЛТБЦЦ, ЛДЦ, 930 <*>, 940 <*>, 950 <*>, 965 <*>
	Различение цветных объектов при невысоких требованиях к цветоразличению (комнаты кружков учебных заведений, универсамы, торговые залы магазинов, ателье химической чистки одежды, обеденные залы, крытые бассейны, спортзалы)	От 300 до 500	80–84	3500–5500	СД; ЛЛ типов: ЛЕЦ, 840 <*>, 865 <*>, МГЛ
		От 150 до 300	80–84	2700–4500	СД; ЛЛ типов: ЛТБЦ, 827 <*>, 830 <*>, МГЛ, КЛЛ
		Менее 150	70–79	3500–5000	СД; ЛЛ типов: ЛД, 740 <*>, 765 <*>, МГЛ, КЛЛ

Окончание табл. 2.3

Требования к освещению	Характеристика зрительной работы по требованиям к цветоразличению	Освещенность, лк	Индекс цветопередачи источников света R_a	Диапазон цветовой температуры источников света $T_ц$, К	Рекомендуемые источники света для общего освещения
Обеспечение психоэмоционального комфорта в помещении с разрядами зрительных работ разрядов Г–Ж	Требования к цветопередаче отсутствуют (кабинеты, рабочие комнаты, конструкторские, чертежные бюро, читательские каталоги, архивы, книгохранилища и т. п.)	От 300 до 500	80–84	2700–4500	СД; ЛЛ типов: ЛТБЦ, 827 <*>, 830 <*>, МГЛ
		От 150 до 300	70–79	3500–5000	СД; ЛЛ типов: ЛХБ, 740 <*>, 765 <*>, МГЛ, КЛЛ
		Менее 150	50–69	2400–3500	СД; ЛЛ типов: ЛТБ, ЛБ, 730 <*>, 735 <*>, НЛВД, КЛЛ
	Различение цветных объектов при невысоких требованиях к цветоразличению (концертные залы, зрительные залы театров, клубов, актовые залы, вестибюли и т. п.)	От 300 до 500	80–84	3500–5500	СД; ЛЛ типов: ЛЕЦ, 840 <*>, 865 <*>, МГЛ
		От 150 до 300	80–84	2700–4500	СД; ЛЛ типов: ЛТБЦ, 827 <*>, 830 <*>, МГЛ, КЛЛ
		Менее 150	70–79	3500–5000	СД; ЛЛ типов: ЛХБ, 740 <*>, 765 <*>, МГЛ, КЛЛ
	Требования к цветопередаче отсутствуют (зрительные залы кинотеатров, лифтовые холлы, коридоры, проходы, переходы и т. п.)	Менее 150	50–59	2400–3500	СД; ЛЛ типов: ЛТБ, ЛБ, 730 <*>, 735 <*>, КЛЛ

<*> Приведено обозначение по ГОСТ Р 54815, в котором первая цифра определяет индекс цветопередачи (в десятках R_a), а две последние – цветовую температуру (в сотнях кельвинов). Например, 765 означает R_a = 70, $T_ц$ = 6500 К.

Примечания

1. Принятые сокращения: КЛЛ – компактные люминесцентные лампы; ЛБ – лампы белого света; ЛД – лампы дневного света; ЛДЦ – лампы дневного света с улучшенной цветопередачей; ЛЕЦ – лампы естественного света с улучшенной цветопередачей; ЛЛ – люминесцентные лампы; ЛТБ – лампы тепло-белого света; ЛТБЦ – лампы тепло-белого света с улучшенной цветопередачей; ЛТБЦЦ – лампы тепло-белого света с высококачественной цветопередачей; ЛХБ – лампы холодно-белого света; МГЛ – металлогалогенные лампы; НЛВД – натриевые лампы высокого давления; СД – светодиоды.
2. Прямое излучение ярких светодиодных источников света не должно попадать в поле зрения находящихся в помещении.

Таблица 2.4. Источники света и светильники при системе общего освещения общественных зданий и общедомовых помещений жилых зданий с учетом степени защиты

	Минимально допустимая степень защиты светильников	Тип источника света	Условия среды						
			нормальные	влажные	сырые	особо сырые	химически активные	пыльные	жаркие
1	IP20	ЛЛ, СД	+	*	–	–	–	–	+
2	IP20	ЛН, ГЛВД	+	*	–	–	–	–	+
3	IP23	ЛЛ, ЛН, ГЛВД, СД	(–)	+	*	*	*	*	*
4	IP51	ЛН	(–)	(–)	+	*	*	+	*
5	IP53	ЛЛ, ЛН, ГЛВД, СД	(–)	+	+	+	+	+	*
6	IP54	ЛЛ, ГЛВД, СД	(–)	(–)	+	+	+	+	*
7	IP54	ЛН	(–)	(–)	+	+	+	+	*

Обозначения:

«+» – светильники рекомендуются; «*» – светильники допускаются:

«–» – светильники запрещаются; (–)– применение светильников возможно, но нецелесообразно.

Примечания

1. Графа 4 – предпочтительны светильники с корпусами и отражателями из влагостойкой пластмассы, фарфора, покрытые силикатной эмалью; рекомендуются светильники, специально предназначенные для химически активной среды.
2. Позиция 2 графа 5 – светильники допускаются при отсутствии капель воды, падающих на них, и при наличии фарфорового патрона.
3. Позиции 3, 5 графы 5–7 – установка светильников со степенями защиты IP23 и IP53 с ЛН и ГЛВД запрещается, при наличии брызг воды (растворов), падающих на светильник под углом более 60° к вертикали.
4. Позиция 7 графа 7 – светильники, которые сверху могут быть залиты водой или раствором, должны быть с боковым вводом проводов.
5. Позиция 4 графы 5–7 – при наличии брызг воды (растворов), падающих на светильник под углом более 15° к вертикали, светильники с нетермостойким стеклом допускаются при условии установки в них ламп меньшей мощности, чем номинальная для данного светильника.
6. Графы 4–6 – в пыльных помещениях рекомендуется применение в светильниках ламп с внутренним отражающим слоем.
7. Позиция 3 графа 8 – светильники допускаются при ограниченном количестве пыли в зоне их установки.
8. Позиции 3, 4, 5, 7 графа 9 – рекомендуется установка в светильниках с лампами накаливания указанных степеней защиты ламп меньшей мощности, чем номинальная для данного светильника.
9. Позиция 3 графа 7 – допускаются при условии выполнения деталей светильников, контактов патронов и цоколей ламп из материала, не подверженного воздействию данной химически активной среды.

2.2.2. Начало работы

Выбор типа светильников для организации искусственного освещения следует начать с определения помещения, для которого планируется спроектировать систему освещения.

Помещение возможно выбрать двумя способами:

Первый – в окне nanoCAD BIM Электро нажать ЛКМ на кнопку

Модель здания и в появившемся окне выбрать требуемое помещение (рис. 2.14).

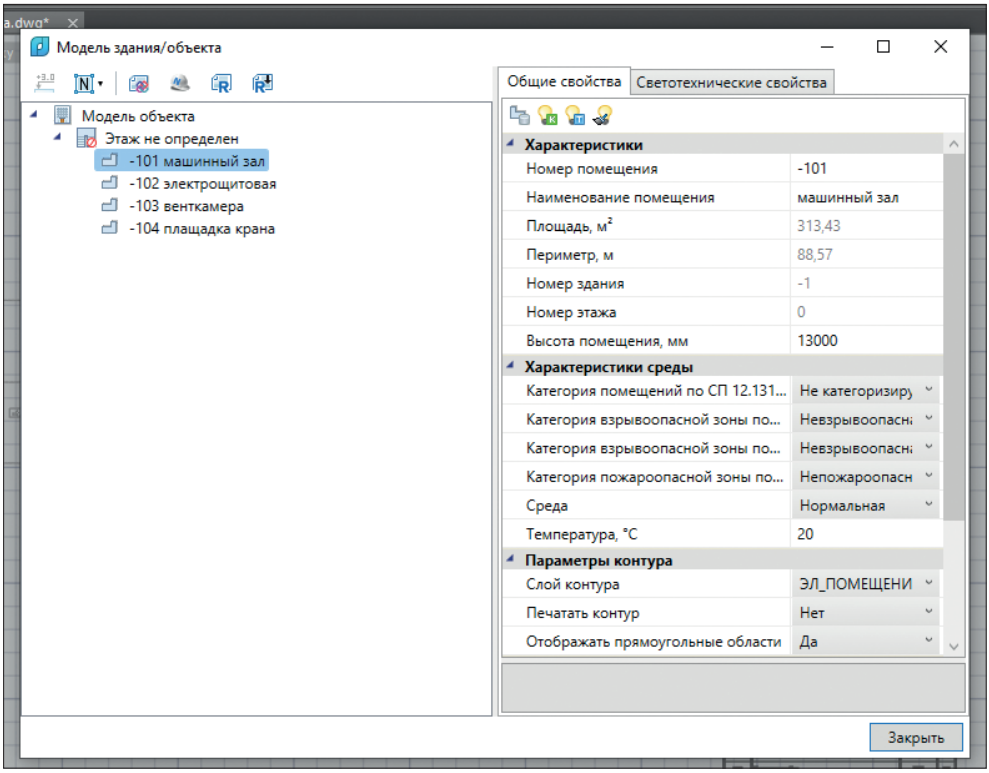


Рис. 2.14. Окно выбора помещения в **Модели здания**

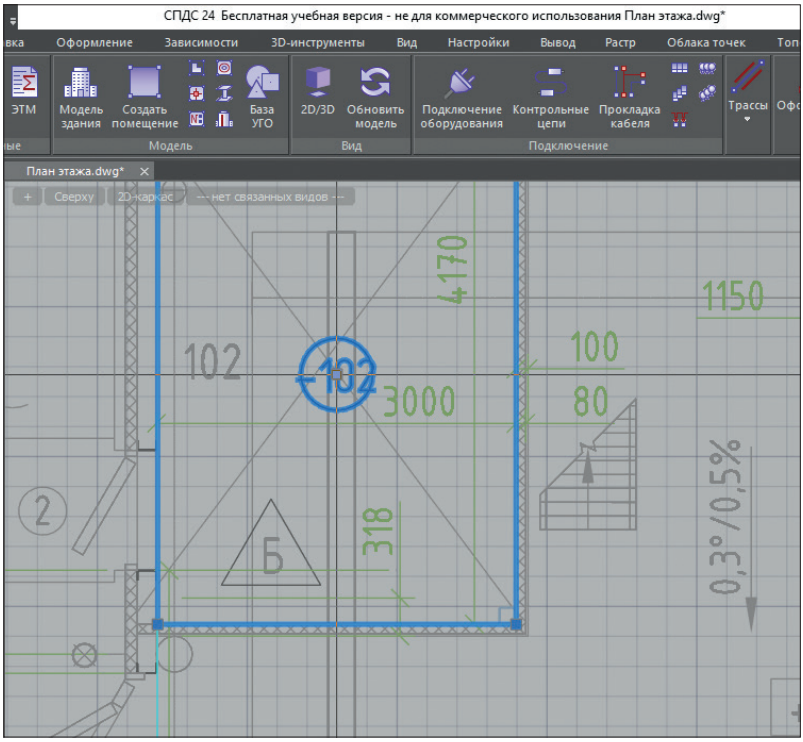
Второй – в **Модели плана** этажа навести курсор на номер помещения (рис. 2.15а) и дважды нажать ЛКМ (либо правой клавишей ЛКМ и выбрать **Свойства (Электро)**), появится окно **Свойства «Контур помещения»** (рис. 2.15б).

2.2.3. Выбор типа светильника

Приступаем к выбору типов светильников для организации освещения помещения.

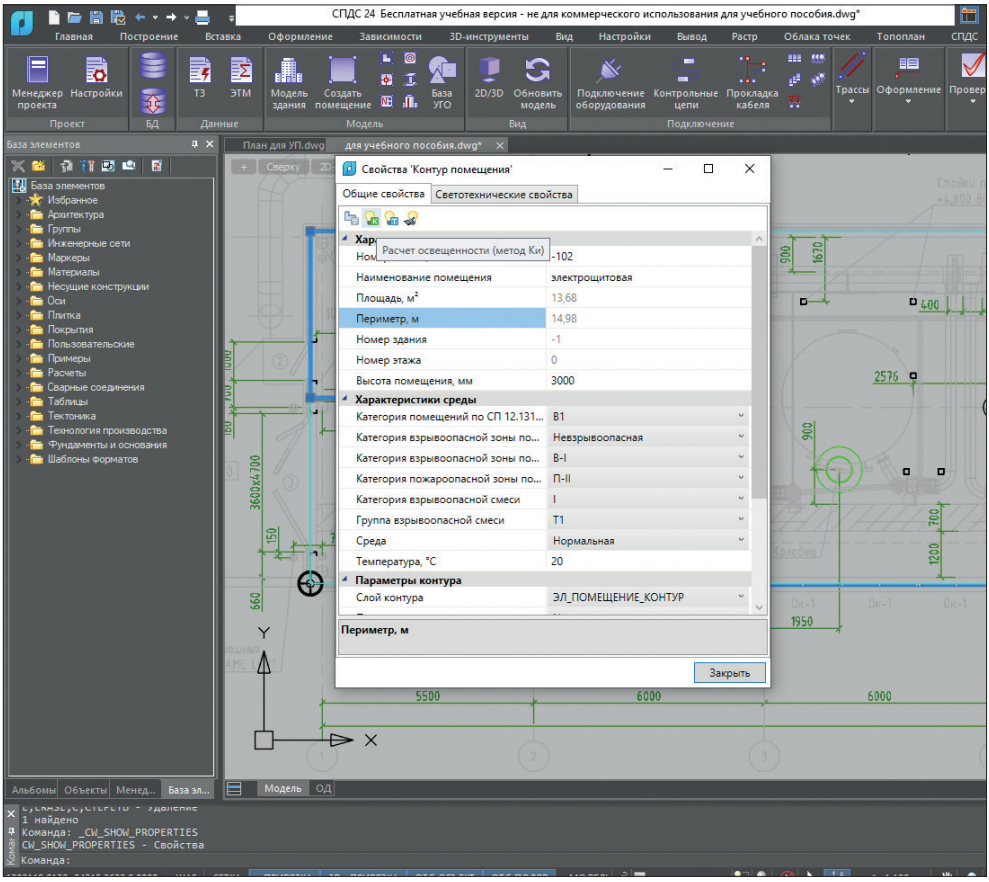
Проверяем **Общие свойства помещения**, которые были заданы при подготовке АСП, и при необходимости вносим правки или изменения. Если **Общие свойства** не были заданы при подготовке АСП, то заполняем в соответствии с типом помещения.

Проверяем **Светотехнические свойства помещения**, которые были заданы при подготовке АСП, и при необходимости вносим правки или изменения. Если **Светотехнические свойства** не были заданы при подготовке АСП, то заполняем в соответствии с типом помещения.



а) Выбор помещения на плане этажа

Рис. 2.15. Окно выбора помещения в поле **Модели**



б) Выбор помещения на плане этажа

Рис. 2.15. *Окончание*

Выбираем метод расчета освещенности:

- метод Ки;
- точечный метод.

2.2.4. Выбор типа светильников при расчете освещенности методом Ки

Данный метод предполагает автоматическую расстановку программой nanoCAD BIM Электро выбранного типа светильника.

Наводим курсор и нажимаем ПКМ на кнопку , переходим в окно **Расчет освещенности методом Ки** (рис. 2.16).

Выбираем способ расчета (рис. 2.17):

- методом «по светильнику»;
- «по серии светильников».

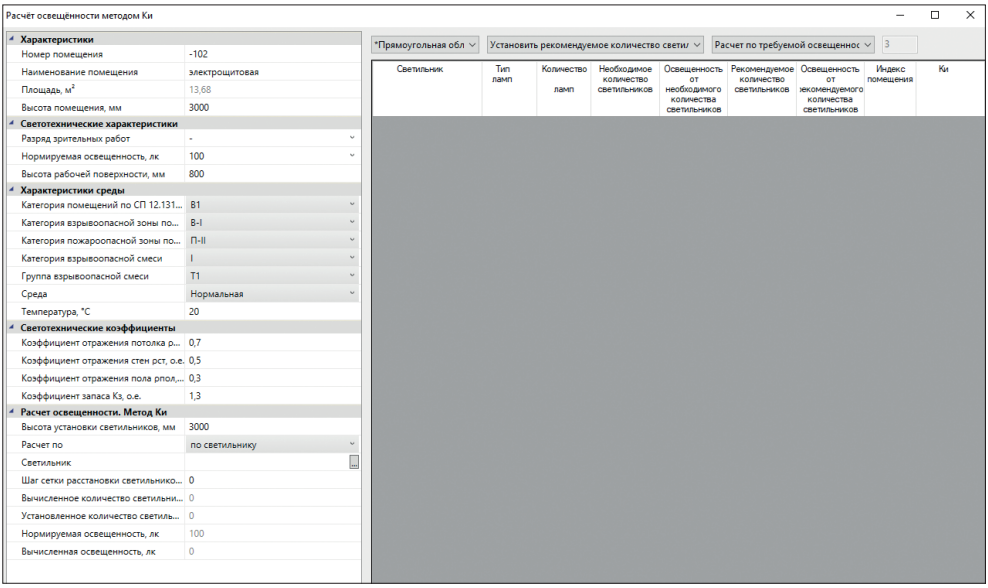


Рис. 2.16. Окно **Расчет освещенности методом Ки**

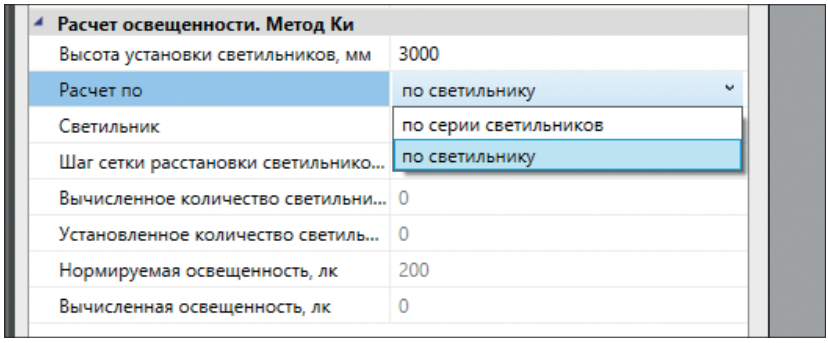


Рис. 2.17. Окно выбора расчета **по светильнику** или **по серии светильников**

При расчете **по светильнику** выбираем марку светильника, для этого в окне наводим курсор и нажимаем ПКМ на кнопку перехода (рис. 2.18).

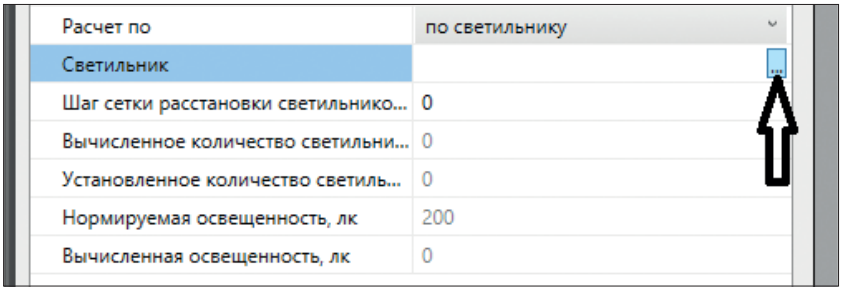


Рис. 2.18. Окно перехода к выбору типа светильника

В открывшемся окне (рис 2.19) выбираем базу данных и производителя светотехнического оборудования.

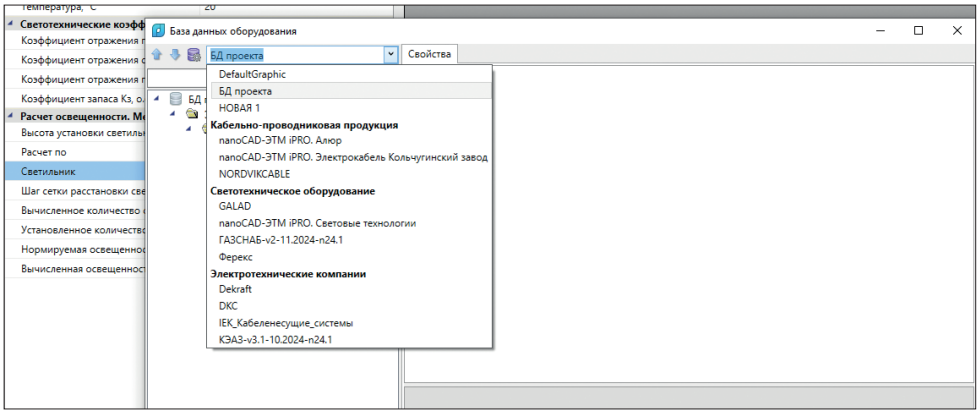


Рис. 2.19. Окно выбора БД и производителя светотехнического оборудования

После выбора базы данных программа подгрузит соответствующее оборудование (рис. 2.20). Как правило, БД оборудования группируются по типовым характеристикам. Светильники группируются по области применения, например аварийное освещение, наружное и т. д. (рис. 2.20).

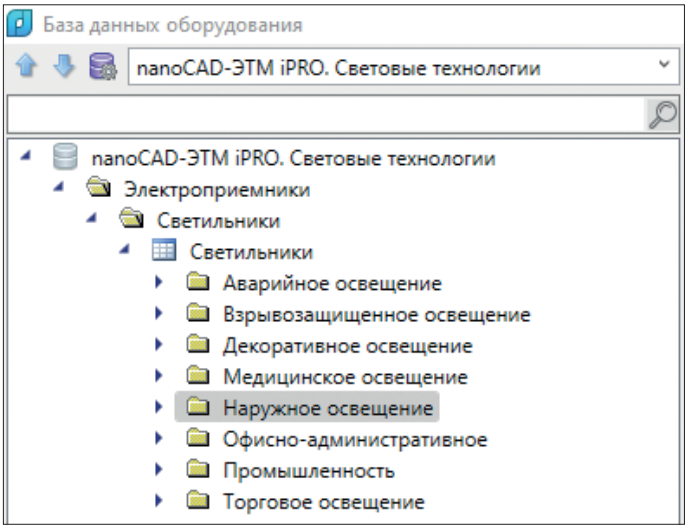


Рис. 2.20. Окно БД светильников

Приступаем к выбору типа светильника для выбранного помещения. Помещение, выбранное для освещения, – электрощитовая.

Наводим курсор и ПКМ выбираем группу светильников (рис. 2.21), например ARS/R.

В правой части окна мы видим общие характеристики данной группы, а в левой – состав моделей, входящих в данную группу.

Выберем конкретную модель: наводим курсор на модель и нажимаем ПКЛ – в правой части его появляются все характеристики, включая внешний вид и точную модель в 3D-формате (рис. 2.22, 2.23а). При необходимости мы можем просмотреть все основные характеристики выбранного светильника и принять решение на его применение (рис. 2.23б). Для выбранного светильника мы видим, что это светильник рабочего освещения.

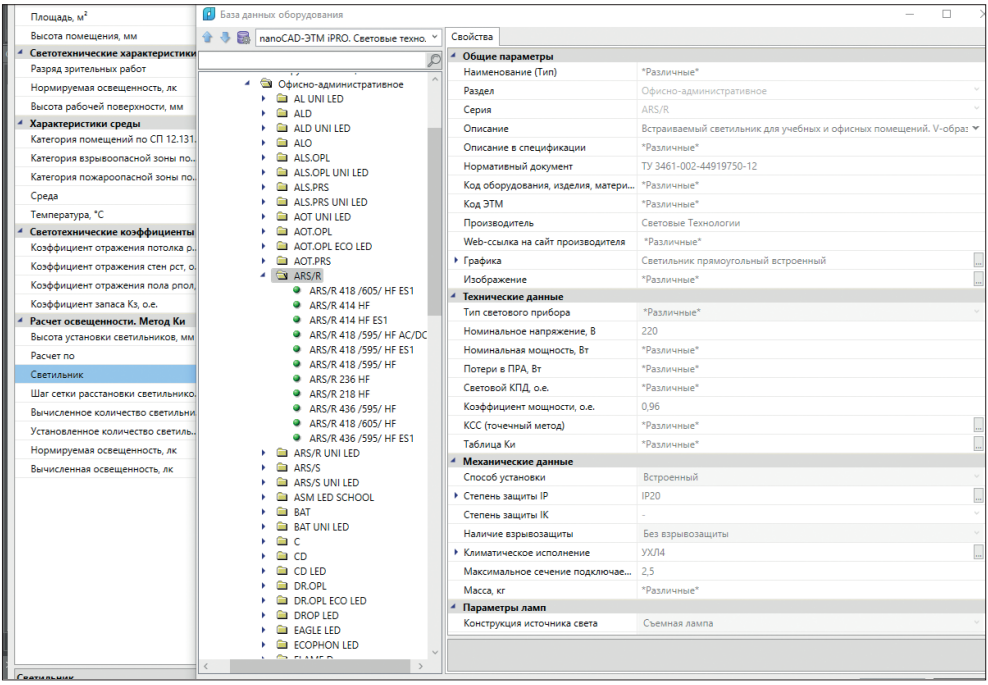


Рис. 2.21. Окно группы светильников

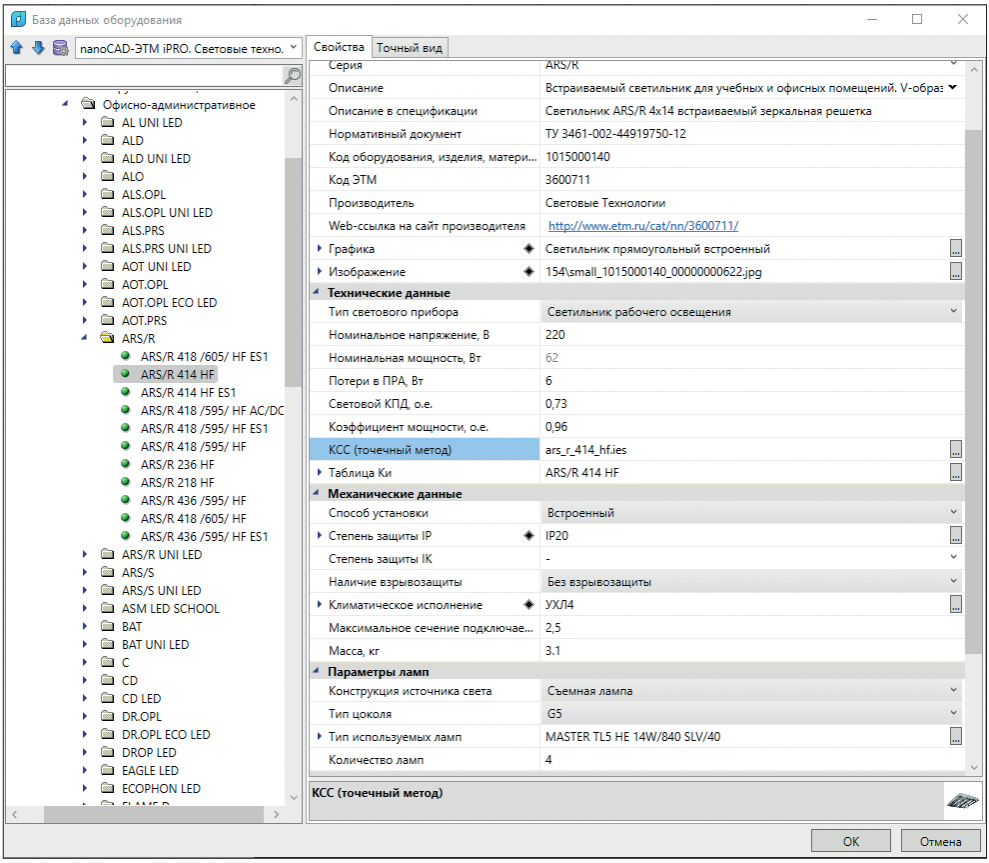
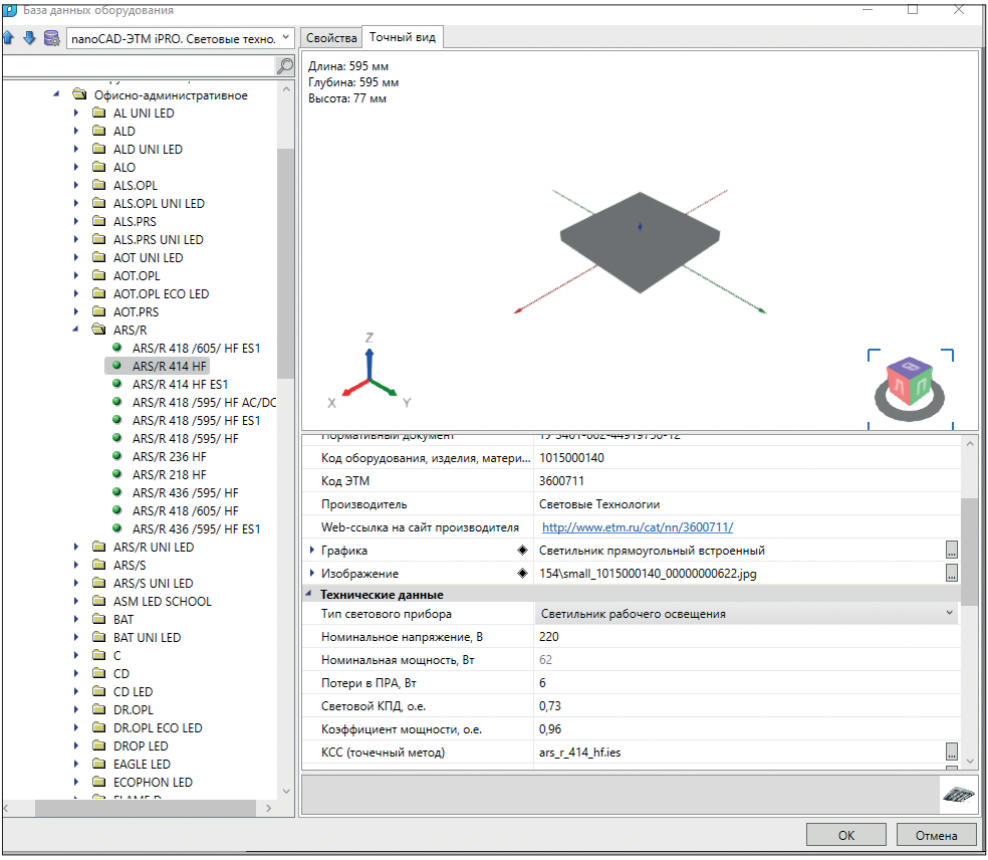
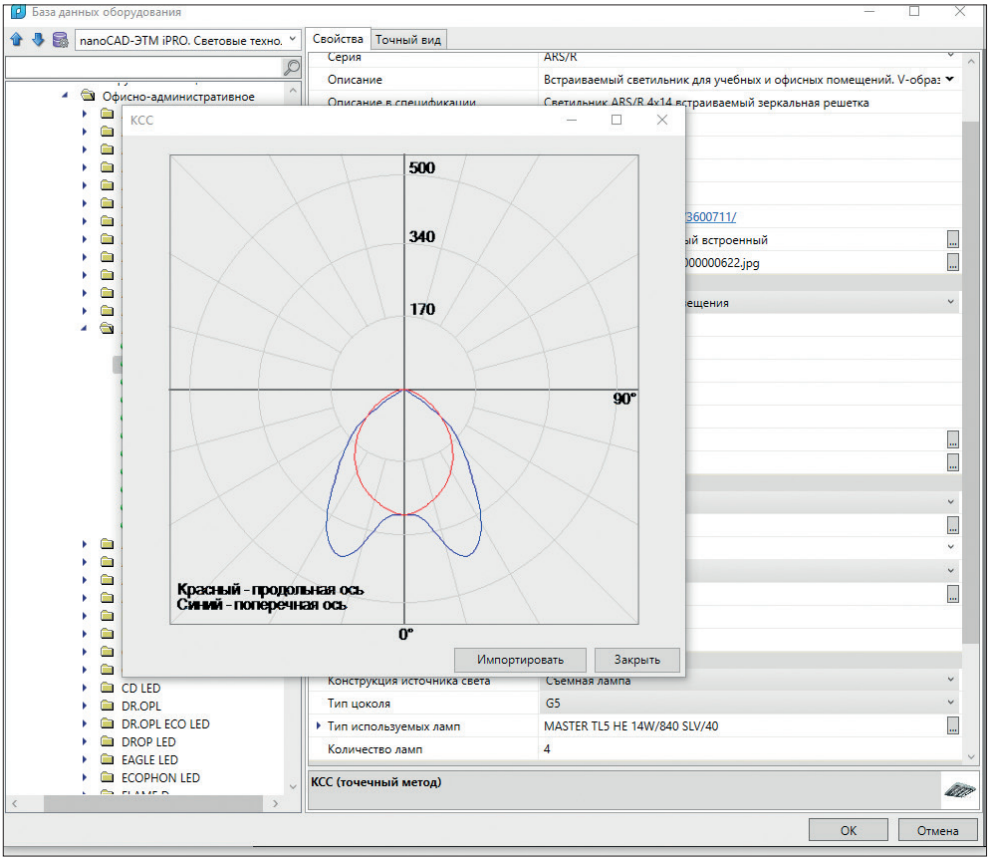


Рис. 2.22. Окно выбранной модели светильника



а) Точный вид (3D)

Рис. 2.23. Окно свойств модели светильника



б) КСС выбранного светильника

Рис. 2.23. *Окончание*

Наводим курсор на кнопку **ОК**, нажимаем ПКМ – светильник для помещения выбран. Он появляется в соответствующей строке **Расчет освещенности. Метод Ки** (рис. 2.24).

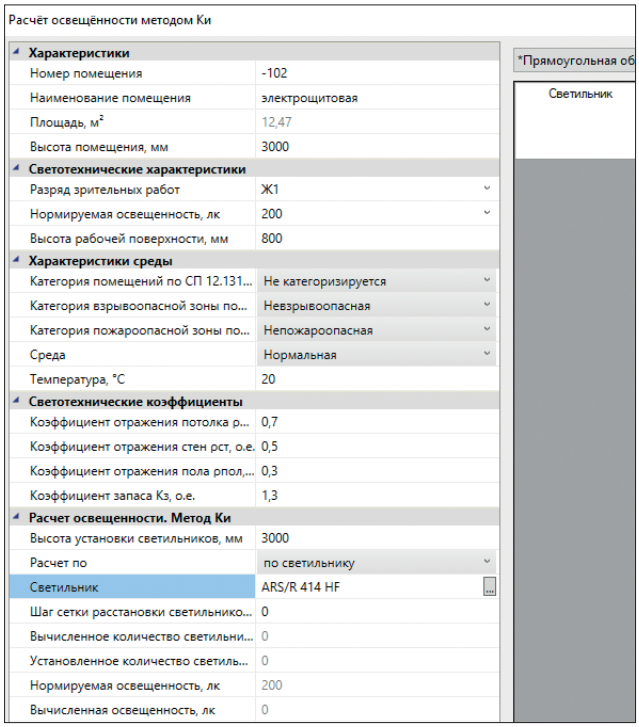


Рис. 2.24. Окно свойств модели светильника

2.2.5. Выбор типа светильников при расчете освещенности точечным методом

Данный метод предполагает выбор типа светильника, ручную расстановку и далее проверку результата. Следует отметить, что выбор и ручная расстановка светильников предполагают возможность использовать результаты расчета освещенности методом Ки (п. 2.2.4).

Проверка результата выполняется путем нажатия ПКМ на кнопку и перехода в окно **Расчет освещенности (точечный метод)**.

В случае применения 3D-модели здания при выборе типа светильника следует использовать прототипы помещений (рис. 2.25). Переход к прототипам помещений выполняется наведением курсора и нажатием ПКМ.

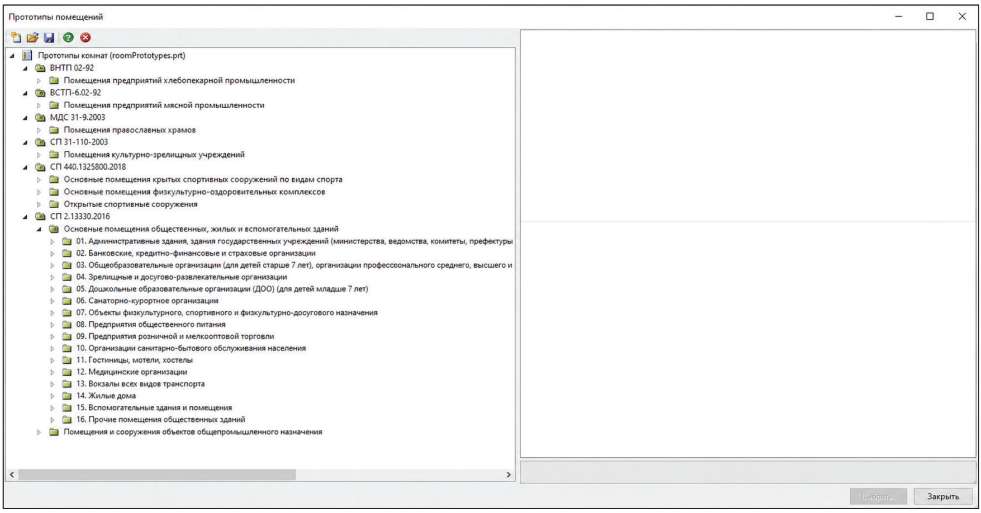


Рис. 2.25. Окно **Прототипы помещений**

Далее нажимаем ПКМ на выбранный тип прототипа помещения (рис. 2.26), в правой части окна появятся характеристики данного прототипа.

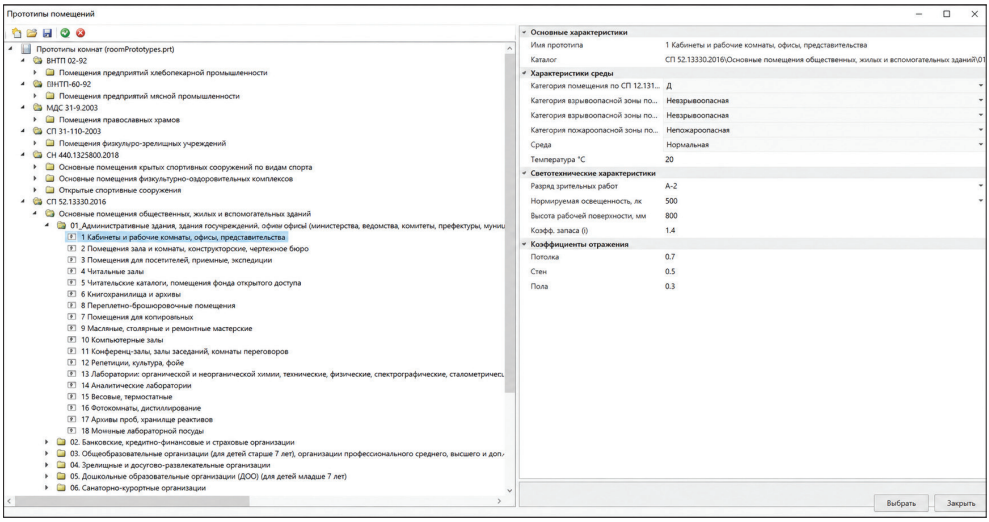


Рис. 2.26. Окно выбранного прототипа помещения

Наводим курсор на кнопку **Выбрать,** и свойства прототипа программа nanoCAD BIM Электро подгрузит в свойства выбранного нами помещения.

2.3. Расчет освещенности и расстановка светильников в nanoCAD BIM Электро

2.3.1. Расчет освещенности и количества светильников

Переход в **Свойства помещения** для расчета освещенности и расстановки светильников можно выполнить следующими способами:

1. На плане наводим курсор на кнопку **Модель здания** и нажимаем ПКМ – открывается окно **Модель здания/объекта** (рис. 2.27).

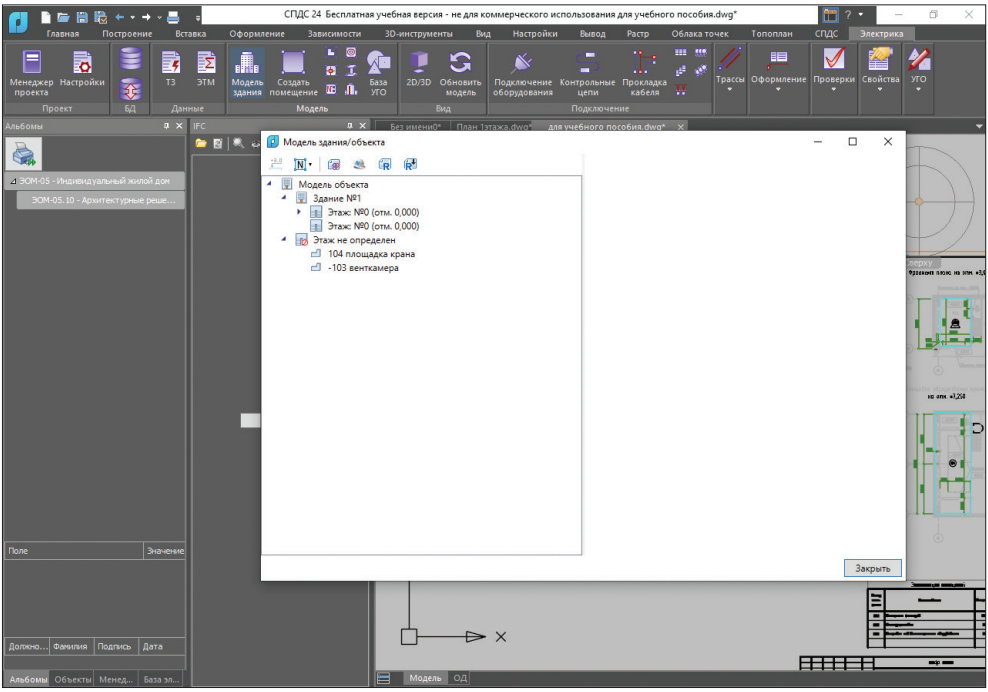


Рис. 2.27. Окно **Модель здания/объекта**

Наводим курсор на номер нужного нам помещения и нажимаем ПКМ – открываются **Свойства** (рис. 2.28).

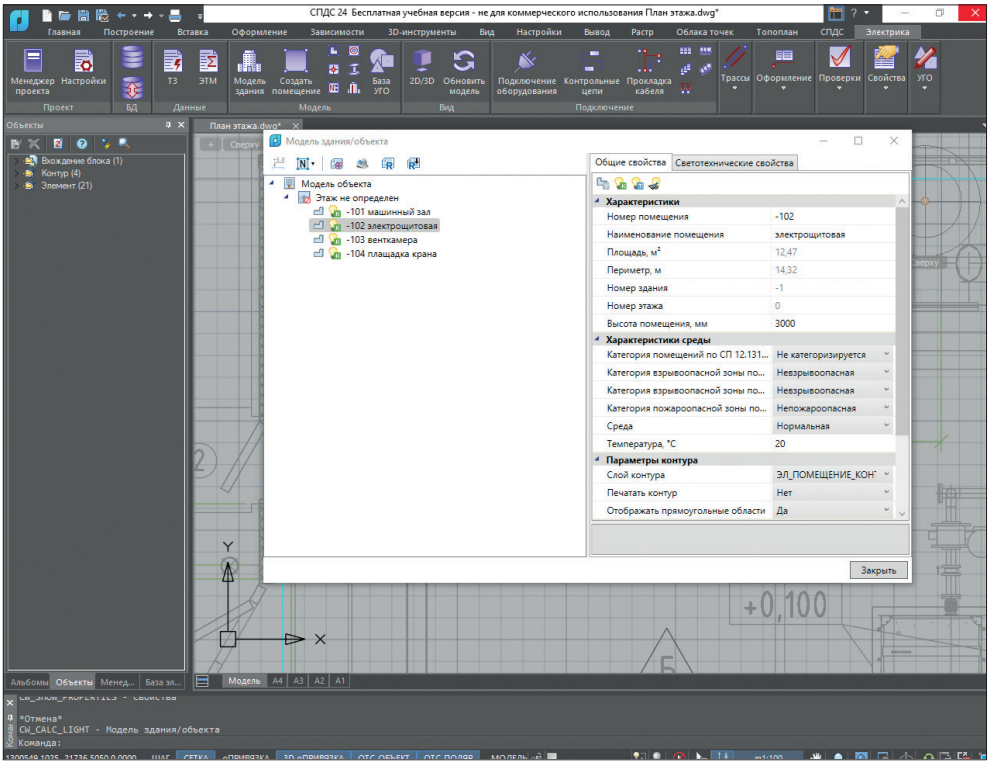


Рис. 2.28. Окно **Модель здания/объекта**

2. На плане наводим курсор на номер нужного помещения и дважды нажимаем ПКМ – открывается окно **Свойства «Контур помещения»** (рис. 2.29).

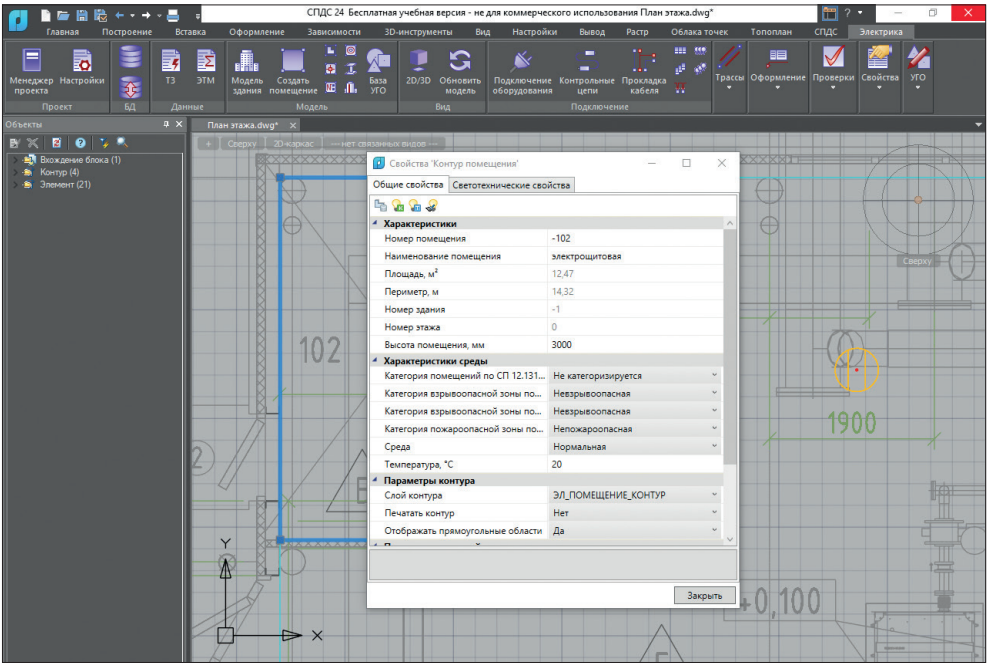


Рис. 2.29 Окно **Модель здания/объекта**

NB! Следует обратить внимание, что при расчете методом Ки nanoCAD BIM Электро сначала рассчитывает количество светильников для заданной освещенности помещения, а потом расставляет, а при применении точечного метода сначала расставляются светильники (оператором), а потом Ки nanoCAD BIM Электро рассчитывает освещенность. Точечный метод считается методом ручной расстановки светильников и определения освещенности.

2.3.2. Расчет освещенности и расстановка светильников при расчете освещенности методом Ки

В окне **Модель здания/объекта** или **Свойства «Контур помещения»** наводим курсор и нажатием ПКМ переходим в закладку **Светотехнические характеристики**. Наводим курсор на кнопку **Расчет освещенности** (метод Ки) (рис. 2.30).

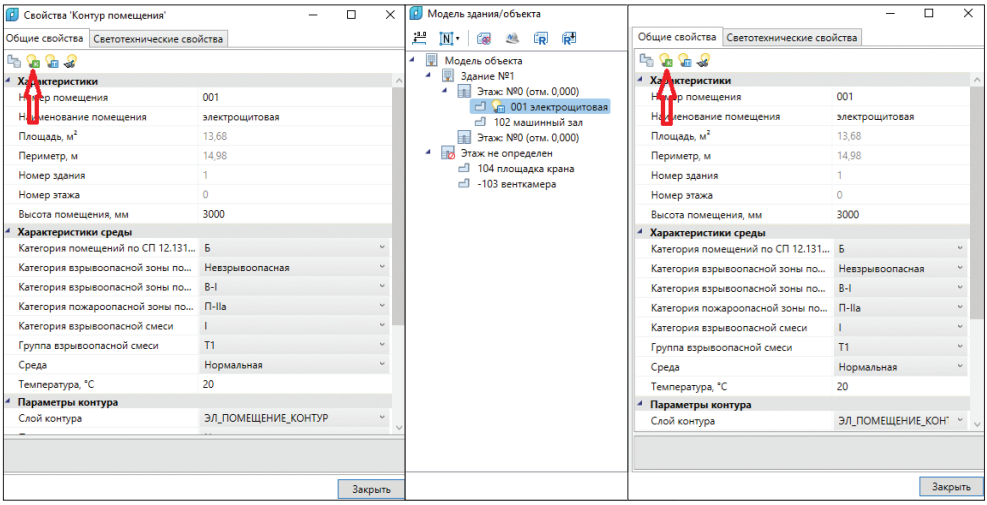


Рис. 2.30. Окно **Модель здания/объекта**

Открывается окно **Расчет освещенности методом Ки** (рис. 2.31), в котором мы ранее выбрали тип светильника. Нажимаем ПКМ на кнопку **Пересчитать** (рис. 2.31).

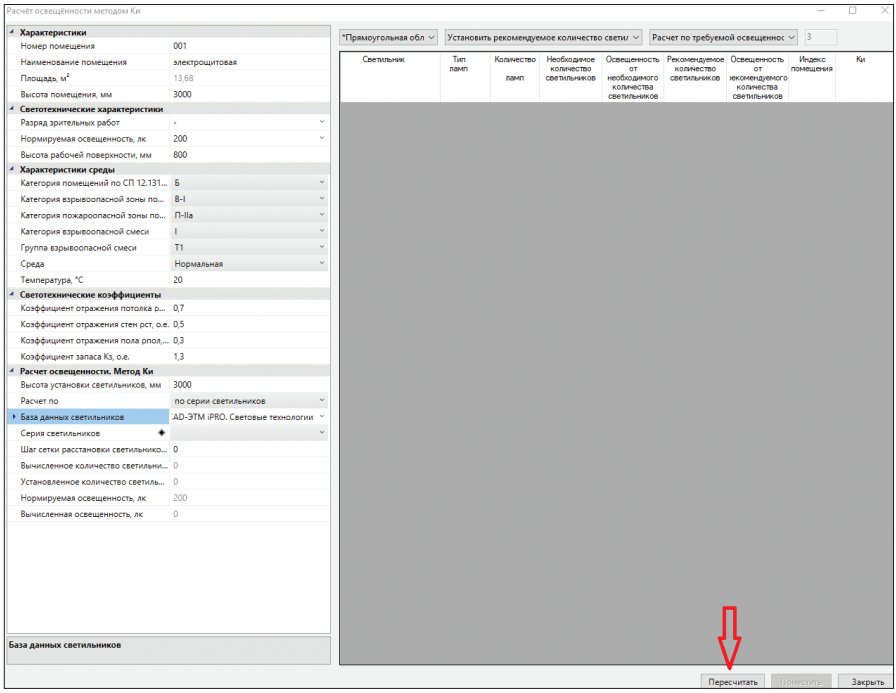


Рис. 2.31. Окно расчета освещенности

В правой части окна появляется результат расчета (рис. 2.32).

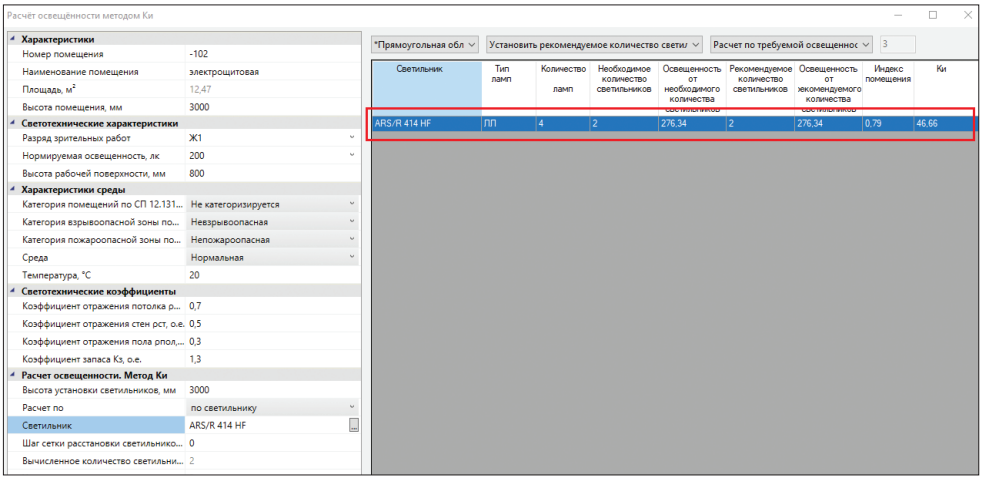


Рис. 2.32. Окно результата расчета освещенности по светильнику

При расчете по серии светильников результат расчета будет в виде сведений по каждой модели серии (рис. 2.33). Светильники серии, которые не подходят для данного типа помещений, в расчете будут выделены красным, и результат расчета будет обозначен «0».

