

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

УДК _____

Кашпар
Антон Андреевич

МЕТОДЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ
ДЕТАЛЕЙ В 2D
ФОРМАТЕ НА ОСНОВЕ 3D МОДЕЛЕЙ

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

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

Научный руководитель
Вышинский Николай Владимирович
Кандидат технических наук,
профессор

Минск 2020

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время большинство создателей радиоэлектронной аппаратуры и техники коренным образом изменили свои подходы к процессу проектирования, перейдя от двумерных САПР (систем автоматизированного проектирования) к трехмерным, реализующим идею генерации компьютерных моделей с твердотельными свойствами.

Растущая конкуренция и необходимость сокращения сроков проектирования привели к тому, что на трехмерное проектирование переходит все большее количество организаций.

Можно обозначить следующие причины для перехода на твердотельное моделирование:

- лучшее визуальное представление изделия;
- автоматизированное получение рабочих чертежей;
- легкость внесения изменений в проект;
- интеграция с другими приложениями;
- сокращение сроков проектирования.

К числу наиболее значимых направлений развития автоматизации разработки электронной аппаратуры, в которых необходимо обеспечить кардинальное улучшение ситуации, следует отнести:

- системный уровень разработки, позволяющий обеспечить совместное проектирование программных и аппаратных средств системы, автоматический синтез устройств, начиная с поведенческого описания, а также тестопригодность аппаратуры;
- автоматизированную поддержку и контроль процесса проектирования сложных систем и устройств, выполняемого большим коллективом разработчиков;
- наличие специализированных САПР, направленных на достижение наилучших результатов по некоторым параметрам, например, проектирование схем низкой мощности;
- создание и использование международных стандартов в области автоматизации проектирования.

За русским термином САПР (Система Автоматизации Проектных Работ) скрывается несколько классов программных систем, имеющих отношение к автоматизации труда инженеров, конструкторов и технологов.

Каждый из классов имеет устоявшуюся трехбуквенную английскую аббревиатуру:

- двумерное черчение и трехмерное геометрическое проектирование (*CAD*);
- инженерный анализ (*CAE*);

- технологическая подготовка производства (*CAPP*);
- автоматизация производства (*CAM*);
- управление данными об изделии (*PDM*);
- управление жизненным циклом изделия (*PLM*).

Кроме того, к САПР относятся программы для автоматизации труда архитекторов и строителей, топографов и геологов, которые, однако, остаются за рамками данного курса. В фокусе нашего внимания будут «механические» САПР (*MCAD*), используемые машиностроительными предприятиями и конструкторскими бюро.

Механические САПР являются одними из исторически первых программ для ЭВМ, занимая в настоящее время около 3% мирового рынка программного обеспечения. Без систем САПР невозможно представить себе ни одно современное производственное предприятие аэрокосмической, автомобильной, судостроительной, электронной и других отраслей промышленности, включая производство потребительских товаров.

Классификацию САПР осуществляют по ряду признаков, например, по приложению, целевому назначению, масштабам (комплексности решаемых задач), характеру базовой подсистемы ядра САПР.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

В современном мире технологии развиваются так быстро и стремительно что порой человек не успевает освоить необходимый объем знаний для разработки, усовершенствования и внедрения устройства или группы устройств.

Применение САПР в настоящее время является одним из решающих факторов в процессе производства технологичных элементов.

Системы автоматизированного проектирования позволяют специалисту в максимально сжатые сроки выполнять большой объем работы связанной с проектированием, а главное тестированием устройства до начала его производства.

Таким образом, актуальным является проведение анализа методов выполнения чертежей деталей в *2D* формате на основе *3D* моделей, в различных САПР для выявления преимуществ и недостатков систем. И приведение алгоритма выполнения *2D* чертежа при помощи *3D* модели.

Степень разработанности проблемы

В современных исследованиях, представленных в научно-технической литературе, приведены возможные алгоритмы работы с САПР. Лебедева А.П., Валентов А.В., Ретюнский О.Ю. и другие в своих работах приводили алгоритмы работы с системами автоматизированного проектирования [9, 13, 17, 25, 42, 83]. Несмотря на большое количество пособий разработанных в данном направлении, отсутствует полная информация о методах работы с *2D* чертежами используя *3D* модель

Цель и задачи исследования

Цель диссертационной работы состоит в анализе существующих систем автоматизированного проектирования, выявление их плюсов и минусов. Составление алгоритма выполнения *2D* чертежа при помощи *3D* модели.

Для выполнения поставленной цели в работе были сформулированы следующие основные задачи:

1. Изучить основные САПР существующие на современном рынке программ.

2. Проанализировать преимущества и недостатки наиболее часто применяемых в промышленности систем, выделить преимущества и недостатки.

