

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

УДК 624.07

Соловьев
Дмитрий Александрович

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СРОИТЕЛЬНЫХ НЕСУЩИХ
КОНСТРУКЦИЙ В СРЕДЕ TEKLA STRUCTURES

АВТОРЕФЕРАТ
магистерской диссертации на соискание степени
магистра технических наук

по специальности 1–36 80 08 «Инженерная геометрия и компьютерная гра-
фика»

Научный руководитель
канд. техн. наук, доцент
Гиль Светлана Валентиновна

Минск 2020

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

Научный руководитель:

Гиль Светлана Валентиновна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная и компьютерная графика» 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 «25» июня 2020 г. года в 9 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, 4, 2 уч. корп., ауд. 509, тел.: 293-89-92, e-mail: kafei@bsuir.by.

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

ВВЕДЕНИЕ

Ответственные и сложные строительные объекты требуют применения соответственно новейших современных систем автоматизации проектирования – САПР. Из огромного их количества в строительной сфере принято выделять ряд программ, входящих в категорию информационного моделирования здания или же BIM (англ. Building Information Model или Modeling). Эту группу составляют программные комплексы, способные хранить, обрабатывать, а также выстраивать взаимосвязи между данными, присущими объекту модели, в процессе разработки его архитектурно-строительной, технологической и других видов документаций. Одной из таких систем является Tekla Structures. Программное обеспечение и технологии проектирования Tekla позволяют получить наилучший, а часто просто уникальный результат в информационной поддержке на всех стадиях жизненного цикла проекта.

В связи с этим в рамках данной диссертации мною были поставлены следующие задачи:

- создание 3D-модели двухпролетного многофункционального торгового комплекса в среде Tekla Structures;
- создание чертежа марки КМД (конструкции металлические детализированные);
- визуализация полученной модели;
- разработка концепции внедрения САПР Tekla Structures в процесс обучения инженеров-строителей;
- проведение сравнительного анализа эффективной площади эквивалентного Т-образного элемента при сжатии с помощью взаимосвязи Tekla Structures и IDEA StatiCa Connections;
- формирование детального описания уровней проработки элемента информационной BIM-модели согласно концепции LOD.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Актуальность данной работы заключается в непосредственном применении BIM технологии на основе САПР Tekla Structures к требованиям стандартов Республики Беларусь на проектирование строительных конструкций и оформление документации строительного проекта.

Степень разработанности проблемы

В процессе работы над магистерской диссертацией были рассмотрены основные вопросы, касающиеся BIM-проектирования. Проанализированы и изучены методы создания информационной 3D-модели пространственной строительной несущей конструкции здания и необходимого пакета конструкторской документации и чертежей в САПР Tekla Structures. На примере решения задачи по определению размеров эффективной площади эквивалентного T-образного элемента конструкции при сжатии по методике ТКП EN 1993-1-1-2009 изучена совместная работа ПО Tekla Structures и IDEA StatiCa Connection на основании компонентного метода конечных элементов (КМКЭ). Разработана методика интеграции САПР Tekla Structures в процесс обучения и подготовки инженеров строительного профиля. Обоснована актуальность темы исследования и необходимость разработанного научного подхода к проектированию.

Цель и задачи исследования

Целью данной магистерской диссертации является разработка геометрической модели каркаса металлического здания в Tekla Structures, а также выпуск проектной документации.

Для выполнения поставленной цели в работе были сформулированы следующие задачи:

- проанализировать технологию BIM-проектирования;
- разработать геометрическую модель здания в Tekla Structures;
- создать чертеж стропильной фермы марки КМД (конструкции металлические детализованные).

Объектом является конструирование каркаса с использованием технологии Building Information Modeling (BIM).

Предметом исследования является конструирование металлического каркаса многофункционального торгового комплекса в г. Гомель по рабочим чертежам марки КМ (конструкции металлические) и марки КМД (конструкции металлические детализованные) с использованием САПР Tekla Structures.

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

Теоретическая и методологическая основа исследования

Основу диссертационного исследования составили статьи опытных проектировщиков, конструкторов, пользователей САПР, информация с официальных форумов производителей программного обеспечения, тематических специализированных форумов, научные работы о BIM-проектировании. Для получения теоретических результатов исследования была проанализирована информация из вышеперечисленных источников и определен ряд вопросов и проблем, не изученных ранее и представляющих научный и практический интерес. При исследовании были использованы фундаментальные положения расчета и конструирования металлических конструкций, начертательной геометрии, инженерной графики, сопротивления материалов, а также технической эстетики и дизайна, методы математического моделирования и оценки результатов с применением современных САПР.

Информационная база исследования сформирована на основе данных, полученных из научных публикаций и изданий, которые рассматривают методы и преимущества BIM-проектирования на основе САПР Tekla Structures.

Научная новизна диссертационной работы заключается в использовании САПР Tekla Structures при проектировании строительных несущих конструкций металлических зданий, что значительно ускоряет процесс разработки конструкторской документации.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Понятие BIM-проектирование и понятие уровней проработки элемента информационной BIM-модели согласно концепции LOD.
2. Создание информационной модели здания и внедрение BIM-проектирования в учебный процесс.
3. Совместная работа ПО Tekla Structures и IDEA StatiCa Connection.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в том, что в ней предложен подход к конструированию металлоконструкций стальных зданий на основании BIM-проектирования с использованием технологий, ускоряющих процесс проектирования на 60-70% по сравнению с классическими подходами.