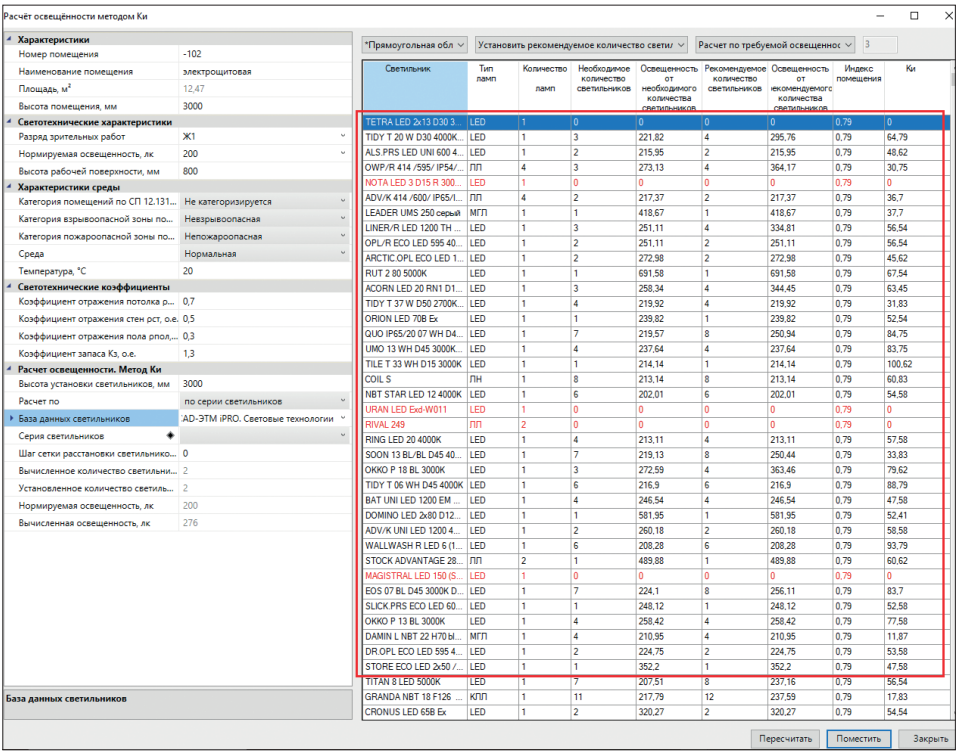
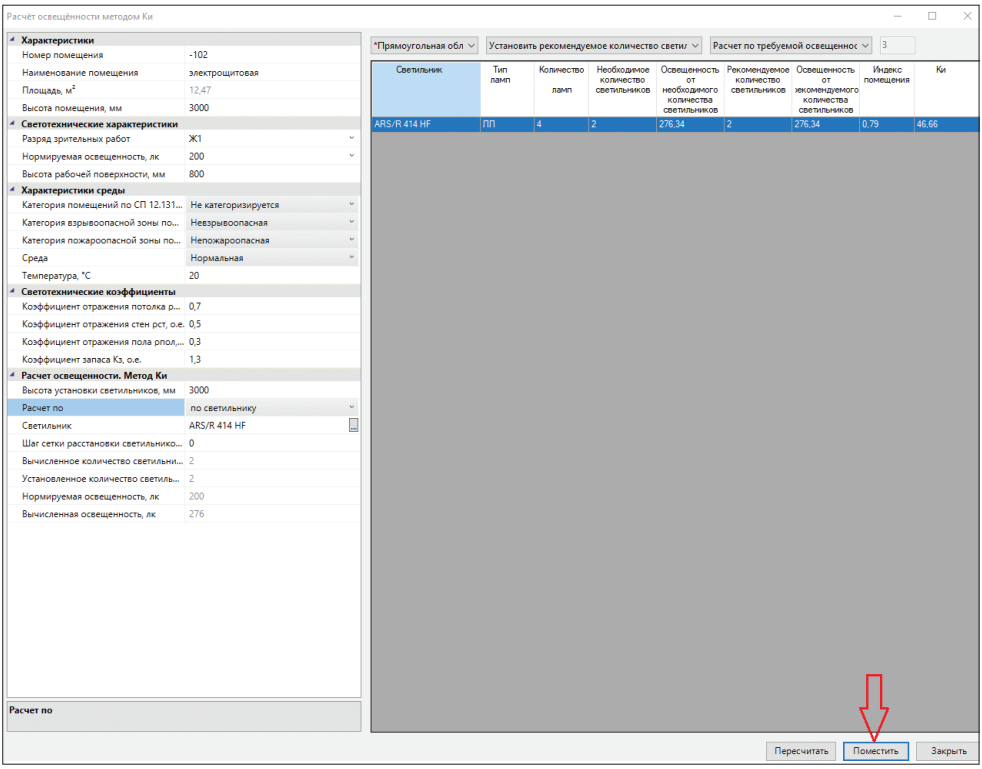


Рис. 2.33. Окно результата расчета освещенности по серии светильников

2.3.3. Расстановка светильников в помещении при применении метода Ки

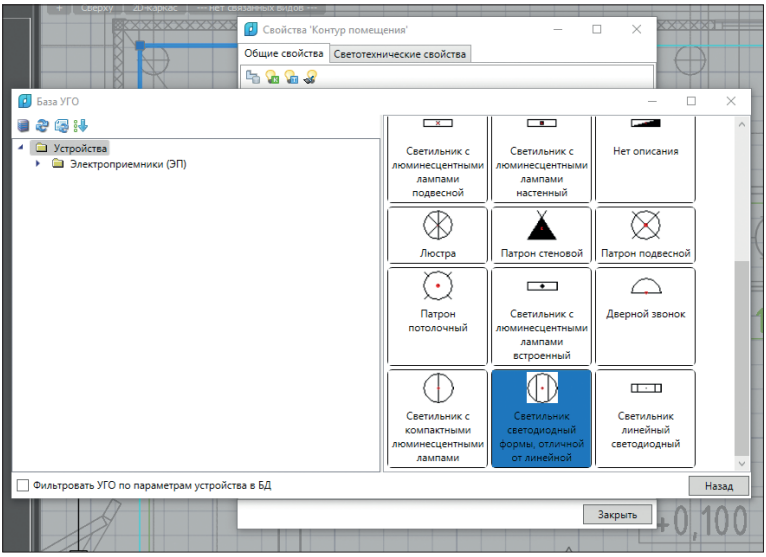
При расчете освещенности методом Ки возможны следующие варианты расстановки светильников:

1. Светильник выбран ранее указанным способом. В окне **Расчет освещенности методом Ки** наводим курсор на кнопку **Поместить**, нажимаем ПКМ (рис. 2.34а), выбираем из базы условных графических обозначений (УГО) тип обозначения (в нашем случае это светильник с диодными лампами и формой, отличной от линейной (рис. 2.34б)), и программа автоматически расставляет светильники (рис. 2.34в).

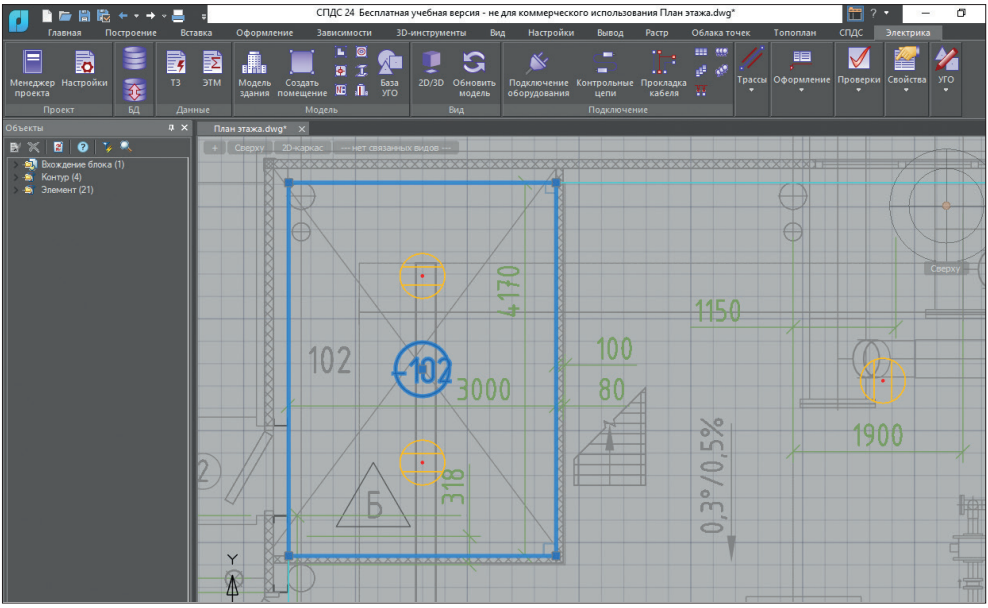


а)

Рис. 2.34. Окна расстановки светильников методом Ки без указания шага расстановки



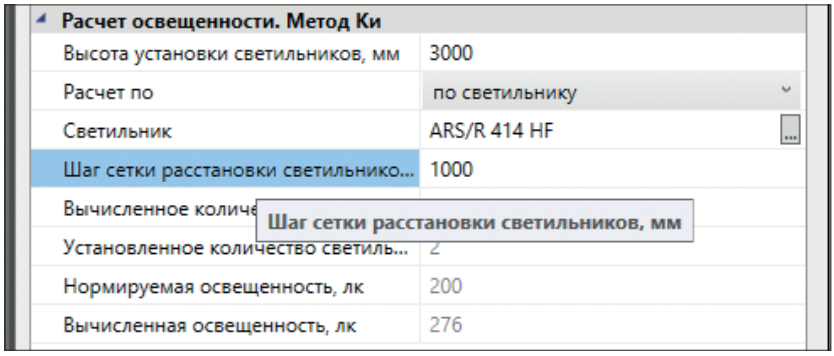
б)



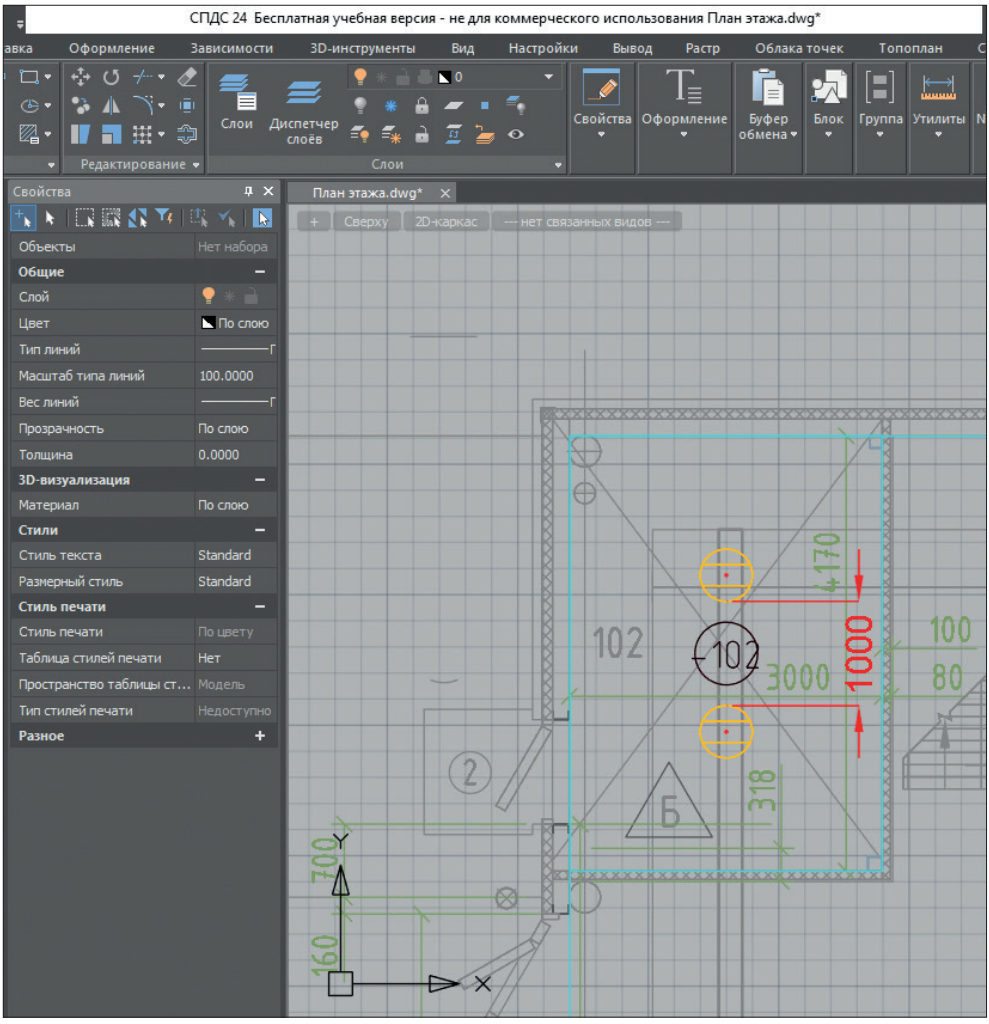
в)

Рис. 2.34. *Окончание*

В рассмотренном случае мы не задали параметр **Шаг сетки расстановки светильников**. Если задать **Шаг...** (рис. 2.35а), например 1000 мм, то при расстановке программа учтет данный параметр. Наводим курсор на кнопку **Поместить**, выбираем тип условного обозначения (рис. 2.34б) – и программа расставляет светильники с учетом заданного шага (рис. 2.35б).



а)



б)

Рис. 2.35. Окна расстановки светильников методом Ки без указания шага расстановки

Для дальнейшей расстановки светильников в других помещениях (при условии, что их свойства совпадают со свойствами помещения, для которого была выполнена расстановка (в нашем случае это помещение 102)) мы можем воспользоваться кнопкой **Копировать параметры освещенности** в окне **Свойства «Контур помещения»** (рис. 2.36).

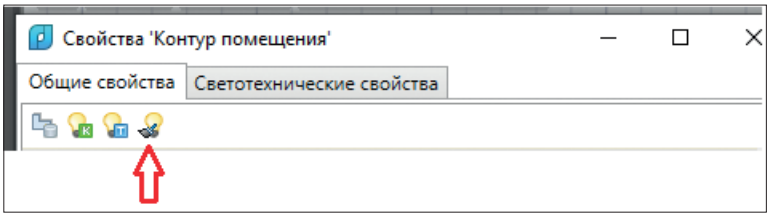
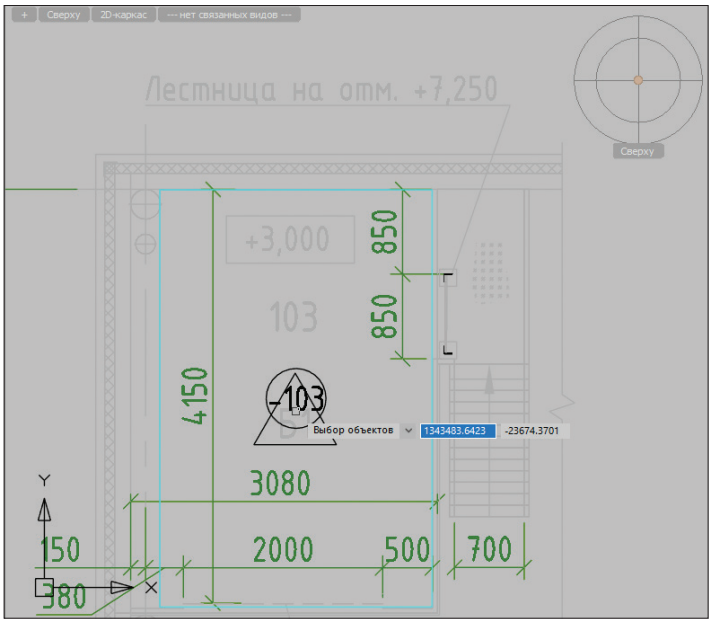


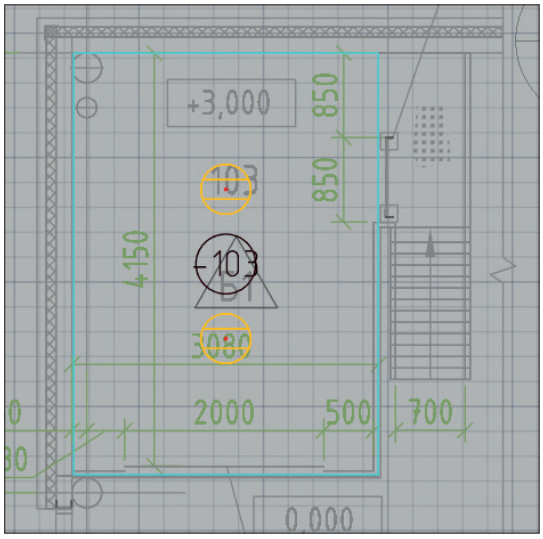
Рис. 2.36. Положение кнопки **Копировать параметры освещенности**

Наводим курсор на кнопку **Копировать параметры освещенности**, нажимаем ПКМ и далее выбираем однотипное помещение (рис. 2.37а) – наводим курсор на номер этого помещения и нажимаем ПКМ и далее кнопку **Ввод** на клавиатуре, программа расставляет светильники в выбранном помещении (рис. 2.37б), в нашем случае это помещение 103.



а) Выбор однотипного помещения

Рис. 2.37. Копировать параметры освещенности



б) Результат вставки

Рис. 2.37. *Окончание*

2.3.4. Расстановка светильников в помещении при применении точечного метода

Выбираем светильник в ранее рассчитанном помещении. Возьмем помещение 103, для которого мы ранее (методом Ки) расставили светильники (рис. 2.36б).

Наводим курсор на изображение светильника и нажатием ПКМ его выделяем. Средствами nanoCAD BIM Электро скопируем и переместим данный светильник в помещение, которое требуется осветить.

Для этого наводим курсор на светильник и нажимаем ПКМ (светильник выделен).

Далее наводим курсор на кнопку **Копирование объектов на заданное расстояние в указанном направлении**, которая расположена в командной строке nanoCAD BIM Электро (рис. 2.38).

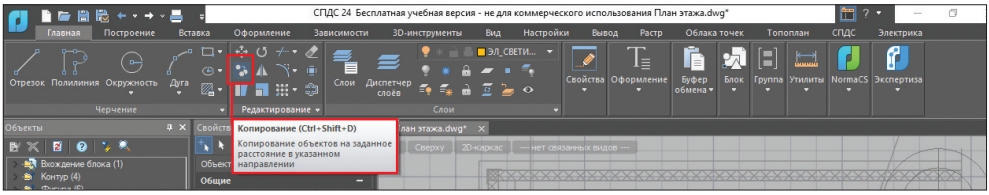


Рис. 2.38. Кнопка **Копирование объектов на заданное расстояние в указанном направлении**

Переносим светильник в нужное нам помещение и расставляем его в этом помещении. Например, перенесли в помещение 102 и поставили один светильник так, как это показано на рис. 2.39.

Предварительная расстановка светильников завершена. Далее переходим к расчету освещенности с учетом выполненной расстановки.

NB! При применении точечного метода расчета освещенности в программе nanoCAD BIM Электро операции по расстановке светильников могут выполняться несколько раз с учетом результатов расчета освещенности.

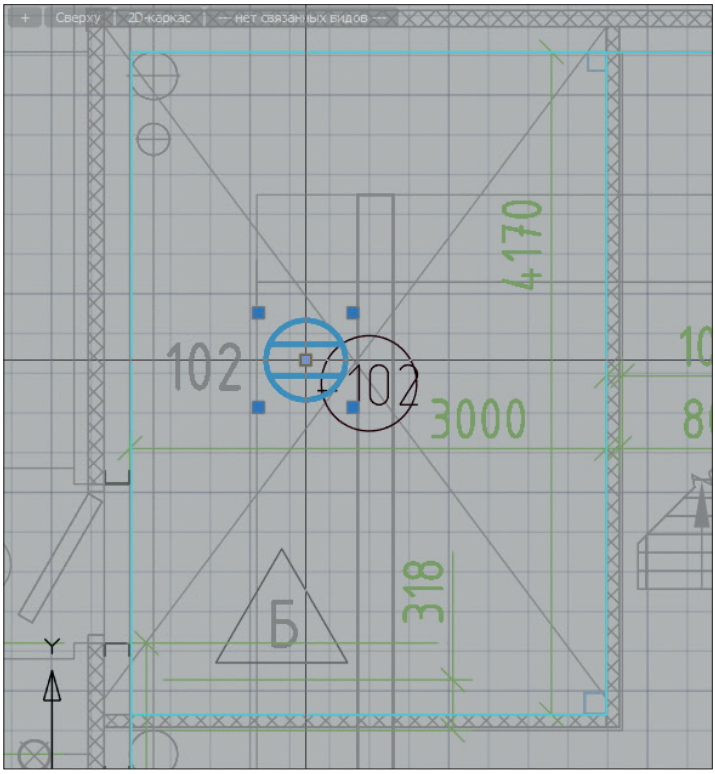


Рис. 2.39. Расстановка светильников при расчете точечным методом

2.3.5. Расчет освещенности при расчете освещенности точечным методом

Светильники расставлены (см. п. 2.4.4).

Приступаем к расчету.

Наводим курсор на номер помещения и дважды нажимаем ПКМ – открывается окно **Свойства «Контур помещения»**.

Наводим курсор на кнопку **Расчет освещенности «точечный метод»** (рис. 2.40) и нажимаем ПКМ – открывается окно **Результаты расчета точечным методом (Помещение 102)**, см. рис. 2.41.

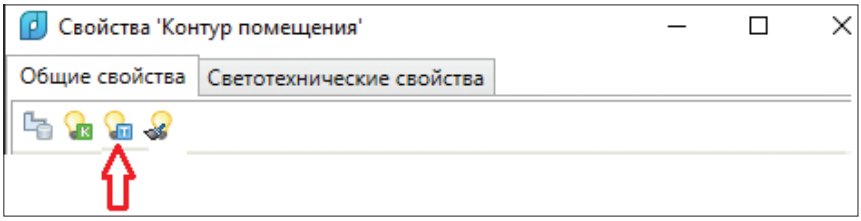


Рис. 2.40. Положение кнопки **Расчет освещенности «точечный метод»**

При открытии окна программа nanoCAD BIM Электро выполнит расчет освещенности.

В левой части окна 1 (см. рис. 2.42) будет выведена **Карта освещенности** помещения.

В правой верхней части 2 (см. рис. 2.42) – результаты расчета, настройки отображения и сетка освещенности. Настройки изображения и сетку освещенности можно менять.

В правой нижней части 3 (см. рис. 2.42) – настройки изолиний. В настройках изолиний можно настроить цветовую гамму соответствующих зон освещенности.

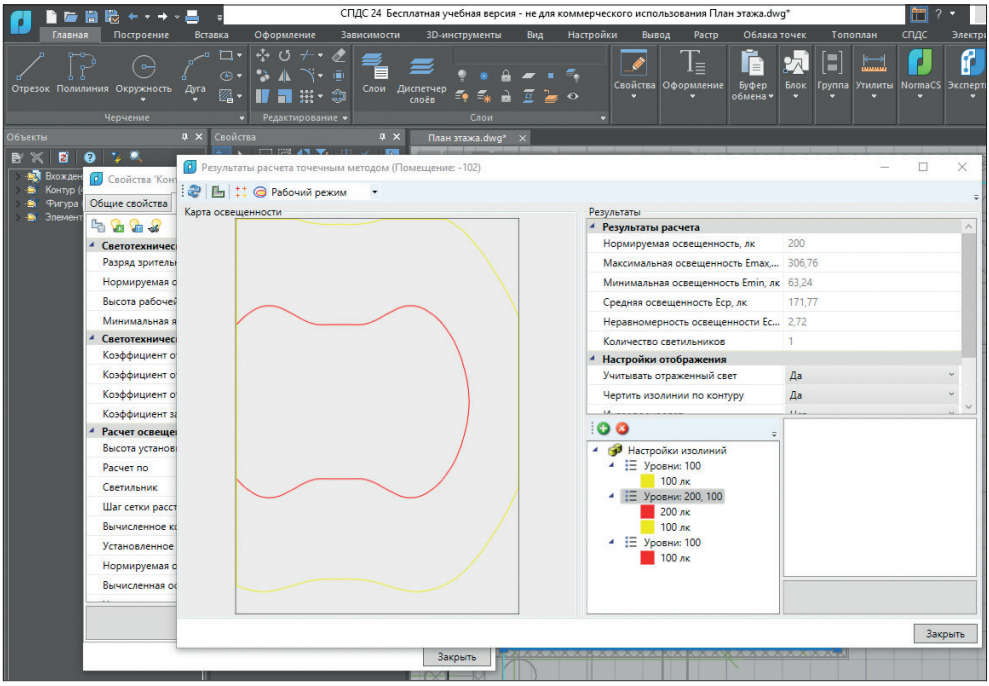


Рис. 2.41. Окно **Результаты расчета точечным методом (Помещение 102)**

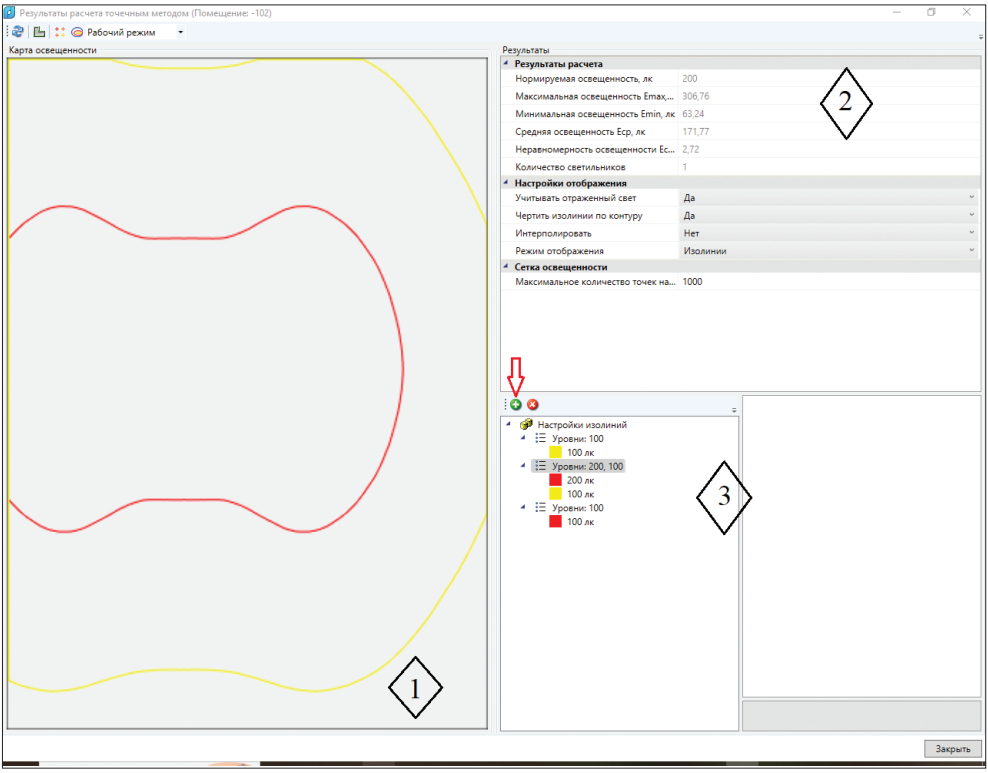


Рис. 2.42. Основные сведения в окне **Результаты расчета точечным методом (Помещение 102)**

Настройка изолиний: наводим курсор и ПКМ выделяем строку Уровни (рис. 2.43).

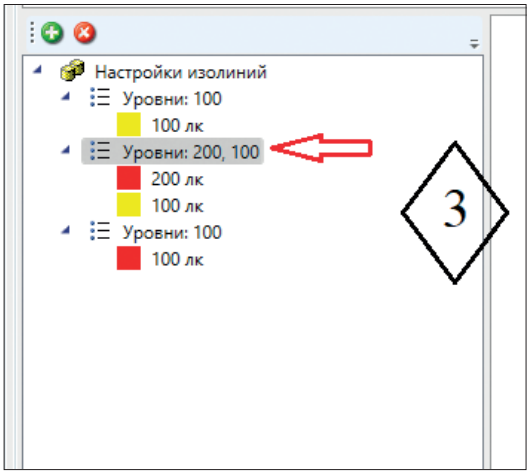


Рис. 2.43. Выбор уровня для настройки

Наводим курсор на кнопку **Добавить** и нажимаем ПКМ (рис. 2.44).

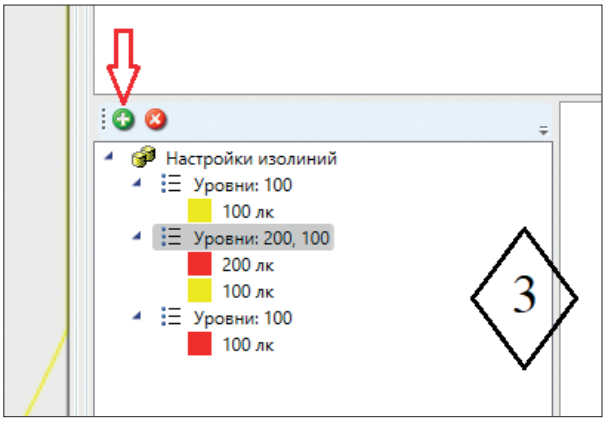


Рис. 2.44. Кнопка добавления уровня

В выбранном уровне появляется новая строка, для которой мы задаем параметры освещенности и цветовое отображение (рис. 2.45).

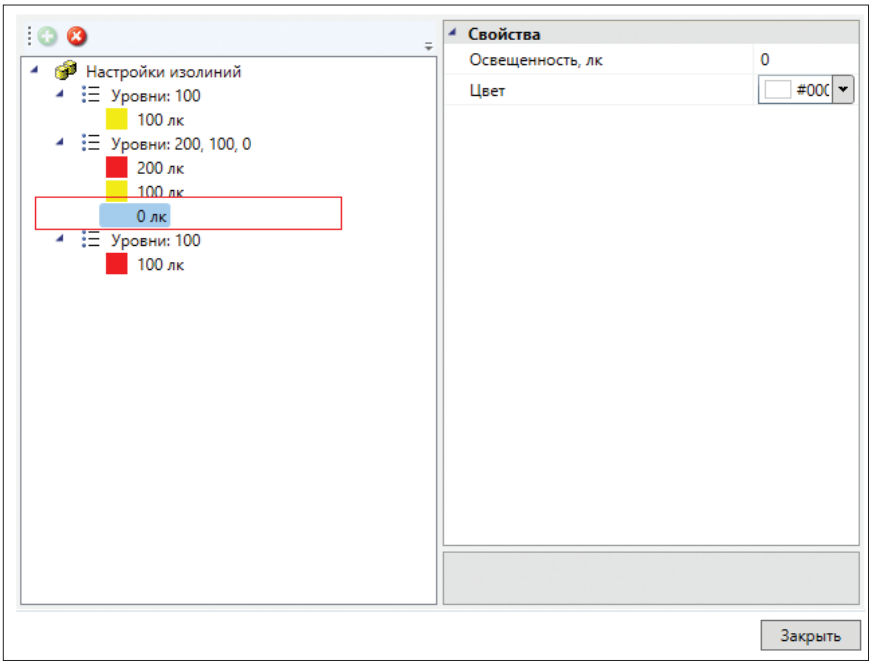


Рис. 2.45. Добавление и настройка уровня

После настройки программа nanoCAD BIM Электро выполняет пересчет, и по окончании мы получаем новую картину распределения освещенности в изолиниях.

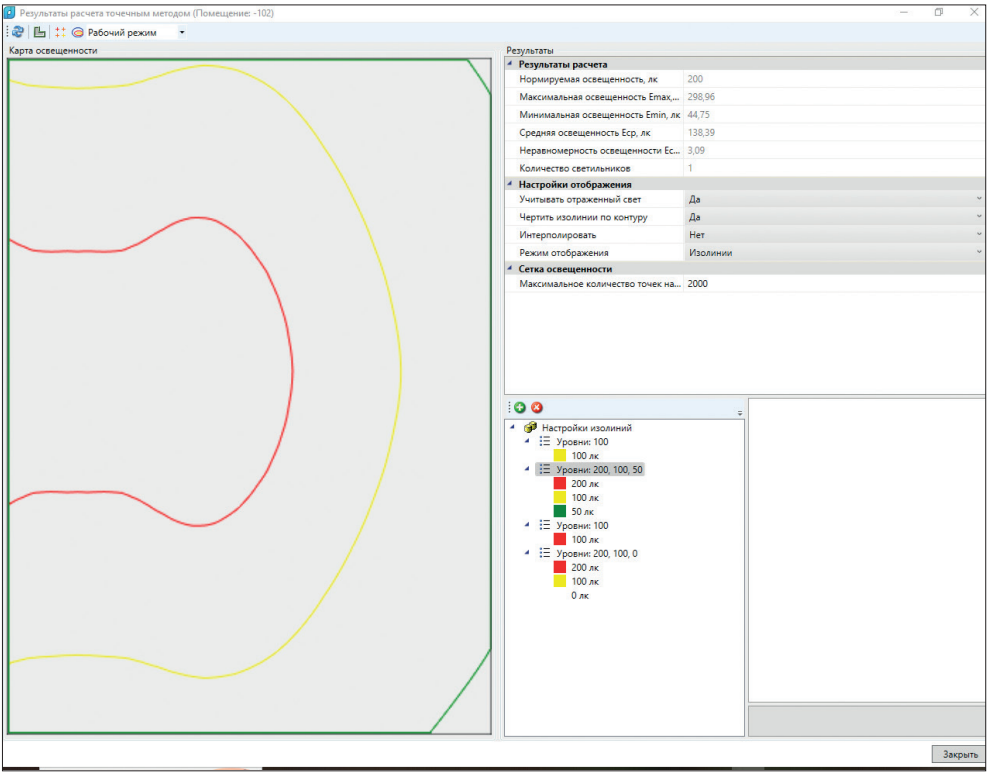


Рис. 2.46. Результат расчета освещенности в изолиниях

Вывести результаты расчета точечным методом можно и в виде цветовой гаммы (рис. 2.47).

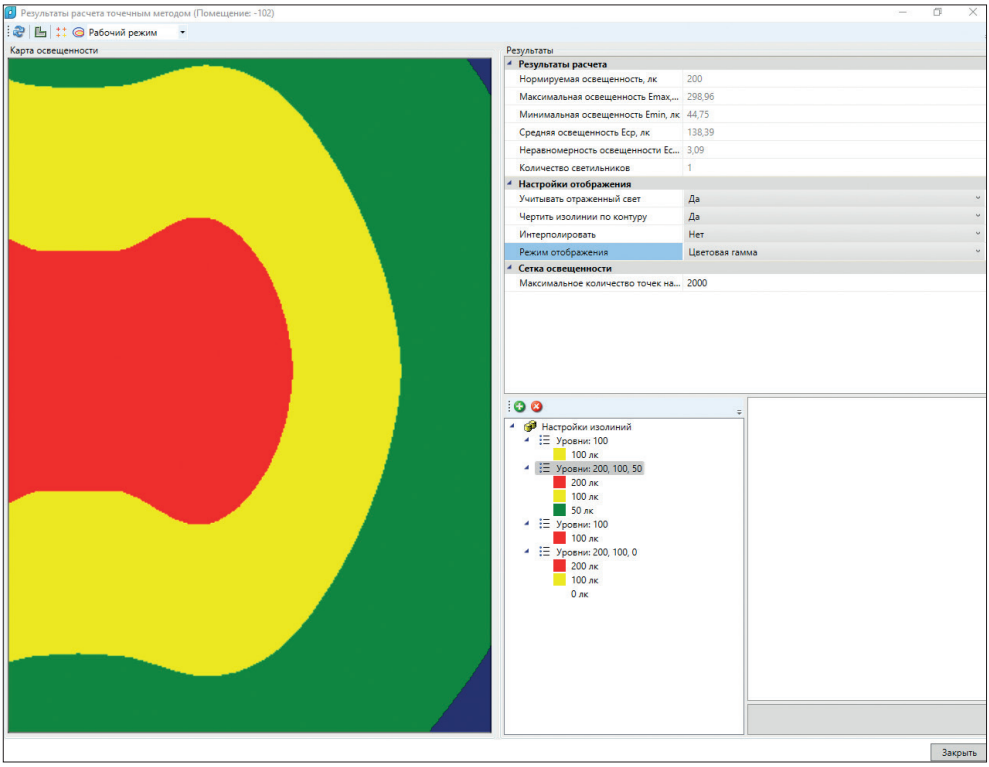


Рис. 2.47. Результат расчета освещенности в цветовой гамме

Далее при необходимости возможна корректировка расположения светильников и повторные расчет и проверка.

Следует отметить, что точечный метод также можно применять и для помещений, рассчитанных методом Ки, в случае если необходимо изменить конфигурацию расположения светильников с учетом расстановки оборудования или необходимости добавить светильники для местного освещения. В этом случае операции выполняются так же, как это было указано выше.

При необходимости перенести сетку освещенности на план наводим курсор на кнопку **Начертить сетку освещенности на плане** и нажимаем ПКМ (рис. 2.48).

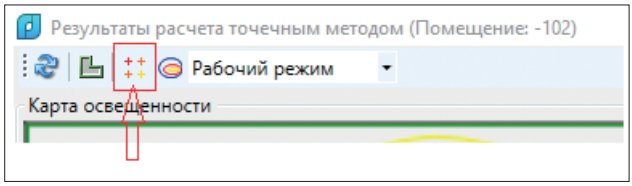


Рис. 2.48. Положение кнопки **Начертить сетку освещенности на плане**

Закрываем окна, на плане помещения будет нанесена сетка освещенности (рис. 2.49).

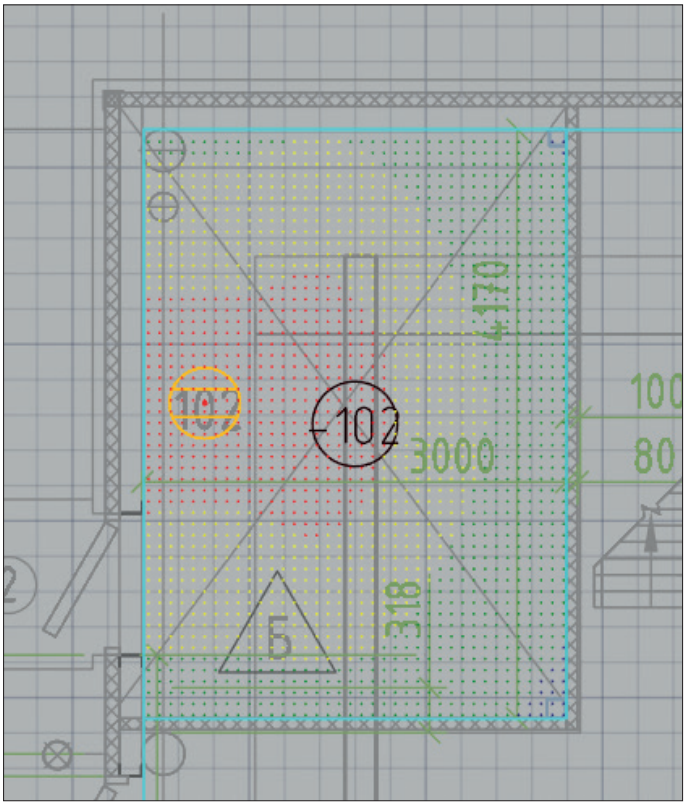


Рис. 2.49. Сетка освещенности на плане

При необходимости перенести изолинии на план наводим курсор на кнопку **Начертить изолинии на плане** и нажимаем ПКМ (рис. 2.50).

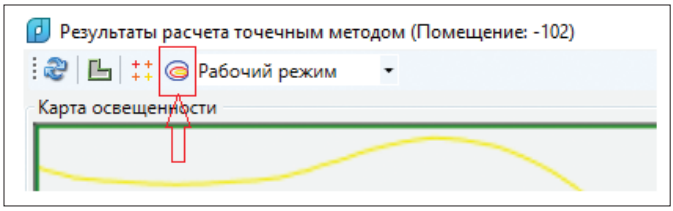


Рис. 2.50. Положение кнопки **Начертить сетку освещенности на плане**

Закрываем окна, на плане помещения будут нанесены изолинии (рис. 2.51).

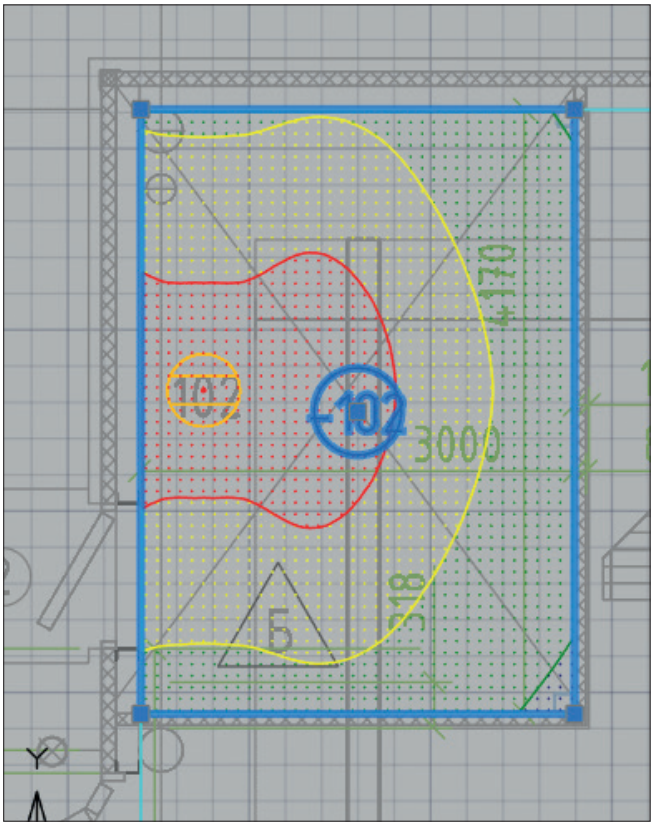


Рис. 2.51. Сетка освещенности на плане

2.3.6. Расстановка светильников с использованием возможностей Платформы nanoCAD

Для ручной быстрой расстановки светильников также возможно использование возможностей Платформы nanoCAD, не относящихся к функционалу nanoCAD BIM Электро.

В частности, быстрая расстановка возможна с применением кнопки **Массив**, расположенной в командной строке Платформы nanoCAD (рис. 2.52).

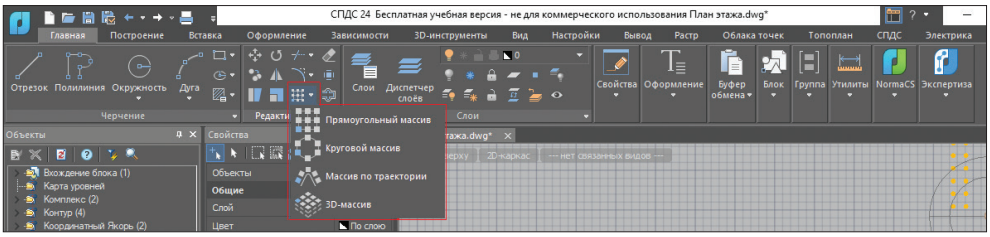


Рис. 2.52. Расположение кнопки **Массив**

Используя данную кнопку, можно быстро расставить светильники в разных помещениях, в том числе и по сложным трассам при применении точечного метода, с целью его некоторой автоматизации.

Следует отметить, что при такой расстановке программа nanoCAD BIM Электро не будет воспринимать расставленные светильники как светильники. Программа их будет считать массивом, у которого нет светотехнических характеристик. Для того чтобы программа начала распознавать их как светильники, следует дважды провести операции с данным массивом: **Разгруппировать**.

Например, необходимо расставить светильники по сложной траектории (рис. 2.53).

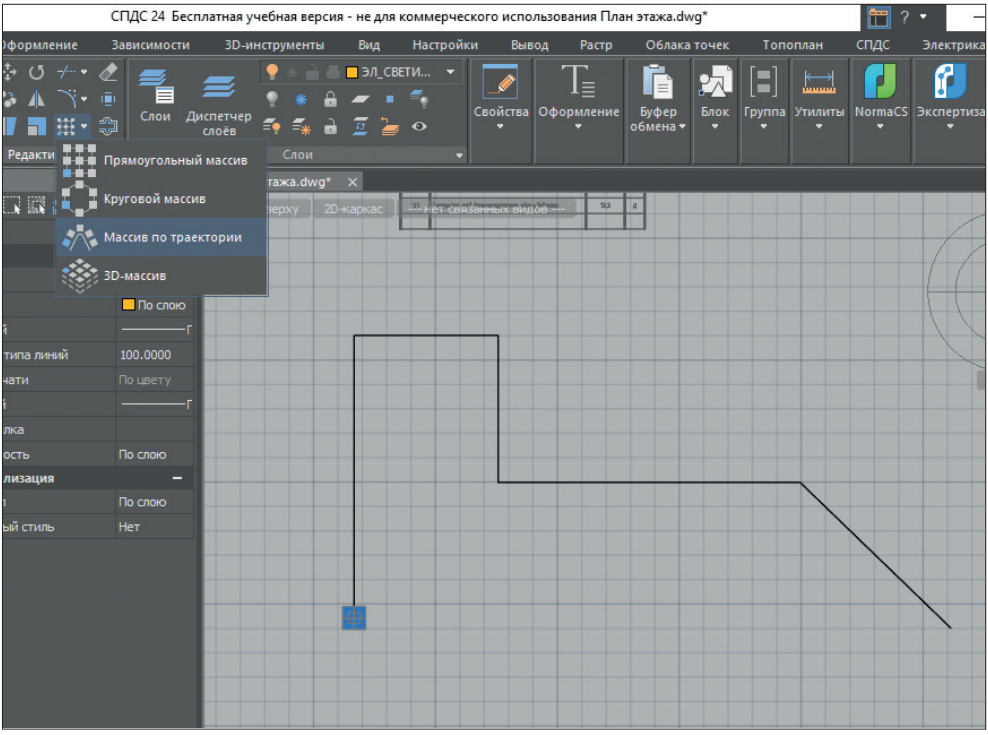


Рис. 2.53. Расположение кнопки **Массив**

Наводим курсор на кнопку **Массив**, нажимаем ПКМ, выбираем способ расстановки (в данном случае **Массив по траектории**) и задаем параметры расстановки, получаем размещение светильников (рис. 2.53).

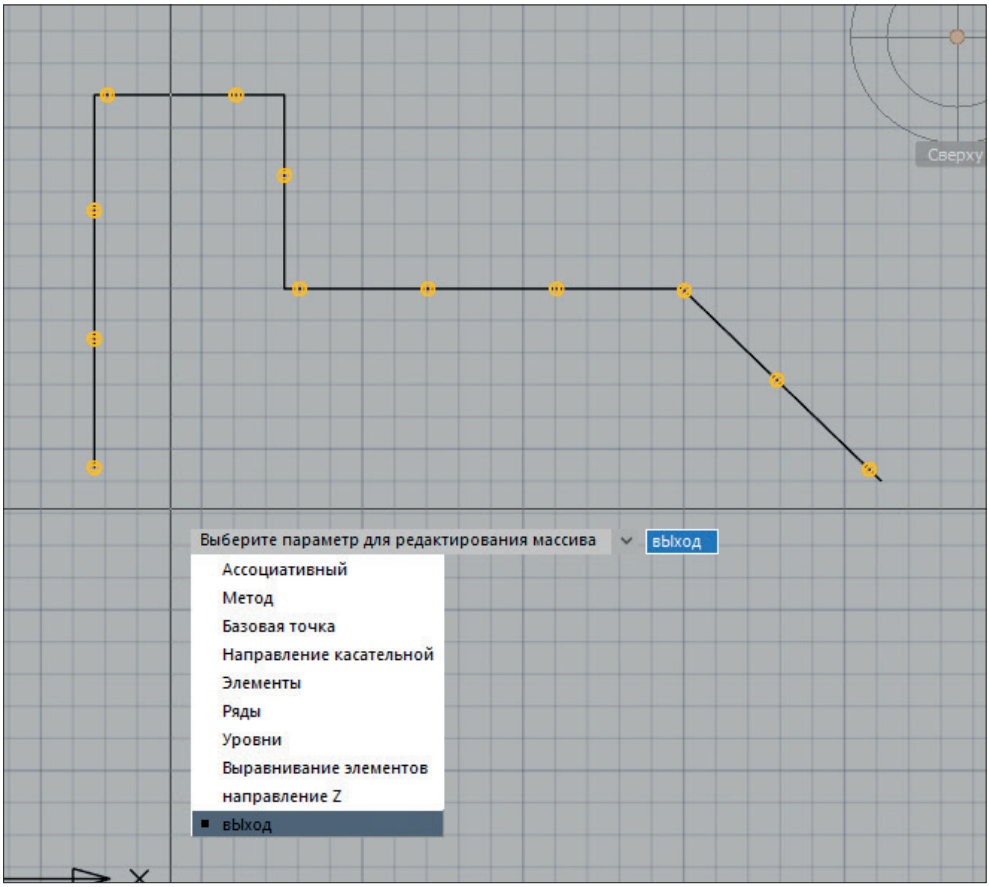


Рис. 2.53. Расположение кнопки **Массив**

Литература к главе 2

1. *Косарев Б. А.* Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений / Б. А. Косарев. – М.: Академия, 2014. – 352 с.
2. *Суходолов Я. А.* Информационное моделирование зданий (BIM): основы, технологии, организация работ / Я. А. Суходолов. – М.: АСВ, 2019. – 256 с.
3. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» (актуализированная редакция СНиП 23-05-95).
4. СП 439.1325800.2018 «Здания и сооружения. Правила проектирования аварийного освещения».
5. ГОСТ 27900–88 «Светильники для аварийного освещения. Технические требования».
6. ГОСТ IEC 60598-2-22–2012 «Светильники. Часть 2-22. Частные требования. Светильники для аварийного освещения».

7. СП 76.13330.2016 «Электротехнические устройства», актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85.
8. СП 419.1325800.2018 «Здания производственные. Правила проектирования естественного и совмещенного освещения» (утв. приказом Минстроя России от 17.12.2018 № 813/пр).
9. СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа».
10. СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования».
11. ГОСТ Р 21.101–2026 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации».

ГЛАВА 3

Порядок разработки планов и создания принципиальных схем и планов расположения светильников в nanoCAD BIM Электро

Итак, мы выполнили (см. главу 2) светотехнический расчет, выбрали и расставили светильники по помещениям.

Теперь приступим к прокладке сетей, выбору и расстановке щитового оборудования, а также к формированию однолинейных схем щитов и планов осветительных сетей.

3.1. Создание планов прокладки трасс сетей электроосвещения

В командной строке **Электрика** выбираем кнопку **Трассы**, нажимаем ЛКМ, выбираем кнопку **Прокладка трассы** и нажимаем ЛКМ (см. рис. 3.1).

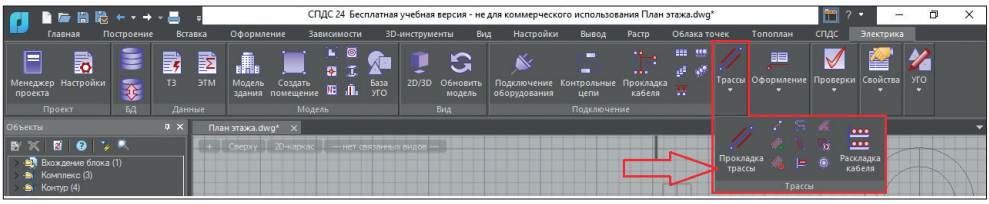


Рис. 3.1. Выбор кнопки **Прокладка трассы**

Появляется окно **Настройка трассы** (рис. 3.2).

