

Министерство образования Республики  
Беларусь Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.315:  
628.9:  
004.925.84

**БОРОВАЯ**  
Ольга Сергеевна

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОКЛАДКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
КОММУНИКАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

магистерской диссертации на соискание степени  
магистра технических наук

по специальности 1-36-80-08 Инженерная геометрия и компьютерная графика

Научный руководитель  
канд.техн.наук, доцент  
Киселевский Олег Сергеевич

Минск 2018

Нормоконтроль

Рожнова Н.Г.

---

Работа выполнена на кафедре инженерной и компьютерной графики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель:

**Киселевский Олег Сергеевич,**

кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной и компьютерной графики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент:

**Калтыгин Александр Львович,**

кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной графики учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Защита диссертации состоится «21» июня 2018 г. года в 10<sup>00</sup> часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г.Минск, ул. П.Бровки, 6, 4 уч. корп., ауд. 804, тел.: 293-89-92, e-mail: [kafei@bsuir.by](mailto:kafei@bsuir.by).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

## **ВВЕДЕНИЕ**

Стратегия развития информатизации в Республике Беларусь на 2016 – 2022 годы указывает на то, что развитие информационного общества является одним из основных факторов обеспечения конкурентоспособности и инновационного развития национальной экономики. На уровне программных документов данный приоритет закреплен в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года, одобренной Президиумом Совета Министров Республики Беларусь 10 февраля 2015 г. Таким образом, автоматизация проектирования в строительстве в Республике Беларусь занимает ведущее место среди основных направлений развития информационного общества с учетом совокупности факторов, влияющих на его прогресс в информационных технологиях.

За последние тридцать лет САПР стал необходимым инструментом в гражданском строительстве в нашей стране. Таким образом, можно констатировать, что современному производству сложно выжить в условиях конкуренции и рыночных отношений без высококвалифицированных инженеров, владеющих навыками использования систем автоматизированного проектирования, так как проектирование соответствует информационному процессу, в котором осуществляется преобразование исходной информации о разрабатываемом объекте, состоянии знаний и сооружений в данный момент времени и в итоге получаем конечную информацию в виде проектных решений и документов, выполненных согласно ТКП 45-1.02-295-2014 «Строительство. Проектная документация. Состав и содержание».

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования**

Тема исследования была сформулирована в результате проведенного анализа сложившейся ситуации в Республике Беларусь на рынке информационных технологий и в том числе на рынке САПР для информационного моделирования и создания проектов в 3D формате систем электроснабжения, электрооборудования, электроосвещения. Ежегодно международный рынок информационных технологий пополняется новыми пакетами программ САПР. Однако, несмотря на существующую потребность проектировщиков-электриков, реальный уровень применения САПР в узкой специализации проектирования систем электроснабжения остается невысоким. Причиной тому являются: высокая стоимость программных обеспечений, недостаточно функционала САПР для работы с инженерными коммуникациями

и сложная структура интерфейса программы, что требует дополнительных затрат рабочего времени на разработку документации.

### **Степень разработанности проблемы**

Проблема решается на практическом уровне. В целях развития инновационных технологий в проектной деятельности в 2014 году была организована научно-практическая конференция «Цифровые технологии в проектировании и строительстве. Министерством архитектуры и строительства была разработана и одобрена программа информатизации. Для ускорения процесса внедрения BIM-технологий, направлены решения такие как: предоставление необходимого программного обеспечения проектным организациям. Специалисты РУП «Институт Белгоспроект», «Минскгражданпроект» и «Белпромпроект» освоили работу с информационной моделью на высоком уровне. Специалистами «Минскгражданпроекта» был выполнен пилотный проект, использующий налаженную связь с имеющимися САД-системами, а также разработаны шаблоны (необходимые настройки для быстрого начала работы). В области проектирования электроснабжения к рутинным операциям относятся: маркировка оборудования, проведения электрических и осветительных расчетов, подсчета количества оборудования, изделий, материалов, сведения данных в спецификации, составления однолинейных принципиальных схем сети, кабельного журнала и ведомости объёмов работ. На данный момент в РБ реализуются лишь наиболее стратегические проекты с использованием BIM – технологий, такие как реконструкция стадиона «Динамо» и объекты Минского метрополитена. Несмотря на это, основная часть проектных работ в Республике Беларусь до сих пор разрабатывается с использованием традиционных методов 2D проектирования.