Практическая значимость диссертации состоит в разработке методики интеграции САПР Tekla Structures в процесс обучения и подготовки инженеров строительного профиля. Выполнено формирование детального описания уровней проработки элемента информационной BIM-модели согласно концепции LOD. Представленный подход к конструированию стальных зданий и конструкций на основании BIM-проектирования рекомендуется к использованию как

наиболее актуальный в настоящее время в проектных организациях Республики Беларусь.

Апробация и внедрение результатов исследования

Основные результаты диссертационного исследования докладывались на 56 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР 2020 г., а также на международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в инженерной графике» УО «Брестский государственный технический университет», 2020 г.

Разработанная на основе САПР Tekla Structures технология проектирования пространственных строительных несущих конструкций прошла апробацию и успешно применяется мною в реализации практических задач в производственной деятельности.

Публикации

Основные положения работы и результаты диссертации изложены в опубликованной статье на 56-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, БГУИР, 2020г., в рамках международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в инженерной графике», БРГТУ, а также в сборнике статей международной научно-практической конференции «Инновационные научные исследования в современном мире: теория, методология, практика», Уфа, 2020.

Структура и объем работы. Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, анализа научной литературы по теме, четырёх глав, заключения и библиографического списка. Общий объем диссертации – 55 страниц. Работа содержит 24 рисунка. Библиографический список включает 20 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы использования технологии BIM-моделирования в строительной отрасли на примере САПР Tekla Structures, ставится цель и определяются задачи исследования, а также дается обоснование необходимости проведения работы.

В **общей характеристике работы** показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об объекте исследования и обоснован его вы-

бор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и публикациях, а также, структура и объем диссертации.

В первой главе описан объект проектирования.

Во второй главе даны теоретические сведения о ВИМ-проектировании, детально описаны все уровни проработки ВИМ-модели.

В третьей главе описан процесс создания модели стального каркаса двухпролетного здания в Tekla Structures.

В четвертой главе проводится сравнительный анализ размеров эффективной площади эквивалентного Т-образного элемента при сжатии по методике ТКП EN 1993-1-1-2009* и САПР IDEA StatiCa Connection.

Библиотека БГУИР

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненное диссертационное исследование было направлено на изучение возможностей системы информационного моделирования Tekla Structures на примере металлического каркаса двухпролетного здания.

Представленное диссертационное исследование позволяет сделать следующие выводы. В теоретической части работы были проанализированы основные тенденции и определена значимость и необходимость BIM-проектирования, выполнена оценка и дан сравнительный анализ исторического развития BIM-технологии, в полном объеме изучена концепция LOD 200, LOD 300, LOD 350, LOD 400, выполнено формирование детального описания уровней проработки элемента информационной BIM-модели согласно концепции LOD.

В практической части диссертационного исследования проанализированы и изучены методы создания информационной 3D-модели пространственной строительной несущей конструкции торгового здания и необходимого пакета конструкторской документации и чертежей в САПР Tekla Structures. Был выполнен чертеж марки КМД стропильной фермы, а также сформулированы практические рекомендации инженерам-конструкторам, относящиеся к проверке клонированных чертежей. На заключительном этапе моделирования была выполнена визуализация полученной модели с помощью ПО «RhinoCeros». Предложена методика внедрения в процесс обучения инженеров строительных специальностей САПР Tekla Structures и обоснована целесообразность и своевременность этого процесса.

Изучена совместная работа ПО Tekla Structures и IDEA StatiCa Connection. Проведен сравнительный анализ размеров эффективной площади эквивалентного Т-образного элемента при сжатии ручным способом по методике ТКП EN 1993-1-1-2009* и средствами САПР IDEA StatiCa Connection на основании компонентного метода конечных элементов. Исходя из проведенного анализа, были сделаны выводы и дана положительная оценка использования IDEA StatiCa Connection и предложенного подхода к созданию расчетной схемы и решению поставленной задачи. На примере совместной работы ПО Tekla Structures и IDEA StatiCa Connection доказана эффективность разработанного научного подхода к проектированию.

Список опубликованных работ

Соловьев, Д.А., Гиль С.В. Конструирование фермы по серии 1.460.3-23.98 в среде информационного моделирования Tekla Structures / Соловьев Д.А., Гиль

С.В. // Материалы 56-й научной конференции студентов, магистрантов, аспирантов УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» Минск, БГУИР, 2020. С. 453.

Соловьев Д.А., Гиль С.В. Внедрение САПР Tekla Structures в процесс обучения на примере стропильной фермы по серии 1.460.3-23.98 / Соловьев Д.А., Гиль С.В. // Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в инженерной графике» УО «Брестский государственный технический университет» Брест, БРГТУ. Находится в печати.

Соловьев Д.А., Гиль С.В. Сравнительный анализ размеров эффективной площади эквивалентного т-образного элемента при сжатии по методике ТКП EN 1993-1-1-2009* и САПР IDEA StatiCa Connection / Соловьев Д.А., Гиль С.В. // Материалы сборника статей международной научно-практической конференции «Инновационные научные исследования в современном мире: теория, методология, практика», Уфа, 2020. С. 244.

Библиотека БГУИР