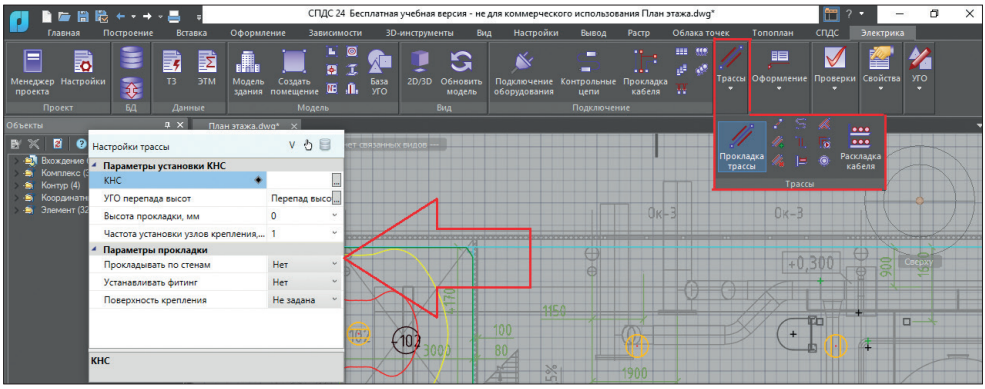


Рис. 3.2. Окно **Настройка трассы**

В окне **Настройка трассы** мы, при условии что нам известны все условия ее прокладки, можем задать основные характеристики.

1. **Параметры установки кабеленесущих систем (КНС) в части:**

1.1. Тип КНС – нажимаем ПКМ на кнопку в строке КНС и попадаем в **Базу данных оборудования**, где выбираем **Базу данных кабеленесущих систем** и нужную нам систему (рис. 3.3). Программа позволяет как использовать имеющиеся данные из БД оборудования проекта, так и выбирать из имеющейся общей БД оборудования.

Состав БД оборудования программы nanoCAD BIM Электро предусматривает достаточно полную настройку выбранной системы и описание ее как по способу крепления, структуре узла крепления, так и по частоте установки узлов крепления (рис. 3.4).

Кроме того, БД содержит подробное описание узла крепления. Для перехода нажимаем на кнопку ЛКМ напротив **Конфигурации узла крепления** и переходим в окно **База данных оборудования – Узел крепления** (см. рис. 3.5).

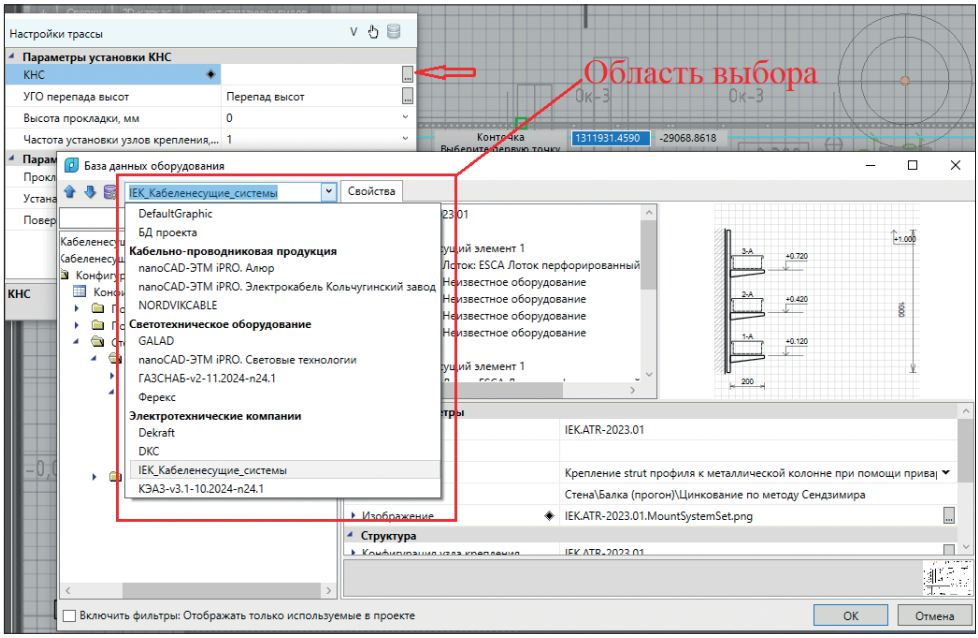


Рис. 3.3. Окно **Настройка трассы**

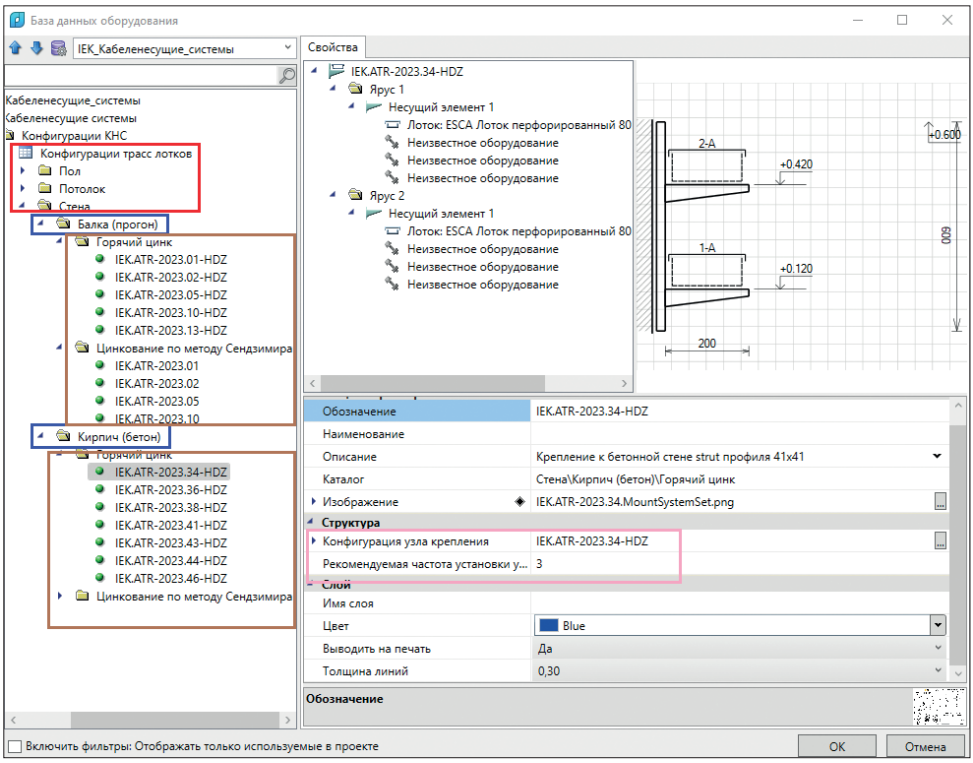


Рис. 3.4. Окно **База данных оборудования**

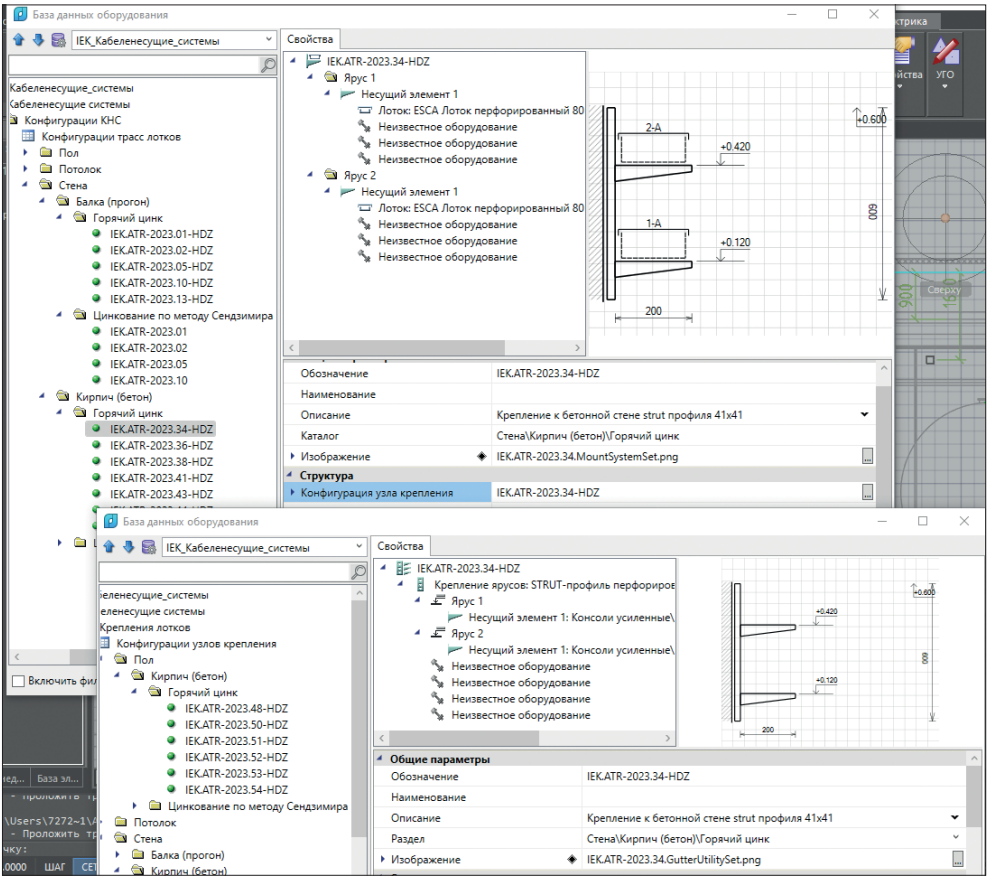
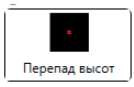


Рис. 3.5. Окно **База данных оборудования** в части конфигурации узла крепления

1.2. Условно-графическое обозначение (УГО) перепада высот – нажимаем ПКМ на кнопку в строке и попадаем в **Базу УГО** (рис. 3.6), где можем выбрать условно-графическое изображение точки, где трасса меняет высоту. На рис. 3.6 показаны **базовые обозначения** (их четыре – ДВА относятся к коробам и ДВА к трубам).

Выберем обозначение **перепад высот**, относящееся к коробам: 

.

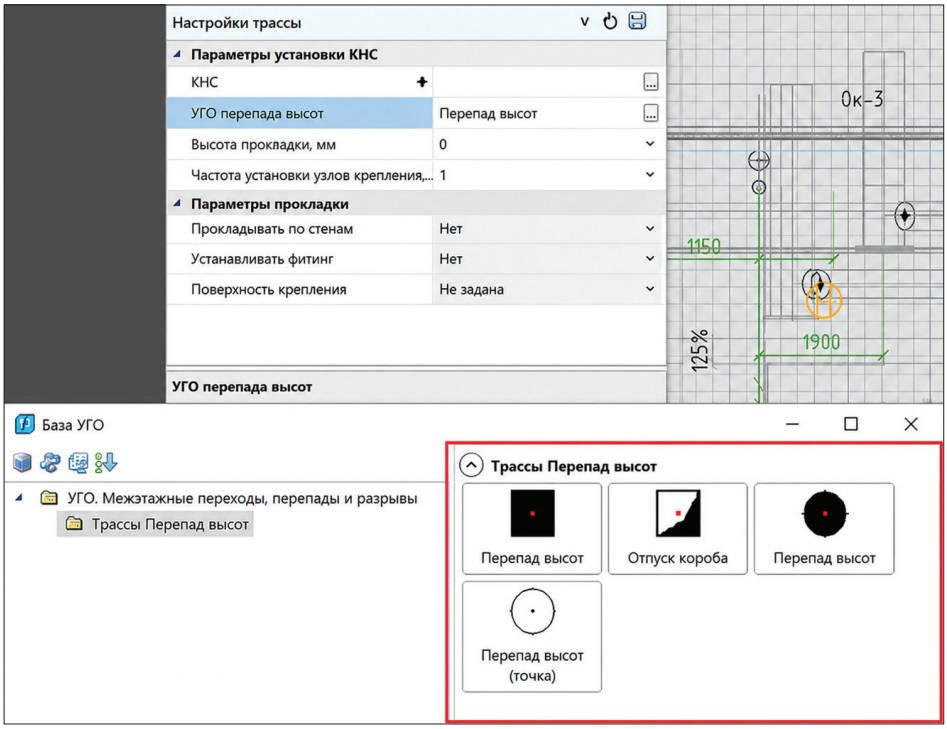


Рис. 3.6. Окно **База УГО** в части настройки точки перепада высот

1.3. Высота прокладки – указываем ее с учетом высоты помещения и планируемого размещения трассы (указывается в мм), например 3000 (рис. 3.7).

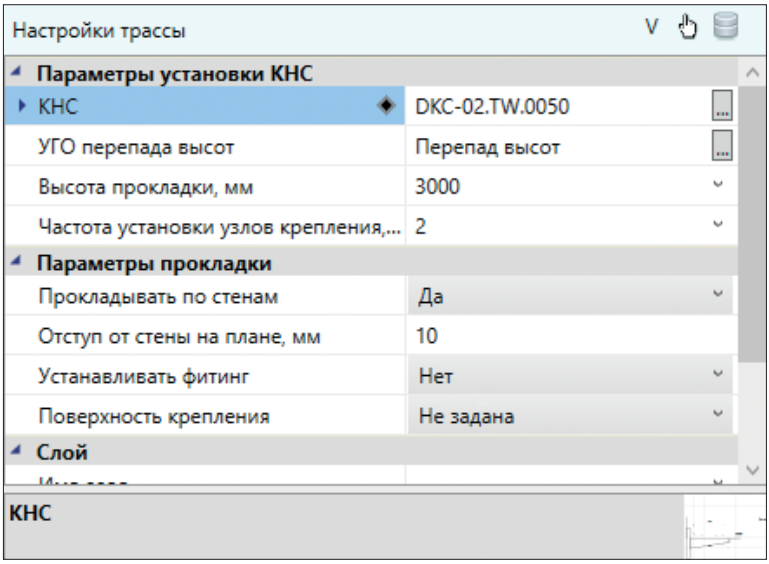


Рис. 3.7. Высота прокладки в окне **Настройка трассы**

Для этого наводим курсор на строку **Высота прокладки трассы** и с интервалом нажимаем ПКМ, после чего вводим высоту (рис. 3.7).

1.4. Частота установки узлов крепления – частоту установки узлов крепления мы либо принимаем, исходя из рекомендуемого значения по БД оборудования, либо указываем самостоятельно в окне (указывается в метрах). Для этого наводим курсор на строку **Частота установки узлов крепления** и с интервалом нажимаем ЛКМ, после чего выбираем частоту установки узлов крепления, например 2 (рис. 3.8).

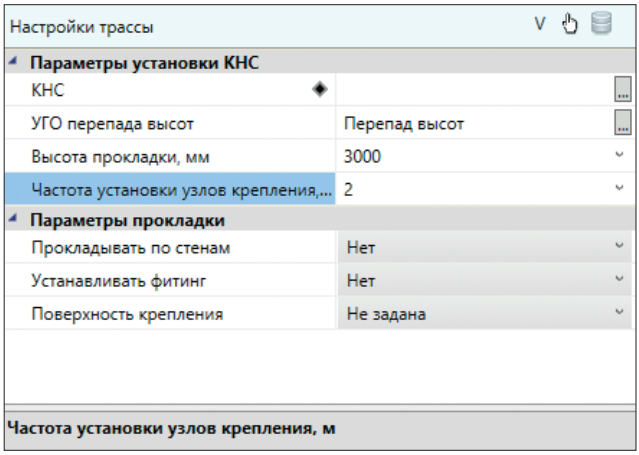


Рис. 3.8. Частота установки узлов крепления в окне **Настройка трассы**

2. **Параметры прокладки в части:**

2.1. Прокладывать по стенам – наводим курсор на строку, далее на стрелку выбора и нажимаем ПКМ, выбираем **Да** или **Нет** (рис. 3.9). Прокладка по стенам в данном случае позволит при выполнении трассы их использовать (например, если у нас светильники крепятся к стене).

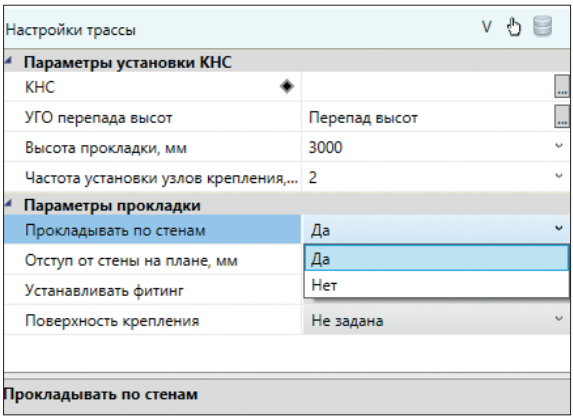


Рис. 3.9. Частота установки узлов крепления в окне **Настройка трассы**

2.2. Отступ от стены на плане – наводим курсор на строку, дважды нажимаем ПКМ и вводим значение (в мм), например 10 (рис. 3.10).

2.3. Устанавливать фитинг – наводим курсор на строку, далее на стрелку выбора и нажимаем ПКМ, выбираем **Да** или **Нет** (рис. 3.11). Программа nanoCAD BIM Электро самостоятельно (с учетом БД оборудования) при прокладке трассы и выборе КНС будет предусматривать необходимое оборудование для соединения.

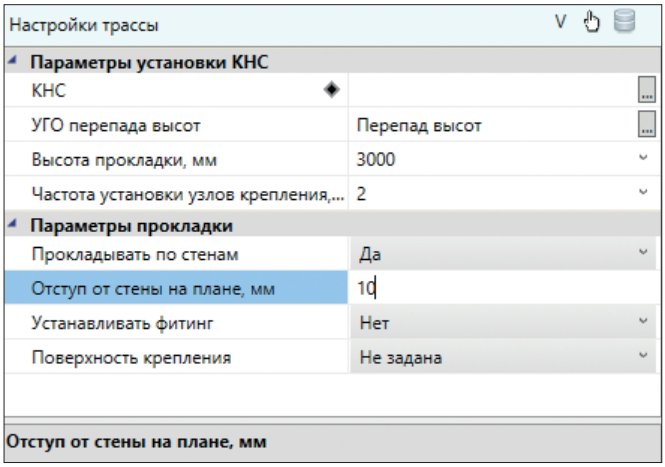


Рис. 3.10. Отступ от стены на плане в окне **Настройка трассы**

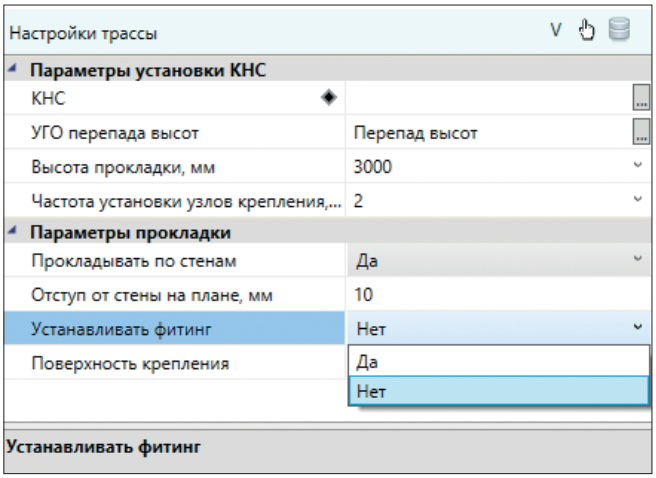


Рис. 3.11. Устанавливать фитинг в окне **Настройка трассы**

2.4. Поверхность крепления – наводим курсор на строку, далее на стрелку выбора и нажимаем ПКМ, выбираем поверхность для крепления (рис. 3.12).

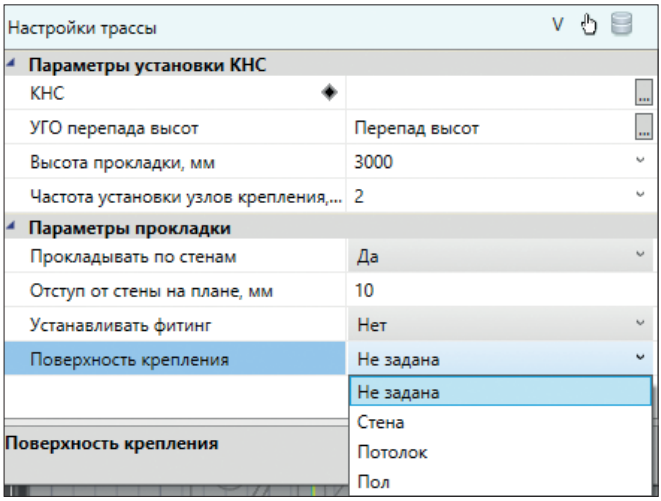


Рис. 3.12. Поверхность крепления в окне **Настройка трассы**

Кроме того, следует отметить, что в окне **Настройка трассы** есть «горячие кнопки», которые расположены в правом верхнем углу окна.

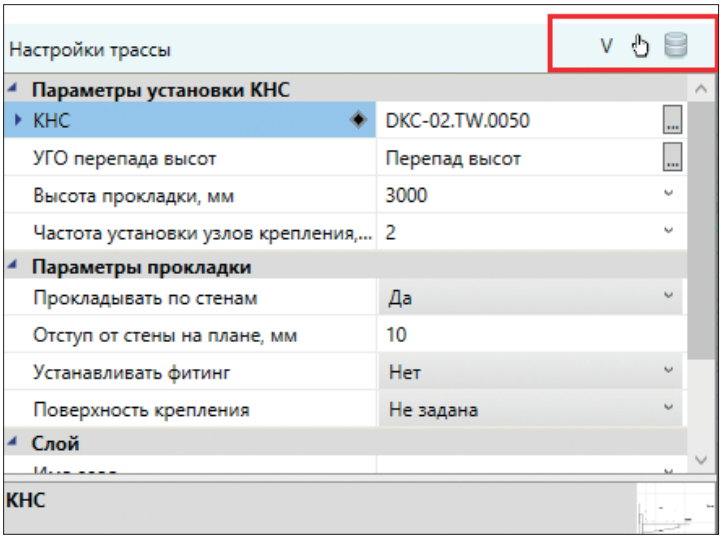


Рис. 3.13. «Горячие кнопки» в окне **Настройка трассы**,
где:

V – последние использовавшиеся конфигурации;

– получить параметры из существующей трассы;

– выбрать из БД

Все вышеуказанные действия можно выполнять как до прокладки трассы, так и после прокладки. Кроме того, программа nanoCAD BIM Электро даже в дальнейшем позволяет выполнять корректировку.

Итак, мы рассмотрели и откорректировали настройку трассы. Приступим к прокладке трасс на плане.

Для этого наводим курсор на плане на первую точку (например, светильник (рис. 3.14)), нажимаем ЛКМ и, удерживая ее, ведем до следующей точки.

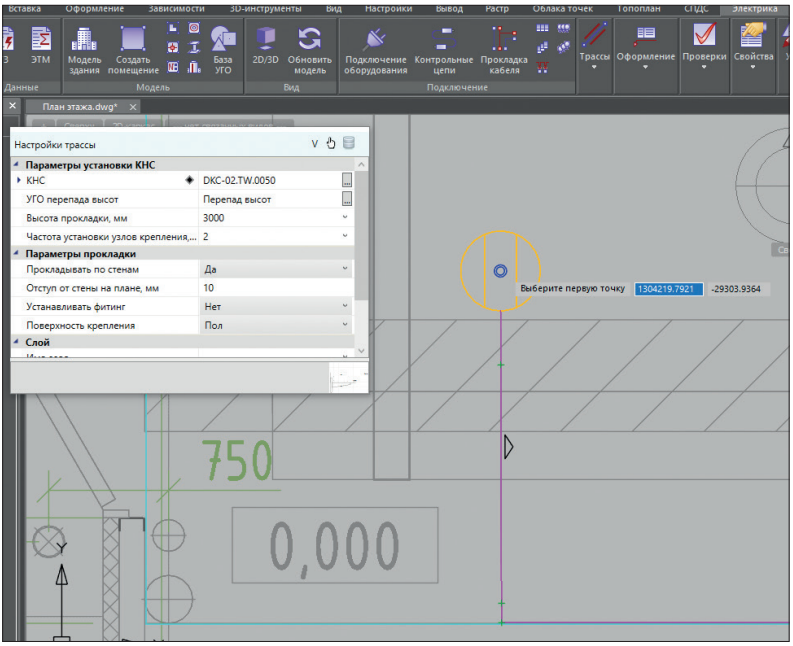
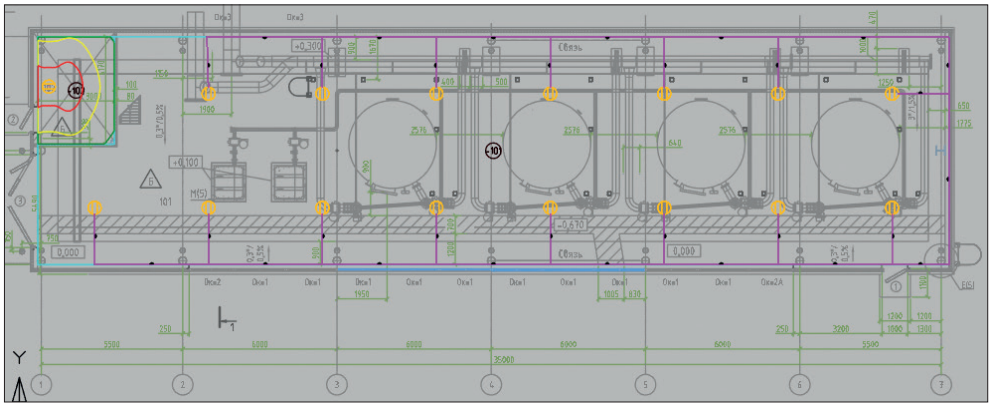
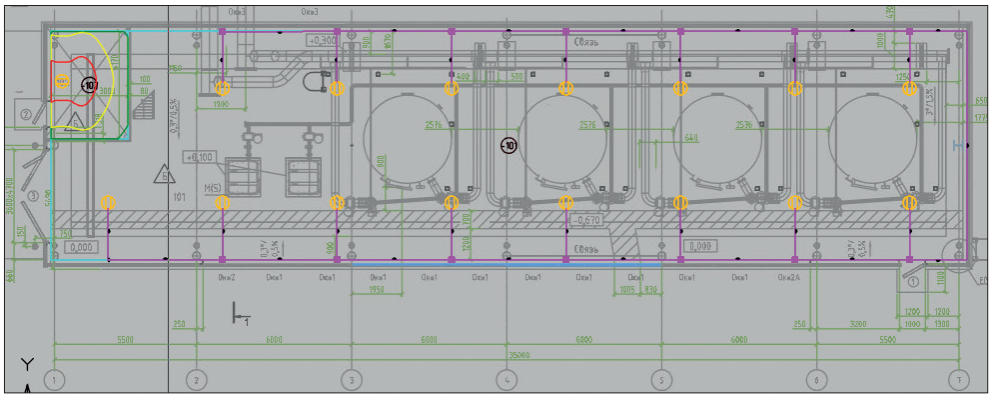


Рис. 3.14. Выбор первой точки на плане при прокладке трассы

Трассы для помещения 101 проложены (рис. 3.15). При этом если высоты прокладки основной трассы и подвеса светильников разные (т. е. предполагается, что участки трасс подхода к светильникам будут на другой высоте), то программа самостоятельно расставит точки изменения уровня прокладки и обозначит в соответствии с выбранным УГО (рис. 3.15б). Участки подхода к светильникам в настройках необходимо указать. На рис. 3.16 план, представленный на рис. 3.16б, показан в 3D-формате, который является более наглядным и при невысокой насыщенности плана позволяет на данном этапе уточнить правильность решений.



а)



б)

Рис. 3.15. Вид трассы, проложенной на плане: а) на одной высоте со светильниками; б) на разных высотах (трасса – 3000 мм, светильники – 9000 мм)

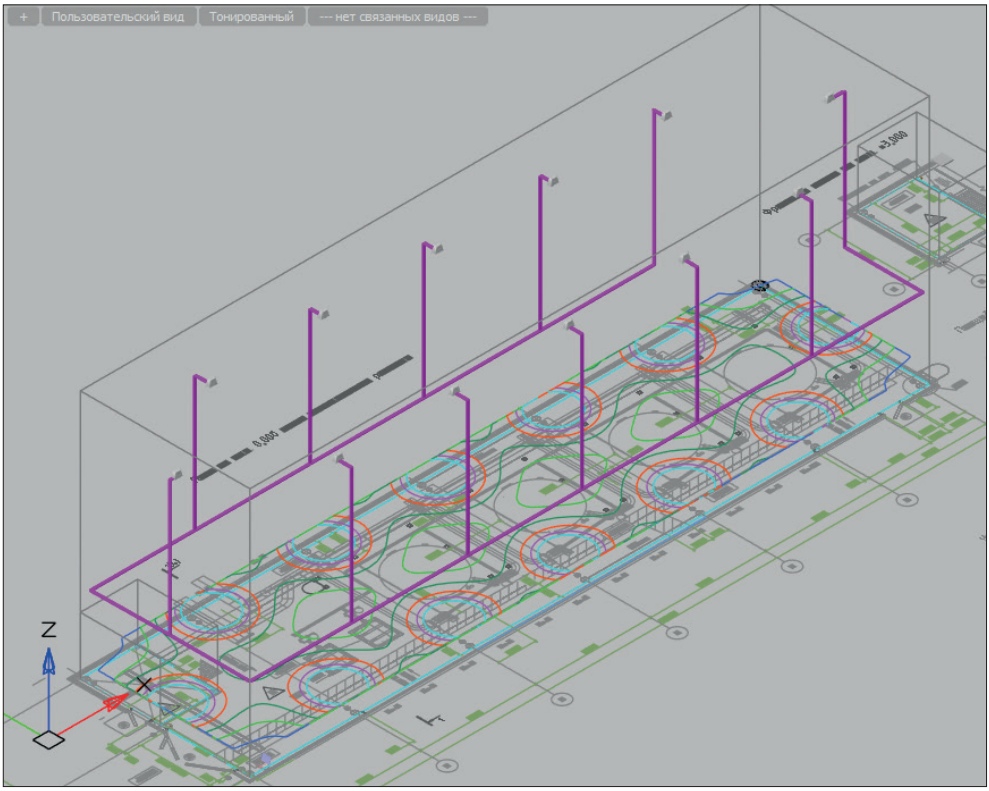


Рис. 3.16. Вид трассы, проложенной на плане в 3D-формате

Следует указать, что программа nanoCAD BIM Электро позволяет к уже проложенной трассе добавлять дополнительные участки (рис. 3.17).

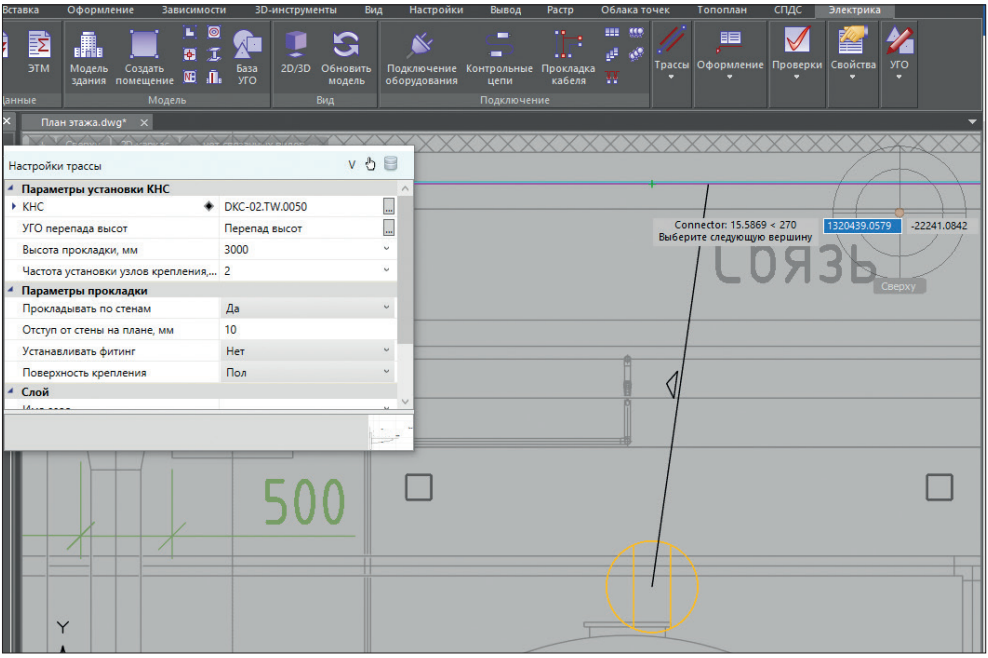
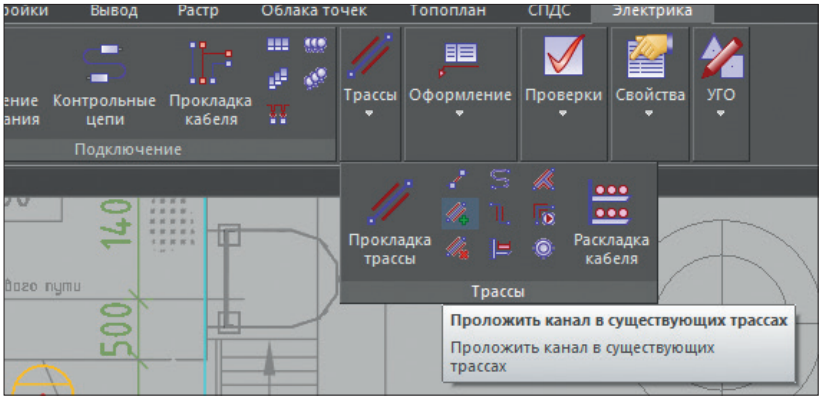


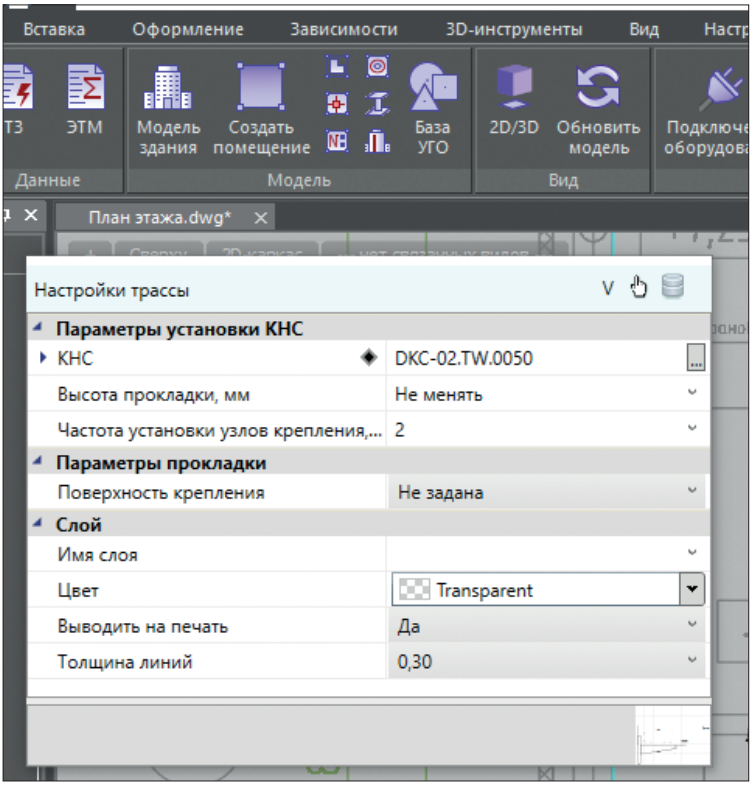
Рис. 3.17. Прокладка дополнительных участков трасс на плане

В случае если мы не задали **Настройки трассы**, которые проложили, то наводим курсор на кнопку, нажимаем один раз ЛКМ, в выпавшем окне команд наводим курсор и один раз нажимаем ЛКМ на кнопку **Проложить канал в существующих трассах** (рис. 3.18а). Появляется окно **Настройка трассы**, в котором мы проводим ранее описанные действия (рис. 3.18б).



а)

Рис. 3.18. Присвоение настроек трассы проложенной трассе



б)

Рис. 3.18. *Окончание*

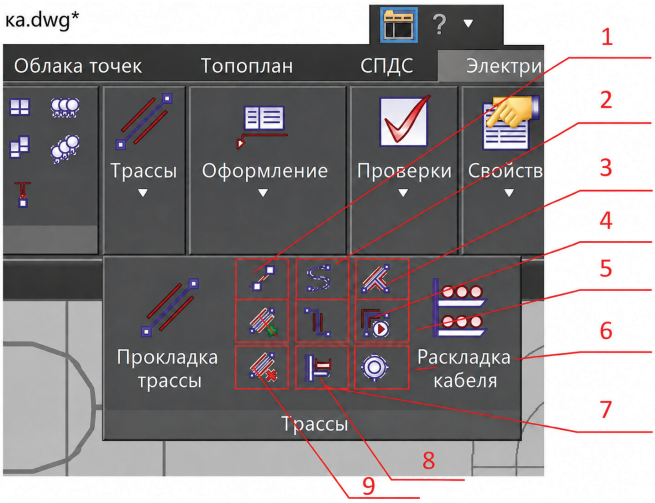


Рис. 3.19. Кнопка **Трассы**

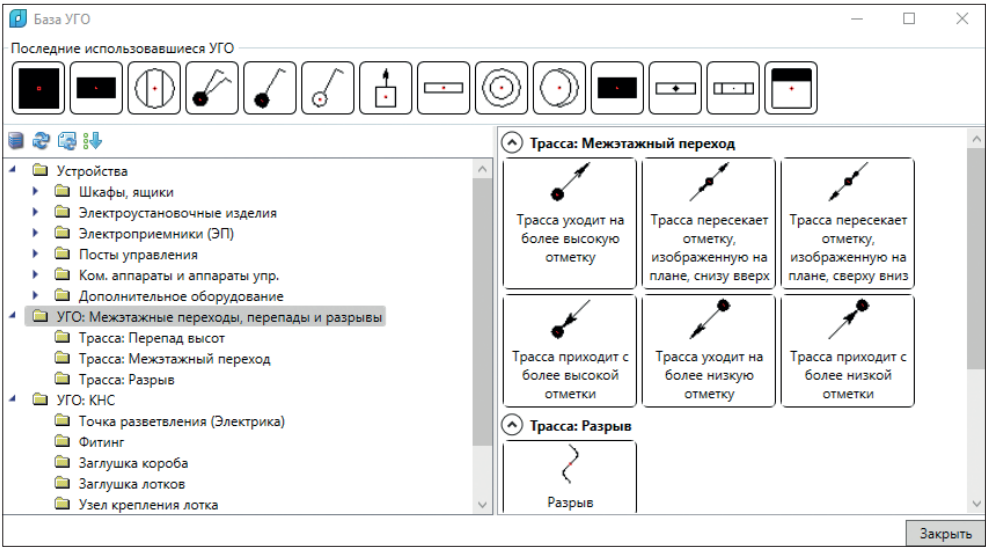
Дополнительные возможности кнопки **Трассы** (рис. 3.19):

1 – соединить трассой объекты или объект с трассой перпендикуляром;
2 – прокладка криволинейной трассы;
3 – установка соединительных элементов;
4 – установить перепад высот;
5 – подбор соединительных элементов;
6 – установка коробок;
7 – мастер сечений;
8 – проложить канал в существующих трассах;
9 – удалить канал из трасс.

3.2. Расстановка оборудования (выключатели, щиты)

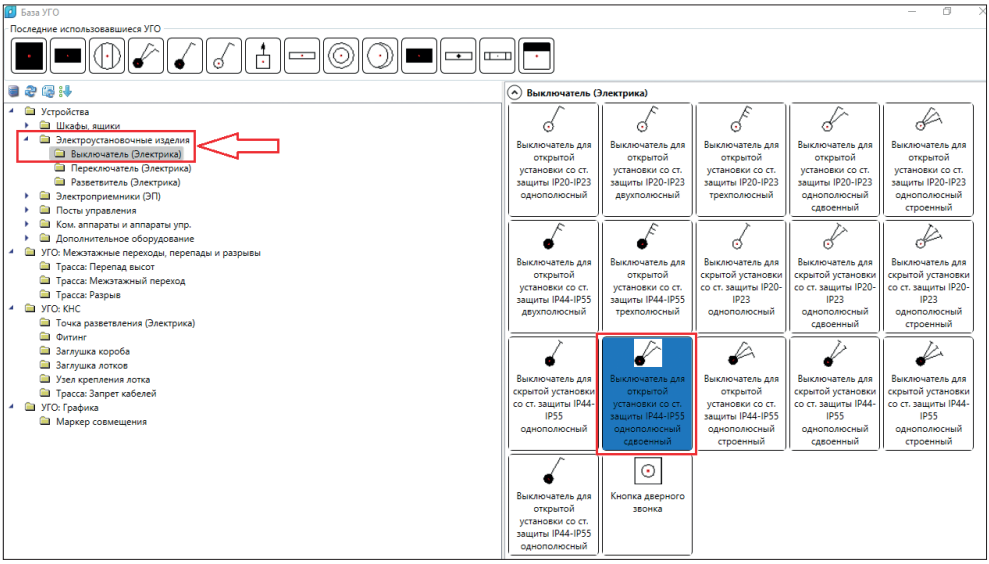
После раскладки трасс расставим дополнительное оборудование, необходимое для создания системы внутреннего электроосвещения: выключатели, щитовое оборудование.

Наводим курсор на кнопку **База УГО**, нажимаем ЛКМ, в появившемся управляющем окне (рис. 3.20а) выбираем нужное оборудование (в нашем случае это выключатели – папка **Электроустановочные изделия** – **Выключатели (Электрика)**).



а)

Рис. 3.20. Выбор дополнительного оборудования из базы УГО



б)

Рис. 3.20. *Окончание*

Наводим курсор на папку **Выключатели (Электрика)** и один раз нажимаем ЛКМ – справа появляется база УГО выключателей (рис. 3.20б), в которой выбираем нужный нам.

В нашем случае это **Выключатель для открытой установки со ст. защиты IP44-IP55 однополюсный сдвоенный** (рис. 3.20б).

Выбранное оборудование размещаем на плане. Аналогично выбираем и размещаем на плане щит освещения.

Далее наводим на расставленное оборудование курсор и, дважды нажав ЛКМ, входим в свойства и проверяем настройки (например, высоту установки щита задаем 1500 мм (рис. 3.21), аналогично выполняем действие и для выключателя.

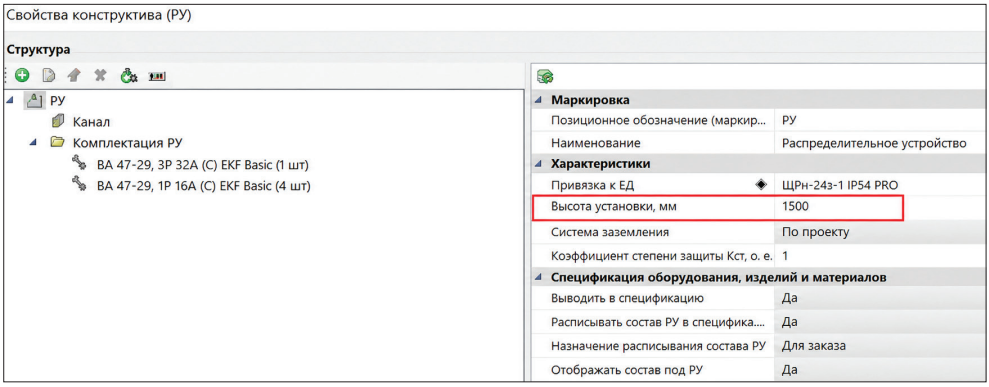


Рис. 3.21. Корректировка свойств расставленного оборудования

Выбор модели оборудования осуществляется после установки его на плане – открывается окно **База данных оборудования** (рис. 3.22), где мы выбираем конкретную модель либо из **БД проекта**, либо из других БД.

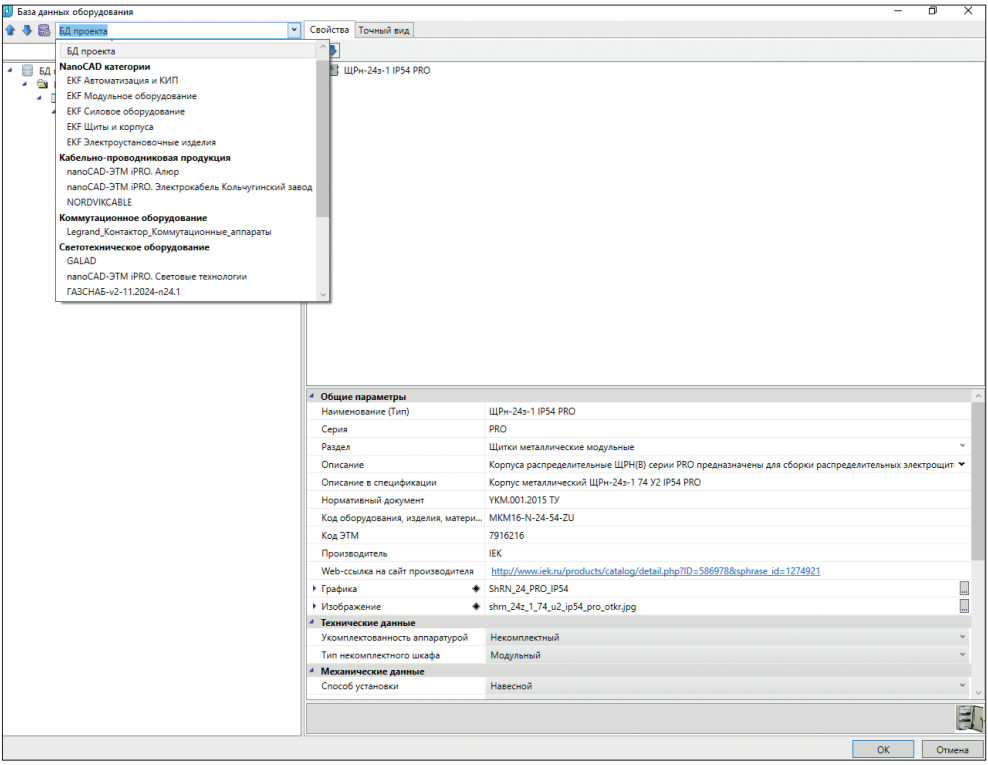


Рис. 3.22. Выбор модели оборудования

3.3. Подключение оборудования

Для подключения оборудования наводим курсор на кнопку **Подключение оборудования** в управляющей строке **Электрика** и нажимаем ЛКМ. Открывается управляющее окно **Мастер подключения оборудования** (рис. 3.23), в котором наводим курсор на кнопку **Выбрать**, нажимаем ЛКМ и на плане выбираем оборудование, которое планируем подключить.

Например, нам необходимо подключить к выключателю установленные светильники.

После нажатия ЛКМ на кнопку **Выбрать** программа переходит на план и предлагает выбрать оборудование, к которому необходимо подключить (рис. 3.24), в нашем случае это выключатель, наводим курсор и нажимаем ЛКМ.

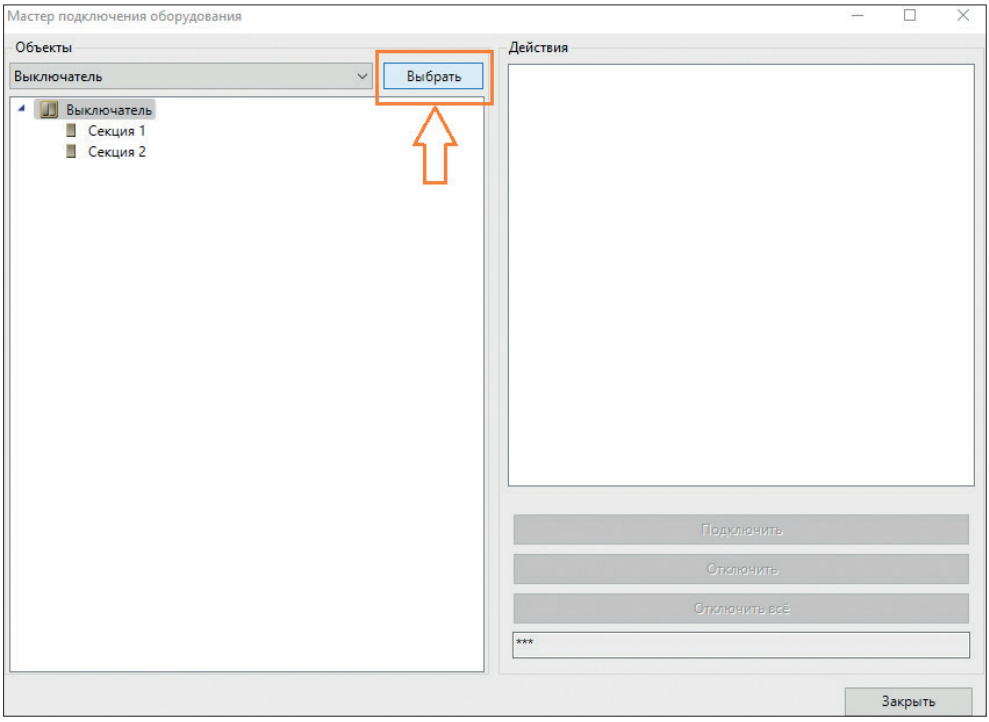


Рис. 3.23. Окно **Мастера подключения оборудования**

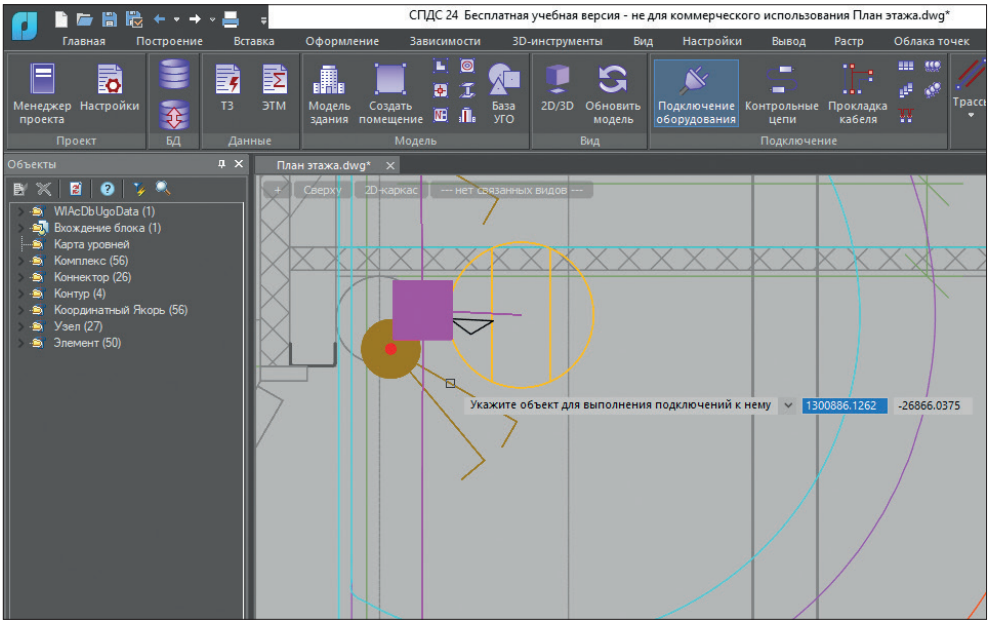


Рис. 3.24. Выбор оборудования, к которому необходимо подключить

После нажатия ЛКМ программа открывает **Мастер подключения оборудования**, где мы выбираем точку подключения (в нашем случае это **Секция 1** (рис. 3.23)).