### **Цель и задачи исследования**

Целью исследования является автоматизация проектирования систем электроснабжения, электрооборудования и электроосвещения помещений, зданий, сооружений и других объектов строительства при их проектировании в САПР с применением технологии информационного моделирования (BIM-технологии) в 3D формате.

Для выполнения поставленной цели в работе были сформулированы следующие задачи:

– анализ отечественной теории и практики автоматизации формирования и синтеза проектных решений, направленных на повышение качества работы и производительности труда проектировщика-электрика, обеспечения ресурсосбережения строительных объектов на этапе их проектирования;

– исследование расширенных функций программного комплекса автоматизации проектирования, реализующего принцип информационного моделирования электрооборудования и электроосвещения инженерных систем ПО Autodesk Revit;

– обоснование использования типовых 3D-моделей электрооборудования и электроосвещения для помещений зданий, сооружений в процессе их проектирования средствами систем САПР;

– обоснование применения систем ПО Autodesk Revit в формировании проектов в САПР объектов строительства; экспериментальная практическая проверка системы САПР в процессе проектирования электрооборудования и электроосвещения инженерных систем конкретного здания.

**Объект исследования** – программные обеспечения системы автоматизации САПР применяемые для проектирования инженерных систем электроснабжения, электрооборудования и электроосвещения с возможностью использования результатов в BIM-технологии.

**Предмет исследования** – процесс обучения и восприятия интерфейса программного обеспечения САПР в части электроснабжения, электрооборудования и электроосвещения интегрируемого в BIM-технологии.

**Область исследования.** Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-36 80 08 «Инженерная и компьютерная графика».

### **Теоретическая и методологическая основа исследования**

Методологические и теоретические основы исследования: системотехники и комплексотехники проектирования в строительстве, инфографики, теории и практики применения ПО Autodesk Revit, предметно-ориентированные прикладные исследования по автоматизации проектирования в проектных организациях.

**Информационная база** исследования для анализа сравнительной характеристики САПР сформирована на основе статистических данных.

**Научная новизна и значимость работы** заключается в следующем:

- обзор современных САПР, предоставляющих возможность в той или иной степени автоматизировать проектирование систем внутреннего электроснабжения;
- разработка критериев сравнения современных САПР;
- разработка критериев отбора программного обеспечения для последующего его внедрения в деятельность проектной организации;
- оценка возможностей приложения – надстройки над Autodesk Revit - RChain CS Электрика.

**Научно-техническая гипотеза** предполагает возможность повышения качества рабочей документации, увеличить объем выполняемых работ и при этом сократить сроки проектирования при неизменных ресурсах.

**Достоверность результатов** обеспечена применением обоснованных теоретических и экспериментальных методов применения ПО Autodesk Revit , аппарата инфографического моделирования, а также результатами использования разработанного пилотного проекта электрооборудования и электроосвещения здания с применением ПО Autodesk Revit.

**Практическая значимость** работы заключается в разработке критериев сравнения восприятия и применения интерфейса ПО Autodesk Revit для проектировщика-электрика, которое интегрируется с ведущими системами расчета и проектирования, обеспечивая возможность совместной работы над строительными проектами проектировщиков всех смежных разделов.

#### **Апробация и внедрение результатов исследования**

Результаты исследования были представлены на 54-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР

Отдельные положения диссертации, в частности предпосылки возникновения систем автоматизированного проектирования и их классификация используются при преподавании курса «Прикладные пакеты векторной графики».