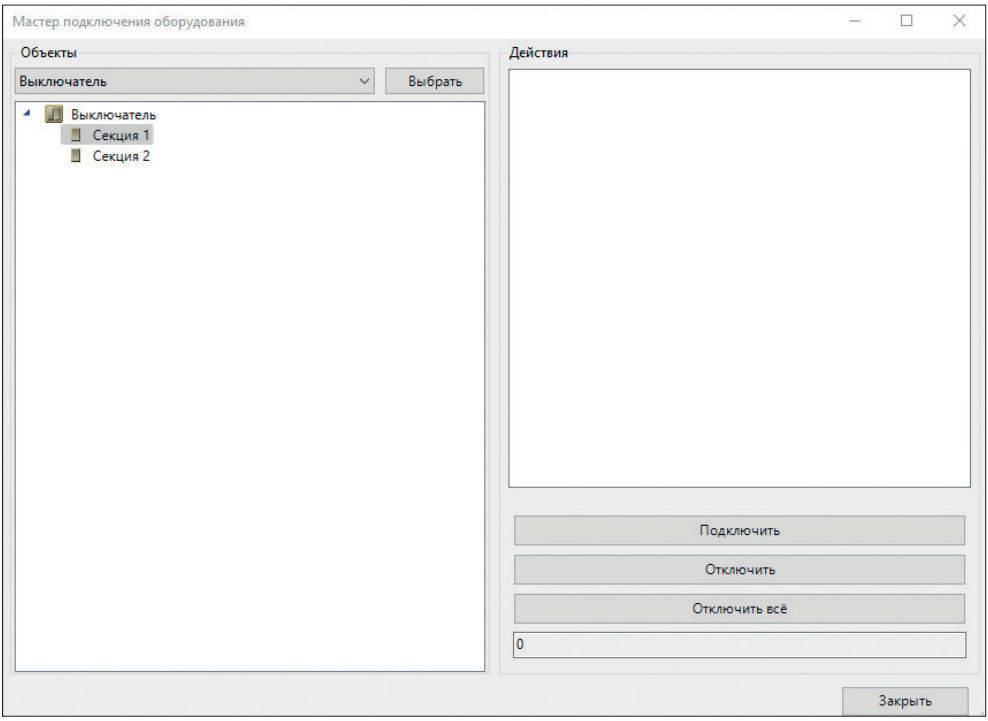
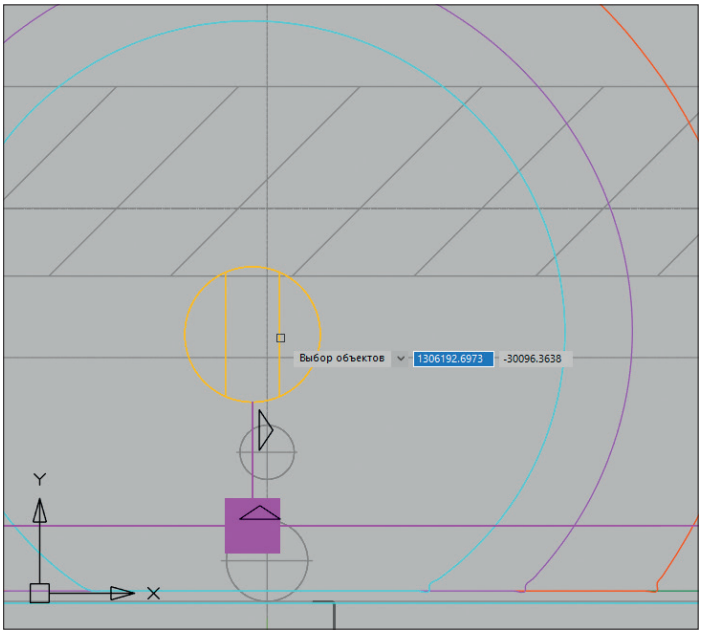
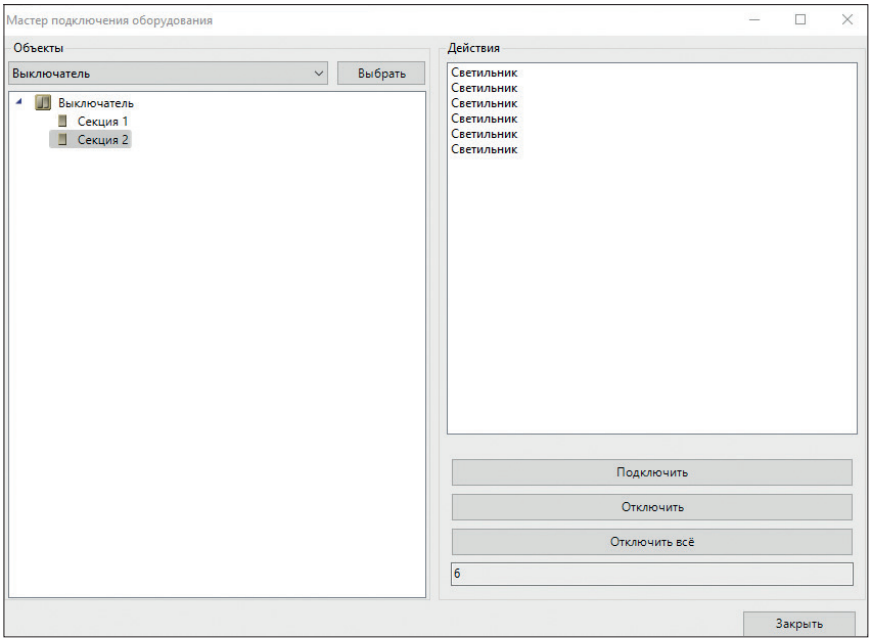


Рис. 3.25. Выбор точки подключения

Выбрав точку, наводим курсор на кнопку **Подключить**, нажимаем ЛКМ и выбираем оборудование, которое необходимо подключить, в нашем случае это группа светильников по оси А-1-7. Наводим курсор на последовательно нужные нам светильники (рис. 3.26а) и после выбора всех два раза нажимаем **Ввод**, переходим к **Мастеру подключения оборудования** (важно: при первом нажатии клавиши **Ввод** все выбранное оборудование изменит цвет на зеленый). Далее выбираем вторую секцию и, действуя так же, как было описано, подключаем оставшиеся светильники (рис. 3.26б). Далее наводим курсор на кнопку **Закрыть** – подключение светильников к выключателю закончено.



а)



б)

Рис. 3.26. Подключение оборудования

ВАЖНО! Светильники подключены, но кабели к ним не проложены.

3.4. Укомплектование щита

Программа nanoCAD BIM Электро не формирует подсказок при выборе модели автоматического выключателя, поэтому этот выбор выполняет проектировщик.

При выборе из баз данных проекта типов автоматов для системы электроосвещения рекомендуется учитывать следующие рекомендации:

1. **Тип автоматического выключателя**

1.1. Однополюсные и двухполюсные выключатели

Однополюсные: подходят для сетей с однофазным питанием (обычно 220 В). Используются для освещения.

Двухполюсные: рекомендуются для систем с трехфазным питанием. Подходят в случаях, когда выключатель должен отключать обе фазы.

1.2. Автоматические выключатели с защитой от короткого замыкания

С защитой от превышения тока: выбирайте АВ с характеристиками, соответствующими проектному току цепи (например, «B», «C» для освещения).

Короткое замыкание: выключатели должны иметь возможность отключать цепь при коротком замыкании.

2. **Номинальный ток**

Определите максимально допустимый ток для цепи освещения. Выбор номинального тока выключателя должен превышать расчетный ток освещения, однако обеспечивать надежность отключения в случае перегрузки.

3. **Классификация по типам защиты**

Тип B: подходит для нагрузки с низкими пусковыми токами, например для обычного освещения.

Тип C: подходит для нагрузок со средними пусковыми токами, таких как светодиодные и люминесцентные лампы.

Тип D: рекомендуется для мощных нагрузок с большими пусковыми токами (например, трансформаторы).

4. **Уровень защиты (IP)**

Выбор уровня защиты АВ зависит от условий установки:

IP20: для установки в сухих помещениях;

IP44 и выше: если ожидается наличие влаги или пыли и требуется дополнительная защита (например, для наружных или влажных помещений).

5. **Дополнительные функции**

Наличие всплесков токов: в некоторых случаях полезно наличие дополнительных функций, таких как ограничения пусковых токов (например, для светодиодов).

Интерфейсы и подключение: возможность интеграции в умные системы управления освещением или дистанционного управления.

6. **Производитель и сертификация**

Выбирайте АВ от известных и проверенных производителей с хорошей репутацией на рынке.

Убедитесь, что продукт имеет необходимые сертификаты качества и безопасности (например, CE, ISO и др.).

7. **Условия эксплуатации**

Определите условия эксплуатации в помещениях, включая температуру и уровень влажности, чтобы выбрать наиболее подходящие модели выключателей.

Для создания щита (при отсутствии готовых укомплектованных вариантов) наводим курсор на кнопку БД оборудования (рис. 3.25) и нажимаем ЛКМ.

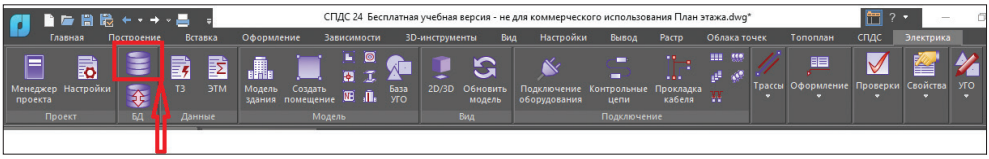


Рис. 3.27. Кнопка входа в **БД оборудования**

В открывшемся окне **БД проекта** выбираем папку **Распределительные устройства**, далее папку **Шкафы**, затем папку **Щитки металлические модульные**, потом папку модели (в нашем случае PRO) и далее ЩРн-24з-1 IP54 PRO (рис. 3.28).

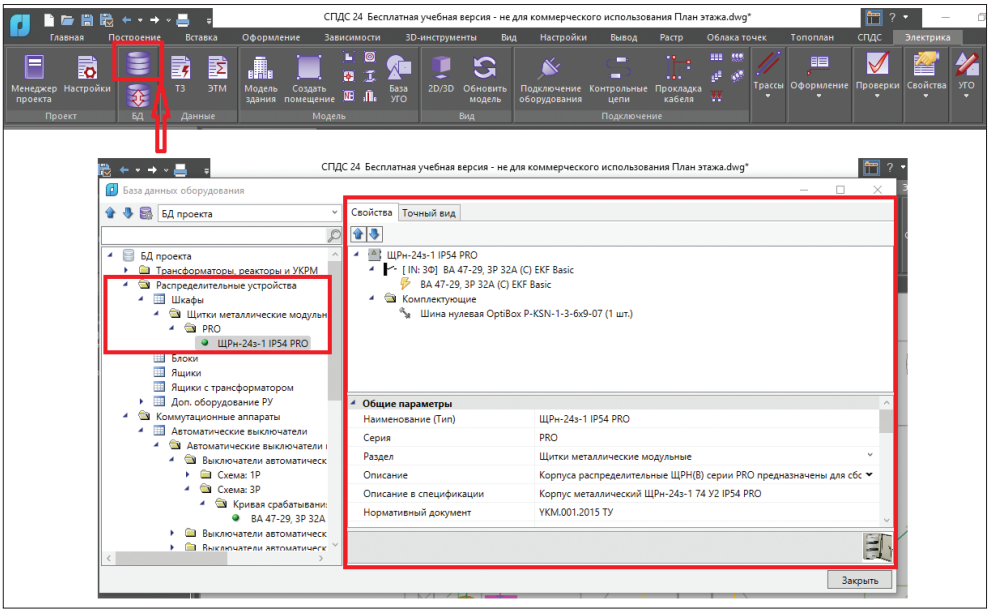


Рис. 3.28. Окно корректировки БД оборудования (комплектация щита)

В правой части окна **Базы данных оборудования** мы можем укомплектовать щиток всеми необходимыми изделиями и оборудованием (шинки, держатели шин, автоматы и т. д.), для этого используются кнопки: 1 – **Добавить фидер** и 2 – **Добавить комплектующие** (рис. 3.29).

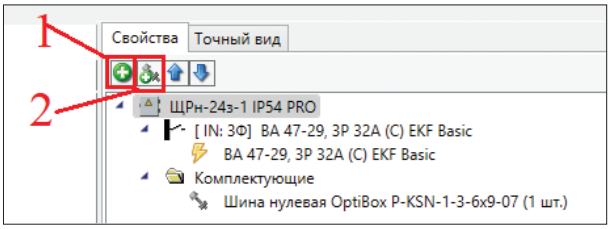


Рис. 3.29. Окно добавления оборудования и комплектующих

Добавление фидера. Наводим курсор на кнопку **Добавить фидер**, нажимаем ЛКМ – в окне **База данных оборудования** добавляется фидер и возможность его корректировки (рис. 3.30).

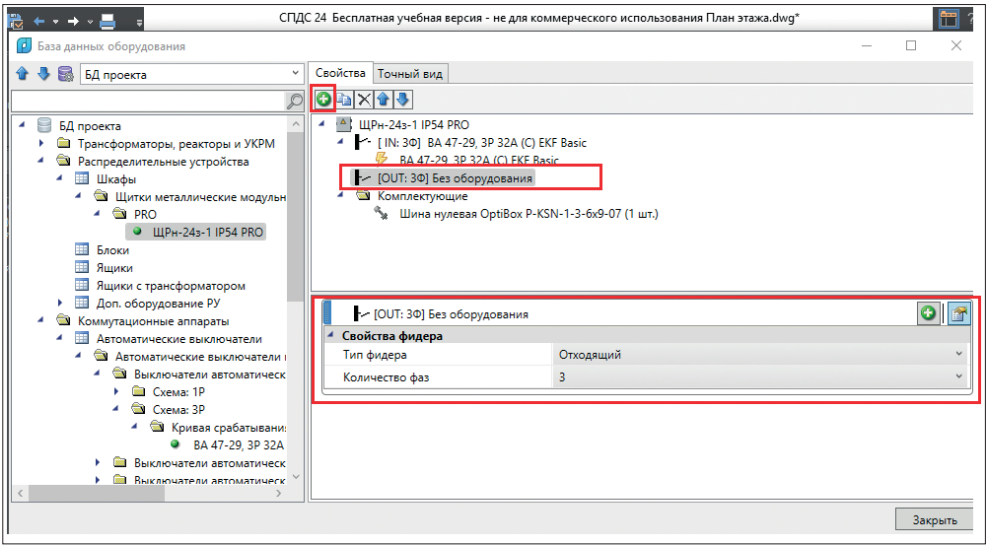


Рис. 3.30. Окно добавления и корректировки фидеров

Наводим курсор на кнопку **Добавить оборудование** (рис. 3.31) и переходим в **Базу данных оборудования**, где выбираем необходимые нам аппараты (автоматические выключатели, рубильники и т. д.) для укомплектования щита. Выбрав нужный нам аппарат, наводим на него курсор и нажимаем ЛКМ. Программа nanoCAD BIM Электро подгружает его в состав щита, и в окне мы видим не только аппарат, но и его основные характеристики (рис. 3.32). Таким образом комплектуем щит оборудованием.

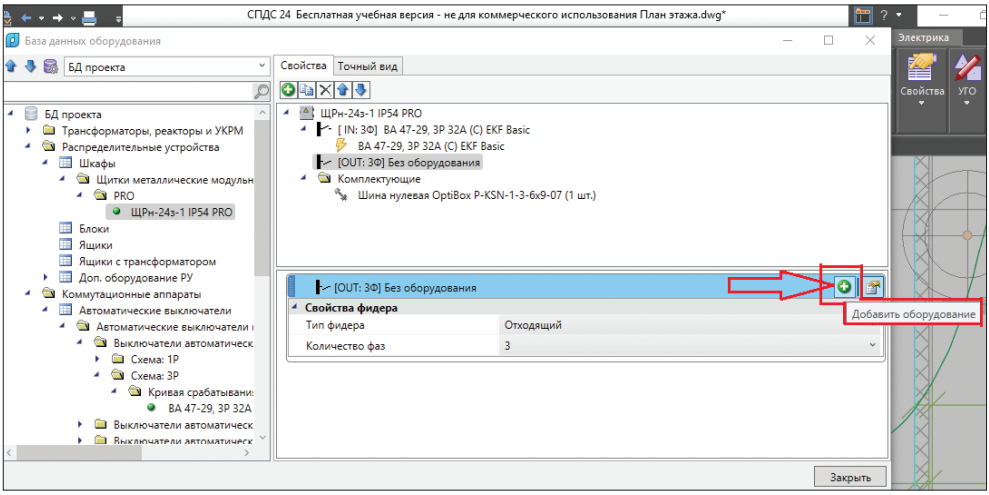


Рис. 3.31. Окно добавления оборудования в фидер

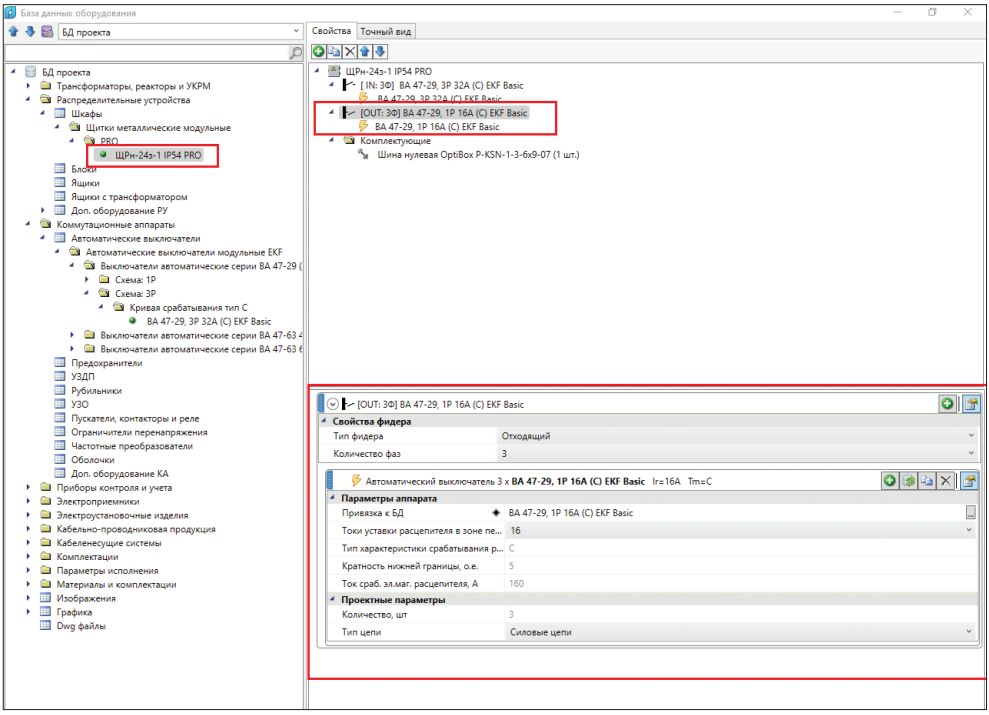


Рис. 3.32. Окно добавления оборудования в фидер после выбора оборудования

Комплектующие в щит добавляются аналогично через кнопку **Добавить комплектующие** (рис. 3.27).

3.5. Подключение к щиту

Теперь подключим выключатели и светильники к щитку освещения.

Программа nanoCAD BIM Электро позволяет осуществлять подключение двумя основными способами:

1 – индивидуально по каждой группе;

2 – автоматически от выбранного щита.

Индивидуальное подключение следует использовать в том случае, если осветительного оборудования относительно немного и при подключении потерять (не подключить) его достаточно сложно.

Рассмотрим порядок индивидуального подключения.

Наводим курсор на кнопку **Подключение оборудования** и нажимаем ЛКМ, выбираем щит и нажимаем ЛКМ. В открывшемся окне **Мастер подключения оборудования** появляется состав щита (рис. 3.33). Выбираем группу – наводим курсор и нажимаем ЛКМ, в правой нижней части окна выбираем кнопку подключения (наводим курсор и нажимаем ЛКМ). Программа переходит на **План этажа**, где мы выбираем выключатель для подключения (рис. 3.34а) – наводим курсор и нажимаем ЛКМ, нажимаем **Ввод** – выключатель подсвечивается зеленым цветом (рис. 3.34б). Нажимаем повторно **Ввод**, и программа возвращается в окно **Мастер подключения оборудования**, где показывает все оборудование, подключенное к выбранной группе щита (рис. 3.35).

Важно! На данном этапе промежуточно возможно отследить правильность и полноту подключения.

Аналогично подключаем остальное оборудование.

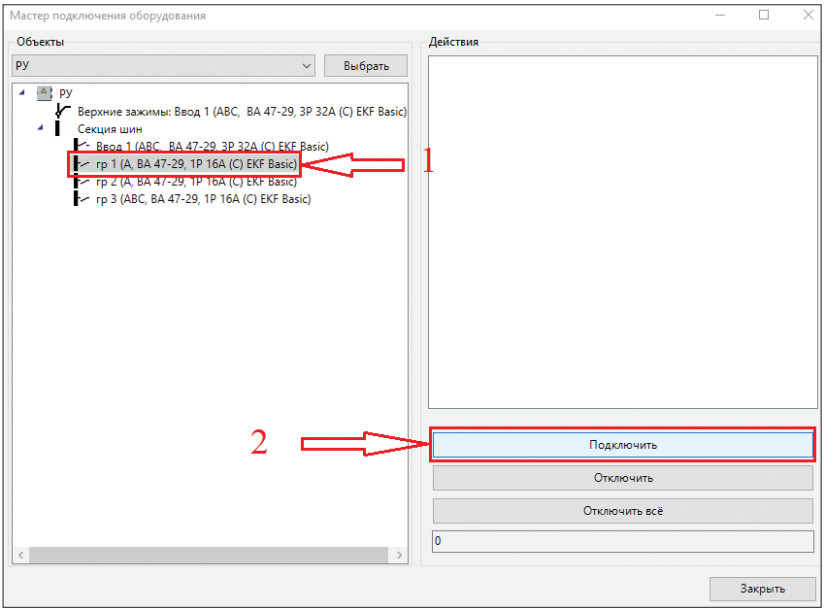
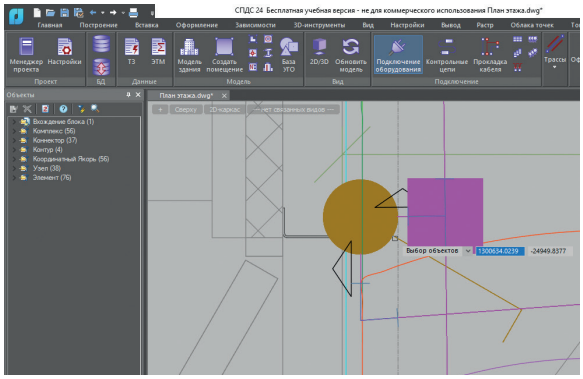
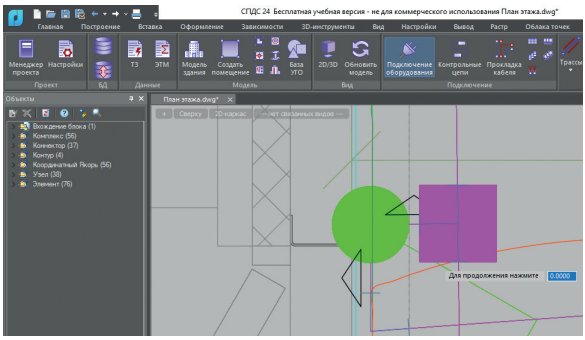


Рис. 3.33. Окно выбора группы для подключения



а)



б)

Рис. 3.34. Выбор выключателя для подключения

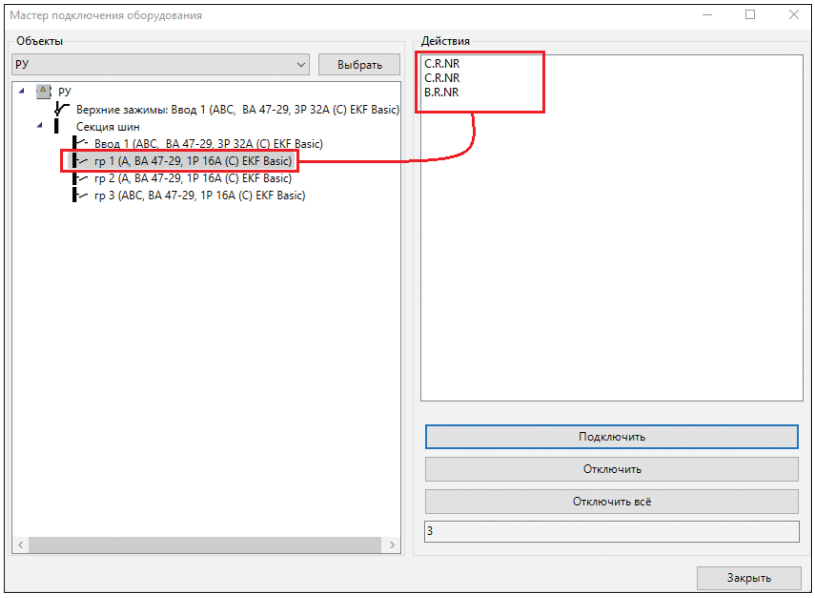


Рис. 3.35. Окно **Мастер подключения оборудования** с подключенным оборудованием к гр 1

Автоматическое подключение следует использовать, если осветительного оборудования много и есть вероятность его «потерять».

Рассмотрим порядок автоматического подключения. Данный вид подключения осуществляется через электротехническую модель – ЭТМ.

Наводим курсор на управляющую кнопку ЭТМ и нажимаем ЛКМ (рис. 3.36), программа открывает окно **Электротехническая модель** (рис. 3.37).

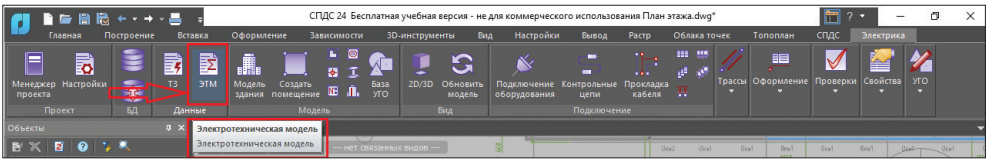


Рис. 3.36. Расположение кнопки **ЭТМ**

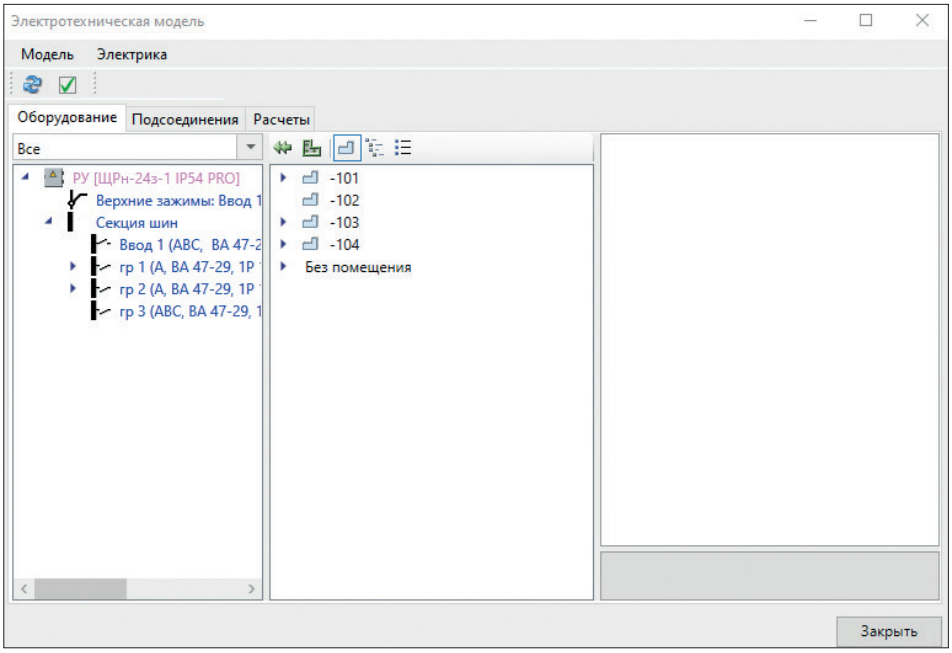


Рис. 3.37. Окно **Электротехническая модель**

В данном окне (рис. 3.38), наводя курсор и нажимая ЛКМ, можно открыть все элементы системы внутреннего освещения, которые были ранее выбраны и расставлены с разбивкой по помещениям. Кроме того, программа цветом выделяет оборудование, которое подключено (зеленый), и оборудование, которое не подключено (фиолетовый).

Подключение оборудования осуществляется в следующем порядке (рис. 3.39).

Наводим курсор на подключаемое оборудование (например, Выключатель пом. 104) и ЛКМ выделяем его.

Далее наводим курсор на группу в щите (например, гр 3) и ЛКМ выделяем ее.

Наводим курсор на кнопку **Подключить** и нажимаем ЛКМ. Программа подключит выключатель к группе 3.

Для подключения к выключателю светильников пом. 104 действуем аналогично.

Выделяем светильник и через кнопку **Подключить** подключаем его к выключателю – и далее все остальные светильники данного помещения.

В результате (при правильном выполнении) все оборудование, которое подключили, будет выделено зеленым цветом (рис. 3.40).

Неподключенное оборудование будет по-прежнему выделено фиолетовым цветом.

При большом количестве помещений данный способ подключения позволяет свести ошибки подключения (забыть подключить оборудование) к минимуму.

ВАЖНО! Оборудование (светильник, выключатели) подключены к щиту, но кабели к ним не проложены.

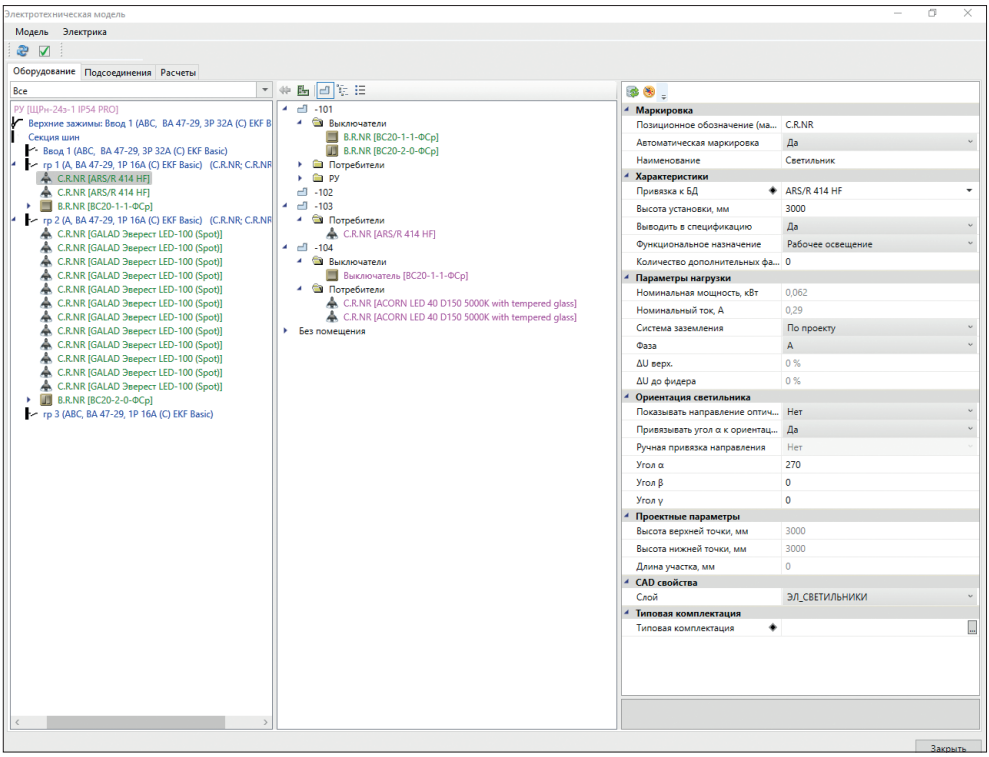


Рис. 3.38. Оборудование в окне **Электротехническая модель**

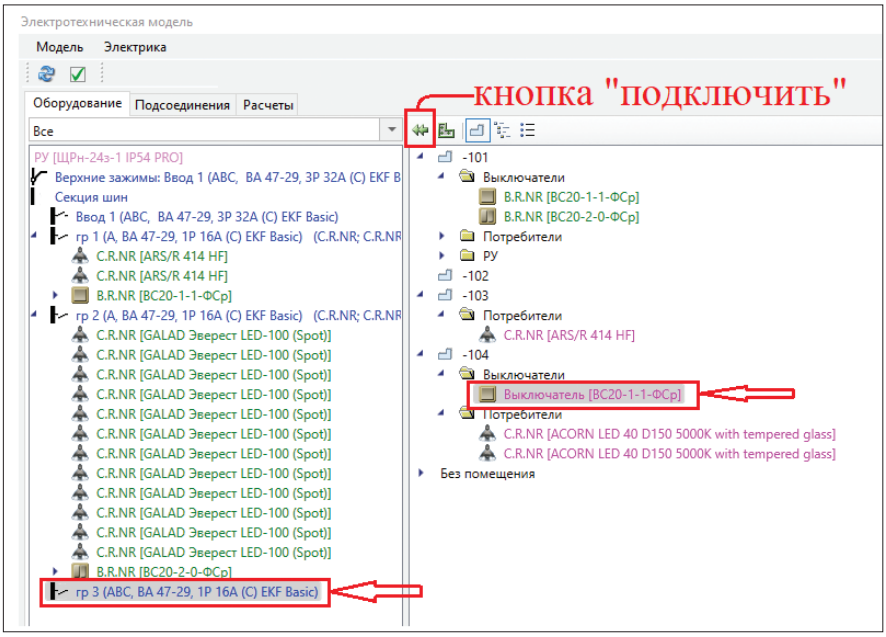


Рис. 3.39. Выбор точек подключения в окне **Электротехническая модель**

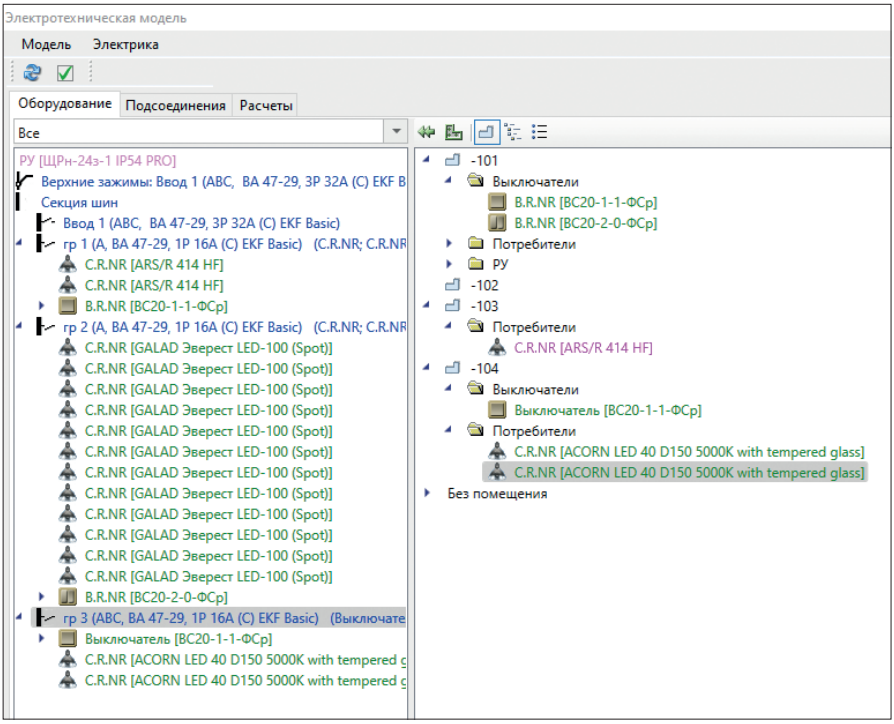


Рис. 3.40. Окно **Электротехническая модель** после подключения оборудования пом. 104

3.6. Прокладка кабелей

Прокладку кабелей в программе nanoCAD BIM Электро возможно выполнять двумя способами:

1) индивидуальная прокладка кабелей;
2) автоматическая прокладка кабелей.

Для начала прокладки кабелей наводим курсор на кнопку **Прокладка кабелей** на управляющей строке и нажимаем ЛКМ (рис. 3.41) – открывается окно **Прокладка кабелей/проводов**.

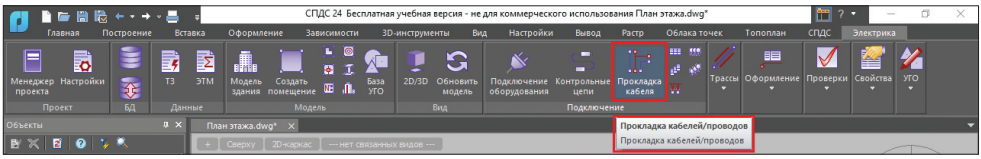


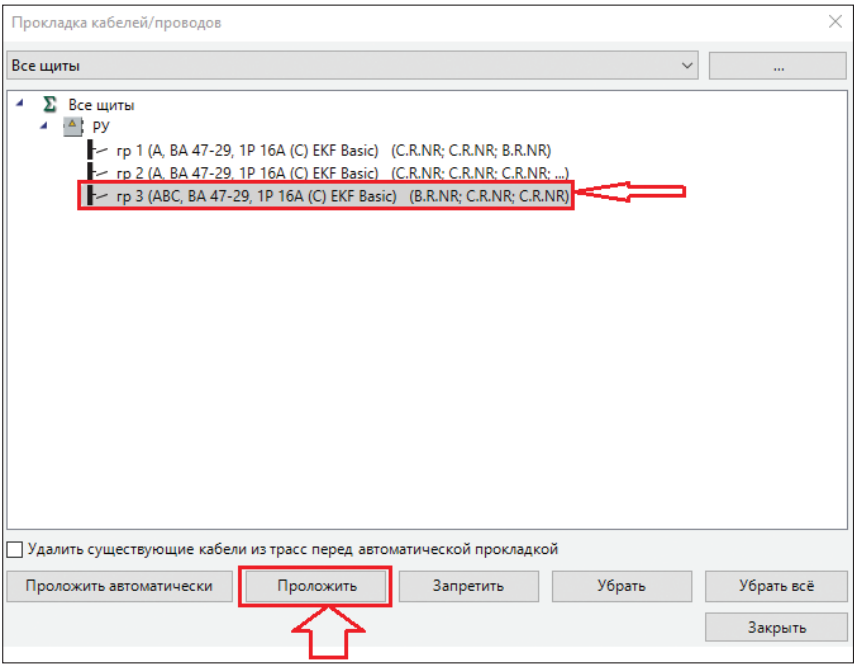
Рис. 3.41. Расположение кнопки **Прокладка кабелей**

Индивидуальная прокладка

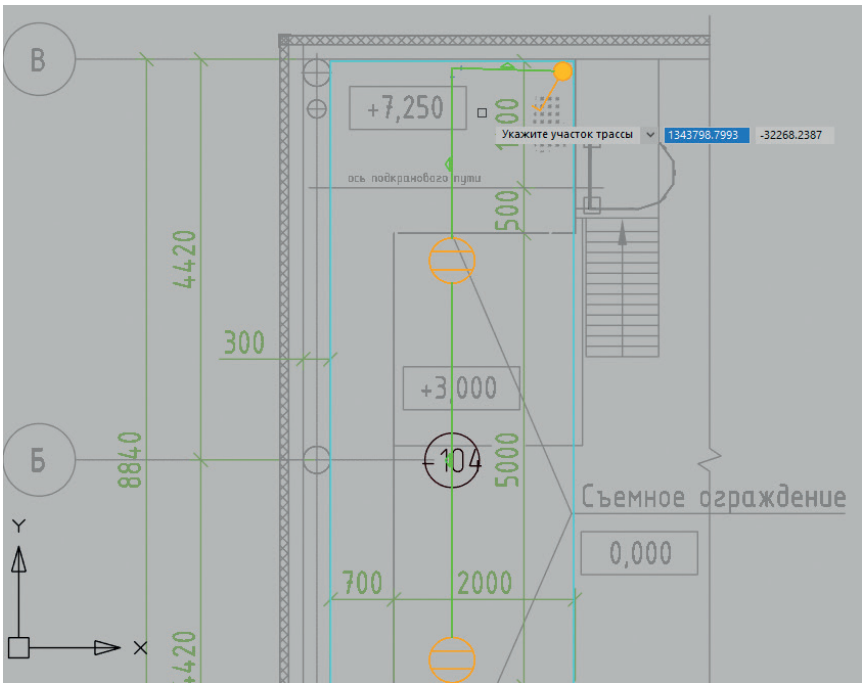
Наводим курсор на группу щита (например, гр 3), выделяем ЛКМ, далее наводим курсор на кнопку **Проложить** (рис. 3.42а) – программа перейдет на план. На плане выделяем трассы (наводим курсор последовательно на каждый участок), по которым необходимо проложить кабели. Выделенные трассы будут на плане подсвечены зеленым цветом (рис. 3.42б).

Нажимаем **Ввод** или ЛКМ – и программа вернется в окно **Прокладка кабелей/проводов**.

Индивидуальная прокладка в нашем случае по гр 3 щита выполнена.



а)



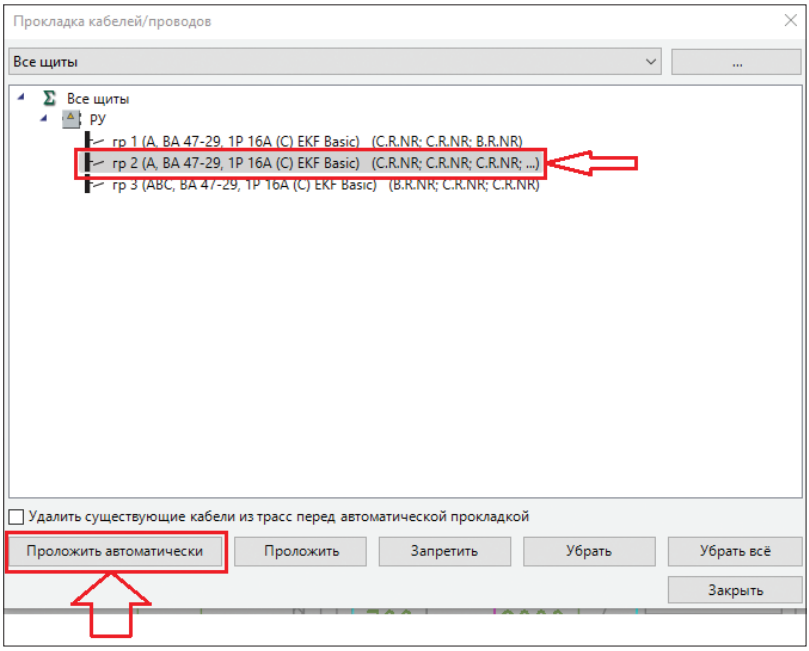
б)

Рис. 3.42. Индивидуальная прокладка кабелей

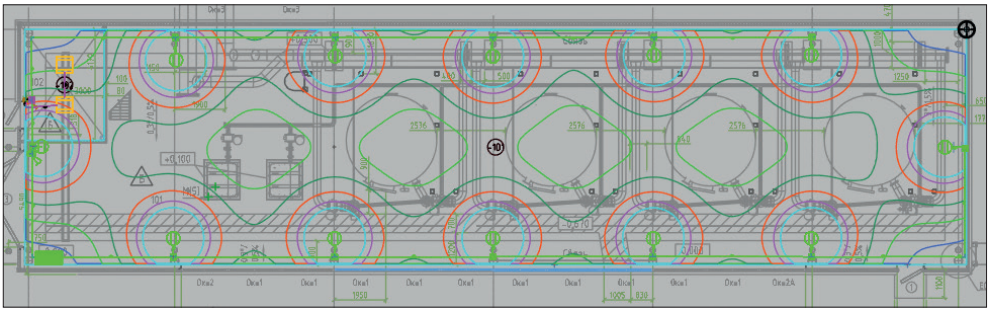
Автоматическая прокладка

Наводим курсор на выбранную группу в щите (например, гр 2) и нажимаем ЛКМ – группа выбрана.

Далее наводим курсор на кнопку **Проложить автоматически** – программа перейдет на **План** и по проложенным трассам (по кратчайшему пути) проложит кабели для данной группы (рис. 3.43а, б) и выделит их зеленым цветом.



а)



б)

Рис. 3.43. Автоматическая прокладка кабелей

ВАЖНО! Кабели проложены, но не выбраны.

3.7. Выбор кабелей

При выборе типа кабелей следует руководствоваться требованиями НТД, а также опытом практического проектирования, так как на данном этапе программа не формирует подсказок и проектировщику необходимо самому принять решение. При выборе марки кабеля следует руководствоваться следующими параметрами:

1) материалом токопроводящей жилы – медь или алюминий;
2) типом изоляции и оболочки – влияет на пожаробезопасность и срок службы;
3) стойкостью к горению и дымовыделению – особенно важно для внутренней проводки;
4) условиями эксплуатации – температурный диапазон, влажность, механические нагрузки;
5) уровень рабочего напряжения (рекомендуется применять кабели с рабочим напряжением 1 кВ).

Основные нормативные документы, которыми следует руководствоваться при выборе марки кабеля для электроосвещения:

ГОСТ 31996–2012 – устанавливает основные требования к конструкциям и техническим характеристикам силовых кабелей с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66, 1 и 3 кВ; указывает, например, на номинальное сечение токопроводящих жил многожильных кабелей и требования к изоляции;

СП 76.13330.2016 – указывает, какие кабели возможно применять в тех или иных зданиях и сооружениях, а также описывает основные способы прокладки;

ГОСТ Р 50571.5.52–2011 / МЭК 60364-5-52:2009 – устанавливает требования по выбору и монтажу электропроводок, в том числе применимые к защитным проводникам, описывает виды электропроводок, монтаж по условиям внешних воздействий, допустимые токовые нагрузки и другие аспекты, рассматривает выбор и монтаж электропроводок по условиям ограничения распространения горения, сближение электропроводок с другими инженерными сетями и т. д.;

ГОСТ 31565–2012 – устанавливает классификацию и требования пожарной безопасности к кабельным изделиям для прокладки в зданиях и сооружениях; указывает, например, на предел распространения горения, предел огнестойкости и эквивалентный показатель токсичности продуктов горения;

Правила устройства электроустановок – в части выбора кабелей описывают базовые требования (например, минимальные сечения и материал токопроводящих жил) к выбору кабельно-проводниковой продукции (ПУЭ не является единым документом и в соответствии с письмами от 23 марта 2023 г. № 05-1798 Минэнерго РФ и от 27 мая 2011 г. № 10-00-12/1699 Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору применяется на добровольной основе, т. е. не является нормативным документом обязательного применения);

СП 439.1325800.2018 – в части проектирования систем аварийного освещения производственных, общественных и жилых зданий и сооружений, а также мест производства работ вне зданий;

СП 6.13130.2021 – в части выбора степени огнестойкости кабелей;

СП 6.13130 в редакции 2025 года (вступает в силу в июне 2026 года) – в части кабелей, применяемых для подключения к панелям ПЭСП3;

СП 256.1325800.2016 – в части выбора кабелей для жилых и общественных зданий.

Для выбора кабелей необходимо перейти в **Электротехническую модель**, для этого навести курсор на кнопку **ЭТМ** в панели управления и нажать ЛКМ. Программа открывает окно **Электротехническая модель**, где во вкладке **Подсоединения** мы видим блок структуры прокладки кабелей (рис. 3.44а), выполненной программой nanoCAD BIM Электро, и блок типов прокладки, предложенных также программой (рис. 3.44б). Все предложенные решения программа формирует с учетом выбранных нами ранее трасс прокладки и способов подсоединения оборудования (пп. 3.3, 3.4 и 3.6).

Для выбора типа кабеля наводим курсор в окне **Электротехническая модель** во вкладке **Подсоединения** на ячейку в блоке **Типы прокладки** (рис. 3.42б) на ячейку в столбце **Имя кабеля** и дважды нажимаем ПКМ. Программа переходит в базу данных, где мы можем выбрать необходимый нам тип кабеля.

Если в БД проекта ранее не были подгружены кабели, необходимо перейти в БД программы nanoCAD BIM Электро (рис. 3.45). Цифрами показана очередность выбора действий курсором и ЛКМ.

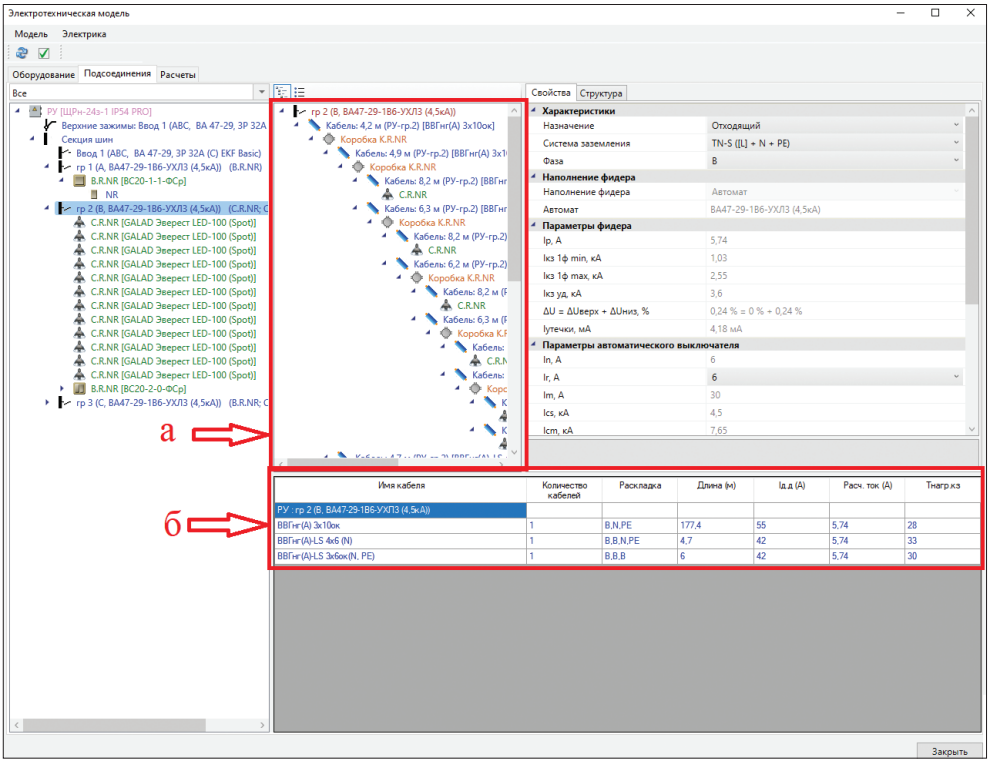


Рис. 3.44. Вид вкладки **Подсоединения**

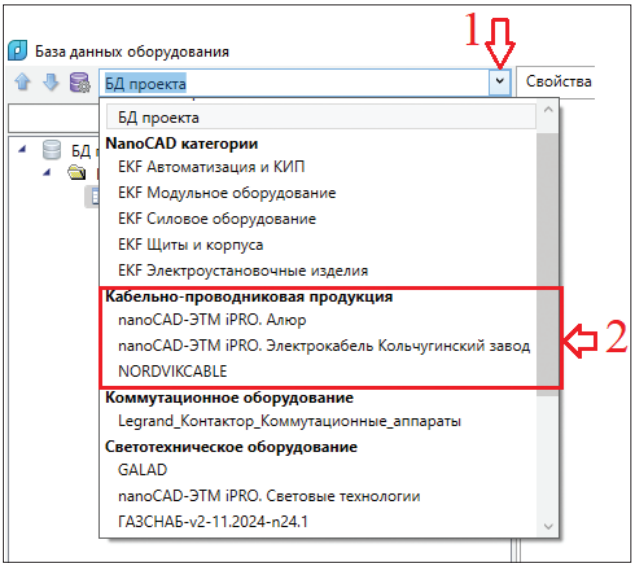


Рис. 3.45. Вид БД кабельно-проводниковой продукции в nanoCAD BIM Электро

Выбираем кабельно-проводниковую продукцию и производителя. Для этого наводим курсор на выбранную строку с производителем и нажимаем ЛКМ (например, **Электрокабель Кольчугинский завод**, рис. 3.46). Программа подгружает каталог БД, в котором мы можем выбрать соответствующий тип кабеля или кабелей.

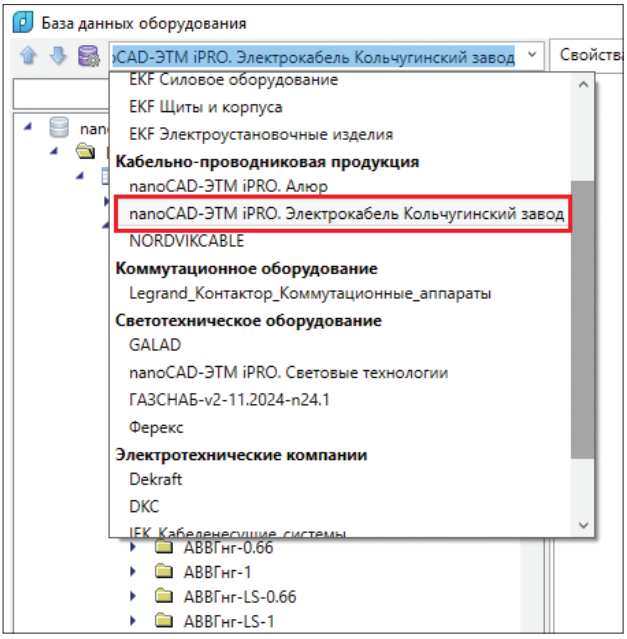


Рис. 3.46. Выбор производителя кабельно-проводниковой продукции в nanoCAD BIM Электро

Рекомендуется для систем электроосвещения выбирать следующие марки кабеля:

А) для рабочего освещения:

ВВГнг-LS, АВВГнг-LS – при одиночной прокладке, а также при прокладке в непожароопасных и невзрывоопасных помещения (зонах);

ВВГнг(А)-LS, АВВГнг(А)-LS – при прокладке пучками, а также при прокладке в пожароопасных и взрывоопасных помещениях (зонах) категорий В-Iб, В-Iг, В-II и В-IIа;

Б) для аварийного освещения (безопасности, антипаническое):

ВВГнг(А)-FRLS, АВВГнг(А)-FRLS;

В) для аварийного (эвакуационного) освещения:

ВВГнг(А)-FRLS, АВВГнг(А)-FRLS – для небольших объектов и помещений без большого скопления людей (красного или серого цвета);

ВВГнг(А)-FRHF, АВВГнг(А)-FRHF – для высотных зданий, помещений с массовым пребыванием людей и помещений с микропроцессорной техникой (оранжевый или черный);

ВВГнг(А)-FRLSLTx, АВВГнг(А)-FRLSLTx – для социальных объектов, где находятся преимущественно маломобильные граждане (зеленого цвета).

В нашем случае, например, мы выберем для гр 1 кабели марки ВВГнг(А)-LS -1 3х1,5 (N, PE), и программа их подгрузит в БД нашего проекта и в соответствующие ячейки блока типы прокладки (рис. 3.47).

Аналогично выбираем кабели для остальных групп (гр 2 и гр 3).

После выбора типов кабелей становятся доступными расчеты (проверки), например по гр 1 окно проверки показано на рис. 3.48 (цифра 3 на рисунке).

При этом программа выделяет красным цветом те результаты проверки, которые не удовлетворяют требованиям нормативных документов, и зеленым те результаты, которые удовлетворяют.

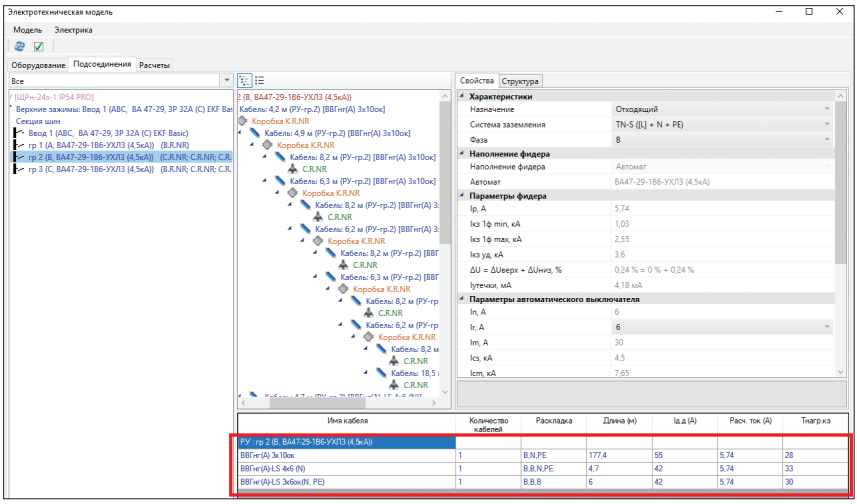


Рис. 3.47. Вид окна с выбранными типами кабелей

По гр 1 (рис. 3.48, цифра 1 на рисунке), например по результатам расчета (проверки), см. рис. 3.48 – 2, 3:

- по автоматическому выключателю не проведена проверка по срабатыванию при максимальном и ударном токах КЗ, см. рис. 3.48, цифра 5;
- выбранный кабель прошел проверку по соотношению токов нагрузки, длительному току кабеля и току уставки автомата защиты, см. рис. 3.48, цифра 6;
- выбранный кабель не прошел проверку по соотношению температуры перегрева, см. рис. 3.48, цифра 4.

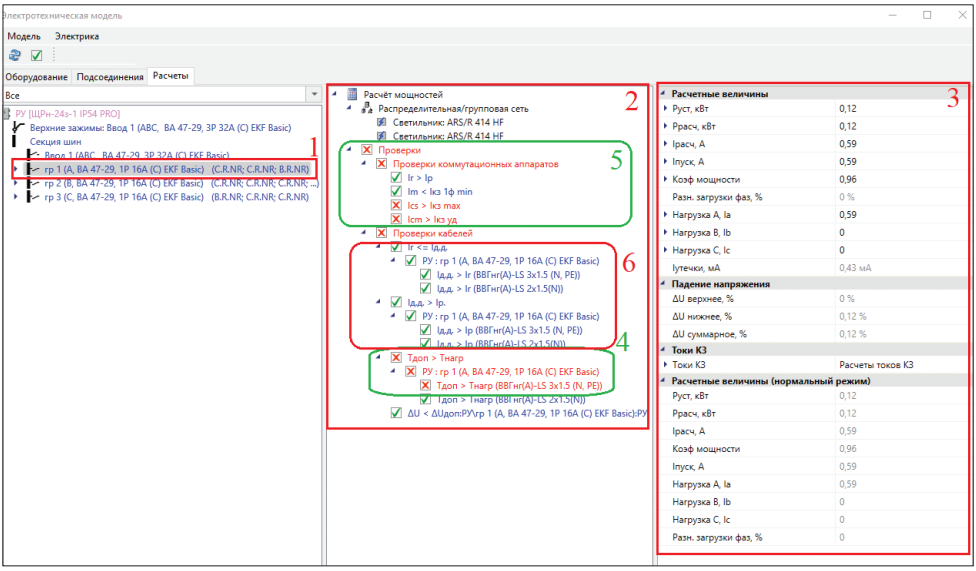


Рис. 3.48. Вид окна проверок кабелей и автоматических выключателей

Исходя из полученного результата, заменим кабель ВВГнг(A)-LS-1 3x1,5 (N, PE) на ВВГнг(A)-LS-1 3x2,5 (N, PE). После каждой замены кабеля следует и обновлять расчет – для этого наводим курсор на кнопку **Обновить расчет** в окне **Электротехническая модель** (см. рис. 3.49).

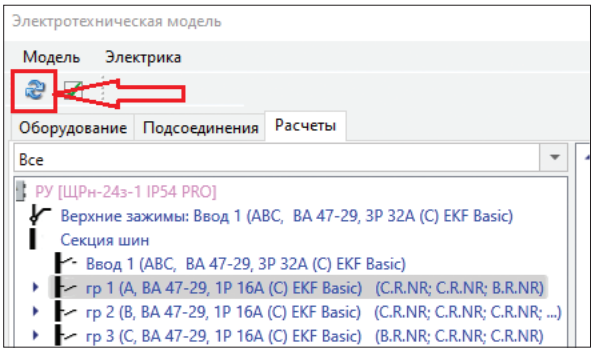


Рис. 3.49. Расположение кнопки **Обновить расчет** в окне **Электротехническая модель**

Так же заменим и групповой автоматический выключатель.

Для этого выйдем из **Электротехнической модели** и войдем в **Свойства конструктива**.

Наведем курсор на кнопку **Добавить оборудование** (рис. 3.50) и, как было описано в п. 3.4, выберем новый автомат, а старый удалим (рис. 3.51).

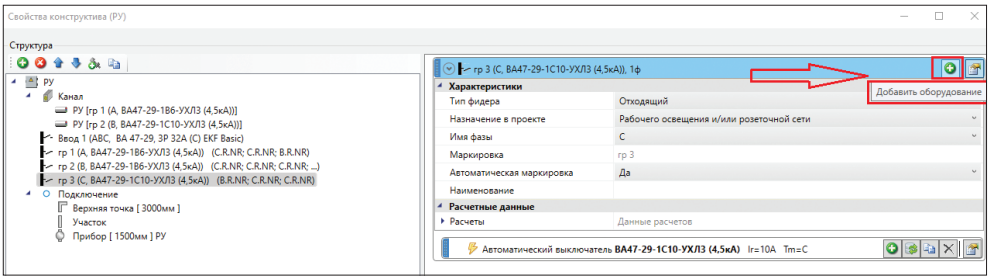


Рис. 3.50. Окно **Свойства конструктива** с положением кнопки **Добавить оборудование**

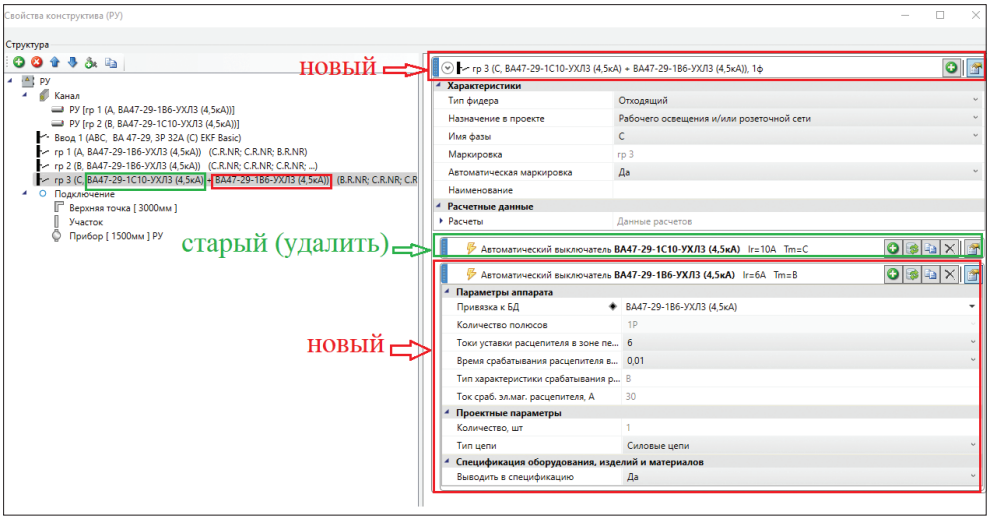


Рис. 3.51. Окно **Свойства конструктива** после выбора нового автомата

Если не удалить старый, то программа подключит их последовательно.

По завершении корректировки марки кабеля и автоматического выключателя все проверочные расчеты должны быть выделены зеленым цветом (см. рис. 3.52).

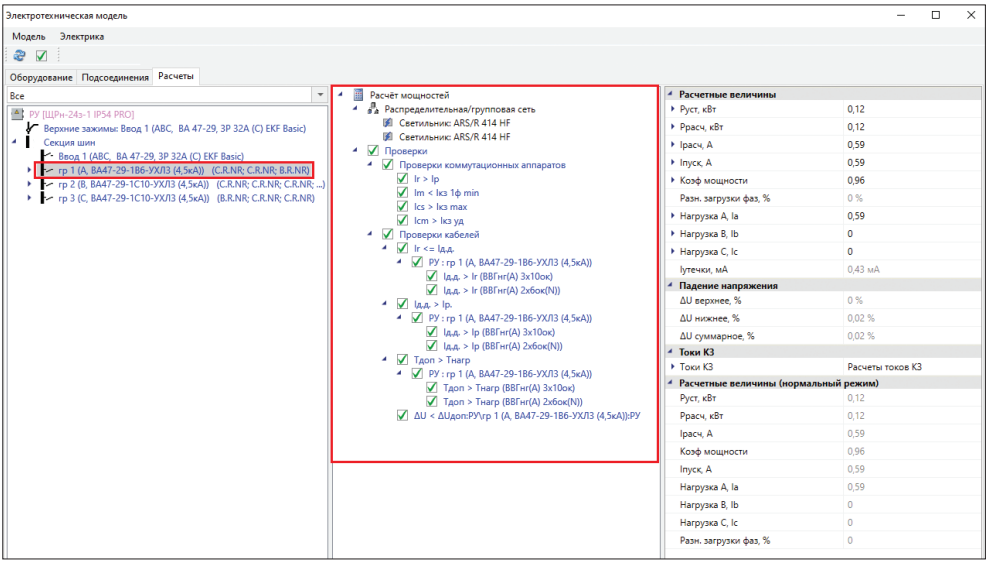


Рис. 3.52. Окно окончательной проверки

Наводим курсор на кнопку **Обновить модель** (на управляющей строке) – программа внесет в проект все обновления.

3.8. Создание однолинейных схем

Для формирования однолинейной принципиальной схемы щита наводим курсор на кнопку ЭТМ и нажимаем ЛКМ.

Программа откроет окно **Электротехническая модель**. Наводим курсор (в левом окне **Электротехническая модель**) на обозначение нужного нам щита (например, РУ (ЩРн-24э-1 IP54 PRO)) и нажимаем ПКМ (см. рис. 3.53).

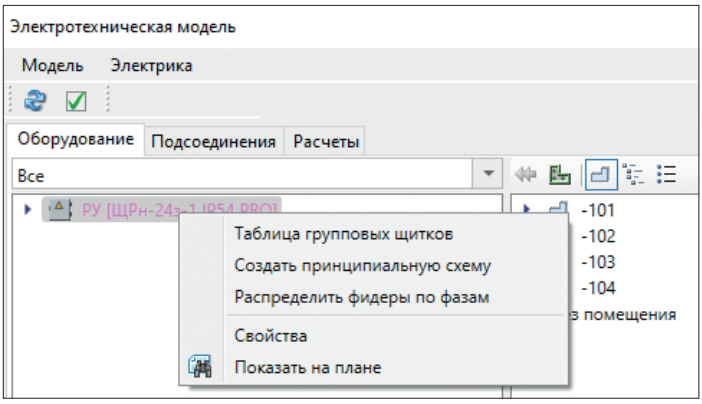


Рис. 3.53. Окно приветствия «Нанософт»

Программа откроет окно, в котором выбираем команду **Создать принципиальную схему** (рис. 3.53), наведя курсор и нажав ЛКМ.

Программа откроет окно, в котором оператор может выбрать формат вывода принципиальной однолинейной схемы (рис. 3.54).

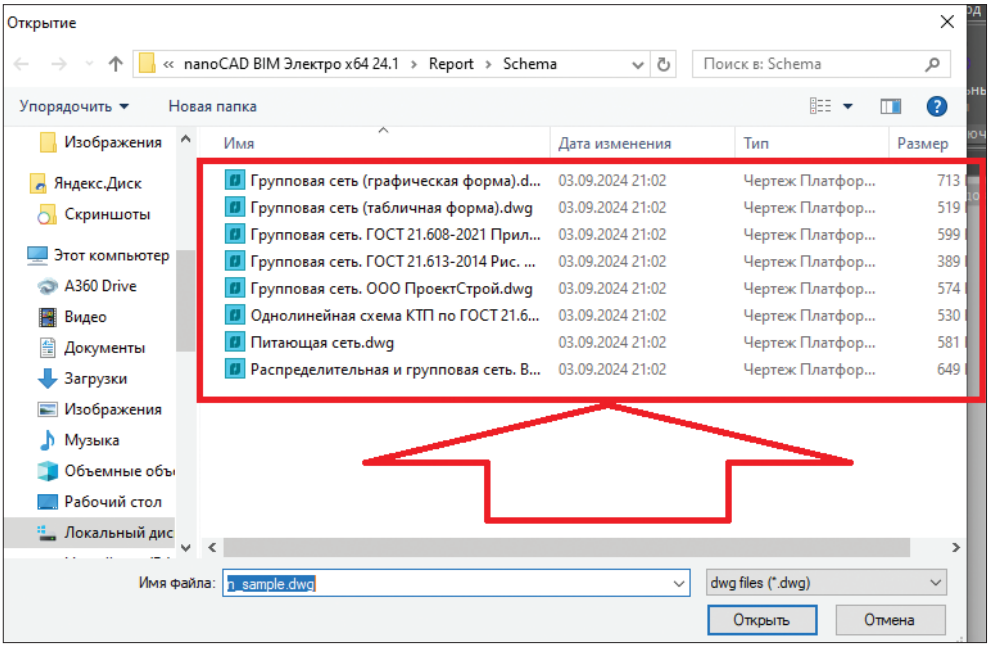


Рис. 3.54. Окно выбора формата вывода принципиальной однолинейной схемы

При выборе формата вывода принципиальной однолинейной схемы щита освещения рекомендуется руководствоваться требованиями Приложения Л ГОСТ 21.608–2021 (рис. 3.55).

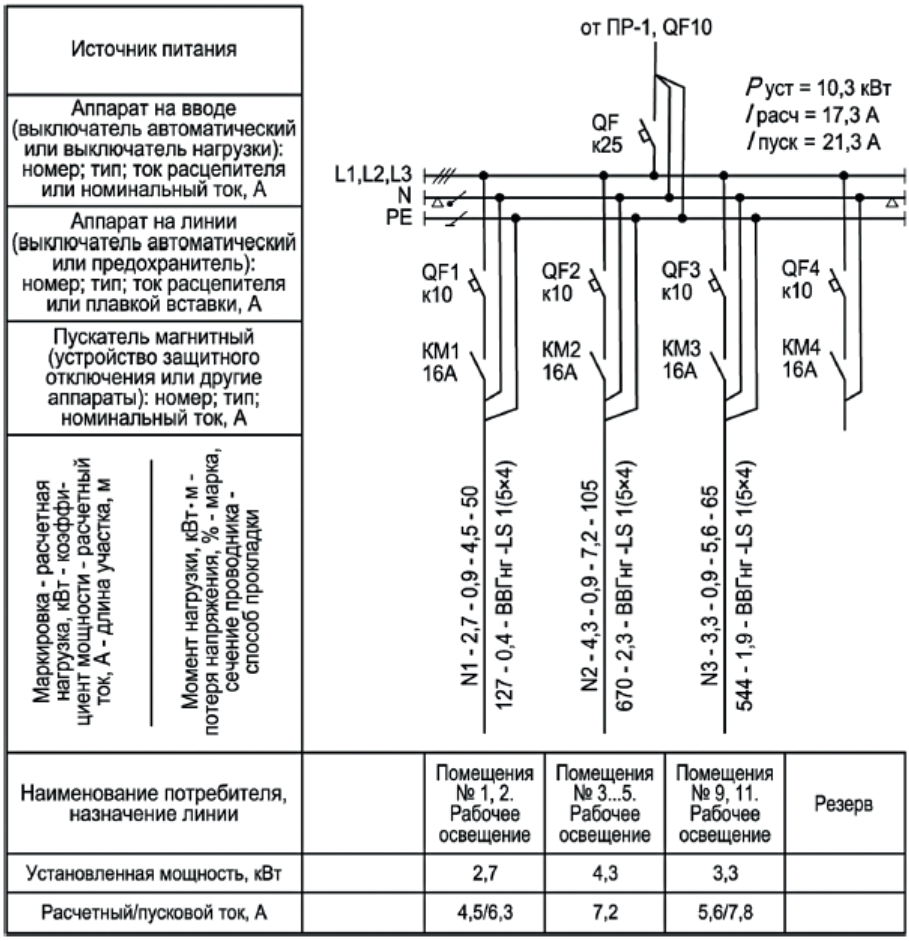


Рис. 3.55. Пример оформления принципиальной схемы группового щитка освещения (рис. Л1 Приложения Л ГОСТ 21.608–2021)

Исходя из этого, наводим курсор на строку **Групповая сеть. ГОСТ 21.608-2021 Прил…**, ЛКМ выделяем (рис. 3.56), далее нажимаем ЛКМ на кнопку **Открыть**, и программа создает в отдельном файле (рис. 3.57, цифра 1) принципиальную однолинейную схему (рис. 3.57, цифра 2).

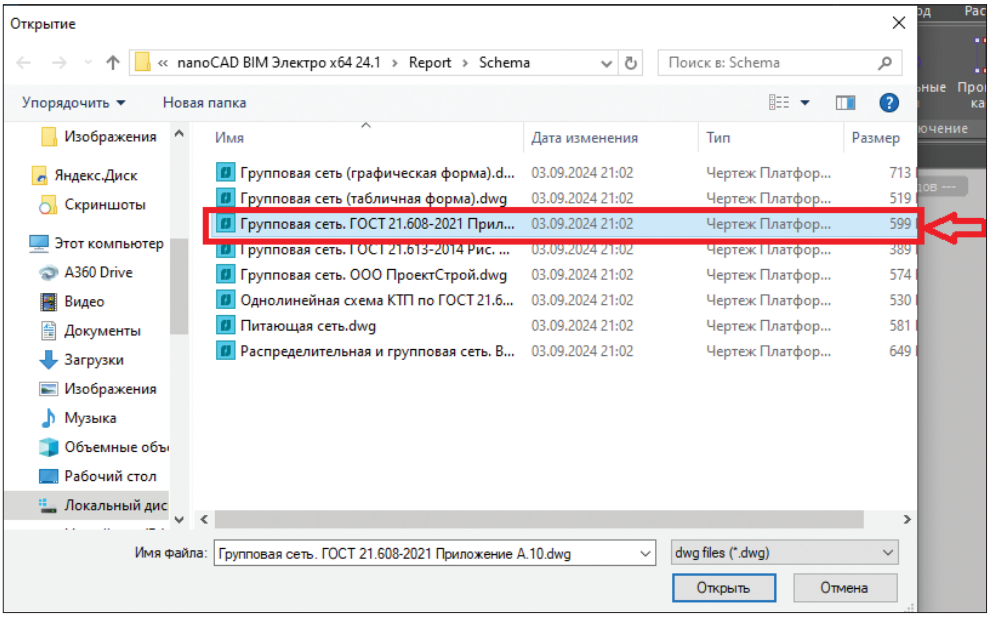


Рис. 3.56. Пример оформления принципиальной схемы группового щитка освещения (рис. Л1 Приложения Л ГОСТ 21.608–2021)

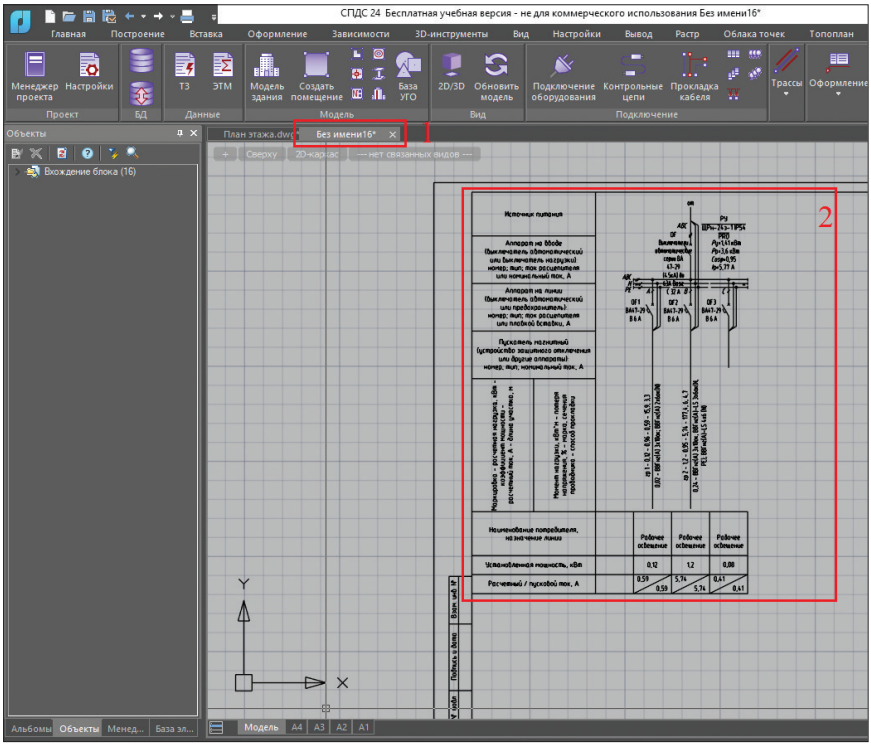


Рис. 3.57. Пример созданной принципиальной схемы группового щитка освещения

Далее созданный файл принципиальной однолинейной схемы щита освещения сохраняем, используя стандартные средства программы nanoCAD BIM Электро.

При необходимости в дальнейшем схему возможно корректировать.

Таким образом, пошаговое создание однолинейной схемы включает:

1) создание модели с размещением электрооборудования и подключением цепей;
2) выбор во вкладке **Схемы** типа шаблона однолинейной схемы;
3) выбор щита в проекте, для которого будет формироваться схема;
4) автоматическое формирование схемы, при этом программа автоматически подгрузит все подключенные к щиту элементы;
5) при необходимости редактирование порядка отображения, уровней подключения, подписей. Кроме того, используя встроенные функции, возможна маркировка элементов и задания параметров защиты цепей, а также добавление кабельных линий, если требуется указать трассировку или параметры кабеля;
6) автоматическая проверка на корректность и ошибки, которая включает:
   - соответствие нагрузок и номиналов автоматов;
   - правильность подключения фаз;
   - наличие всех обязательных данных (наименование, мощность, кабель);
   - логическую непрерывность цепи.

   Ошибки выделяются визуально и в списке уведомлений, и пользователь может перейти к проблемному элементу прямо из схемы и внести корректировки;
7) экспорт в рабочую документацию:
   - вставка в лист оформления с рамкой и штампом;
   - экспорт в формат DWG, PDF или передача в другие CAD-системы;
   - использование для создания спецификаций оборудования и кабелей;
   - использование для связи с другими разделами.

Таким образом, вся информация, отображаемая в схеме, берется из BIM-модели и автоматически актуализируется при изменениях. Это позволяет создать единое информационное пространство и обеспечить полноту рабочей документации

3.9. Создание выносок на плане

При создании выносок на плане электроосвещения рекомендуется руководствоваться требованиями Приложения В ГОСТ 21.608–2021 (рис. 3.58)**.**

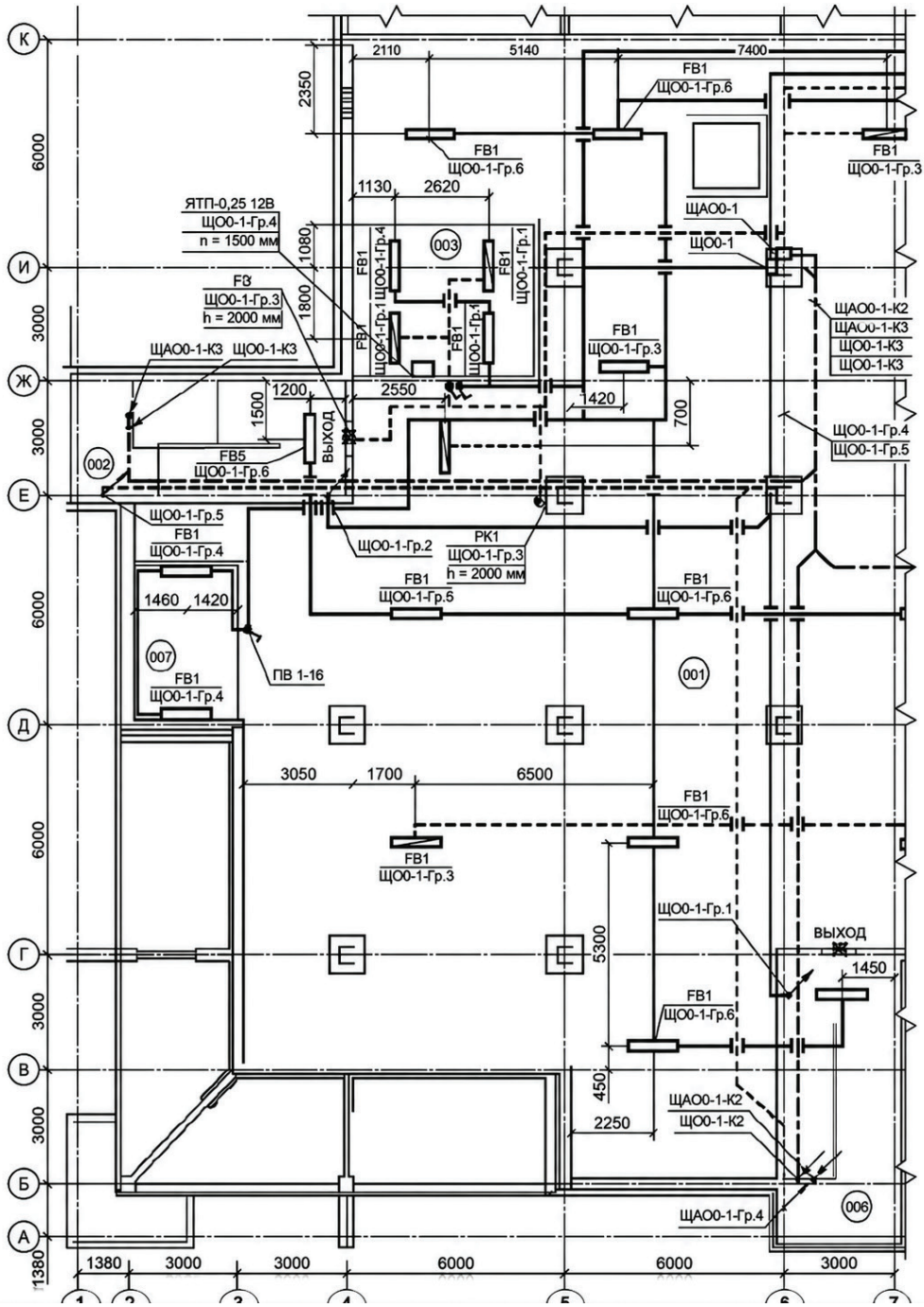


Рис. 3.58. Пример оформления плана
(рис. В1 Приложения В ГОСТ 21.608–2021)

Для создания выносок необходимо навести курсор на кнопку **Оформление** в командной строке nanoCAD BIM Электро и нажать ЛКМ (рис. 3.59).

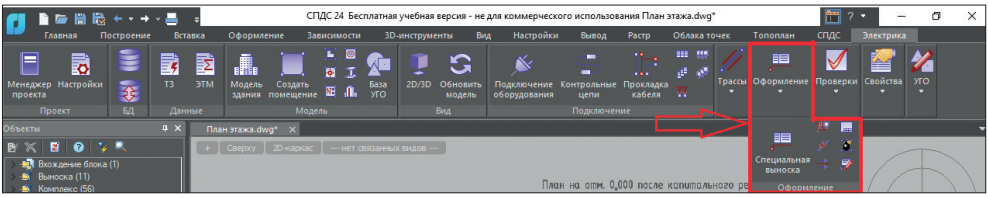


Рис. 3.59. Пример оформления плана (рис. В1 Приложения В ГОСТ 21.608–2021)

Откроется окно с управляющими кнопками вкладки **Оформление** (рис. 3.60).

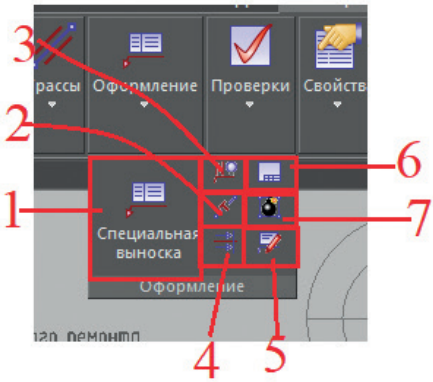


Рис. 3.60. Управляющие кнопки вкладки **Оформление**, где

1 – Специальная выноска;

2 – Текстовый элемент;

3 – Выноска числа светильников;

4 – Выноска сечения;

5 – Настройка выносок;

6 – Установить рамку чертежа;

7 – Взорвать план

Специальная выноска – позволяет устанавливать на плане выноски с информацией: номер группы, обозначение трассы прокладки, тип проводника, высоту и т. д.

Навести курсор на кнопку **Специальная выноска**. Программа предложит указать объект для создания выноски. Наводим курсор на объект (например, светильник, рис. 3.61), нажимаем ЛКМ, появляется окно **Выбор выноски** (рис. 3.62).

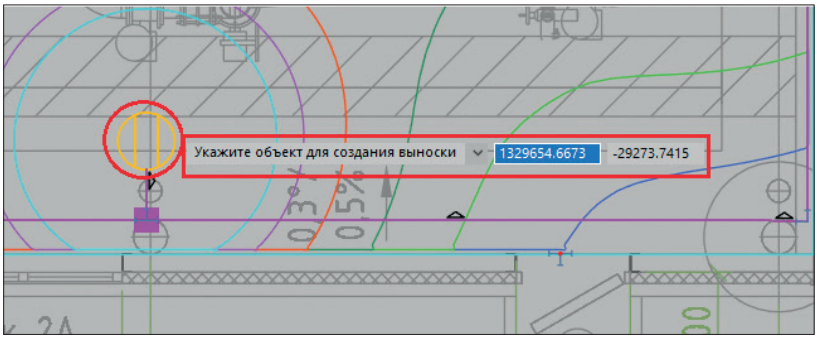


Рис. 3.61. Управляющие кнопки вкладки **Оформление**

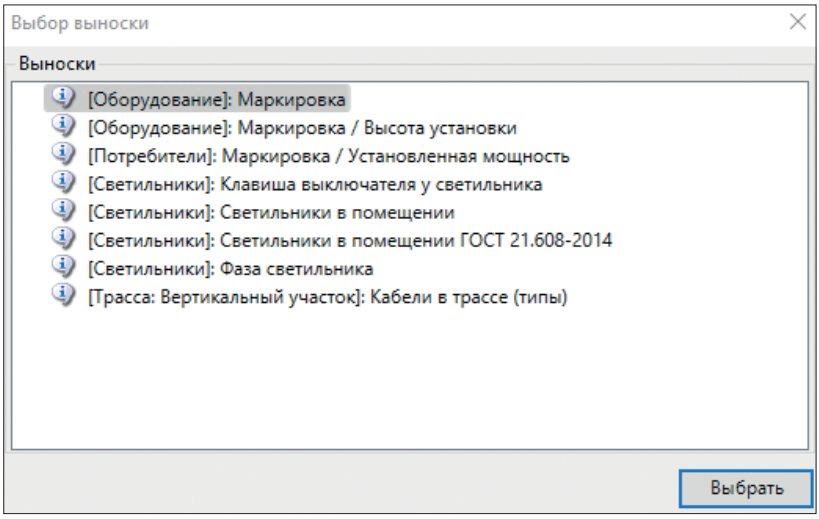


Рис. 3.62. Окно **Выбор выноски**

В данном окне выбираем формат выноски. Например, для светильника выбираем формат выноски **[Светильники]: Светильники в помещении ГОСТ 21.608-2014** (*в версии nanoCAD BIM Электро 24 год ГОСТа указан неверно, должен быть 2021*).

Для выбора наводим курсор на нужную строку и нажимаем ЛКМ (рис. 3.63), далее наводим курсор на клавишу **Выбрать** и нажимаем ЛКМ, программа откроет план и предложит выбрать точку вставки вершины выноски (рис. 3.64).

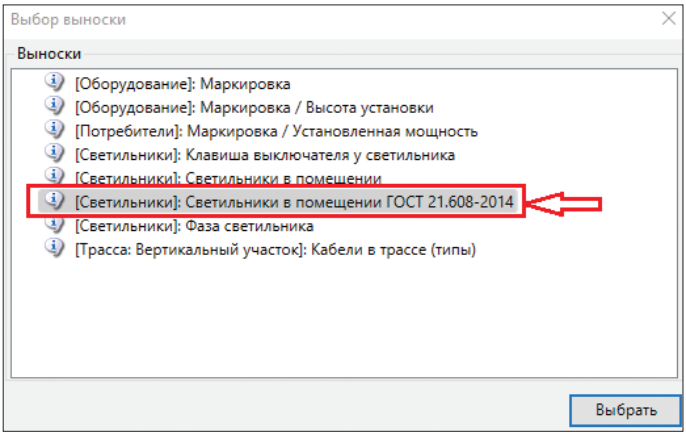


Рис. 3.63. Выбор формата выноски

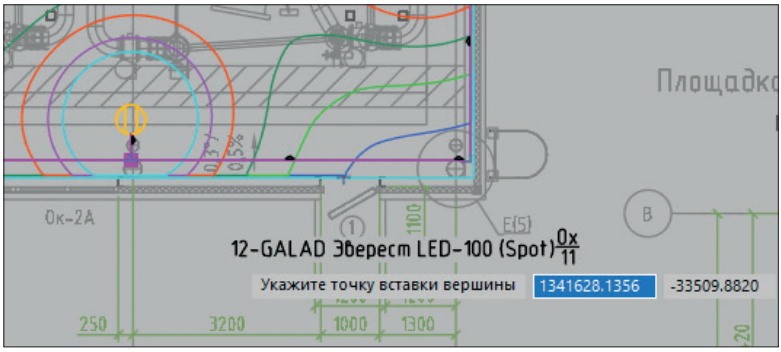


Рис. 3.64. Выбор точки вставки вершины выноски

Указываем на плане курсором точку вставки (рис. 3.65) и нажимаем ЛКМ, далее курсором указываем точку привязки выносной линии и нажимаем ЛКМ. Выноска установлена.

Рис. 3.65. Выбор точки привязки выносной линии

Следует отметить, что программа далее предложит указать следующий объект для установки выноски или выполнить отмену (рис. 3.66). Если указать следующий светильник, то программа позволит поставить следующую выноску; если нажать **Отмена**, то установка выносок будет завершена.

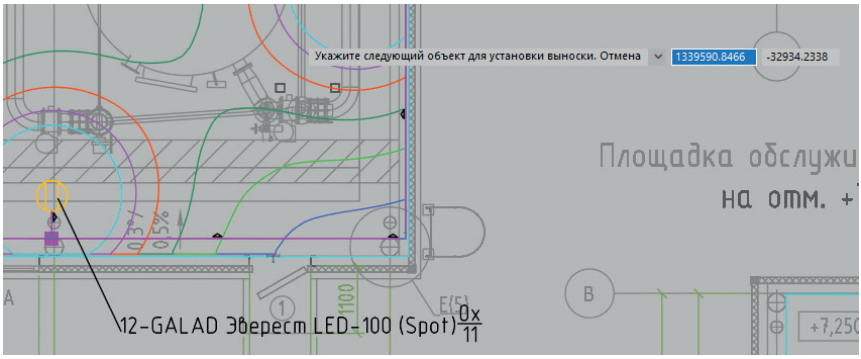


Рис. 3.66. Выбор точки привязки выносной линии

Программа nanoCAD BIM Электро при работе в формате **Специальная выноска** при выполнении команды указать **Объект для создания выноски** самостоятельно определяет объект (светильник, щит, трасса, выключатель и т. д.) и соответственно выводит нужное окно выбора формата выноски, например если навести на щит, то состав окна выбора формата будет таким, как показано на рис. 3.67.

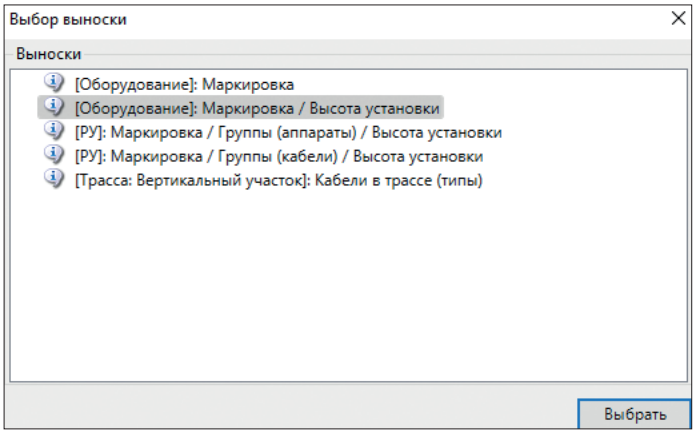


Рис. 3.67. Вид окна выбора формата выноски для щитового оборудования

Кроме того, установленную выноску программа позволяет корректировать. Для этого наводим курсор на выноску, выделяем (нажимаем ЛКМ) и далее дважды нажимаем ЛКМ. Откроется окно **Свойства «Выноска»** (например, для щита рис. 3.64), в котором возможно внесение изменений.

Важно! Изменения будут сохраняться при условии, что «автоматическое обновление» будет стоять в значении «нет».

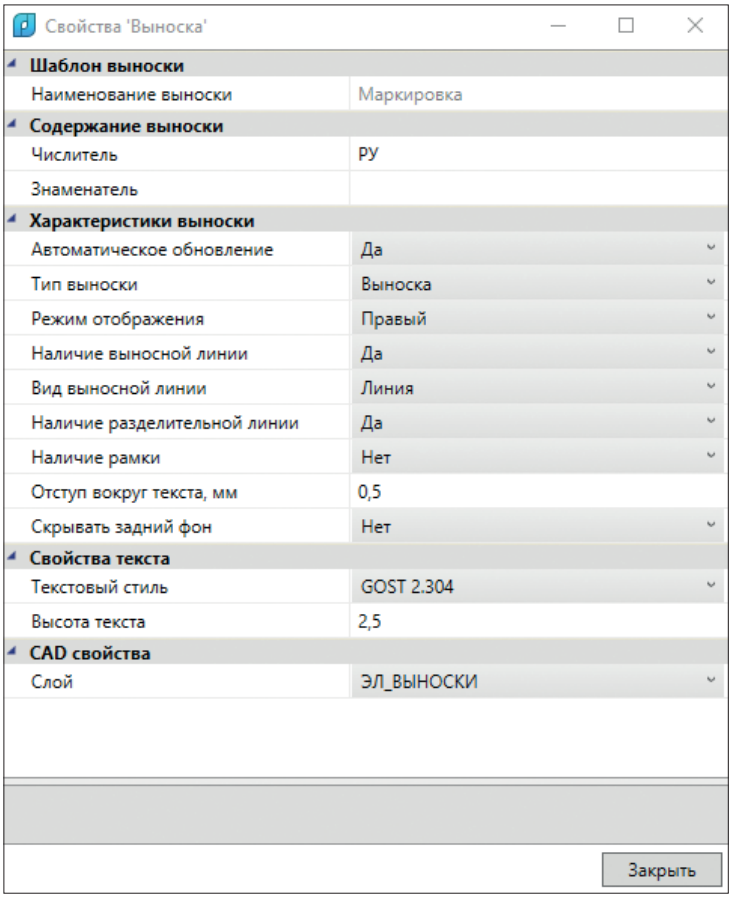


Рис. 3.68. Окно **Свойства «Выноска»**

Текстовый элемент – позволяет вставлять соответствующие надписи и при необходимости их корректировать (рис. 3.69).

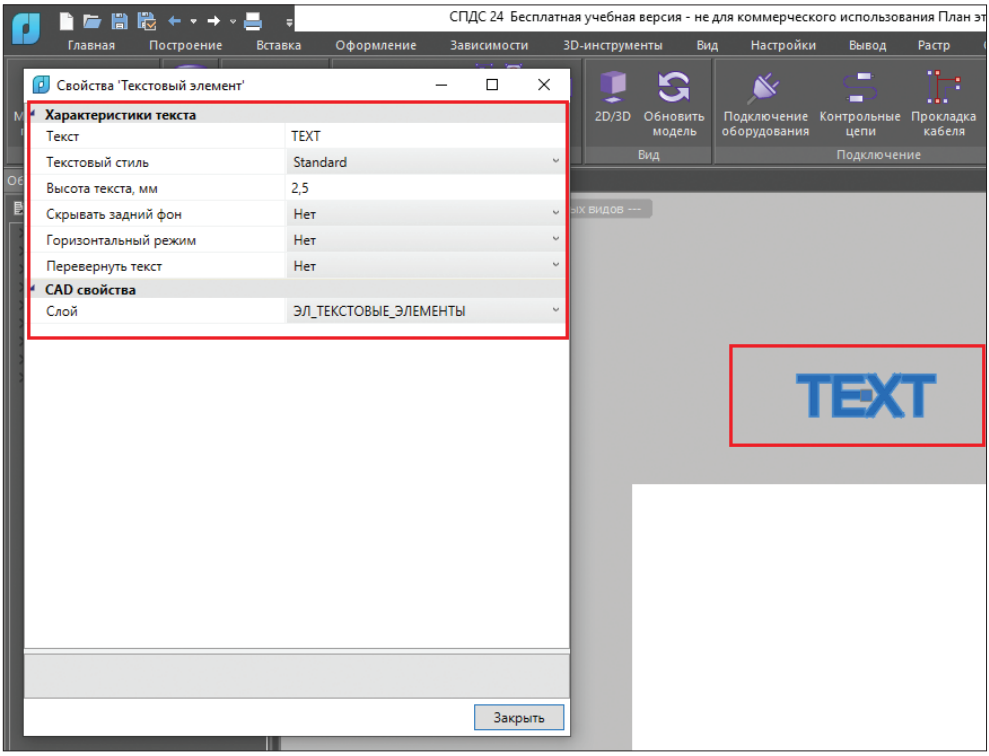


Рис. 3.69. Окно **Свойства «Текстовый элемент»**

Выноска числа светильников – позволяет для выбранного помещения указать общее количество светильников.

Для этого наводим курсор на кнопку **Оформление**, нажимаем ЛКМ; далее наводим курсор на кнопку **Выноска числа светильников** и нажимаем ЛКМ. Программа откроет план, на котором выбираем светильники помещения (наводим курсор и нажимаем ЛКМ последовательно на каждом светильнике). Выбрав все светильники, нажимаем **Ввод** и, выбрав точку вставки вершины выноски, нажимаем ЛКМ (рис. 3.70).

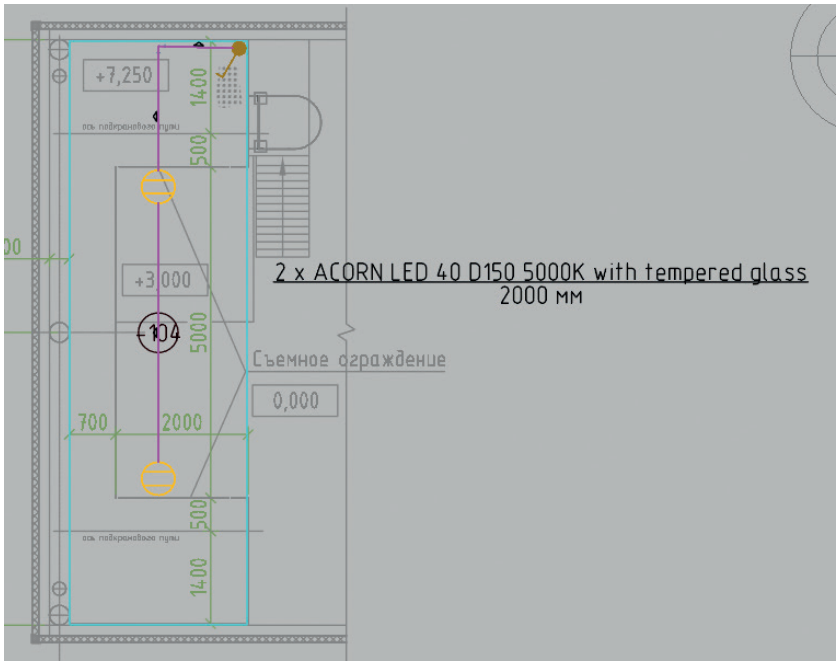


Рис. 3.70. Вставка выноски числа светильников

Выноска сечения – позволяет делать выноску сечения трассы, но доступна только для трасс с лотками.

Настройка выносок – позволяет настраивать и корректировать форматы выносок.

Для этого наводим курсор на кнопку **Оформление** и нажимаем ЛКМ, далее наводим курсор и нажимаем ЛКМ на кнопку настройки выносок. Программа откроет окно **Установка шаблона** (рис. 3.71).

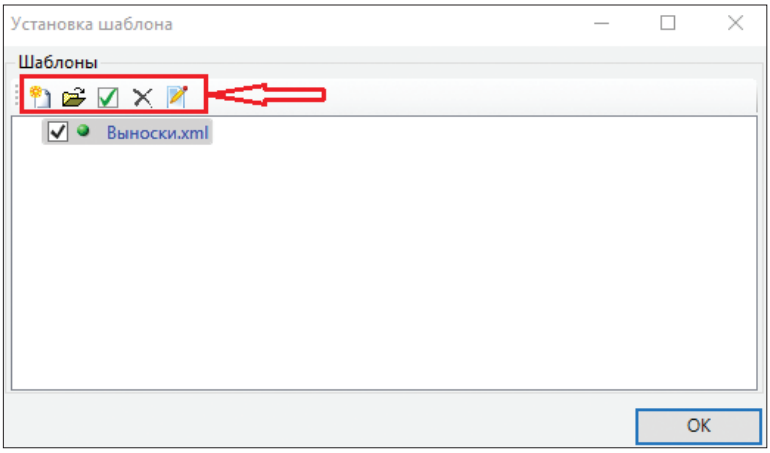
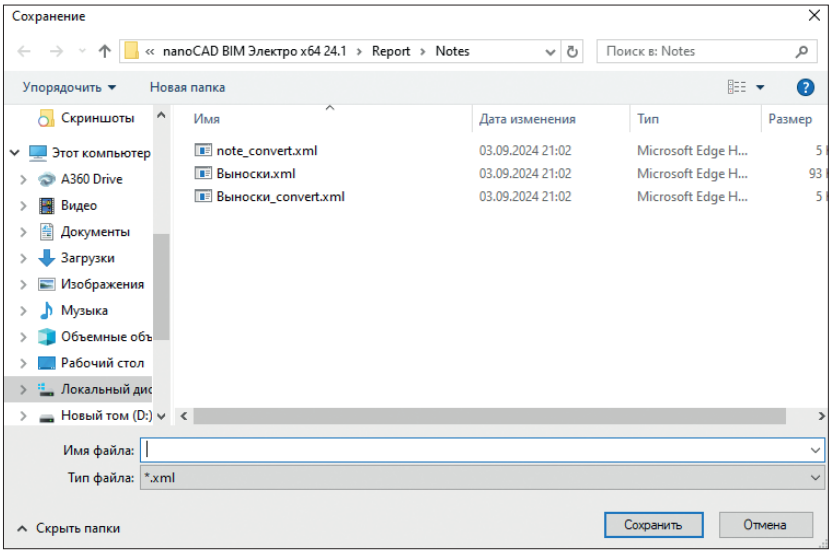
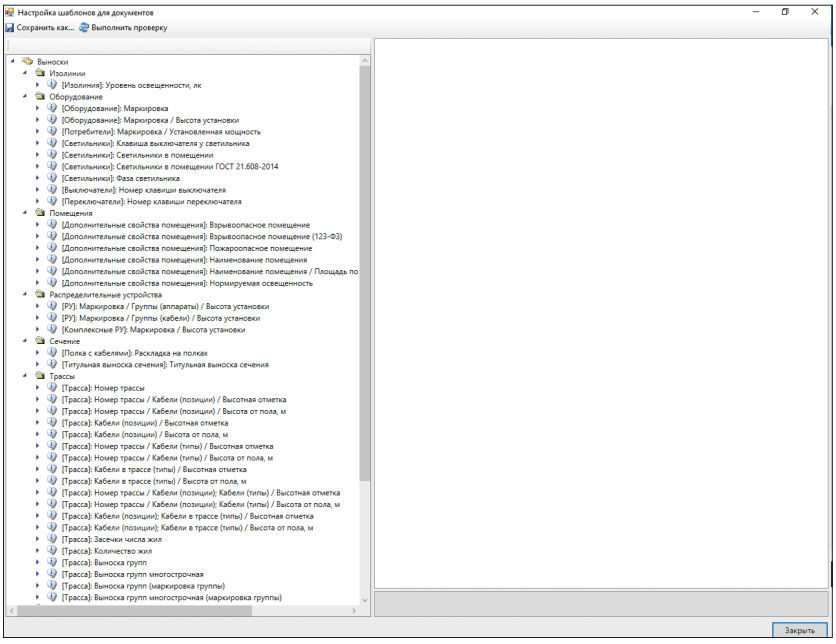


Рис. 3.71. Окно **Установка шаблона**

В данном окне в командной строке (выделено красным прямоугольником) возможно (слева направо): **Создать шаблон** (рис. 3.68а); **Добавить шаблон** (рис. 3.72а); **Установить активным шаблон**; **Удалить шаблон** и **Редактировать шаблон** (рис. 3.72б).



а)



б)

Рис. 3.72. Работа с окном **Установка шаблона**

Установить рамку чертежа – позволяет вставить на план рамки форматов листов.

Для этого наводим курсор на кнопку **Оформление** и нажимаем ЛКМ, далее наводим курсор и нажимаем ЛКМ на кнопку **Установить рамку чертежа**. Программа откроет окно **Вставка рамки** (рис. 3.73).

Важно: в версии nanoCAD BIM Электро 24 указан неверно год ГОСТ Р 21.1101–2013, на 2026 год действует ГОСТ Р 21.101–2026.

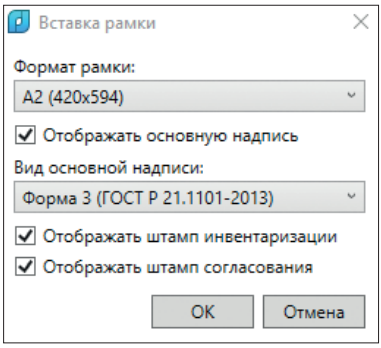


Рис. 3.73. Окно **Вставка рамки**

В окне **Вставка рамки** задаем формат рамки (рис. 3.74а) и **Вид основной надписи** (рис. 3.74б), далее наводим курсор на кнопку **OK** и вставляем рамку.