#### **Публикации**

Основные положения работы и результаты диссертации изложены в опубликованной работе общим объемом 2,0 п.л. в том числе в сборнике материалов 54-й СНТК 26 апреля 2018 г., секция «Инженерная и компьютерная графика», Минск БГУИР, 2018 [1-А], авторским объемом 2 п.л.

**Структура и объем работы.** Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, пяти глав и заключения, библиографического списка и приложений. Общий объем диссертации – 100 страниц. Работа содержит 9 таблиц, 21 рисунок и 5 приложений. Библиографический список включает 52 наименования.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы автоматизации проектирования в области электроснабжения, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В **первой главе** рассматриваются важнейшие проблемы при проектировании документации с использованием новых подходов таких, как информационное моделирование зданий и сложных инженерных объектов. Определены преобладающие факторы, которые осложняют процесс освоения и внедрения современных программных обеспечений.

Во **второй главе** рассмотрено понятие инженерного проектирования, приведен анализ тенденции возникновения и развития систем автоматизированного проектирования, цели создания САПР, цель и задачи проектирования, классификация САПР.

В **третьей главе** изложена история виртуально архитектуры.

В **четвертой главе** произведен обзор современных систем автоматизированного проектирования с целью поиска способов решения инженерных задач в проектировании в области внутреннего электроснабжения. Разработаны критерии сравнения программных обеспечений, произведено сравнение наиболее популярных программ по техническим характеристикам, возможностям и стоимости лицензии. Изложены методологические основы внедрения систем автоматизированного проектирования в деятельность проектной организации.

В **пятой главе** представлен разбор интерфейса программного обеспечения Autodesk Revit и приложение-надстройка над Autodesk Revit - RChain CS Электрика. Описаны возможности программ, приведены примеры работы с инструментами по созданию электрических цепей, расчета системы освещения, настройка шаблонов классификации осветительных нагрузок и спецификаций электрической панели, преобразование временной цепи в постоянную кабельную сеть, добавление марок кабельной сети, а также дана

логика работы при проектировании электрических систем. Рассмотрены возможности приложения-надстройки над Autodesk Revit - RChain CS Электрика и дана ее оценка.

**В приложениях** приведены схематично:

- план этажа административного здания с расстановкой светотехнического оборудования и кабеленесущих конструкций;
- план потолка с расстановкой светильников, коммутационного оборудования и названием группы осветительной сети;
- спецификация светотехнического оборудования и экспликация помещений;
- однолинейная электрическая схема силового щита.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, с целью автоматизации проектирования систем электроснабжения, электрооборудования и электроосвещения помещений, зданий, сооружений и других объектов строительства при их проектировании в САПР с применением технологии информационного моделирования (BIM-технологии) в 3D формате, в данной магистерской диссертации были рассмотрены вопросы:

1. предпосылки возникновения САПР и история виртуальной архитектуры;
2. классификация САПР;
3. представлен обзор современных программ САПР;
4. разработаны критерии сравнения программных обеспечений для автоматизации проектирования инженерных задач в области электроснабжения;
5. произведено сравнение программ по техническим характеристикам, стоимости лицензионного продукта;
6. поставлены основные цели и задачи в проектировании для инженера-энергетика;
7. рассмотрены методологические основы внедрения систем автоматизированного проектирования в деятельность проектной организации;
8. критерии отбора программного обеспечения;
9. определены результаты, которые необходимо получить от внедрения САПР проектную деятельность;

10. произведен разбор интерфейса ПО Autodesk Revit вкладка « Электрооборудование» и приложения-надстройки над Autodesk Revit - RChain CS Электрика.

#### **Список опубликованных работ**

[1-А] О.С. Боровая, О.С. Киселевский ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОММУНИКАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ – Минск -2018

[2-А] О.С. Боровая, О.С. Киселевский ВНЕДРЕНИЕ ВІМ – ТЕХНОЛОГИЙ в отрасли проектирования электроснабжения (В РЕПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ) – Минск -2018. (в печати)