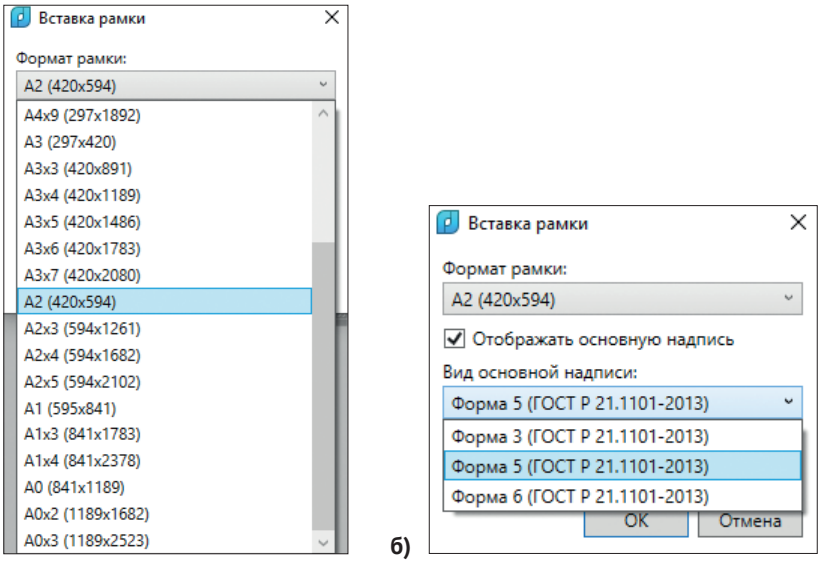


Рис. 3.74. Настройка формата рамки и вида основой надписи в окне **Вставка рамки**

После вставки рамки программа открывает окно **Свойства** (рис. 3.75), в котором мы заполняем штамп.

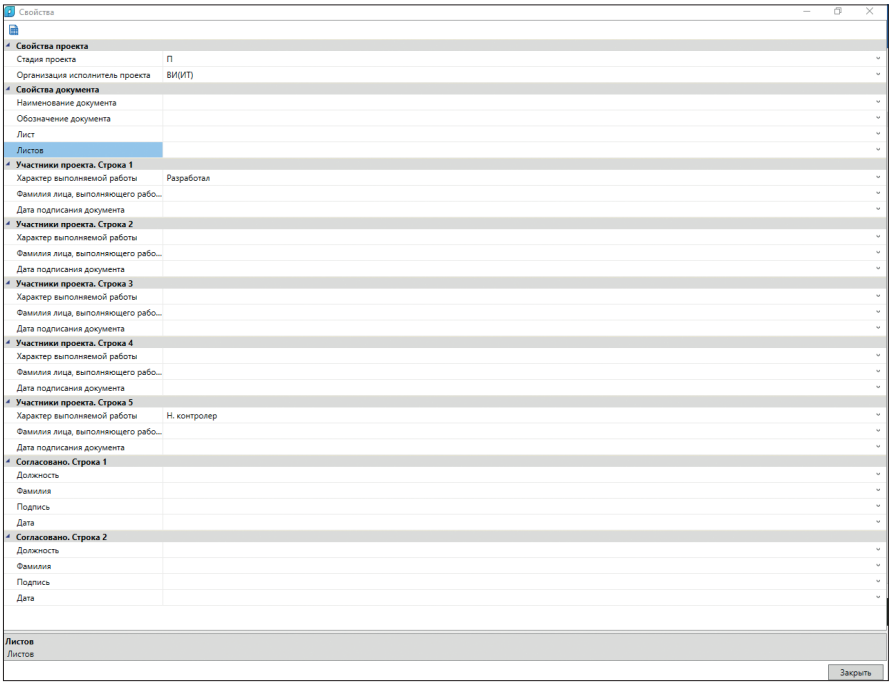


Рис. 3.75. Окно **Свойства** для заполнения штампа рамки

План оформлен (рис. 3.76).

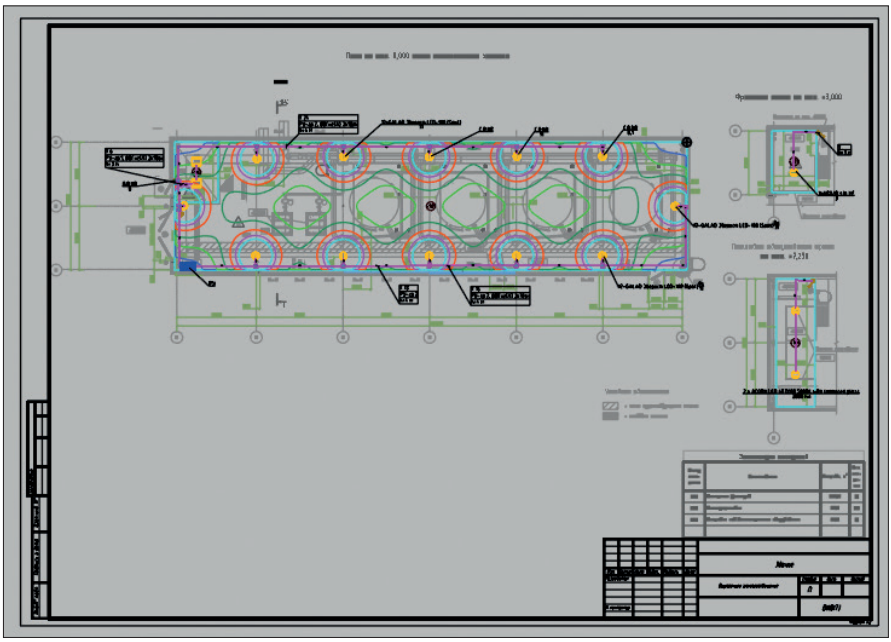


Рис. 3.76. Вид плана сетей электроосвещения со вставленной рамкой

Важно! При выборе формата рамки, вида основной надписи и заполнении штампа следует руководствоваться требованиями ГОСТ Р 21.101–2026 (ранее ГОСТ Р 21.101–2020).

Взорвать план – позволяет разбить объекты СПДС для дальнейшей их корректировки.

Литература к главе 3

1. *Косарев Б. А.* Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений / Б. А. Косарев. – М.: Академия, 2014. – 352 с.
2. *Суходолов Я. А.* Информационное моделирование зданий (BIM): основы, технологии, организация работ / Я. А. Суходолов. – М.: АСВ, 2019. – 256 с.
3. ГОСТ 31996–2012 «Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия».
4. СП 76.13330.2016 «Электротехнические устройства», актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85.
5. ГОСТ Р 50571.5.52–2011 / МЭК 60364-5-52:2009 «Низковольтные электрические установки. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки».
6. ГОСТ 31565–2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности».
7. Правила устройства электроустановок.
8. СП 439.1325800.2018 «Здания и сооружения. Правила проектирования аварийного освещения».
9. СП 6.13130 в редакции 2025 года (вступил в силу в июне 2026 года) «Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности».
10. СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа».
11. ГОСТ 21.608–2021 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации внутреннего электрического освещения».
12. ГОСТ Р 21.101–2020 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации».
13. ГОСТ Р 21.101–2026 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации».
14. Однолинейные схемы в nanoCAD BIM Электро: пошаговая инструкция 13.05.2025 // https://buildsoft.ru/articles/nanoCAD/odnolineynye-skhemy-v-nanocad-bim-elektro-poshagovaya-instruktsiya/ (дата обращения: 24.03.2026).

ГЛАВА 4

Порядок формирования спецификаций разработанной системы внутреннего электроосвещения в nanoCAD BIM Электро

4.1. Основные результирующие сведения, выводимые nanoCAD BIM Электро

Основные результирующие сведения, которые могут быть выведены по результату проектирования освещения в nanoCAD BIM Электро (см. рис. 4.1):

1) Экспликация помещений;
2) Таблица групповых щитков;
3) Спецификация оборудования, изделий и материалов (СО);
4) Кабельный журнал (КЖ);
5) Таблица потребности кабелей;
6) Результаты светотехнических расчетов;
7) Результаты электротехнических расчетов;
8) Расчет ТКЗ.

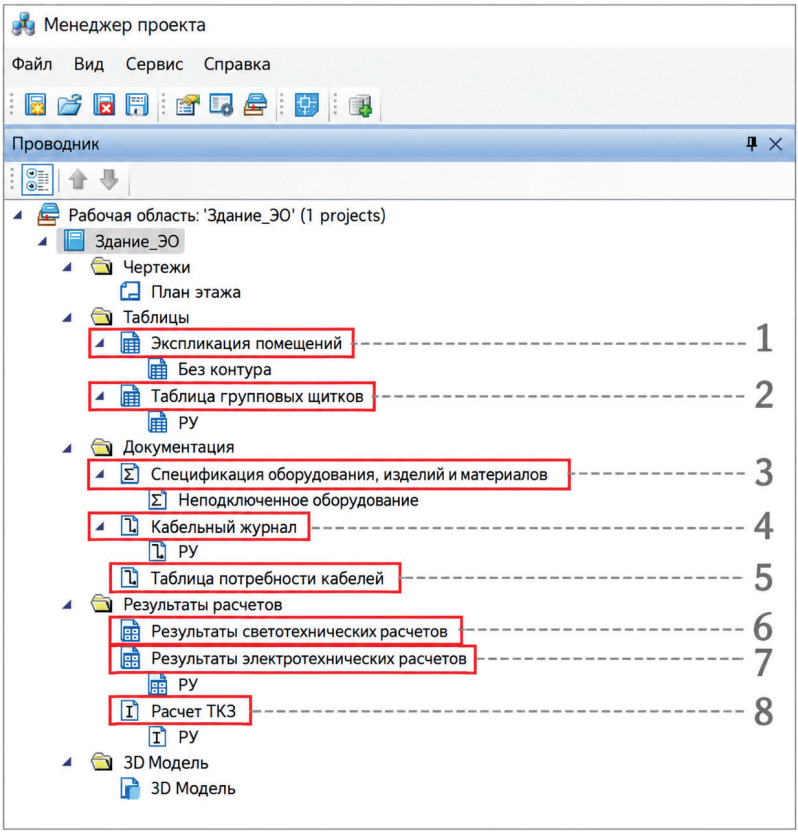


Рис. 4.1. Основные результирующие сведения

А) Форма вывода сведений (результатов) для позиций 1, 2, 5 и 7 (рис. 4.1) в nanoCAD BIM Электро может осуществляться (рис. 4.2 на примере **Результаты электротехнических расчетов**) путем:

- размещения на плане;
- выгрузки документа в формат XLSX;
- выгрузки документа в формат DOCX.

Б) Форма вывода сведений (результатов) для позиций 3 и 4 (рис. 4.1) в nanoCAD BIM Электро может осуществляться (рис. 4.3 на примере **Спецификация оборудования, изделий и материалов**) путем:

- создания в CAD;
- выгрузки документа в Excel;
- выгрузки документа в Word.

В) Форма вывода сведений (результатов) для позиций 6 и 8 (рис. 4.1) в nanoCAD BIM Электро может осуществляться путем:

- выгрузки документа в Excel;
- выгрузки документа в Word.

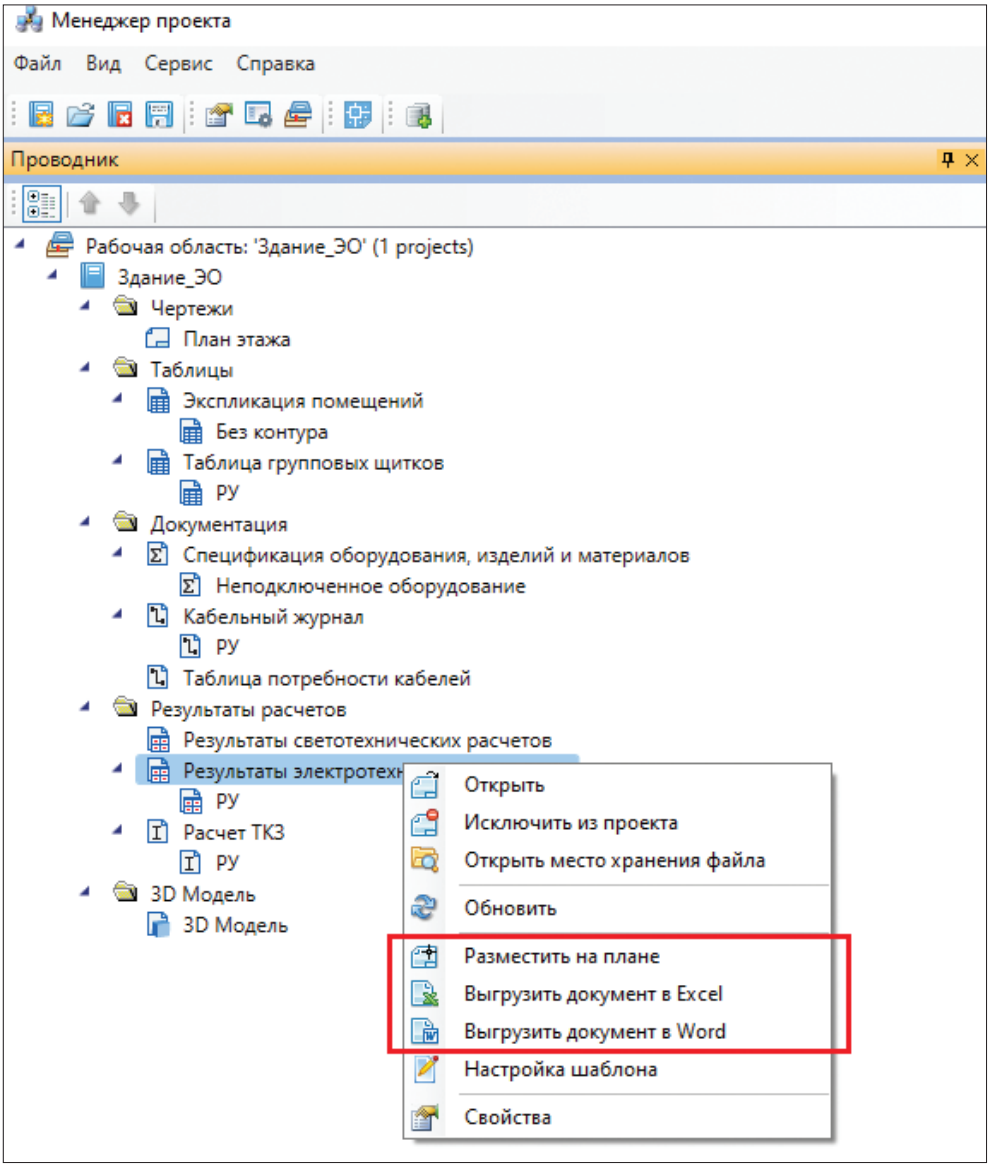


Рис. 4.2. Форматы вывода результатов

Для доступа к меню вывода необходимо в **Менеджере проекта** навести курсор на соответствующую строку и нажать ПКМ. Далее навести курсор на соответствующую строку формата вывода и нажать ЛКМ.

В варианте размещения на плане вставка осуществляется в табличном формате и после вставки таблицу средствами nanoCAD возможно редактировать (рис. 4.4).

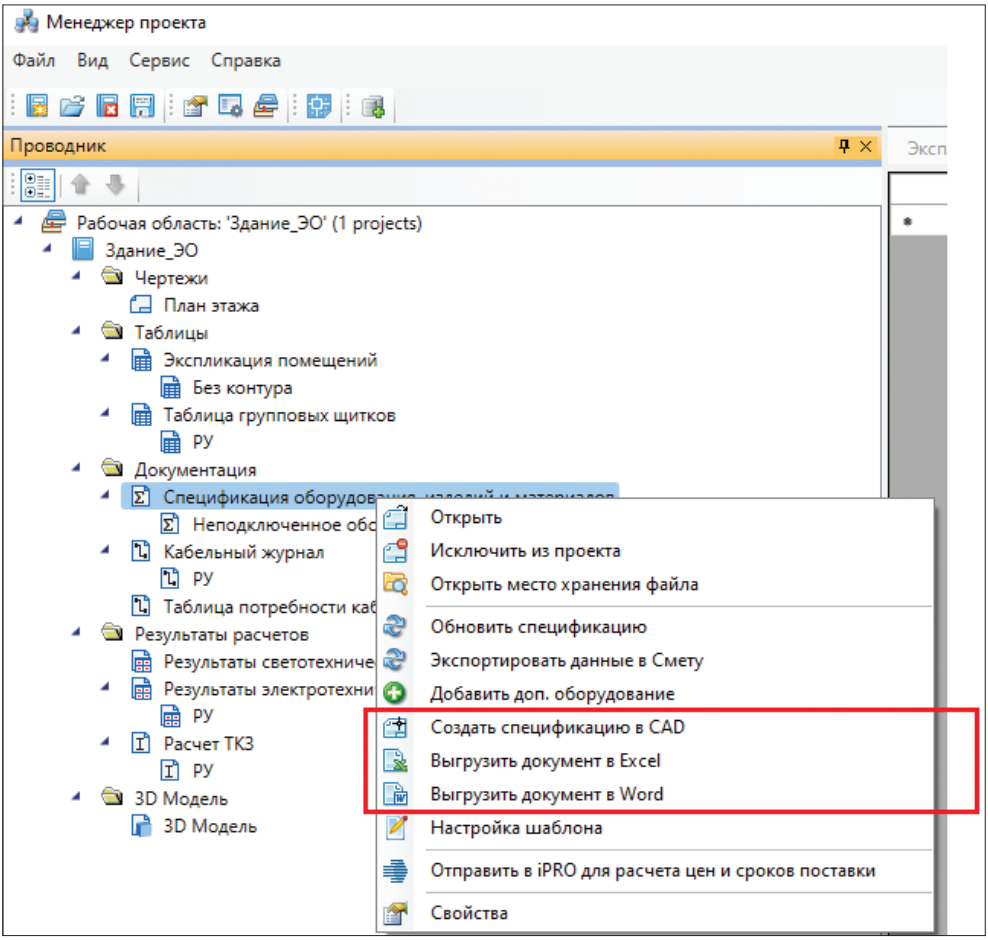


Рис. 4.3. Окно **Настройка трассы**

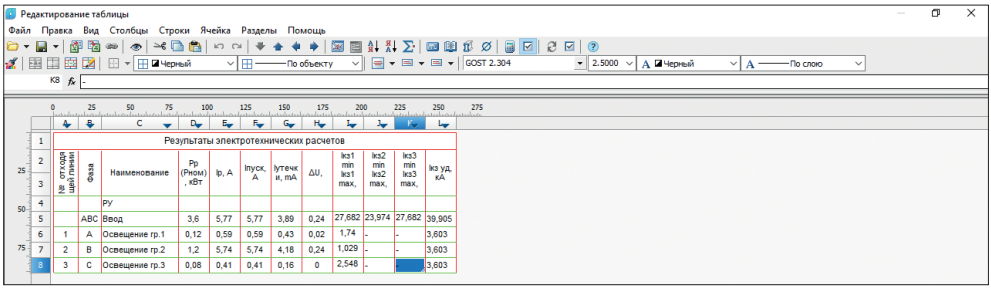


Рис. 4.4. Окно nanoCAD **Редактирование таблицы**

Кроме того, nanoCAD BIM Электро предполагает возможность настройки шаблона вывода результатов расчета. Для этого в **Менеджере проекта** наводим курсор на нужную нам строку и нажимаем ПКМ, в открывшемся окне выбираем **Настройка шаблона** (наводим на курсор и нажимаем ЛКМ). В открывшемся

окне **Установка шаблона** возможно выбрать нужный из имеющихся, создать новый или откорректировать имеющийся (рис. 4.5). Для завершения работы в окне **Установка шаблона** наводим курсор на кнопку **ОК** и нажимаем ЛКМ.

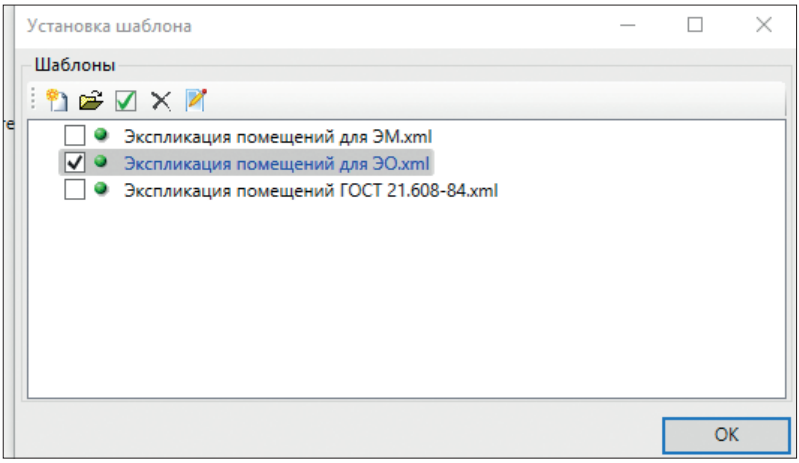


Рис. 4.5. Окно **Установка шаблона**

Соответствующая форма вывода определяется с учетом специфики объекта проектирования, требований нормативно-технических документов или указаниями главного инженера проекта.

Например, возможные форматы вывода экспликации помещения для тома **Внутреннее электроосвещение (ЭО)** показаны на рис. 4.6.

Экспликация помещений

№ по плану	Наименование помещения	Разряд и подразряд зрительных работ по СП 52.13330.2016	Освещенность, лк		Класс зоны помещения, характеристика среды помещения по ПУЭ
			Нормируемая	Расчитанная	
-101	машинный зал	Ж1	200	223	Невзрывоопасная, Непожароопасная, Нормальная
-102	электрощитовая	Ж1	200	371	Невзрывоопасная, Непожароопасная, Нормальная
-103	венткамера	Ж1	200	269	Невзрывоопасная, Непожароопасная, Нормальная
-104	площадка крана	Ж1	200	244	Невзрывоопасная, Непожароопасная, Нормальная

Экспликация помещений

№ по плану	Наименование помещения	Класс зоны помещения, характеристика среды помещения по ПУЭ
-101	машинный зал	Невзрывоопасная, Непожароопасная, Нормальная
-102	электрощитовая	Невзрывоопасная, Непожароопасная, Нормальная
-103	венткамера	Невзрывоопасная, Непожароопасная, Нормальная
-104	площадка крана	Невзрывоопасная, Непожароопасная, Нормальная

Рис. 4.6. Форматы вывода экспликации помещений

4.2. Нормативные требования к спецификации

При выборе формата (шаблона) спецификации следует руководствоваться требованиями Приложения И ГОСТ Р 21.101–2026 (ранее ГОСТ Р 21.101–2020) (см. рис. 4.7) **и ГОСТ 21.1101–2013** (см. рис. 4.8)**, а при заполнении спецификации по внутреннему электроосвещению рекомендуется руководствоваться требованиями п. 8 ГОСТ 21.608–2021.**

К схемам расположения элементов сборной конструкции, монолитной железобетонной конструкции, чертежам расположения технологического оборудования и/или трубопроводов, установок (блоков) технологического, санитарно-технического и другого оборудования, а также к другим чертежам составляют спецификации по форме 7, при выполнении чертежей групповым методом составляют групповые спецификации по форме 8 (см. рис. 4.7 Приложения К ГОСТ Р 21.101–2026). Спецификации строительных изделий составляют по ГОСТ 21.501, спецификации металлопроката – по ГОСТ 21.502.

Спецификацию помещают, как правило, на листе чертежей, где изображены схемы, планы расположения оборудования и трубопроводов, планы установок. Спецификацию допускается выполнять на отдельных листах формата А4 в качестве последующих листов чертежей или в виде отдельного документа.

Спецификацию оборудования, изделий и материалов (*например, для разделов ЭМ, ЭО, ЭОМ*) составляют по форме 1 ГОСТ 21.1101–2013 (см. рис. 4.8) ко всем основным комплектам рабочих чертежей, *кроме основных комплектов рабочих чертежей конструктивных решений (железобетонных, металлических и деревянных конструкций)*. Если основной комплект рабочих чертежей одной марки разделен на несколько комплектов той же марки, то спецификацию составляют к каждому из этих комплектов. Допускается модифицировать форму спецификации, например включать в нее дополнительные графы, изменять размеры граф (кроме размеров граф основной надписи и дополнительных граф к ней) в соответствии с требованиями, установленными в стандартах организаций.

В спецификацию допускается не включать отдельные виды изделий и материалы, номенклатуру и количество которых определяет строительно-монтажная организация, исходя из действующих технологических и производственных норм.

В электронных моделях спецификации и другие таблицы на чертежах допускается выполнять в рабочем пространстве электронной модели. В этом случае их рекомендуется выполнять на отдельном информационном уровне.

Спецификацию составляют по разделам в последовательности:

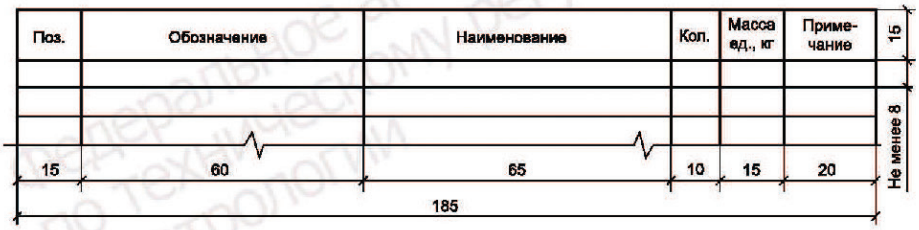
- электрооборудование (распределительные и групповые щитки, автоматические выключатели и т. п.);
- осветительное оборудование (осветительные приборы, лампы и т. п.);
- кабельные изделия (кабель, провод и т. п.);
- кабеленесущие системы;
- электромонтажные устройства и изделия (кронштейны, ответвительные коробки, кабельные лотки и т. п.);
- материалы (трубы, прокат черных металлов и т. п.).

ГОСТ Р 21.101—2026

Приложение И
(обязательное)

Спецификации

Форма 7 — Спецификация



Форма 8 — Групповая спецификация

И.1 В спецификациях указывают:

- в графе «Поз.» — позиции (марки) элементов конструкций, установок;
- в графе «Обозначение» — обозначение основных документов на записываемые в спецификацию элементы конструкций, оборудование, изделия: обозначения рабочих чертежей строительных изделий; обозначения стандартов (технических условий) на элементы конструкций и строительные изделия и рабочих чертежей типовых изделий и конструкций, примененных в качестве ссылочных документов;
- в графе «Наименование» — наименование элементов конструкций, оборудования, изделий, материалов и их обозначения (марки), а также при необходимости технические характеристики оборудования и изделий. Допускается на группу одноименных элементов указывать наименование один раз и подчеркивать его.

В спецификацию записывают материалы, непосредственно входящие в специфицируемую конструкцию, изделие и т. п.

При записи материалов указывают их условные обозначения, установленные в стандартах (технических условиях), включая обозначения стандартов (технических условий).

В спецификации, выполненной в электронном виде, горизонтальную черту, входящую в обозначение материалов (проката, труб и т. п.), допускается заменять на косую черту (/);

- в графе «Кол.» формы 7 — количество элементов. Для материалов указывают их количество с единицей измерения ($м^2$, $м^3$). Количество материалов (в $м^2$, $м^3$) допускается указывать в графе «Примечание», при этом графу «Кол.» не заполняют.

В графе «Кол.» формы 8 вместо многоточия записывают «по схеме», «на этаж» и т. п., а ниже — порядковые номера схем расположения или этажей;

- в графе «Масса ед., кг» — массу в килограммах. Массу допускается приводить в тоннах, но с указанием единицы массы;
- в графе «Примечание» — дополнительные сведения, например, единицу массы.

И.2 Размеры граф спецификации по усмотрению разработчика при необходимости могут быть изменены.

И.3 Спецификацию делят на разделы и подразделы согласно требованиям соответствующих стандартов СПДС. Наименование каждого раздела и подраздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают.

Рис. 4.7. Шаблоны спецификации по ГОСТ Р 21.101–2026

Состав и количество разделов спецификации допускается изменять по усмотрению разработчика.

Запись оборудования (изделий, материалов) в пределах одного раздела рекомендуется выполнять по группам однотипных элементов (в порядке возрастания типов, параметров, цифр, входящих в их обозначение).

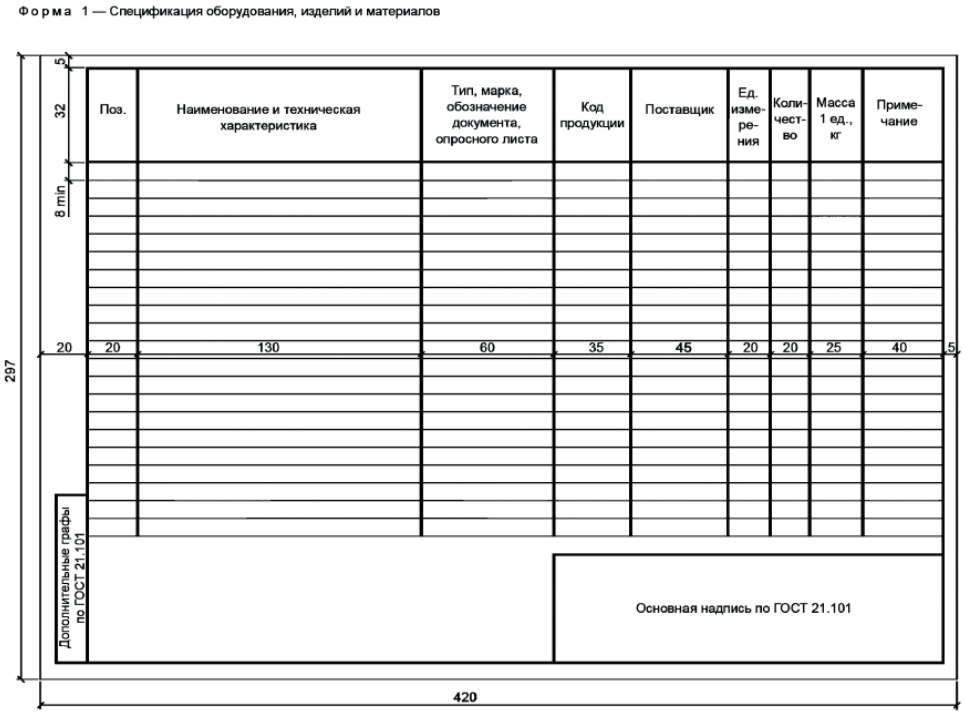


Рис. 4.8. Форма спецификации по ГОСТ Р 21.1101–2013 (для электроосвещения)

4.3. Формирование спецификации в nanoCAD BIM Электро

4.3.1. Что такое спецификации в BIM-проектировании

В контексте BIM-проектирования спецификации – это автоматически формируемые таблицы, содержащие информацию о материалах, оборудовании и других элементах проекта. В отличие от традиционного ручного подхода, спецификации в BIM формируются на основе данных, заложенных в модель, и всегда отражают актуальное состояние **проекта**.

В BIM-среде спецификации становятся частью электротехнического проекта, обеспечивая точность, полноту и соответствие документации реальному наполнению модели. Это особенно важно при работе с комплексными инженерными системами, где каждая ошибка в перечне оборудования может привести к задержкам на стройке или перерасходу бюджета.

4.3.2. Зачем нужны спецификации в nanoCAD BIM Электро

Формирование спецификаций в nanoCAD BIM Электро – это ключевой элемент автоматизации проектирования. Благодаря интеграции со всеми элементами модели Платформа позволяет:

- автоматически собирать данные о размещенном оборудовании;
- структурировать информацию по категориям: кабели, автоматы, светильники и т. д.;
- связывать спецификации с чертежами и схемами;
- быстро обновлять таблицы при изменении модели;
- исключать человеческий фактор при переносе данных в документы.

Для инженера-проектировщика это означает не только снижение временных затрат, но и повышение точности расчетов, соответствие требованиям СПДС и готовность документации к передаче в смежные отделы или заказчику.

4.3.3. Создание спецификации в nanoCAD BIM Электро

Процесс состоит из нескольких шагов:

1) создайте модель с размещенным оборудованием и всеми необходимыми элементами;
2) откройте вкладку **Документация** и выберите инструмент **Спецификация**;
3) укажите тип спецификации: ведомость кабелей, перечень оборудования, таблица соединений и т. д.;
4) выберите элементы для включения в таблицу – это могут быть как все объекты проекта, так и фильтрованные по параметрам;
5) настройте группировку и сортировку: по марке, типу, назначению;
6) установите параметры отображения колонок: наименование, количество, характеристики, примечания;
7) укажите место вставки спецификации в чертеже.

Сформированная таблица будет связана с моделью, и все изменения в элементах (удаление, замена, добавление) будут отражаться в спецификации автоматически.

4.3.4. Автоматизация и обновление данных

Автоматические спецификации – это преимущество, которое особенно ценится в BIM-среде. Любые изменения в проекте – добавление кабельной линии, замена щита, изменение длины трассы – автоматически отражаются в таблице, без необходимости пересчета вручную.

nanoCAD BIM Электро позволяет:

- отслеживать несоответствия между моделью и спецификацией;
- выделять новые или измененные строки;
- повторно формировать таблицы с сохранением пользовательских настроек;
- использовать функции сравнения версий документации.

Это существенно ускоряет оформление документации на этапе сдачи и минимизирует риски при интеграции с другими разделами проекта.

4.3.5. Работа с шаблонами спецификаций

Шаблоны спецификаций в nanoCAD BIM Электро позволяют стандартизировать формат таблиц, оформление и структуру данных. Это особенно полезно для организаций, работающих по внутренним стандартам или нормативным требованиям.

Возможности шаблонов:

- сохранение стиля таблицы: шрифты, линии, отступы;
- задание структуры колонок: обязательные поля и их порядок;
- автоматическое применение при создании новых спецификаций;
- экспорт и повторное использование между проектами.

Таким образом, проектировщик может создавать спецификации, соответствующие корпоративному шаблону, не тратя времени на ручное форматирование.

4.3.6. Интеграция спецификаций с другими разделами

Одно из главных преимуществ BIM-подхода – согласованность между разделами. Спецификация в nanoCAD BIM Электро может быть использована в других частях проекта:

- данные передаются в сметные программы через экспорт спецификаций (например, в форматы XLSX или XML);
- используются при формировании общих сводных таблиц по объекту;
- интегрируются с оборудованием из разделов ОВ, ВК, АР;
- участвуют в проверке на коллизии и конфликтные элементы через связанную модель.

Такая межразделовая интеграция повышает точность проектирования и облегчает взаимодействие между специалистами.

4.3.7. Типовые ошибки при создании спецификаций

При работе с таблицами спецификаций возможны ошибки, которых легко избежать:

1) отсутствие фильтрации элементов – в таблицу попадают лишние данные, не относящиеся к разделу;
2) дублирование строк – при некорректной группировке или несогласованных параметрах;
3) неправильные шаблоны – использование устаревших или некорректных форматов приводит к несоответствию оформления;
4) необновленные данные – спецификация не актуализирована после изменений в модели;
5) ручное редактирование таблицы – нарушает связь с моделью и приводит к ошибкам при повторной генерации.

Чтобы исключить эти проблемы, важно использовать встроенные инструменты nanoCAD и придерживаться BIM-логики: модель → спецификация → документация.

Формирование спецификаций в nanoCAD BIM Электро – это один из ключевых процессов в проектировании систем электроснабжения. Он позволяет работать быстро, точно и без лишней ручной работы. Автоматические таблицы спецификаций делают оформление проекта проще, интеграцию – прозрачной, а финальную документацию – соответствующей требованиям BIM-платформы и отраслевым стандартам.

4.4. Порядок создания спецификации для электроосвещения в nanoCAD BIM Электро

При создании спецификации следует руководствоваться основными положениями, изложенными в пп. 4.2 и 4.3 настоящего учебного пособия.

Для создания спецификации необходимо открыть **Менеджер проекта** (навести курсор и нажать ЛКМ на кнопку **Менеджер проекта** в управляющей строке nanoCAD BIM Электро) и выбрать в папке строку **Документация** → **Спецификация оборудования, изделий и материалов** (навести курсор и дважды нажать ЛКМ), рис. 4.9 – в правом окне **Менеджер проекта** откроется спецификация.

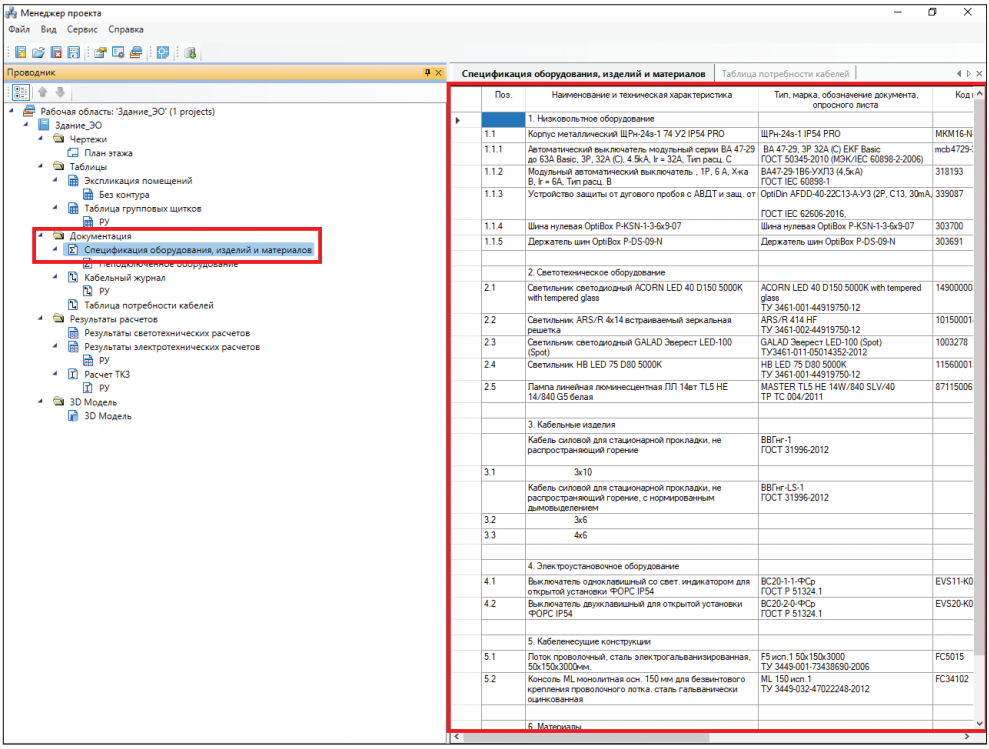


Рис. 4.9. Начало создания спецификации

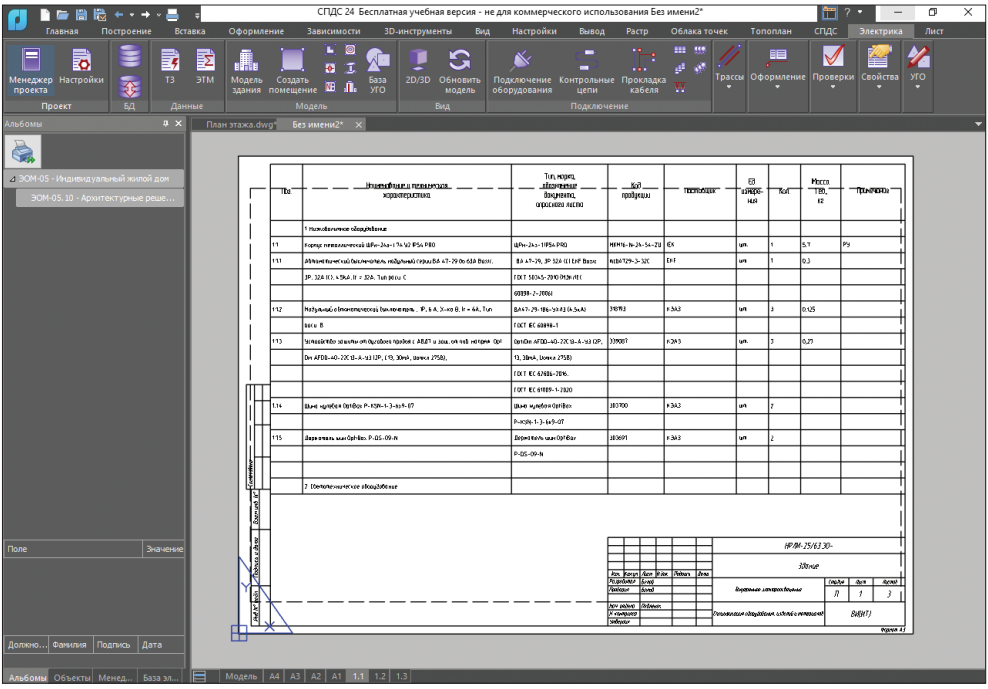
Сформированную спецификацию nanoCAD BIM Электро позволяет, как уже ранее было указано в п. 4.1Б:

- переносить в CAD (рис. 4.10а);
- выгружать в Excel (рис. 4.10б);
- выгружать в Word (рис. 4.10в).

Кроме того, nanoCAD BIM Электро позволяет осуществлять редактирование сформированной спецификации в ручном режиме. Например, для оборудования, изделий и материалов, которые относятся к вопросу обеспечения безопасной эксплуатации электроустановок (средства индивидуальной безопасности), дополнительного оборудования, изделий и материалов (краска и т. п.) и т. д., в контекстном меню nanoCAD BIM Электро есть команда **Добавить дополнительное оборудование**.

Для этого в поле **Спецификация оборудования, изделий и материалов** (**Менеджер проекта**) наводим курсор на соответствующую строку и нажимаем ПКМ (появляется окно с управляющими командами (рис. 4.11).

Важно: после каждого изменения в проекте следует внести изменения в спецификацию, которые в программе nanoCAD BIM Электро осуществляются в автоматическом режиме. Для внесения изменений в спецификацию необходимо навести курсор на строку **Спецификация оборудования, изделий и материалов** (**Менеджер проекта**) и нажать ЛКМ, далее нажать ПКМ и в открывшемся окне управления навести курсор и нажать ЛКМ на команду **Обновить спецификацию** (рис. 4.12) – содержание спецификации обновится с учетом всех внесенных в проект изменений, и у вас будет актуальная спецификация.



а)

Рис. 4.10. Вид спецификации в форматах вывода

Поз.	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код продукции	Поставщик	Ед. измерения	Кол.	Масса 1 ед., кг	Примечание
	1. Низковольтное оборудование							
1.1	Корпус металлический ШРн-24з-1 74 У2 IP54 PRO	ШРн-24з-1 IP54 PRO	MKM16-N-24-54-ZU	IEK	шт.	1	5,7	РУ
1.1.1	Автоматический выключатель модульной серии ВА 47-29 до 63А Basic, 3Р, 32А (С), 4.5kA, Ir = 32А, Тип расц. С	ВА 47-29, 3Р 32А (С) EKF Basic ГОСТ 50345-2010 (МЭК/IEC 60898-2-2006)	mcb4729-3-32C	EKF	шт.	1	0,3	
1.1.2	Модульный автоматический выключатель , 1Р, 6 А, Х-ка В, Ir = 6А, Тип расц. В	ВА47-29-1В6-УХЛ3 (4,5кА) ГОСТ IEC 60898-1	318193	КЗАЗ	шт.	3	0,125	
1.1.3	Устройство защиты от дугового пробоя с АВДТ и защ. от пов. напряж. OptiDin AFDD-40-22C13-A-УЗ (2Р, С13, 30mA, Uarcn 275В), ГОСТ IEC 62606-2016, ГОСТ IEC 61009-1-2020	OptiDin AFDD-40-22C13-A-УЗ (2Р, С13, 30mA, Uarcn 275В)	339087	КЗАЗ	шт.	3	0,27	
1.1.4	Шина нулевая OptiBox P-KSN-1-3-6x9-07	303700	КЗАЗ	шт.	2			
1.1.5	Держатель шин OptiBox P-DS-09-N	Держатель шин OptiBox P-DS-09-N	303691	КЗАЗ	шт.	2		
	2. Светотехническое оборудование							
2.1	Светильник светодиодный ACORN LED 40 D150 5000K with tempered glass	ACORN LED 40 D150 5000K with tempered glass ТУ 3461-001-44919750-12	1490000080	Световые Технологии	шт.	2	1,8	
2.2	Светильник ARS/R 414 HF	ARS/R 414 HF	1015000140	Световые	шт.	3	3,1	

Поз.	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код продукции	Поставщик	Ед. измерения	Кол.	Масса 1 ед., кг	Примечание
	решетка	ТУ 3461-002-44919750-12		Технологии				
2.3	Светильник светодиодный GALAD Эверест LED-100 (Spot)	GALAD Эверест LED-100 (Spot) ТУ3461-011-05014352-2012	1003278	GALAD	шт.	12	4,5	
2.4	Лампа линейная люминесцентная ЛЛ 14вт TL5 HE 14/840 G5 белая	MASTER TL5 HE 14W/840 SLV/40 TP TC 004/2011	871150063940055	PHILIPS	шт.	12	0,048	
	3. Кабельные изделия							
	Кабель силовой для стационарной прокладки, не распространяющий горение	ВВГнг-1 ГОСТ 31996-2012		Электрокабель Кольчугино-Холдинг Кабельный Альянс (ХКА)	м			
3.1	2х6					5	0,3	
3.2	3х10					200	0,51	
	Кабель силовой для стационарной прокладки, не распространяющий горение, с нормированным дымовыделением	ВВГнг-LS-1 ГОСТ 31996-2012		Электрокабель Кольчугино-Холдинг Кабельный Альянс (ХКА)	м			
3.3	3х6					10	0,49	
3.4	4х6					5	0,58	
	4. Электроустановочное оборудование							
4.1	Выключатель одноклавишный со свет. индикатором для открытой установки ФОРС IP54	ВС20-1-1-ФСр ГОСТ Р 51324.1	EVS11-K03-10-54-DC	IEK	шт.	3	0,125	
4.2	Выключатель двухклавишный для открытой установки ФОРС IP54	ВС20-2-0-ФСр ГОСТ Р 51324.1	EVS20-K03-10-54-DC	IEK	шт.	1	0,125	
	5. Кабеленесущие конструкции							
5.1	Лоток проволочный, сталь электрогальванизирован	F5 исп.1 50х150х3000 ТУ 3449-001-73438690-2006	FC5015	DKC	шт.	29	0,91	

Поз.	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код продукции	Поставщик	Ед. измерения	Кол.	Масса 1 ед., кг	Примечание
	ванная, 50х150х3000мм	ТУ 3449-001-73438690-2006						
5.2	Консоль ML монолитная осн. 150 мм для безвинтового крепления проволочного лотка. сталь гальванически оцинкованная	ML 150 исп.1 ТУ 3449-032-47022248-2012	FC34102	DKC	шт.	50	0,365	
	6. Материалы							
6.1	Крепежный комплект №1 для монтажа пров.лотка	Крепежный комплект №1	CM350001	DKC	шт	113	0,029	
6.2	Анкер распорный с болтом, оцинкованный, М8	М8	CM430850	DKC	шт	100	0,042	

б)

Поз.	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код продукции	Поставщик	Ед. измерения	Кол.	Масса 1 ед., кг	Примечание
	1. Низковольтное оборудование							
1.1	Корпус металлический ШРн-24з-1 74 У2 IP54 PRO	ШРн-24з-1 IP54 PRO	MKM16-N-24-54-ZU	IEK	шт.	1	5,7	РУ
1.1.1	Автоматический выключатель модульной серии ВА 47-29 до 63А Basic, 3Р, 32А (С), 4.5kA, Ir = 32А, Тип расц. С	ВА 47-29, 3Р 32А (С) EKF Basic ГОСТ 50345-2010 (МЭК/IEC 60898-2-2006)	mcb4729-3-32C	EKF	шт.	1	0,3	
1.1.2	Модульный автоматический выключатель , 1Р, 6 А, Х-ка В, Ir = 6А, Тип расц. В	ВА47-29-1В6-УХЛ3 (4,5кА) ГОСТ IEC 60898-1	318193	КЗАЗ	шт.	3	0,125	
1.1.3	Устройство защиты от дугового пробоя с АВДТ и защ. от пов. напряж. OptiDin AFDD-40-22C13-A-УЗ (2Р, С13, 30mA, Uarcn 275В),	OptiDin AFDD-40-22C13-A-УЗ (2Р, С13, 30mA, Uarcn 275В) ГОСТ IEC 62606-2016, ГОСТ IEC 61009-1-2020	339087	КЗАЗ	шт.	3	0,27	
1.1.4	Шина нулевая OptiBox P-KSN-1-3-6x9-07	303700	КЗАЗ	шт.	2			
1.1.5	Держатель шин OptiBox P-DS-09-N	Держатель шин OptiBox P-DS-09-N	303691	КЗАЗ	шт.	2		
	2. Светотехническое оборудование							
2.1	Светильник светодиодный ACORN LED 40 D150 5000K with tempered glass	ACORN LED 40 D150 5000K with tempered glass ТУ 3461-001-44919750-12	1490000080	Световые Технологии	шт.	2	1,8	
2.2	Светильник ARS/R 414 HF	ARS/R 414 HF ТУ 3461-002-44919750-12	1015000140	Световые Технологии	шт.	1	3,1	
2.3	Светильник светодиодный GALAD Эверест LED-100 (Spot)	GALAD Эверест LED-100 (Spot) ТУ3461-011-05014352-2012	1003278	GALAD	шт.	12	4,5	
2.4	Светильник HB LED 75 D80 5000K	HB LED 75 D80 5000K ТУ 3461-001-44919750-12	1156000150	Световые Технологии	шт.	2	3,7	
2.5	Лампа линейная люминесцентная ЛЛ 14вт TL5 HE 14/840 G5 белая	MASTER TL5 HE 14W/840 SLV/40 TP TC 004/2011	871150063940055	PHILIPS	шт.	4	0,048	
	3. Кабельные изделия							
	Кабель силовой для стационарной прокладки, не распространяющий горение	ВВГнг-1 ГОСТ 31996-2012		Электрокабель Кольчугино Холдинг Кабельный Альянс (ХКА)	м			
3.1	3х10					180	0,51	
	Кабель силовой для стационарной прокладки, не распространяющий горение, с нормированным дымовыделением	ВВГнг-LS-1 ГОСТ 31996-2012		Электрокабель Кольчугино Холдинг Кабельный Альянс (ХКА)	м			
3.2	3х6					10	0,49	
3.3	4х6					5	0,58	
	4. Электроустановочное оборудование							
4.1	Выключатель одноклавишный со свет. индикатором для открытой установки ФОРС IP54	ВС20-1-1-ФСр ГОСТ Р 51324.1	EVS11-K03-10-54-DC	IEK	шт.	3	0,125	
4.2	Выключатель двухклавишный для открытой установки ФОРС IP54	ВС20-2-0-ФСр ГОСТ Р 51324.1	EVS20-K03-10-54-DC	IEK	шт.	1	0,125	
	5. Кабелесущие конструкции							
5.1	Лоток проволочный, сталь электрогальванизированная, 50х150х3000мм.	F5 исп.1 50х150х3000 ТУ 3449-001-73438690-2006	FC5015	DKC	шт.	29	0,91	
5.2	Консоль ML монолитная осн. 150 мм для безвинтового крепления проволочного лотка. сталь гальванически оцинкованная	ML 150 исп.1 ТУ 3449-032-47022248-2012	FC34102	DKC	шт.	50	0,365	
	6. Материалы							
6.1	Крепежный комплект №1 для монтажа пров.лотка	Крепежный комплект №1	CM350001	DKC	шт	113	0,029	
6.2	Анкер распорный с болтом, оцинкованный, М8	М8	CM430850	DKC	шт	100	0,042	

в)

Рис. 4.10. *Окончание*

Спецификация оборудования, изделий и материалов | Таблица потребности кабелей

	Поз.	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код
		1. Низковольтное оборудование		
	1.1	Корпус металлический ЩРн-24з-1 74 У2 IP54 PRO	ЩРн-24з-1 IP54 PRO	MKM16-N-
	1.1.1	Автоматический выключатель модульный серии ВА 47-29 до 63А Basic, 3Р, 32А (С), 4.5кА, Ir = 32А, Тип расц. С	ВА 47-29, 3Р 32А (С) EKF Basic ГОСТ 50345-2010 (МЭК/IEC 60898-2-2006)	mcb4729-
	1.1.2	Модульный автоматический выключатель , 1Р, 6 А, Х-ка В, Ir = 6А, Тип расц. В	ВА47-29-1В6-УХЛ3 (4,5кА) ГОСТ IEC 60898-1	318193
	1.1.3	Устройство защиты от дугового пробоя с АВДТ и защ. от	OptiDin AFDD-40-22C13-A-У3 (2P, C13, 30mA, ГОСТ IEC 62606-2016,	339087
	1.1.4	Шина нулевая OptiBox P-KSN-1-3-6x9-07	Шина нулевая OptiBox P-KSN-1-3-6x9-07	303700
	1.1.5	Держатель шин OptiBox P-DS-09-N	Держатель шин OptiBox P-DS-09-N	303691
		2. Светотехническое оборудование		
▶	2.1	Светильник светодиодный ACORN LED 40 D150 5000K with tempered glass	ACORN LED 40 D150 5000K with tempered glass ТУ 3461-001-44919750-12	14900000
	2.2	Светильни решетка	ARS/R 414 HF ТУ 3461-002-44919750-12	10150001
	2.3	Светильни (Spot)	GALAD Эверест LED-100 (Spot) ТУ3461-011-05014352-2012	1003278
	2.4	Светильни	HB LED 75 D80 5000K ТУ 3461-001-44919750-12	11560001
	2.5	Лампа лин 14/840 G5	MASTER TL5 HE 14W/840 SLV/40 ТР ТС 004/2011	87115006
		3. Кабельные изделия		
		Кабель силовой для стационарной прокладки, не распространяющий горение	ВВГнг-1 ГОСТ 31996-2012	
	3.1	3x10		
		Кабель силовой для стационарной прокладки, не распространяющий горение, с нормированным дымовыделением	ВВГнг-LS-1 ГОСТ 31996-2012	
	3.2	3x6		
	3.3	4x6		
		4. Электроустановочное оборудование		
	4.1	Выключатель одноклавишный со свет. индикатором для открытой установки ФОРС IP54	ВС20-1-1-ФСр ГОСТ Р 51324.1	EVS11-K0
	4.2	Выключатель двухклавишный для открытой установки ФОРС IP54	ВС20-2-0-ФСр ГОСТ Р 51324.1	EVS20-K0
		5. Кабеленесущие конструкции		
	5.1	Лоток проволочный, сталь электрогальванизированная, 50x150x3000мм.	F5 исп.1 50x150x3000 ТУ 3449-001-73438690-2006	FC5015
	5.2	Консоль ML монолитная осн. 150 мм для безвинтового крепления проволочного лотка. сталь гальванически оцинкованная	ML 150 исп.1 ТУ 3449-032-47022248-2012	FC34102
		6. Материалы		

Добавить строку
Удалить строку
Вставить строку
Копировать в буфер
Вставить из буфера

Рис. 4.11. Редактирование спецификации в ручном режиме

Например, на рис. 4.13 приведены фрагменты спецификации до изменения в проекте (рис. 4.13а) и после внесения изменений (рис. 4.13б) в части типа и количества светильников.

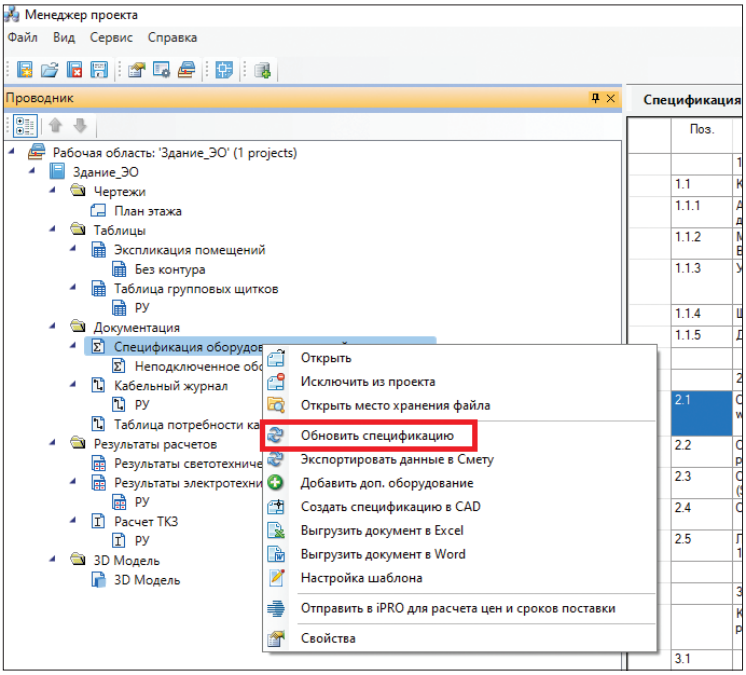
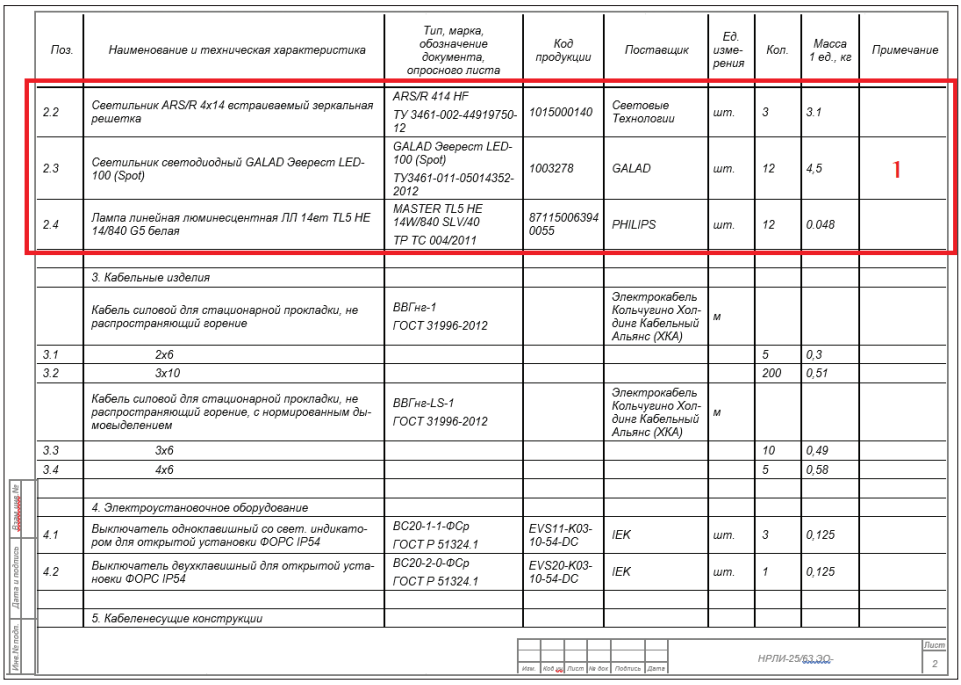


Рис. 4.12. Обновление спецификации



Поз.	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код продукции	Поставщик	Ед. изме-рения	Кол.	Масса 1 ед., кг	Примечание
2.2	Светильник ARS/R 4x14 встраиваемый зеркальная решетка	ARS/R 414 HF ТУ 3461-002-44919750-12	1015000140	Световые Технологии	шт.	3	3.1	
2.3	Светильник светодиодный GALAD Эверест LED-100 (Spot)	GALAD Эверест LED-100 (Spot) ТУ3461-011-05014352-2012	1003278	GALAD	шт.	12	4,5	1
2.4	Лампа линейная люминесцентная ЛП 14вт TL5 HE 14/840 G5 белая	MASTER TL5 HE 14W/840 SLV/40 ТР ТС 004/2011	871150063940055	PHILIPS	шт.	12	0.048	
	3. Кабельные изделия							
	Кабель силовой для стационарной прокладки, не распространяющий горение	ВВГнг-1 ГОСТ 31996-2012		Электрокабель Кольчугино Холдинг Кабельный Альянс (ХКА)	м			
3.1	2x6					5	0,3	
3.2	3x10					200	0,51	
	Кабель силовой для стационарной прокладки, не распространяющий горение, с нормированным дымовыделением	ВВГнг-LS-1 ГОСТ 31996-2012		Электрокабель Кольчугино Холдинг Кабельный Альянс (ХКА)	м			
3.3	3x6					10	0,49	
3.4	4x6					5	0,58	
	4. Электроустановочное оборудование							
4.1	Выключатель одноклавишный со свет. индикатором для открытой установки ФОРС IP54	ВС20-1-1-ФСр ГОСТ Р 51324.1	EVS11-K03-10-54-DC	IEK	шт.	3	0,125	
4.2	Выключатель двухклавишный для открытой установки ФОРС IP54	ВС20-2-0-ФСр ГОСТ Р 51324.1	EVS20-K03-10-54-DC	IEK	шт.	1	0,125	
	5. Кабеленесущие конструкции							

Изм. Кол. Лист Nº док. Подпись Дата НРЛИ-25/63.ЭО- Лист 2

Взам. инв. № | Подпись и дата | Инв. № подл.

а)

Рис. 4.13. Обновление спецификации

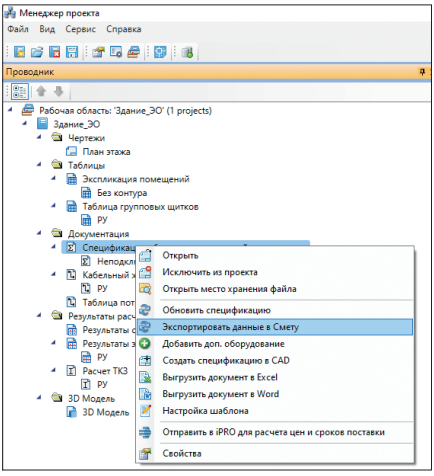
Поз.	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код продукции	Поставщик	Ед. изме-рения	Кол.	Масса 1 ед., кг	Примечание
2.2	Светильник ARS/R 4x14 встраиваемый зеркальная решетка	ARS/R 414 HF ТУ 3461-002-44919750-12	1015000140	Световые Технологии	шт.	1	3.1	2
2.3	Светильник светодиодный GALAD Эверест LED-100 (Spot)	GALAD Эверест LED-100 (Spot) ТУ3461-011-05014352-2012	1003278	GALAD	шт.	12	4,5	
2.4	Светильник HB LED 75 D80 5000K	HB LED 75 D80 5000K ТУ 3461-001-44919750-12	1156000150	Световые Технологии	шт.	2	3.7	
2.5	Лампа линейная люминесцентная ЛЛ 14вт TL5 HE 14/840 G5 белая	MASTER TL5 HE 14W/840 SLV/40 ТР ТС 004/2011	871150063940055	PHILIPS	шт.	4	0.048	
	3. Кабельные изделия							
	Кабель силовой для стационарной прокладки, не распространяющий горение	ВВГнг-1 ГОСТ 31996-2012		Электрокабель Кольчугино Холдинг Кабельный Альянс (ХКА)	м			
3.1	3x10					180	0,51	
	Кабель силовой для стационарной прокладки, не распространяющий горение, с нормированным дымовыделением	ВВГнг-LS-1 ГОСТ 31996-2012		Электрокабель Кольчугино Холдинг Кабельный Альянс (ХКА)	м			
3.2	3x6					10	0,49	
3.3	4x6					5	0,58	
	4. Электроустановочное оборудование							
4.1	Выключатель одноклавишный со свет. индикатором для открытой установки ФОРС IP54	ВС20-1-1-ФСр ГОСТ Р 51324.1	EVS11-K03-10-54-DC	IEK	шт.	3	0,125	
4.2	Выключатель двухклавишный для открытой установки ФОРС IP54	ВС20-2-0-ФСр ГОСТ Р 51324.1	EVS20-K03-10-54-DC	IEK	шт.	1	0,125	

Изм. Кол. Лист № док. Подпись Дата НРЛИ-25/63.ЭО Лист 2

б)

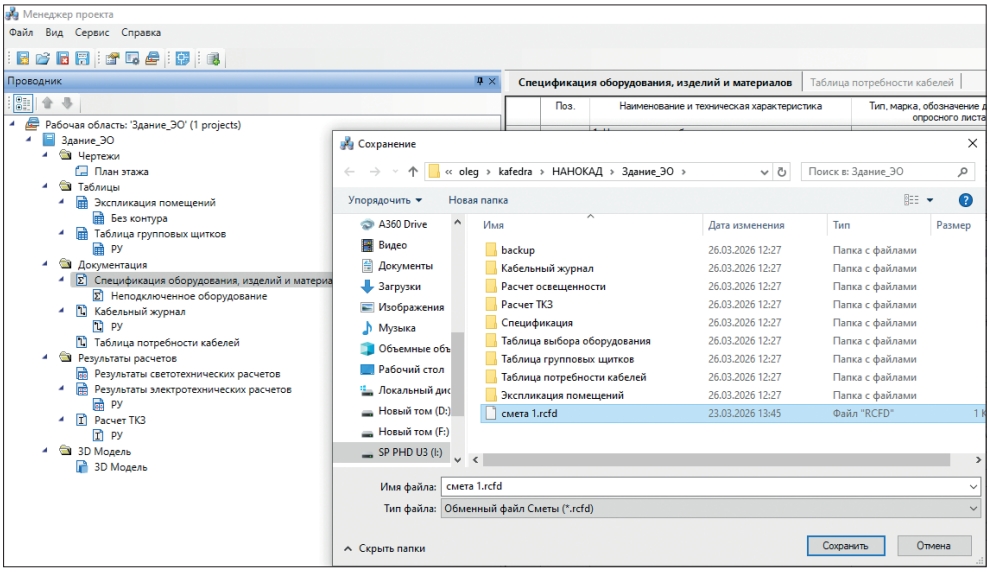
Рис. 4.13. *Окончание*

Сформированную спецификацию также возможно экспортировать в смету (рис. 4.14а), указав название и место на диске, куда следует перенести данные (рис. 4.14б).



а)

Рис. 4.14. Экспорт спецификации в смету



б)

Рис. 4.14. *Окончание*

4.5. Формы вывода дополнительных документов

В данном пункте приведем формы дополнительных документов, которые возможно сформировать и вывести в программе nanoCAD BIM Электро, которые указаны были в п. 4.1 настоящего учебного пособия:

Результаты расчета токов короткого замыкания (ТКЗ) в виде таблицы (рис. 4.15) в формате Word (возможно также в формате Excel);

Результаты расчета освещенности в виде таблицы (рис. 4.16) в формате Word (возможно также в формате Excel);

Результаты электротехнических расчетов (рис. 4.17) в формате Word (возможно также в формате Excel);

Кабельный журнал (рис. 4.18) в формате Word (возможно также в формате Excel и CAD (рис. 4.19)).

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

№ линии Назначение линии	Состав цепи	R1, мОм	X1, мОм	R0, мОм	X0, мОм	Iкз1, кА	Iкз2, кА	Iкз3, кА	Куд, о.е.	Iкз.уд, кА
Распределительное устройство РУ										
гр 1	Система Uср.ВН=0кВ; Uср.НН=0кВ; Iкз.ВН=0кА	-	-	-	-					
Выключатель B.R.NR	РУ; Ввод 1; ВА 47-29, 3Р 32А (С) EKF Basic	7,000	4,500	7,000	4,500					
	РУ; гр 1; ВА47-29-1В6-УХЛ3 (4,5кА)	83,300	-	83,300	-					
	* РУ-гр.1; ВВГнг(А) 3х10ок; 12,1м	25,773	1,065	32,188	19,965					
	* РУ-гр.1; ВВГнг(А) 2х6ок(N); 3,3м	11,682	0,310	13,431	5,577					
	* Электрическая дуга	1,192	-	1,192	-					
Минимальный ТКЗ		128,947	5,875	137,109	30,042	1,74	-	-	-	-
Максимальный ТКЗ		90,300	4,500	90,300	4,500	2,55	-	-	1,000	3,60
гр 2	Система Uср.ВН=0кВ; Uср.НН=0кВ; Iкз.ВН=0кА	-	-	-	-					
Светильник C.R.NR	РУ; Ввод 1; ВА 47-29, 3Р 32А (С) EKF Basic	7,000	4,500	7,000	4,500					
	РУ; гр 2; ВА47-29-1В6-УХЛ3 (4,5кА)	83,300	-	83,300	-					
	* РУ-гр.2; ВВГнг(А) 3х10ок; 4,2м	8,946	0,370	11,172	6,930					
	* РУ-гр.2; ВВГнг(А)-LS 4х6 (N); 4,7м	16,638	0,470	19,928	7,003					
	* РУ-гр.2; ВВГнг(А) 3х10ок; 43,1м	91,803	3,793	114,646	71,115					
	* Электрическая дуга	3,925	-	3,925	-					
Минимальный ТКЗ		211,612	9,132	239,971	89,548	1,03	-	-	-	-
Максимальный ТКЗ		90,300	4,500	90,300	4,500	2,55	-	-	1,000	3,60

						НРЛИ-25/63.ЭО-			
						Здание			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разработал		Белов				Внутреннее электроосвещение	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Белов					П		2
Нач. отдела		Павленок							
Утвердил						Расчет ТКЗ	ВИ(ИТ)		
Н. контроль									

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

№ линии Назначение линии	Состав цепи	R1, мОм	X1, мОм	R0, мОм	X0, мОм	Iкз1, кА	Iкз2, кА	Iкз3, кА	Куд, о.е.	Iкз.уд, кА
гр 3	Система Uср.ВН=0кВ; Uср.НН=0кВ; Iкз.ВН=0кА	-	-	-	-					
Резерв	РУ; Ввод 1; ВА 47-29, 3Р 32А (С) EKF Basic	7,000	4,500	7,000	4,500					
	РУ; гр 3; ВА47-29-1В6-УХЛ3 (4,5кА)	83,300	-	83,300	-					
	* Электрическая дуга	-	-	-	-					
Минимальный ТКЗ		90,300	4,500	90,300	4,500	2,55	-	-	-	-
Максимальный ТКЗ		90,300	4,500	90,300	4,500	2,55	-	-	1,000	3,60

* Элементы цепи, помеченные знаком *, учитываются при расчете минимальных токов короткого замыкания и не учитываются при расчете максимальных токов короткого замыкания.

Рис. 4.15. Таблица ТКЗ

№ помещения	Наименование помещения	Площадь помещения, м²	Коэффициенты отражения			Индекс помещения, о.е.	Светильник		Расчетные коэффициенты		Разряд зрительных работ	Нормированная освещенность, лк	Вычисленная освещенность, лк
			Кпот, о.е.	Котен, о.е.	Кпола, о.е.		Тип	Кол-во, шт	Ки, о.е.	Кз, о.е.			
	Этаж 0												
-101	машинный зал	313,43	0,7	0,5	0,3	0,69	GALAD Эверест LED-100 (Spot) ARS/R 414 HF	12 2	159,51	1,3	Ж1	200	223
-102	электрощитовая	12,47	0,7	0,5	0,3	0,79			46,66	1,3	Ж1	200	276
-103	венткамера	12,96	0,7	0,5	0,3	0,81	ARS/R 414 HF	1	47,23	1,3	Ж1	200	269
-104	площадка крана	23,62	0,7	0,5	0,3	1,71	ACORN LED 40 D150 5000K with tempered glass	2	78,83	1,3	Ж1	200	244

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	НРЛИ-25/63.ЭО		
						Здание		
Разработал		Белов				Внутреннее электроосвещение	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Белов					П		1
Нач. отдела		Павлечко				Результаты светотехнических расчетов	ВИ(ИТ)		
Утвердил									
Н. контроль									

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Рис. 4.16. Результаты расчета освещенности

ВИ(ИТ)

Здание

Внутреннее электроосвещение

Результаты электротехнических расчетов

НРЛИ-25/63.ЭО-

Главный инженер проекта

подпись фамилия

2026

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

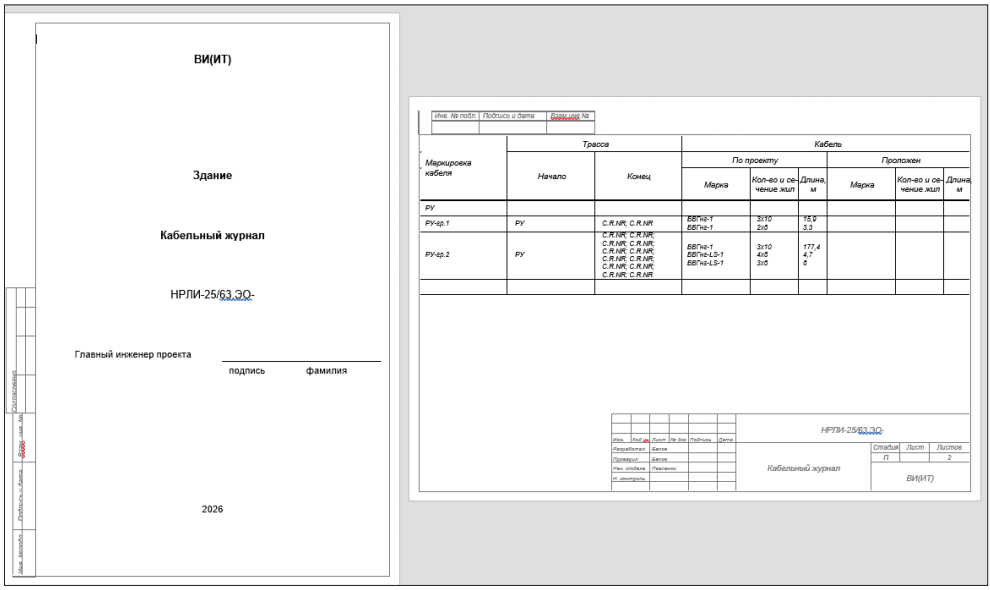
Инв. № подл.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

№ автоматического линии	Фаза	Наименование	Pр (Pном), кВт	Ip, А	Iпуск, А	Iутечки, мА	ΔU, %	Iкз1 min Iкз1 max, кА	Iкз2 min Iкз2 max, кА	Iкз3 min Iкз3 max, кА	Iкз уд, кА
		РУ									
	ABC	Ввод	3,6	5,77	5,77	3,89	0,24	27,682 27,682	23,974 23,974	27,682 27,682	39,905
1	A	Освещение ер.1	0,12	0,59	0,59	0,43	0,02	1,74 2,546	-	-	3,603
2	B	Освещение ер.2	1,2	5,74	5,74	4,18	0,24	1,029 2,546	-	-	3,603
3	C	Освещение ер.3	0,08	0,41	0,41	0,16	0	2,546 2,546	-	-	3,603

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	НРЛИ-25/63.ЭО		
Разработал		Белов				Результаты электротехнических расчетов	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Белов					П	2	2
Нач. отдела		Павлечко					ВИ(ИТ)		
Н. контроль									

Рис. 4.17. Результаты электротехнических расчетов



ВИ(ИТ)

Здание

Кабельный журнал

НРЛИ-25/63.ЭО-

Главный инженер проекта

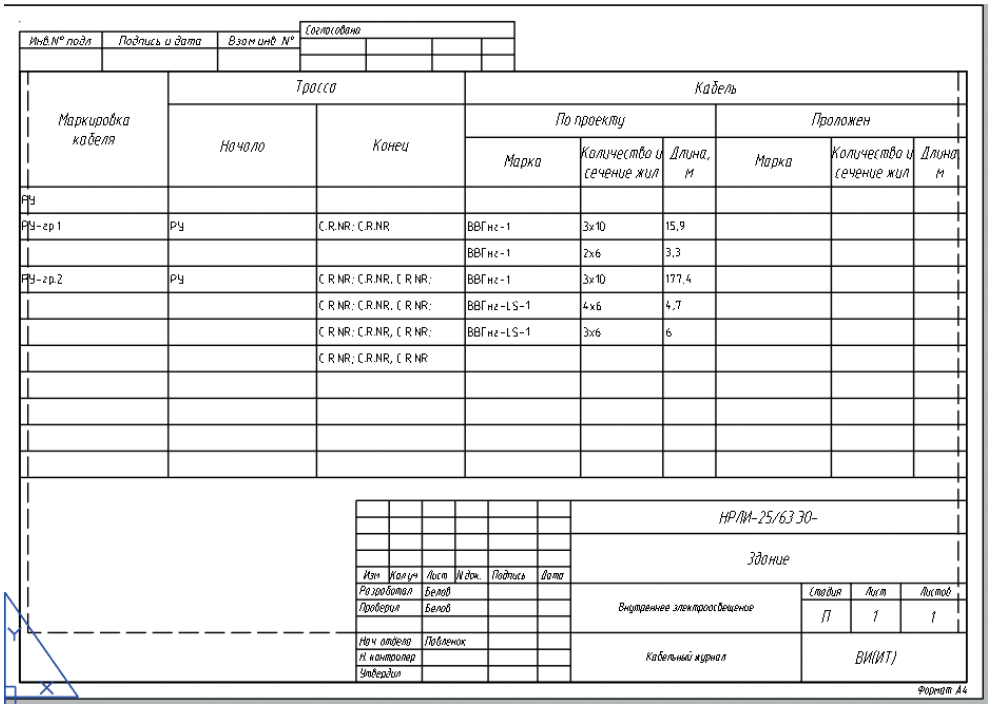
подпись фамилия

2026

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Маркировка кабеля	Трасса		Кабель					
	Начало	Конец	По проекту			Проложен		
			Марка	Кол-во и сечение жил	Длина, м	Марка	Кол-во и сечение жил	Длина, м
РУ								
РУ-гр.1	РУ	C.R.NR; C.R.NR	ВВГнг-1 ВВГнг-1	3х10 2х6	15,9 3,3			
РУ-гр.2	РУ	C.R.NR; C.R.NR; C.R.NR; C.R.NR; C.R.NR; C.R.NR; C.R.NR; C.R.NR; C.R.NR; C.R.NR; C.R.NR; C.R.NR	ВВГнг-1 ВВГнг-LS-1 ВВГнг-LS-1	3х10 4х6 3х6	177,4 4,7 6			

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	НРЛИ-25/63.ЭО-		
Разработал		Белов				Кабельный журнал	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Белов					П		2
Нач. отдела		Павленко					ВИ(ИТ)		
Н. контроль									



Инв.№ подл	Подпись и дата	Взам.инв. № Согласовано

Маркировка кабеля	Трасса		Кабель					
	Начало	Конец	По проекту			Проложен		
			Марка	Количество и сечение жил	Длина, м	Марка	Количество и сечение жил	Длина, м
РУ								
РУ-гр.1	РУ	C.R.NR; C.R.NR	ВВГнг-1	3х10	15,9			
			ВВГнг-1	2х6	3,3			
РУ-гр.2	РУ	C.R.NR; C.R.NR, C.R.NR;	ВВГнг-1	3х10	177,4			
		C.R.NR; C.R.NR, C.R.NR;	ВВГнг-LS-1	4х6	4,7			
		C.R.NR; C.R.NR, C.R.NR;	ВВГнг-LS-1	3х6	6			
		C.R.NR; C.R.NR, C.R.NR						

Изм	Кол.уч	Лист	N док.	Подпись	Дата	НРЛИ-25/63.ЭО-			
						Здание			
Разработал		Белов				Внутреннее электроосвещение	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Белов					П	1	1
Нач.отдела		Павленок				Кабельный журнал	ВИ(ИТ)		
Н.контролер									
Утвердил									

Формат А4

Рис. 4.18. Кабельный журнал в формате Word

Рис. 4.19. Кабельный журнал в формате CAD

4.6. Основные указания по эксплуатации светотехнического оборудования, которые следует учитывать при проектировании

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение в пределах норм, установленных для работы данного характера.

Светильники искусственного освещения должны быть расположены так, чтобы обеспечивалась надежность их крепления, безопасность, удобство обслуживания и требуемая освещенность с учетом ее равномерности.

Аварийное освещение должно обеспечивать наблюдение за работой при внезапном отключении рабочего освещения; оно должно быть не менее 2 лк в помещении и не менее 1 лк на территории предприятия. Наименьшая освещенность эвакуационного освещения на полу проходов и на ступенях лестниц в помещении – 0,5 лк, на открытой территории – 0,2 лк. Аварийным освещением одновременно можно пользоваться и как эвакуационным. Источники питания аварийного освещения должны удовлетворять требованиям Правил устройства электроустановок (ПУЭ).

Применяемое переносное освещение во взрывоопасных цехах должно отвечать требованиям, предъявляемым к электроприборам и агрегатам таких цехов. Для внутреннего освещения технологических аппаратов во время их осмотра и ремонта следует применять переносные светильники во взрывозащищенном исполнении напряжением не более 12 В, защищенные металлической сеткой.

В соответствии с Приложением Д (в ред. Изменения № 1, утв. приказом Минстроя России от 20.11.2019 № 699/пр) СП 52.13330.2016 выделяются эксплуатационные группы светильников, указанные в табл. 4.1.

Эксплуатационная группа светильников – это категория, в которую объединяются светильники с одинаковыми требованиями к условиям использования. Она учитывает физические, химические и электрические факторы, влияющие на долговечность и безопасность оборудования.

Некоторые факторы, определяющие эксплуатационную группу:

- степень защиты корпуса от пыли и влаги (IP);
- класс электрической безопасности (I, II, III);
- устойчивость к механическим воздействиям (IK);
- температурный режим работы;
- стойкость к агрессивным средам (соли, кислоты, щелочи);
- наличие взрывозащиты (для опасных зон).

Эксплуатационная группа не указывается напрямую на упаковке, но выводится из совокупности характеристик. Иногда производители используют обобщенные обозначения типа «для помещений с повышенной влажностью» или «промышленные», что упрощает выбор.

Таблица 4.1. Эксплуатационные группы светильников

Конструктивно-светотехнические схемы светильников		I			II			III			IV		V		VI		VII
С разрядными источниками света (КЛЛ, НЛВД, МГЛ) и светодиодами	А																
С люминесцентными лампами и светодиодами	Б1																
	Б2												–		–		
Группа твердости светотехнических материалов (покрытий)		Т	СТ	М	Т	СТ	М	Т	СТ	М	Т	СТ	Т	СТ	Т	СТ	Т
Эксплуатационная группа светильников		5	4	3	6	5	4	2	2	1	7	6	5	4	6	5	7

Примечание. Принятые сокращения: КЛЛ – компактная люминесцентная лампа; НЛВД – натриевая лампа высокого давления; МГЛ – металлогалогенная лампа.

Классификация

Некоторые эксплуатационные группы светильников приведены ниже.

- **Помещения с обычными условиями эксплуатации** – светильники для жилых и офисных помещений, где нет особых негативных воздействий. В основном имеют стандартные параметры защиты, например IP20 (защита от твердых предметов более 12,5 мм).
- **Помещения с повышенными требованиями к защите** – светильники для мест с повышенной влажностью, пылью или возможностью механических повреждений. Могут иметь уровень защиты IP65 и выше, подходят для таких зон, как ванные комнаты или кухни.
- **Промышленные условия** – цехи и заводы, где светильники должны выдерживать агрессивные химические вещества, вибрации и высокие температуры. В таких условиях необходимо выбирать светильники, которые соответствуют специальным требованиям и стандартам.
- **Уличные условия** – требуют от светильников высокой степени защиты от атмосферных явлений, таких как дождь, снег и ветер. Светильники для уличного применения обычно имеют уровень защиты от IP54 и выше.
- **Взрывоопасные зоны** – взрывозащита, герметичность, специальные материалы.

Требования

При выборе светильника в зависимости от эксплуатационной группы рекомендуется:

- **определить условия эксплуатации** – где будет установлен светильник, есть ли в помещении повышенная влажность, пыль или другие факторы;
- **проверить степень защиты** – убедиться, что уровень защиты светильника соответствует условиям, в которых он будет работать. Чем выше уровень IP, тем более защищенным будет оборудование;
- **обратить внимание на температурный режим** – если светильник будет работать в условиях экстренного нагрева (например, в производстве), выбирать модели, которые выдерживают высокие температуры;
- **учесть специфику технологического процесса** в помещении.

Нормативные документы

В России классификация эксплуатационных групп светильников регулируется, например, **ГОСТ Р МЭК 60598-1–2017**, который адаптирует международные стандарты IEC. Также эксплуатационные группы светильников указаны в **СП 52.13330.2016** «Естественное и искусственное освещение» (актуализированная редакция СНиП 23-05-95).

Объем технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов оборудования осветительных электроустановок должен определяться необходимостью поддержания исправности и обеспечения безопасной работы электроустановок, периодического их восстановления и приведения в соответствие с условиями работы.

Основные требования к эксплуатации систем освещения, которые рекомендуется учитывать при проектировании системы освещения:

1) светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения знаками или окраской;
2) переносные ручные светильники ремонтного освещения должны питаться от сети напряжением не выше 42 В, а при повышенной опасности поражения электрическим током – не выше 12 В. Вилки 12–42 В не должны подходить к розеткам 127 и 220 В. Розетки должны иметь надписи с указанием напряжения и рода тока;
3) сеть освещения, выполненная на светильниках, не имеющих собственных пускорегулирующих устройств, должна получать питание через стабилизаторы или от отдельных трансформаторов, обеспечивающих возможность поддержания напряжения освещения в необходимых пределах.

   Напряжение на лампах должно быть не выше номинального. Понижение напряжения у ламп сети внутреннего рабочего освещения, а также прожекторных установок должно быть не более 5 % номинального напряжения, у ламп сети наружного и аварийного освещения и в сети 12–42 В – не более 10 % (для люминесцентных ламп – не более 7,5 %) номинального напряжения;
4) на щитах и сборках осветительной сети на всех выключателях (рубильниках, автоматах) должны быть надписи с наименованием присоединения, а на предохранителях – с указанием значения тока плавкой вставки;
5) владельцем объекта электроэнергетики должно быть обеспечено наличие у дежурного персонала схемы сети освещения и запаса плавких калиброванных вставок и ламп всех напряжений осветительной сети. Дежурный и оперативно-ремонтный персонал при наличии аварийного освещения должен быть снабжен переносными электрическими фонарями;
6) при обслуживании сети освещения:
   - проверка действия автомата аварийного освещения должна проводиться не реже 1 раза в месяц в дневное время;
   - проверка исправности аварийного освещения при отключении рабочего освещения должна проводиться 2 раза в год;
7) владельцем объекта электроэнергетики должен быть определен порядок и обеспечено осуществление проверки состояния стационарного оборудования и электропроводки аварийного, эвакуационного и рабочего освещения, испытаний и измерений сопротивления изоляции.

Типовая номенклатура ремонтных работ при текущем ремонте осветительных электроустановок:

- удаление со светильников пыли,
- протирка арматуры,
- проверка крепления патронов, ниппелей и контактов с заменой неисправных,
- перезарядка проводов в светильниках,
- смена рефлекторов и отдельных светильников,
- проверка наличия занулений и заземлений и исправление обнаруженных дефектов,

- проверка надежности и (при необходимости) усиление подвесок светильников,
- кронштейнов и бра, а также кронштейнов местного освещения,
- замена тросов и растяжек,
- замена сгоревших и отдельных сильно гудящих дросселей,
- проверка уровня освещенности в контрольных точках и уровня общей освещенности помещения с одновременным контрольным замером напряжения в сети со стороны питания в наиболее удаленных точках.

В объем капитального ремонта входят работы текущего ремонта, а также полная разборка аппарата, чистка, промывка и сушка деталей, дефектация и ремонт вышедших из строя деталей и отдельных узлов, замена деталей механической части аппарата, замена выводов, крепежных деталей и запорной арматуры, ремонт или замена корпусов, ремонт элементов взрывозащиты в аппаратах во взрывобезопасном исполнении.

После окончательной сборки производятся проверка работы электрической схемы, окраска, наладка и испытания аппаратов. После капитального ремонта аппараты должны подвергаться испытаниям в объеме, установленном нормами испытания электрооборудования.

Рекомендуемая периодичность текущего и капитального ремонта для щитков освещения:

Краткая характеристика оборудования	Периодичность ремонта / простой в ремонте (час)		Трудоемкость одного ремонта (чел-час)	
	текущий	капитальный	текущий	капитальный
Число автоматических выключателей в щитке				
4	8640/3	8640/7	5	13
8	8640/3	8640/9	6	17
16	8640/4	8640/12	8	23
20	8640/5	8640/14	10	28
30	8640/6	8640/17	12	33

К нормам трудоемкости капитального и текущего ремонта рекомендуется вводить следующие поправочные коэффициенты:

- для светильников, расположенных на высоте более 4 м и встроенных в междуэтажное перекрытие, – 1,3;
- для осветительных щитков с пробочными предохранителями – 0,75.

Нормы расхода материалов на текущий и капитальный ремонт оборудования, входящего в состав системы освещения, рекомендуется определять на основании технологических карт выполнения работ по ремонту, которые должны разрабатываться службой главного энергетика с учетом рекомендаций производителя, конструктивных и эксплуатационных особенностей. При этом рекомендуется за основу брать расчет норм расхода материалов на капитальный ремонт, а для текущего норму принимать равной 35 % от нормы капитального.

Рекомендуется создание страхового запаса оборудования и запасных частей для осветительной установки (т. е. складской резерв).

Нормы страхового запаса электрических аппаратов и осветительного оборудования рекомендуется принимать равными:

- по аппаратам и осветительному оборудованию не менее 5 % и не более 15 % на каждые 50 единиц оборудования, входящего в состав осветительной электроустановки, с учетом особенностей эксплуатации и рекомендаций производителя;
- по запасным частям к аппаратам и осветительному оборудованию не менее 4 % и не более 10 % на каждые 50 единиц оборудования, входящего в состав осветительной электроустановки, с учетом особенностей эксплуатации и рекомендаций производителя.

При наличии более (менее) 50 единиц аппаратов количество содержащихся в резерве аппаратов соответственно увеличивается (уменьшается), но не может быть меньше единицы.

Литература к главе 4

1. *Косарев Б. А.* Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений / Б. А. Косарев. – М.: Академия, 2014. – 352 с.
2. *Суходолов Я. А.* Информационное моделирование зданий (BIM): основы, технологии, организация работ / Я. А. Суходолов. – М.: АСВ, 2019. – 256 с.
3. ГОСТ 31996–2012 «Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия».
4. СП 76.13330.2016 «Электротехнические устройства», актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85.
5. ГОСТ Р 50571.5.52–2011 / МЭК 60364-5-52:2009 «Низковольтные электрические установки. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки».
6. ГОСТ 31565–2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности».
7. Правила устройства электроустановок.
8. СП 439.1325800.2018 «Здания и сооружения. Правила проектирования аварийного освещения».
9. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» (актуализированная редакция СНиП 23-05-95).
10. СП 6.13130 в редакции 2025 года (вступает в силу в июне 2026 года) «Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности».
11. СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа».
12. ГОСТ 21.608–2021 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации внутреннего электрического освещения».

13. ГОСТ Р 21.101–2020 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации».
14. ГОСТ Р 21.101–2026 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации».
15. ГОСТ 21.1101–2013 «Система проектной документации для строительства. Спецификация оборудования, изделий и материалов».
16. Приказ от 4 октября 2022 г. № 1070 «Об утверждении правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации и о внесении изменений в приказы Минэнерго России от 13 сентября 2018 г. № 757, от 12 июля 2018 г. № 548».
17. *Ящура А. И.* Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования: справочник. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2006. – 504 с.
18. Как формировать спецификации в nanoCAD BIM Электро // https://buildsoft.ru/articles/nanoCAD/kak-formirovat-spetsifikatsii-v-nanocad-bim-elektro/ (дата обращения: 24.03.2026).

ГЛАВА 5

Технико-экономический расчет разработанной системы внутреннего электроосвещения в nanoCAD BIM Электро

5.1. Интеграция BIM-смет с nanoCAD BIM Электро (на примере BIM-сметы АВС)

Несмотря на то что разработчики АВС стараются обеспечить максимальную унификацию программных и методических подходов к решению сметных задач, существуют некоторые отличия. Эти отличия связаны с различиями в архитектуре BIM-систем, разнице подходов к проектированию специфических разделов, тонкостях программной интеграции и т. п.

Основным способом работы с BIM-моделью программа АВС предполагает непосредственное взаимодействие с элементами в BIM-среде.

Трехмерное представление, возможность навигации, просмотр разрезов и извлечение всей сопутствующей информации из элементов модели позволяют быстрее принимать наиболее подходящие сметные решения.

Разработчики компании «Нанософт» предложили разработчикам АВС альтернативное решение, позволяющее вести работу по формированию сметного результата без необходимости работы с самой моделью (рис. 5.1).

Для информационного обмена был разработан формат информационного блока данных, передаваемого из nanoCAD в АВС в виде файла. В таком файле содержится вся необходимая для принятия сметного решения информация, элементы структурированы в соответствии с проектным распределением по зданиям, этажам, помещениям и типам. Для сметчиков, уже работающих с BIM-сметой АВС, такой способ является новым, но уже показавшим свою эффективность.

Файл, экспортируемый из nanoCAD BIM Электро, фактически является ведомостью всех элементов проекта с атрибутами и свойствами.

Рис. 5.1. Укрупненная схема интеграции nanoCAD и АВС

Настройка рабочего места

Прежде чем приступить к загрузке данных, необходимо настроить Рекомпозитор.

Во вкладке **Настройки** (рис. 5.2) нужно указать ссылку на рабочее место АВС, чтобы импорт проектных объемов и назначение сметных свойств производились в соответствии с настройками сметной системы. Также нужно выбрать сметный район и версию сметно-нормативной базы. Это позволит назначить сметные свойства элементам модели с использованием нужной версии сметно-нормативной базы.

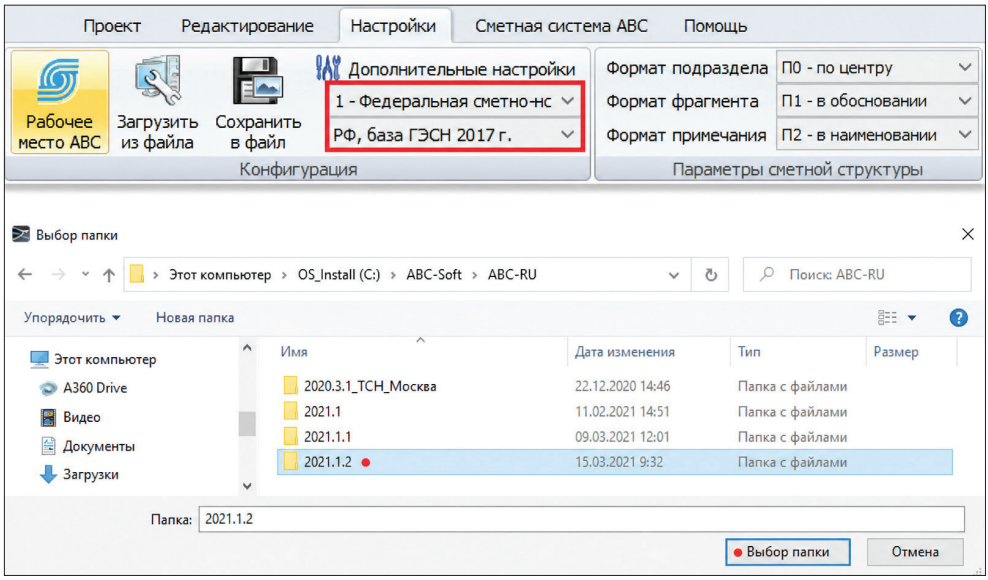


Рис. 5.2. Настройка рабочего места АВС

В **Дополнительных настройках** (рис. 5.3) необходимо указать путь к файлу алиасов BIM (словарю соответствий параметров), если он не был указан ранее.

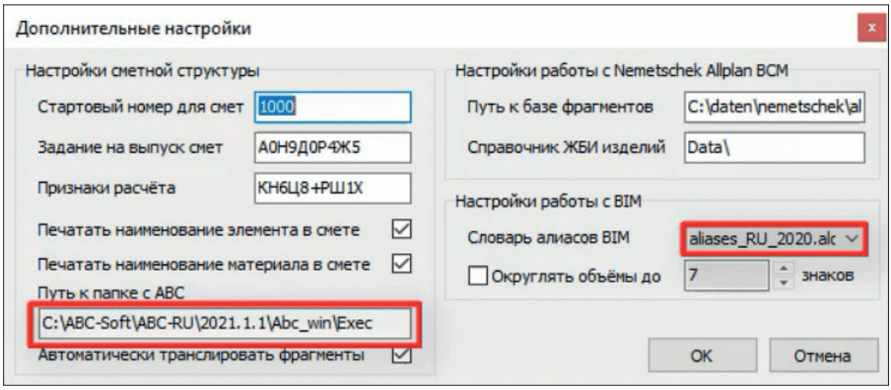


Рис. 5.3. Дополнительные настройки Рекомпозитора

Выгрузка проектных данных из nanoCAD BIM Электро

Для примера рассмотрим экспорт проектных объемов по разделу **Электрооборудование** (ЭОМ), выполненному инженером-электриком в системе nanoCAD BIM Электро.

Экспорт всех данных по проекту осуществляется из окна **Менеджер проекта** путем вызова функции **Экспортировать данные в Смету** (рис. 5.4).

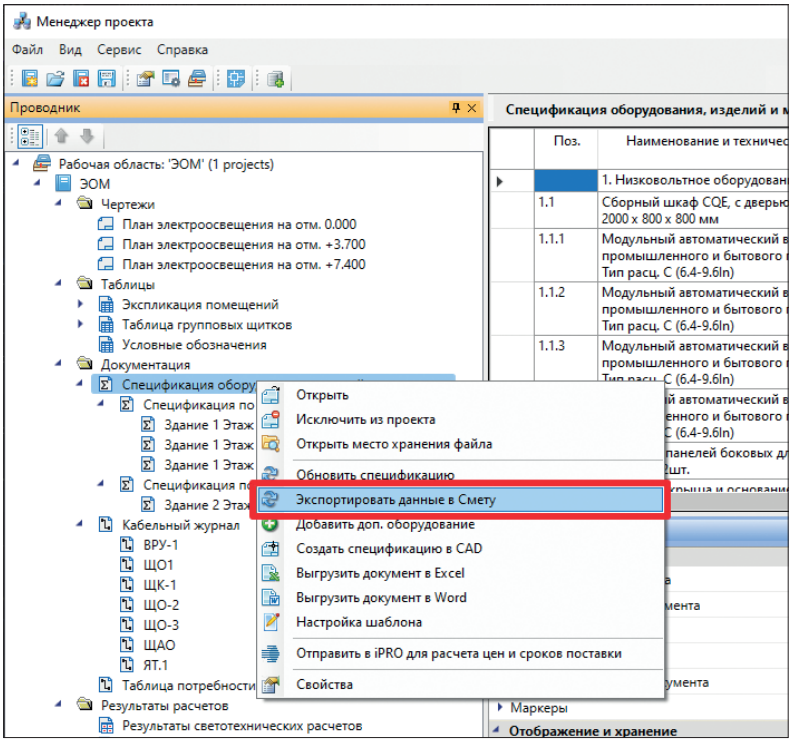


Рис. 5.4. Экспорт данных из nanoCAD

Проектные данные сохраняются в специальный обменный файл формата *.rcfd, согласованный разработчиками АВС и Нанософт (рис. 5.5).

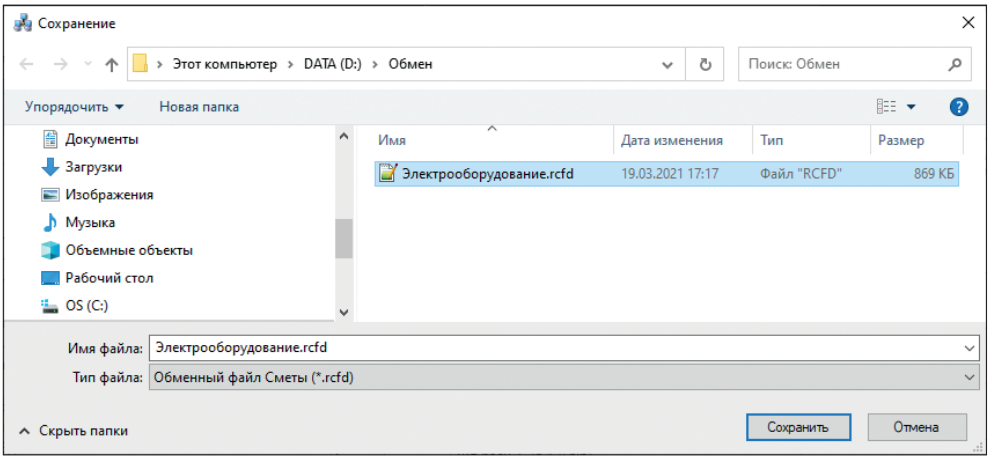


Рис. 5.5. Сохранение обменного файла

Сформированный файл инженер-электрик передает сметчикам.

Загрузка проектных данных в АВС

Приступаем к загрузке проектных данных. Двойным щелчком по соответствующей иконке BIM-системы загружаем ранее сформированный полученный из nanoCAD BIM Электро файл (рис. 5.6).

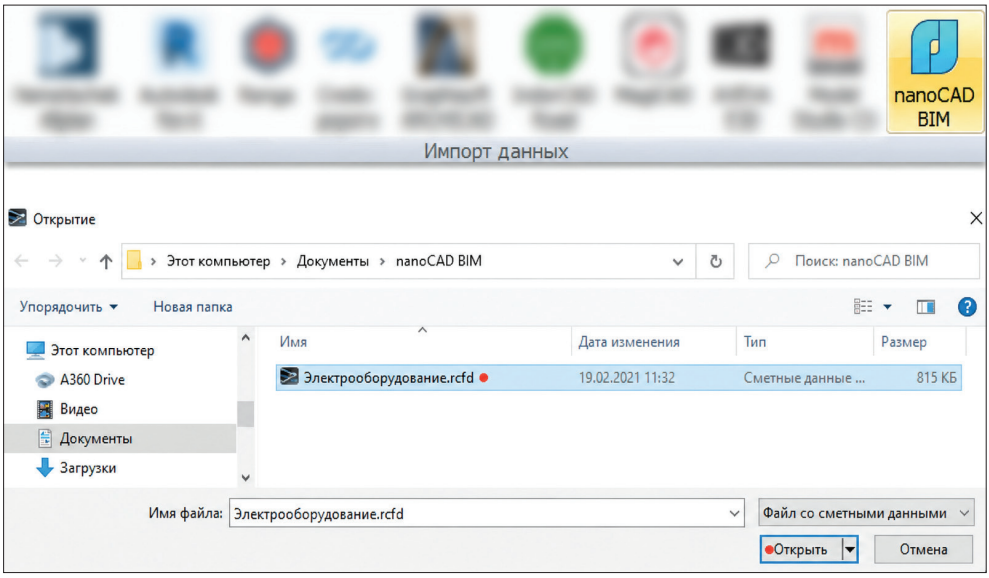


Рис. 5.6. Импорт файла с ведомостью элементов из nanoCAD

По завершении загрузки данные отобразятся в окне проектной структуры в виде иерархии элементов (рис. 5.7).

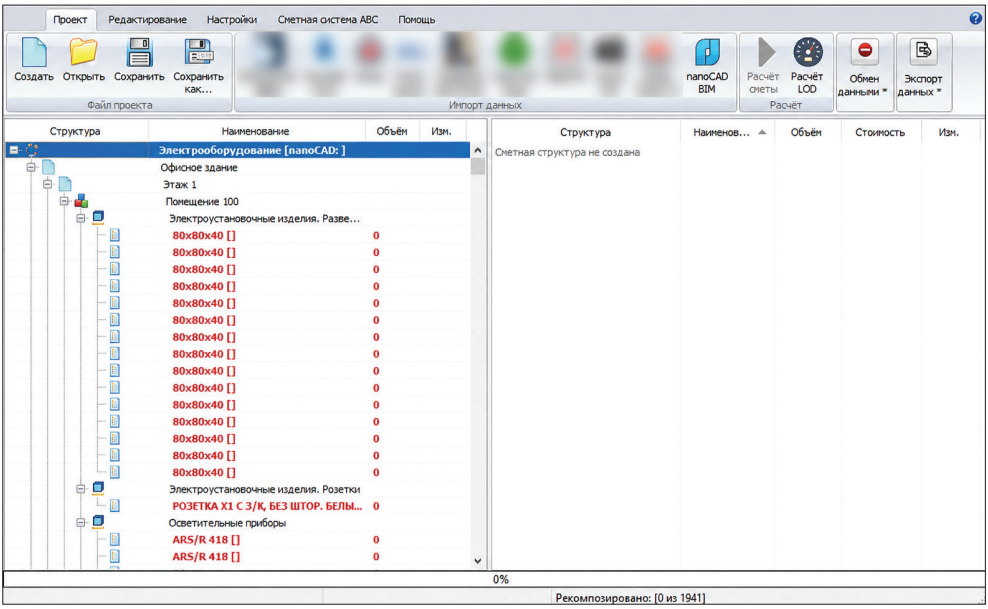


Рис. 5.7. Импортированные элементы в окне Рекомпозитора

Назначение сметных свойств элементам модели осуществляется во вкладке АВС-Рекомпозитора **Сметная система АВС** (рис. 5.8). Функционал идентичен тому, что присутствует сейчас в плагинах **Сметная система АВС** для других BIM-систем.

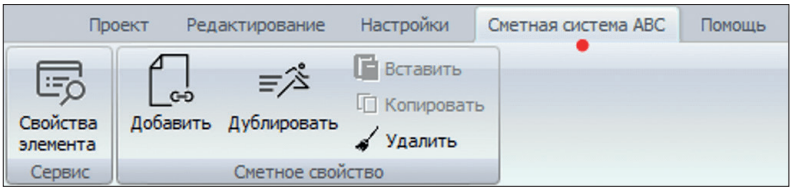


Рис. 5.8. Вкладка **Сметная система АВС**

Каждый элемент содержит набор индивидуальных свойств, которые можно просмотреть, выделив интересующий элемент и воспользовавшись функцией **Свойства элемента** (рис. 5.9). Помимо обязательных для получения сметного решения свойств, каждый элемент несет в себе дополнительную информацию, которая позволит правильно определить вид работ и назначить элементу все необходимые сметные нормы или расценки.

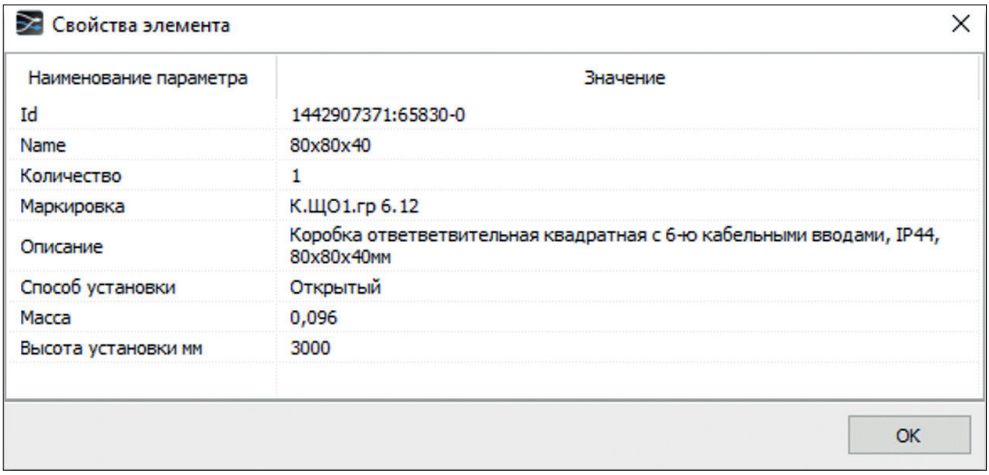


Рис. 5.9. Свойства элемента

Назначение сметных свойств

Теперь необходимо назначить сметные свойства всем элементам, полученным из nanoCAD. Сметные свойства назначаются при помощи **Базы знаний ABC**. Выделив нужный элемент, нужно выбрать функцию **Добавить** во вкладке **Сметная система ABC** (рис. 5.10) или в контекстном меню, после чего запустится **База знаний ABC**.

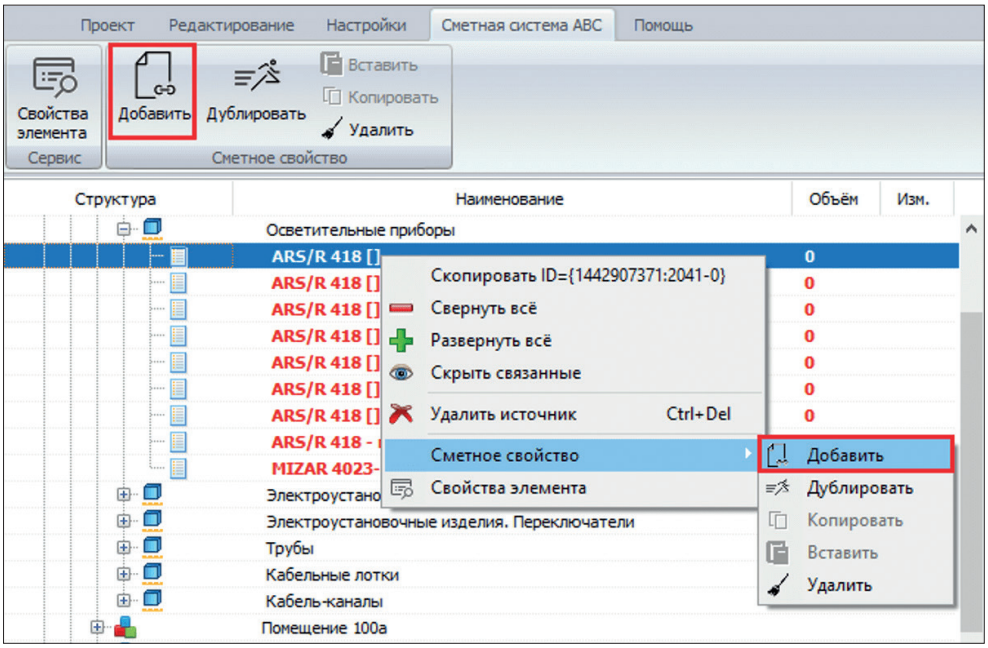


Рис. 5.10. Добавление сметного свойства элементу

Перед началом поиска в **Базе знаний** необходимо еще раз проверить версию используемой сметно-нормативной базы, она должна совпадать с версией, указанной в настройках Рекомпозитора, и проверить, совпадает ли применяемый файл алиасов[1] с тем, который был указан в конфигураторе Рекомпозитора (рис. 5.11).

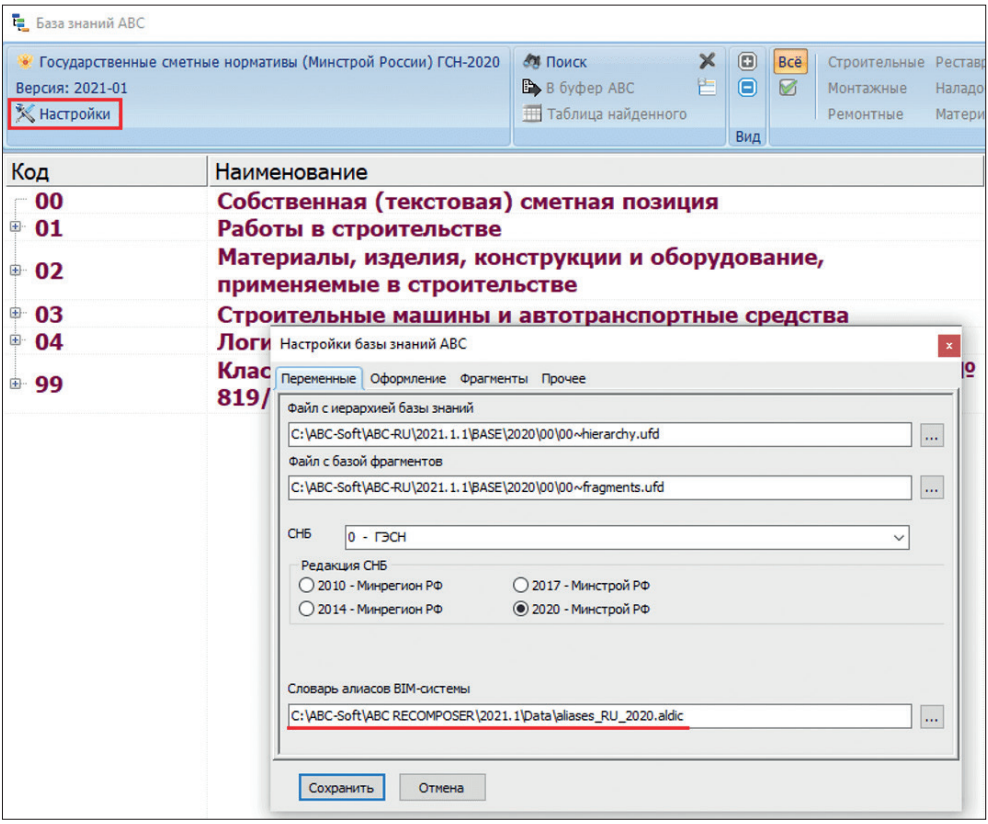


Рис. 5.11. Настройки **Базы знаний АВС**

Поиск нужной сметной технологии (рис. 5.12) можно выполнять в ручном режиме, если известно расположение нужной нормы или расценки, либо при помощи инструментов поиска.

Поисковая система позволяет вести поиск среди всей номенклатуры сметно-нормативной базы. Для этого в поле ввода необходимо ввести поисковый запрос, отметить условия и область поиска. При поиске можно опираться на наименование элемента, его маркировку или назначение.

[1] Файл алиасов (aliases) может иметь разные значения в зависимости от операционной системы. Алиас (alias) – это сокращение (псевдоним) для команды или последовательности команд, которое позволяет заменить часто используемые длинные конструкции короткими и удобными для запоминания именами.

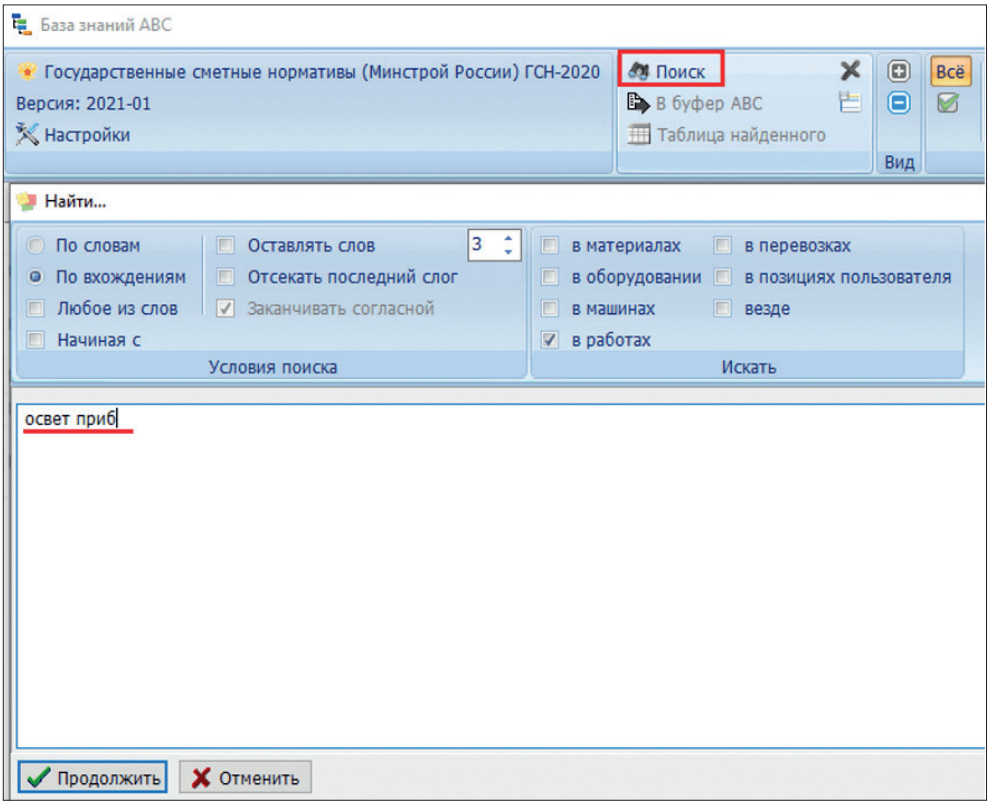


Рис. 5.12. Поиск сметной технологии

Найденные результаты будут подсвечены желтым цветом. Все результаты поиска, содержащие искомый контекст или слово, могут быть сведены в одну таблицу найденных результатов (рис. 5.13).

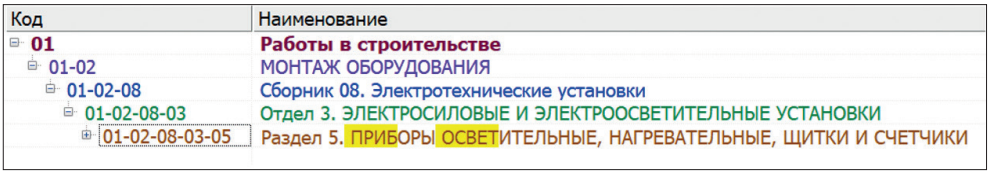


Рис. 5.13. Результаты поиска

Связывание элемента с конкретным видом работ происходит после вызова диалога, который инициируется двойным щелчком левой кнопкой мыши по нужной таблице. При отсутствии необходимой информации об элементе в явном виде **База знаний** выведет соответствующий запрос, на который тут же нужно дать ответ или выбрать один из предложенных вариантов (рис. 5.14).

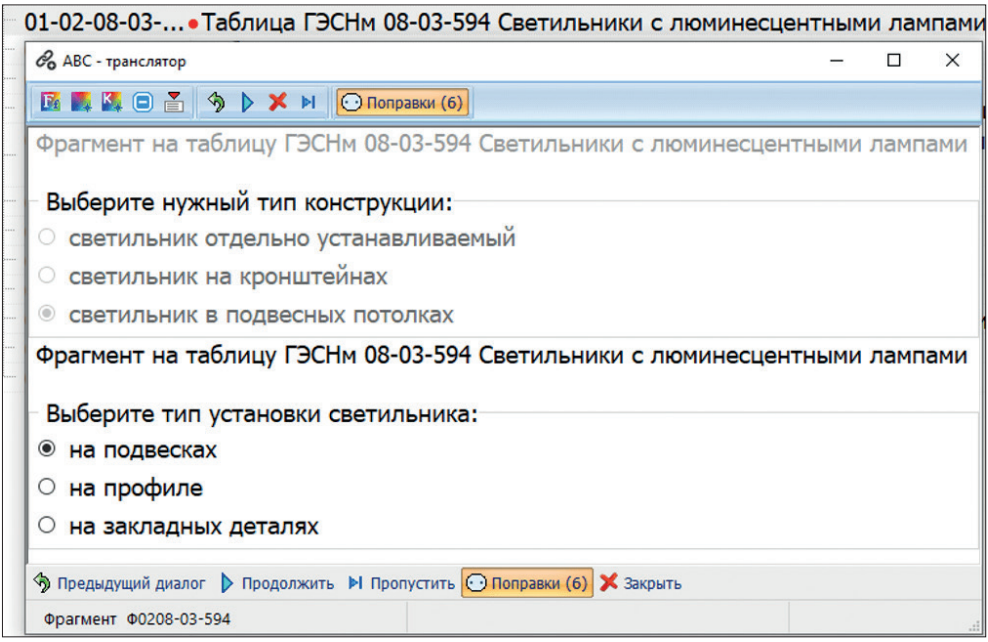


Рис. 5.14. Уточнение недостающих характеристик

По завершении диалога сметное свойство будет назначено выбранному элементу. После назначения элемент со сметным свойством станет отображаться зеленым цветом, что означает корректность проведенного действия (рис. 5.15).

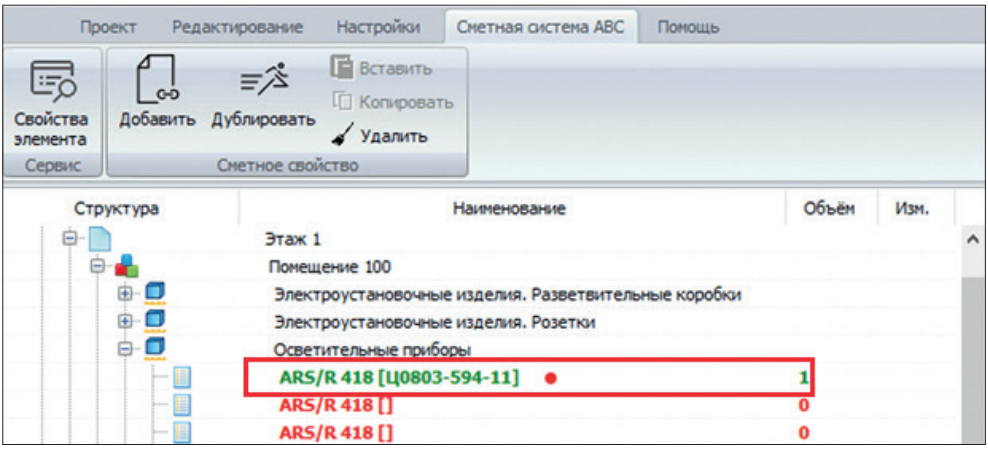


Рис. 5.15. Элемент с назначенным сметным кодом

Одному элементу можно назначить неограниченное количество сметных свойств (рис. 5.16). При этом каждое из свойств будет считывать из элемента нужные ему параметры – количество, массу, длину, периметр и т. д.

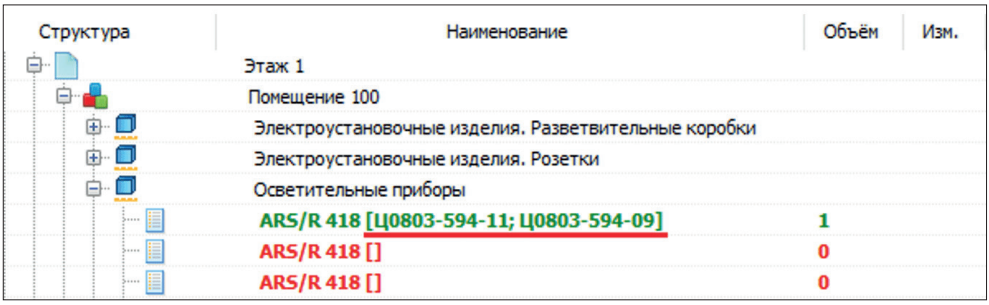


Рис. 5.16. Элемент с множеством назначенных сметных кодов

Дублирование сметных свойств

Сметные свойства элемента могут быть продублированы на другие элементы с аналогичными параметрами. Это действие автоматизирует работу по поиску однотипных элементов. При дублировании ведется поиск по совпадению типа элементов, их ключевых характеристик, при этом конкретные геометрические параметры могут отличаться. По завершении дублирования появится окно с информацией о результате операции и количестве обработанных элементов, а обработанные элементы подсветятся зеленым цветом (рис. 5.17).

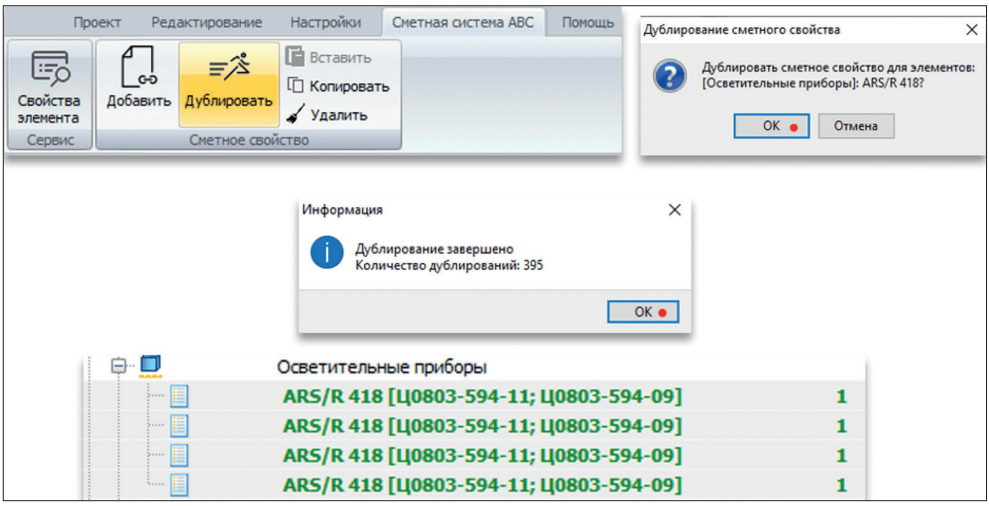


Рис. 5.17. Автоматическое дублирование сметных свойств

Удаление сметных свойств

Любой элемент или группу выделенных элементов можно очистить от сметных свойств, если назначение, к примеру, было произведено ошибочно, при помощи функции **Удалить** (рис. 5.18).

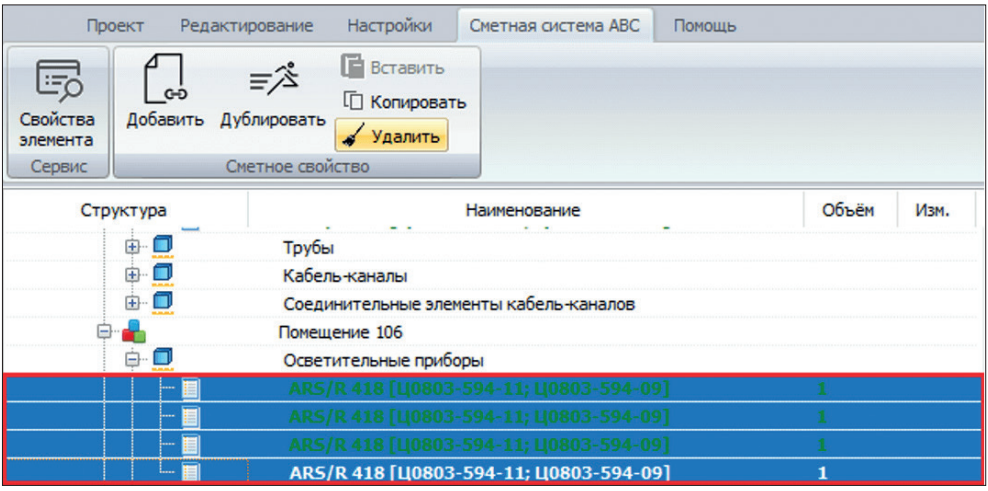


Рис. 5.18. Удаление сметных свойств

Создание сметной структуры

Теперь элементы с назначенными сметными свойствами нужно отнести к сметной структуре, и следующий этап работы – создание сметной структуры. Так как каждая BIM-система (nanoCAD BIM Электро тут не исключение) выдает в работу объемы, сгруппированные по представлениям проектировщика, этап преобразования в сметный вид является обязательным, если ставится задача получить классическую локальную смету.

При наличии готовой сметной структуры можно загрузить ее в проект при помощи функции **Из готового проекта** (рис. 5.16).

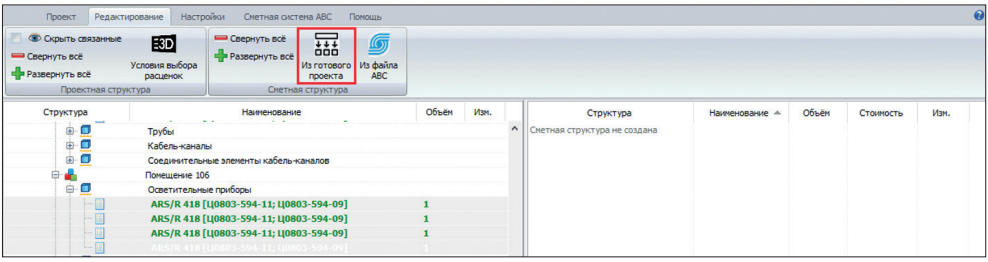


Рис. 5.19. Импорт сметной структуры из имеющегося проекта

Если сметная структура отсутствует, то необходимо создать ее средствами Рекомпозитора (рис. 5.20).

Чтобы отнести позиции к сметной структуре, необходимо выделить их и путем «перетаскивания» переместить в нужный узел сметной структуры (рис. 5.21).

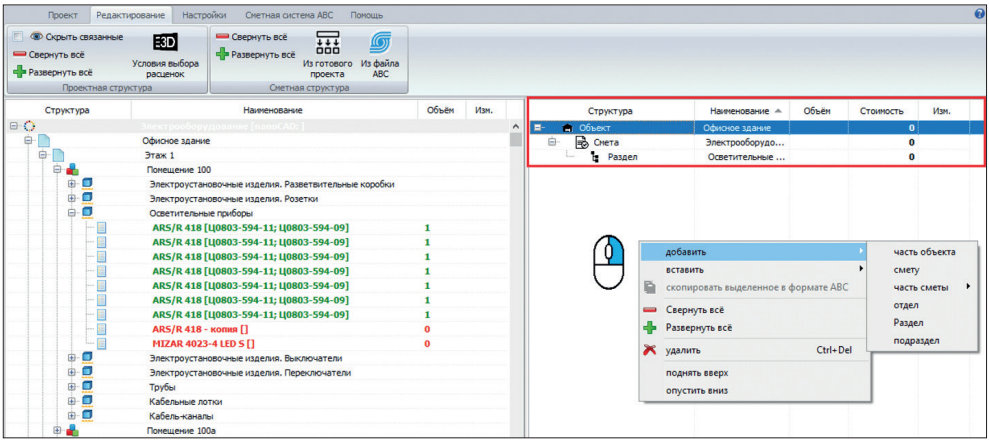


Рис. 5.20. Создание новой сметной структуры

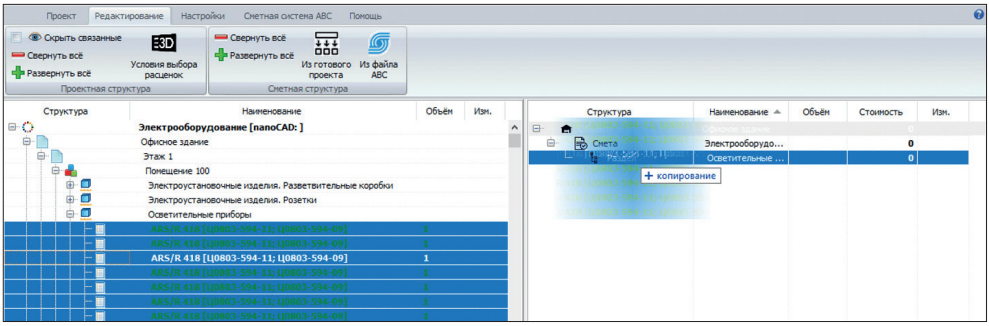


Рис. 5.21. Перенос элементов из проектной структуры в смету (рекомпозиция)

После отнесения позиции отображаются серым цветом, а в строке состояния отображается информация о количестве элементов, отнесенных к сметной структуре, и общее количество (рис. 5.22).

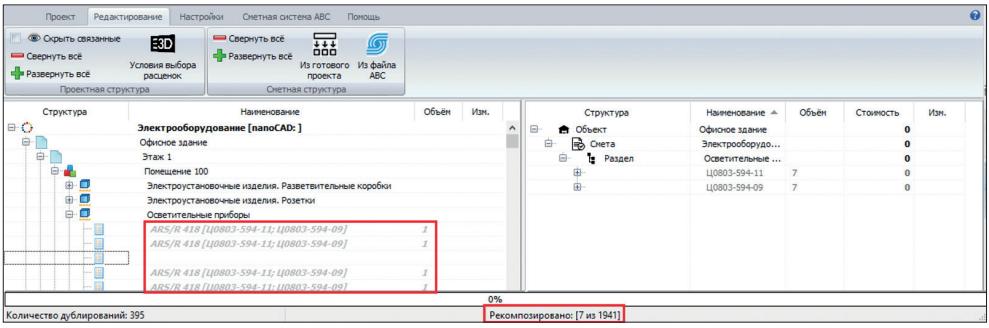


Рис. 5.22. Контроль отнесения элементов к смете

Строка состояния позволяет отслеживать, все ли элементы отнесены к сметной структуре. Также с целью контроля можно воспользоваться функцией во вкладке **Редактирование** или контекстным меню, нажав на правую кнопку мыши в проектной структуре, и **Скрыть/Показать связанные** элементы (рис. 5.23).

Дважды отнести объем одного элемента к разделу сметы нельзя, Рекомпозитор строго отслеживает связи и не позволяет увеличивать объемы работ в смете, даже если пользователь пытается повторно отнести элемент в любой другой раздел сметы.

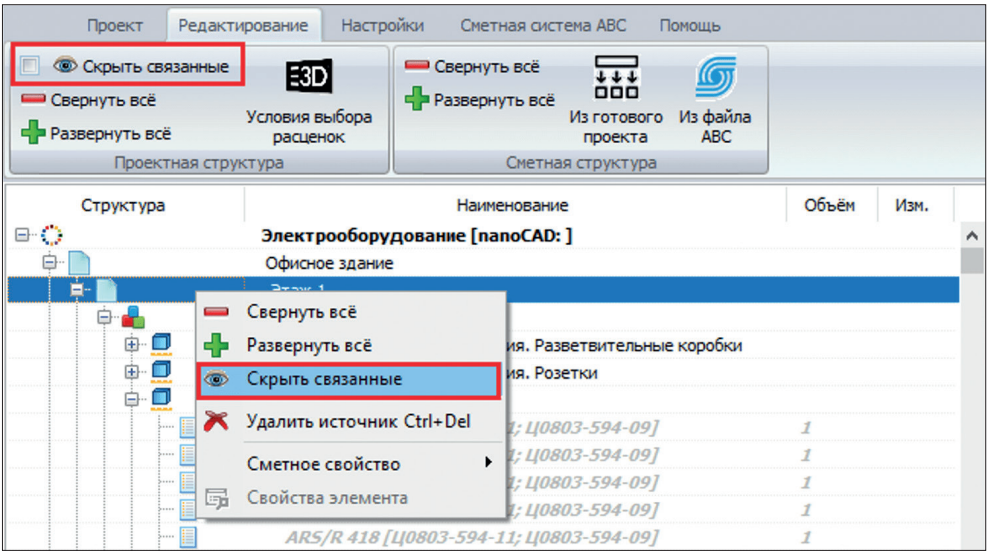


Рис. 5.23. Отслеживание не привязанных к смете элементов

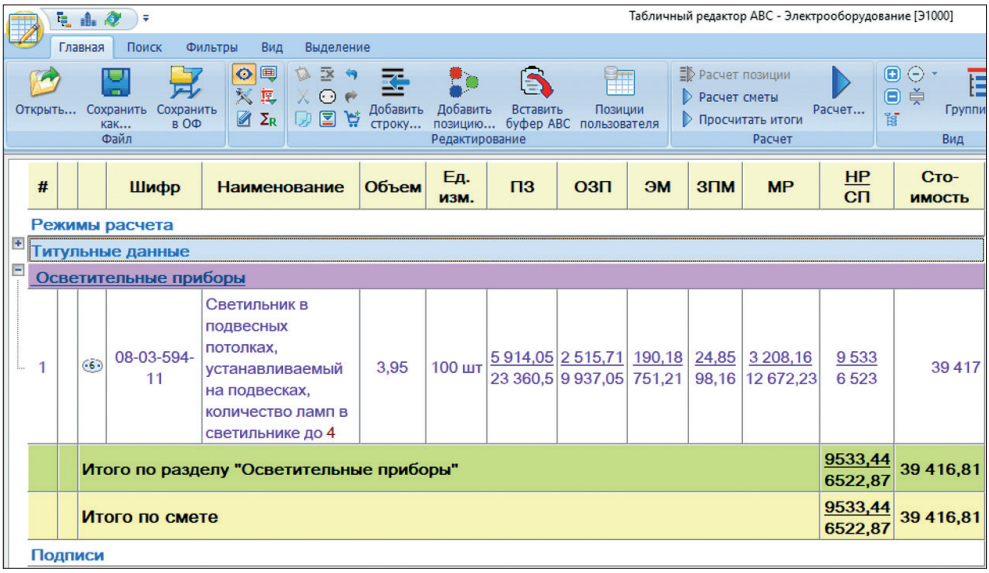
Таким образом нужно назначить сметные свойства всем элементам и отнести их к сметной структуре. При необходимости элементы, отнесенные к сметной структуре, могут быть «отвязаны», то есть исключены из сметного расчета. В таком случае элементы снова отображаются как «непривязанные» в проектной структуре, и их можно снова отнести к нужному разделу.

После завершения назначения сметных свойств всем элементам происходит переход к следующему этапу – экспорту данных в АВС и выпуску сметной документации.

Экспорт данных в АВС, выпуск смет

Экспорт сметных данных в сметную систему АВС возможен двумя способами: с сохранением в файл или в системный буфер.

Функция **В файл АВС** (рис. 5.24) позволяет сохранить данные в файл и передавать на другие компьютеры. Функция **Копировать в буфер** предусматривает копирование данных в системный буфер для последующей вставки данных в редактор данных АВС.



#			Шифр	Наименование	Объем	Ед. изм.	ПЗ	ОЗП	ЭМ	ЗПМ	МР	НР СП	Сто-имость
Режимы расчета													
Титульные данные													
Осветительные приборы													
1			08-03-594-11	Светильник в подвесных потолках, устанавливаемый на подвесках, количество ламп в светильнике до 4	3,95	100 шт	5 914,05 23 360,5	2 515,71 9 937,05	190,18 751,21	24,85 98,16	3 208,16 12 672,23	9 533 6 523	39 417
		Итого по разделу "Осветительные приборы"										9533,44 6522,87	39 416,81
		Итого по смете										9533,44 6522,87	39 416,81
Подписи													

Рис. 5.24. Локальная смета по данным nanoCAD в АВС

Для работы в других сметных программах предусмотрен экспорт в общепринятые обменные форматы – АРПС или XML (рис. 5.25).

Теперь при необходимости можно поработать с составом ресурсов, применить поправки по техническим частям, коэффициенты и т. д. и выпустить локальную смету по любому шаблону.

Таким образом, технология работы сметчика с данными BIM без взаимодействия с самой BIM-средой, конечно же, является перспективной и, безусловно, будет развиваться дальше.

Рассмотренный подход требует появления как новых программных, так и методических решений.

Следует отметить, что разработчики системы АВС совместно с разработчиками nanoCAD BIM Электро ведут активную работу в этом направлении и готовы к реализации пожеланий от пользователей нового интеграционного решения.

ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № не указан
(локальная смета)

на Электрооборудование, Офисное здание
(наименование работ и затрат, наименование объекта)

Основание:

Сметная стоимость	39,417	тыс.руб.
Средства на оплату труда	10,035	тыс.руб.

Составлена в ценах по состоянию на 01.01.2000г. руб.

N п/п	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат	Количество / Единица измерения	Стоимость единицы: Всего / оплаты труда	Стоимость единицы: экспл. машин / в т.ч. оплаты труда	Стоимость единицы: материалов / возвр. материалов	Общая стоимость: Всего	Общая стоимость: оплаты труда	Общая стоимость: экспл. машин / в т.ч. оплаты труда	Общая стоимость: материалов / возвр. материалов	Затраты труда рабочих, чел.-ч, не занятых обслуж. машин: обслуживающие маш. на един.	Затраты труда рабочих, чел.-ч, не занятых обслуж. машин: обслуживающие маш. всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Раздел 1. Осветительные приборы										
1	08-03-594-11 ФЕРм 81-03-08-2001 Минстрой РФ пр. № 876/пр	**Светильник в подвесных потолках, устанавливаемый на подвесках, количество ламп в светильнике до 4**	3,95	5914,05	190,18	3208,16	23360	9937	751	12672	253,60	1002
			100 шт	2515,71	24,85	--			98		1,98	8

№ п/п	Код ресурса	Наименование ресурса	Измеритель	Стоимость единицы	Количество на единицу	Количество по проекту	Всего в базисных	Коэф-ты пересчета	Стоимость текущая на единицу	Стоимость текущая всего		
1.1	1	Затраты труда рабочих-строителей, ср. разряд-4,2	чел.-ч	9,92	253,6000	1001,720	9937,05	1,000	2515,71	9937,05		
1.2	3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	12,55	1,9800	7,821	98,16	1,000	24,85	98,16		
1.3	91.05.05-015	Краны на автомобильном ходу, грузоподъемность 16 т	маш.-ч	115,40	0,9900	3,911	451,27	1,000	114,25	451,27		
1.4	91.21.19-031	Станки сверлильные	маш.-ч	2,36	0,7000	2,765	6,53	1,000	1,65	6,53		
1.5	91.17.04-233	Установки для сварки ручной дуговой (постоянного тока)	маш.-ч	8,10	1,1400	4,503	36,47	1,000	9,23	36,47		
1.6	91.14.02-001	Автомобили бортовые, грузоподъемность до 5 т	маш.-ч	65,71	0,9900	3,911	256,96	1,000	65,05	256,96		
1.7	01.7.06.07-0002	Лента монтажная, тип ЛМ-5	10 м	6,90	1,0000	3,950	27,26	1,000	6,90	27,26		
1.8	01.7.15.03-0042	Болты с гайками и шайбами строительные	кг	9,04	10,4000	41,080	371,36	1,000	94,02	371,36		
1.9	14.4.02.09-0001	Краска	кг	28,60	3,0000	11,850	338,91	1,000	85,80	338,91		
1.10	01.7.11.07-0034	Электроды сварочные Э42А, диаметр 4 мм	кг	10,57	2,1000	8,295	87,68	1,000	22,20	87,68		
1.11	01.7.06.05-0041	Лента изоляционная прорезиненная односторонняя, ширина 20 мм, толщина 0,25-0,35	кг	30,40	0,4200	1,659	50,43	1,000	12,77	50,43		
1.12	04.3.02.14-0101	Смесь сухая известково-каолиновая штукатурная	т	1470,00	0,0050	0,020	29,03	1,000	7,35	29,03		
1.13	08.3.04.02-0092	Круг стальной горячекатаный, марка стали ВСт3пс5-1, диаметр 10 мм	т	5230,01	0,5600	2,212	11568,78	1,000	2928,81	11568,78		
		НР от ОЗП+ЗПМ - 95%		*2413,53*			*9533*					
		СП от ОЗП+ЗПМ - 65%		*1651,36*			*6523*					
		Сметная стоимость					*39416*					

Рис. 5.25. Локальная смета по данным nanoCAD в Excel

Литература к главе 5

1. *Косарев Б. А.* Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений / Б. А. Косарев. – М.: Академия, 2014. – 352 с.
2. *Суходолов Я. А.* Информационное моделирование зданий (BIM): основы, технологии, организация работ / Я. А. Суходолов. – М.: АСВ, 2019. – 256 с.
3. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» (актуализированная редакция СНиП 23-05-95).
4. Федеральные единичные расценки ФЕРм 81-03-08-2001 из сборника 8 «Электротехнические установки».
5. Государственные элементные сметные нормы ГЭСНм 81-03-08-2022. Сборник 8: Электротехнические установки.
6. Территориальные единичные расценки на ремонтно-строительные работы ТЕРр-2001-67.
7. Федеральные единичные расценки ФЕР 33-04-014-01 «Установка светильников: с лампами накаливания».

8. Письма Минстроя России «Об установлении индексов изменения сметной стоимости проектных работ» и «Электромонтажные работы для строительства к справочникам базовых цен» (выходят ежеквартально).
9. BIM-смета ABC и nanoCAD BIM. Новый способ интеграции / И. А. Воронин, В. А. Изатов, Д. В. Щуров // https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=21776 (дата обращения: 23.03.2026).

Глоссарий

Примечание: страницы указаны по печатной нумерации учебного пособия. Определения приведены в терминологии и контексте исходного материала; если обозначение или единица не заданы в пособии, стоит «—».

Термин	Определение	Обозначение	Единица	Страница
Аварийное освещение	Освещение, предназначенное для обеспечения требуемых условий при нарушении работы рабочего освещения	–	–	15, 20, 28–29
Автоматический выключатель	Аппарат, используемый для защиты и коммутации электрической линии	QF	–	29–32, 100–108
Аппарат защиты	Электрический аппарат, предназначенный для защиты линии и оборудования	–	–	29–32, 100–108
Архитектурно-строительная подоснова	Архитектурно-строительная подоснова, используемая как исходная основа для разработки проекта электроосвещения	АСП	–	37–42
Атрибут объекта	Параметр объекта модели, содержащий данные, необходимые для его идентификации, расчета или формирования документации	–	–	29–30
База данных оборудования	База, используемая для выбора оборудования системы электроосвещения по заданным характеристикам	БД	–	53–57
Блеклость	Повышенная яркость светящихся поверхностей, способная ухудшать зрительные функции и видимость объектов	–	–	24
Вводно-распределительное устройство	Элемент структуры электроснабжения объекта, от которого организуется дальнейшее распределение электроэнергии	ВРУ	–	29–30
Взрывобезопасность	Защита от воспламенения или взрыва окружающей светильник взрывоопасной смеси	–	–	26
Выноска	Графический элемент проектной документации для вывода дополнительной информации об объекте	–	–	122–133
Выноска числа светильников	Выноска для отображения количества светильников в помещении	–	–	128–129

Термин	Определение	Обозначение	Единица	Страница
Выноска сечения	Выноска для отображения информации о сечении трассы; применяется для трасс с лотками	–	–	129
ГОСТ	Государственный стандарт, устанавливающий требования и терминологию в соответствующей области	ГОСТ	–	16–20
Группа	Совокупность электрических потребителей, объединенных по принятому в проекте принципу и подключенных к соответствующей линии	–	–	29–35
Групповая сеть	Часть электрической сети, объединяющая потребители, питаемые от соответствующей группы	–	–	29–35, 81–93
Дифавтомат (дифференциальный автоматический выключастель)	Аппарат, учитываемый при формировании состава щита и защите групповых линий	–	–	29–32, 100–108
Интеллектуальный объект	Объект информационной модели, содержащий графическое представление и связанные с ним параметры и характеристики	–	–	6–7
Информационная модель	Цифровая модель объекта, содержащая геометрическую и параметрическую информацию об элементах здания и инженерных системах	–	–	6–7
Кабель	Элемент кабельно-проводниковой продукции, применяемый для передачи электрической энергии	–	–	109–117
Кабельная линия	Электрическая линия, для которой задаются кабель и способ прокладки	–	–	29–30, 109–117
Кабельная трасса	Маршрут прокладки кабельной линии	–	–	81–93, 109–117
Кабельный журнал	Документ с информацией о кабельных линиях проекта	–	–	151–154
Класс электрической безопасности	Характеристика светильника, связанная с защитой от поражения электрическим током	–	–	155–158
Климатические условия эксплуатации	Интервал температур, влажности и давления окружающей среды, в пределах которого должна сохраняться работоспособность источника света	–	–	25

Термин	Определение	Обозначение	Единица	Страница
Комплектация щита	Формирование состава аппаратов и других элементов щита в соответствии со структурой электрической сети	–	–	100–104
Контраст объекта с фоном	Фотометрически измеряемая разность яркости объекта и фона, характеризующая их различие по яркости	К	–	23
Конфигурация оборудования	Совокупность параметров, определяющих функциональную пригодность конкретной позиции и ее поведение в расчетах и ведомостях	–	–	29–30
Коэффициент загрязнения (обслуживания)	Составляющая коэффициента эксплуатации, учитывающая снижение уровня освещения в процессе эксплуатации	–	–	25
Коэффициент пульсации	Критерий относительной глубины колебаний освещенности вследствие изменения светового потока во времени	Кп	%	23–24
Коэффициент равномерности освещения	Отношение освещенности в наименее освещенной точке к среднему значению освещенности на горизонтальной поверхности	КРО	–	24
Кривая силы света	Светотехническая характеристика распределения силы света светильника в пространстве	КСС	–	56–57
Менеджер проекта	Средство nanoCAD BIM Электро для управления проектом, чертежами, документами, шаблонами и спецификациями	МП	–	12–14, 135–150
Метод Ки	Метод расчета, при котором программа определяет необходимое количество светильников для заданной освещенности и выполняет их расстановку	–	–	50–57, 62–68
Минимальная освещенность	Наименьшее значение освещенности в рассматриваемой зоне	Емин	лк	22, 62–70
Нормируемая освещенность	Требуемое нормативное значение освещенности, с которым сравнивается результат расчета	Ен	лк	28–29, 60–70
Однолинейная схема	Графическое представление электрической схемы щита, формируемое на основании подключенных элементов сети	–	–	118–121
Освещенность	Плотность светового потока на освещаемой поверхности	Е	лк	22

Термин	Определение	Обозначение	Единица	Страница
Освещение	Создание световых условий, обеспечивающих необходимую видимость объектов и выполнение зрительной работы	–	–	21
Падение напряжения	Снижение напряжения в электрической линии, учитываемое при электротехническом расчете	ΔU	В, %	30–32, 112–117
План электроосвещения	Графическое представление элементов системы внутреннего электроосвещения на плане объекта	–	–	81–93, 118–133
Подключение	Формирование электрической связи между элементами электрической сети	–	–	104–108
Пожарная безопасность	Ограничение нагрева осветительного оборудования до температуры, при которой не происходит возгорания окружающих материалов	–	–	26
Показатель дискомфорта	Критерий оценки дискомфортной блесткости, связанной с резкими различиями яркостей в поле зрения	M	–	24
Показатель ослепленности	Критерий оценки слепящего действия осветительной установки	P	–	23–24
Полный срок службы	Продолжительность работы источника света при номинальных условиях до полного отказа	τ	ч	25
Полезный срок службы	Суммарная наработка источника света до снижения светового потока до уровня, при котором дальнейшая эксплуатация становится экономически невыгодной	τП	ч	25
Помещение	Элемент модели здания, для которого задаются характеристики и выполняется проектирование и расчет освещения	–	–	41–50
Прототип помещения	Набор характеристик помещения, который может использоваться для задания свойств однотипных помещений	–	–	58–59
ПУЭ	Правила устройства электроустановок	ПУЭ	–	20
Рабочее освещение	Основное освещение, предназначенное для обеспечения требуемых условий выполнения зрительной работы	–	–	15, 20, 28–29

Термин	Определение	Обозначение	Единица	Страница
Расчет освещенности	Определение параметров освещения помещения на основе его характеристик, выбранного оборудования и заданного метода расчета	—	–	60–70
Результаты расчета освещенности	Табличные данные, формируемые программой по результатам светотехнического расчета	–	–	151–153
Результаты электротехнических расчетов	Документ с результатами электротехнических расчетов проекта	–	–	151–153
Светильник	Осветительный прибор, выбираемый для организации освещения помещения с учетом его светотехнических и эксплуатационных характеристик	–	–	43–59
Световая отдача	Показатель эффективности светового действия, характеризующий экономичность преобразования электрической мощности в свет	η	лм/Вт	24–25
Световой поток	Мощность светового излучения, оцениваемая с учетом зрительного ощущения человеческим глазом	Ф	лм	21
Сечение кабеля	Параметр кабеля, учитываемый при выборе линии с учетом токовой нагрузки и условий прокладки	S	мм^2	112–117
Сила света	Пространственная плотность светового потока в заданном направлении	I	кд	21
СП	Свод правил, содержащий нормативные требования и правила проектирования	СП	–	16–20
СПДС	Система проектной документации для строительства	СПДС	–	20
Специальная выноска	Выноска для вывода номера группы, обозначения трассы, типа проводника, высоты и других параметров	–	–	122–124
Спецификация	Документ, формируемый на основании данных проекта и содержащий сведения об оборудовании, изделиях и материалах	–	–	135–150
Способ прокладки	Условие или вариант размещения кабеля при прокладке электрической линии	–	–	109–117

Термин	Определение	Обозначение	Единица	Страница
Средний срок службы	Среднеарифметическое значение срока службы группы источников света при установленных условиях	$\tau_{ср}$	ч	25
Средняя освещенность	Среднее значение освещенности в рассматриваемой зоне	Еср	лк	22, 62–70
Стабильность светового потока	Изменение величины светового потока источника в процессе эксплуатации относительно начального значения	–	%	24–25
Степень защиты IP	Характеристика защиты корпуса светильника от пыли и влаги	IP	–	155–158
Таблица ТКЗ	Табличное представление результатов расчета токов короткого замыкания	ТКЗ	А	151–153
Токовая нагрузка	Электрический ток, на который должна быть рассчитана линия и выбранный кабель	I	А	30–32, 112–117
Точечный метод	Метод расчета, при котором светильники предварительно расставляются в помещении, после чего выполняется расчет освещенности	–	–	50, 68–70
Трасса	Направление прокладки электрической сети, задаваемое при проектировании	–	–	81–93, 109–117
Устройство защитного отключения	Устройство защитного отключения, учитываемое при формировании электрической структуры щитов и защиты линий	УЗО	–	29–32, 100–108
Фон	Поверхность, непосредственно прилегающая к объекту различения, на которой он рассматривается	–	–	23
Цветовая температура	Параметр, характеризующий цветность света; измеряется в кельвинах	Тц	К	23
Цветопередача	Показатель соответствия естественного цвета тела его видимому цвету при освещении эталонным источником света	Ra	–	23
Шаблон проекта	Заранее подготовленный набор настроек графической части, правил оформления, структур атрибутов объектов и связей со спецификационными полями	–	–	29–30

Термин	Определение	Обозначение	Единица	Страница
Щит аварийного освещения	Щит, используемый для организации питания групп аварийного освещения	ЩАО	–	29–30, 94–108
Щит освещения	Элемент структуры распределения электроэнергии, от которого питаются группы системы освещения	ЩО	–	29–32, 94–108
Электрическая безопасность	Защита пользователя и обслуживающего персонала от поражения током, а также защита светильника от проникновения воды, пыли и посторонних тел	–	–	26
Яркость	Световая величина, непосредственно воспринимаемая глазом; определяется через силу света и площадь проекции излучающей поверхности	L	кд/м^2	22
Building Information Model	Информационное моделирование здания, при котором элементы модели имеют параметры и информационные связи	BIM	–	6–7
IK	Показатель устойчивости оборудования к механическим воздействиям	IK	–	155–158
UGR	Обобщенный показатель дискомфорта, характеризующий слепящее действие всей установки внутреннего освещения	UGR	–	24

Заключение

Мы завершили рассмотрение вопросов практического проектирования внутреннего электроосвещения зданий и сооружений с применением программного продукта nanoCAD BIM Электро.

В представленном учебном пособии на основе возможностей программного продукта nanoCAD BIM Электро пошагово изложены основные (базовые) практические аспекты автоматизации проектных решений по внутреннему электроосвещению, включая:

- создание проекта;
- подключение архитектурно-строительной подосновы;
- расчет освещенности помещений, выбор и расстановку светильников;
- прокладку групповых сетей электроосвещения;
- выбор и проверку кабельно-проводниковой продукции;
- формирование схемы и выбор основного оборудования щитов освещения;
- выполнение проверочных расчетов (по потере напряжения и токам короткого замыкания);
- формирование выходных документов текстовых и графических (чертежи планов освещения, принципиальных схем щитов освещения, спецификации, кабельного журнала);
- подготовку выходного документа для выполнения сметного расчета;
- основной порядок выполнения сметного расчета с применением программного продукта BIM-смета АВС.

Кроме того, в состав учебного пособия включены материалы по вопросам организации эксплуатации спроектированных осветительных установок зданий и сооружений.

Хотелось бы отметить, что овладение возможностями nanoCAD BIM Электро дает проектировщикам комплексный инструмент для эффективного создания систем электроосвещения зданий и сооружений с использованием современных методов автоматизированного проектирования, а правильная настройка и использование функционала программы позволяют повысить производительность труда, точность расчетов и качество конечного продукта.

Материал, изложенный в учебном пособии, будет полезен как для проектировщиков, которые начинают работу с применением программного продукта nanoCAD BIM Электро, так и для тех, кто уже работает в данной программе.

Авторы обращают внимание, что учебное пособие подготовлено для версии nanoCAD BIM Электро 24 и при работе с другими версиями программы следует учитывать особенности используемой версии nanoCAD BIM Электро.

Просим уделить пару минут вашего времени и оставить отзыв об учебнике.

https://clck.ru/3UatVP

Белов Олег Евстафьевич
Павленок Андрей Михайлович

Применение nanoCAD BIM Электро при проектировании систем электроснабжения

Разработка проектных решений системы электроосвещения зданий и сооружений

Учебное пособие из серии «Академическая библиотека Нанософт»

Главный редактор *Яценков В. С.*
dmkpress@gmail.com
Корректор *Синяева Г. И.*
Верстка *Луценко С. В.*

Формат 70×100 1/16.
Гарнитура PT Serif. Печать офсетная. Усл. печ. л. 14,63. Тираж 200 экз.

Веб-сайт издательства: www.dmkpress.com

Белов Олег Евстафьевич

Кандидат технических наук, доцент кафедры тепло- и электрообеспечения специальных технических систем и объектов ВИ (ИТ) ВА МТО. Автор учебников и учебных пособий по дисциплине «Системы электроснабжения».

Павленок Андрей Михайлович

Кандидат технических наук, начальник кафедры тепло- и электрообеспечения специальных технических систем и объектов ВИ (ИТ) ВА МТО. Автор учебников и учебных пособий по дисциплине «Электрическое освещение».

Применение nanoCAD BIM Электро при проектировании систем электроснабжения.

Разработка проектных решений системы электроосвещения зданий и сооружений

Учебное пособие содержит пошаговое руководство по автоматизации с использованием nanoCAD BIM Электро проектных решений в области внутреннего электроосвещения, а также практические рекомендации по организации эксплуатации осветительных систем. В основе материала — многолетняя педагогическая практика преподавателей факультета энергетики Военного института (инженерно-технического) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулева. Издание будет полезно проектировщикам с любым уровнем подготовки — от первых шагов в программе до уверенного владения инструментарием.

Учебники по работе в nanoCAD в электронном формате

ISBN 978-5-93700-486-4

9 785937 004864

ДМК ПРЕСС издательство

nanoCAD ИНЖЕНЕРНАЯ ПЛАТФОРМА