3. Разработать алгоритм выполнения *2D* чертежа при помощи *3D* модели.

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

В основу работы легли исследования ученых в таких областях, как *3D* моделирование, твердотельное моделирование, проектирование, автоматизация производства.

Информационная база исследования сформирована на основе литературы, открытой информации, предоставляемой производителями САПР, технических нормативно-правовых актов, сведений из ресурсов Интернет, а также материалов научных изданий, конференций и семинаров.

Научная новизна

Научная новизна работы заключается в разработке последовательности действия при выполнении *2D* чертежа с использованием *3D* модели.

Теоретическая значимость: рассмотрены вопросы, связанные с процессами проектирования в современных САПР. Проведен анализ система автоматизированного проектирования, выявлены преимущества и недостатки система. Обоснованы условия применения программ в современном производстве, а конкретно при выполнении *2D* чертежа с использованием *3D* модели.

Практическая значимость работы заключается в том, что приведенный алгоритм выполнения *2D* чертежа при помощи *3D* модели может позволить студентам учебных заведений и начинающим инженерам, грамотно и в краткие сроки освоить процедуру выполнения чертежа в САПР.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Проведение сравнительного анализа современных САПР систем разных уровней. Выявления преимуществ и недостатков.
2. Рассмотрение твердотельного моделирования, его функций и степени важности в современном процессе производства.
3. Методика выполнения *2D* чертежа на основе *3D* модели на примере *Autodesk Inventor*.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Результаты работы по теме диссертации были представлены на 55-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (г. Минск, Республика Беларусь, 2020 г.).

Публикации

Изложенные в диссертации основные положения и выводы опубликованы в статье в сборнике материалов научной 55-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав с краткими выводами по каждой главе, заключения и библиографического списка.

Общий объем диссертационной работы составляет 93 страниц. Из них 79 страницы основного текста, 35 иллюстраций, 8 таблиц, библиографический список из 30 наименований, список собственных публикаций соискателя из 3 наименований, 1 приложения на 8 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении кратко описаны преимущества твердотельного моделирования, преимущества его использования и путь промышленного изделия на примере САПР.

В первой главе представлена подробная классификация современных САПР и разбор функциональности CAD систем. Представлена классификация CAD систем по уровням .

Во второй главе были выделены основные системы проектирования и выполнен их подробный обзор .Рассмотрены принципы работы систем автоматизированного проектирования. Разобран жизненный цикл изделия с точки зрения используемых автоматизированных систем. Были выделены 2 системы проектирования наиболее подходящие для выполнения задачи работы , и проведена их сравнительная характеристика.

В третьей главе были выделены основные виды моделирования, и выполнен их анализ. Рассмотрены наиболее используемые графические примитивы твердотельного моделирования. Проведены сравнения применения базовых операций моделирования в различных системах автоматизированного проектирования.

Таблица 1 – Привязки доступные в различных системах

Привязка	Описание	ACAD	SW	КОМПАС
1.Ближайшая точка	Привязка к характерной точке объекта (например, начальной точке отрезка)	+	+	+
2.Середина	Привязка к середине объекта	+	+	+
3.Касание	Привязка к касательной кривой в точке, ближайшей к текущему положению указателя	+	+	+
5.Нормаль	Создаваемый объект располагается перпендикулярно указанному объекту	+	+	+
6.По сетке	Привязка к точкам вспомогательной сетки	+	+	+
7.Выравнивание	Привязка параллельно или перпендикулярно кривой	+	+	+
8.Угловая	Привязка по углу. Шаг привязки задается	+	+	+
Привязка	Описание	ACAD	SW	КОМПАС
9.Центр	Привязка к центральным точкам (дуги, эллипса и т.д.)	+	+	+
10.Угловая	Привязка по углу. Шаг привязки задается	+	+	+

Продолжение таблицы 1

Привязка	Описание	ACAD	SW	КОМПАС
11.Точка на кривой	Привязка к ближайшей точке, определяемой пересечением кривой с нормалью, проведенной из указанной точки	+	+	+
12.К пересечению	Привязка к пересечению кривых	+	+	+
13.К длине	Привязка к дискретным линейным размерам	-	+	-
13.Квадрант	Привязка к точкам квадранта	+	+	-
13.Параллельная	Привязка параллельно кривой	+	+	-
14.Продолжение	Привязка к произвольной точке, расположенной на воображаемом продолжении линии или дуги	+	+	-

Приведены ограничения имеющиеся в различных САПР и оценка способности систем работать с базовыми операциями.

Таблица 2 - Способы задания прямой, реализуемые в разных системах

Исходные элементы для построения окружности	Autocad	КОМПАС	GREO	SolidWords	Inventor
1.Начальная точка, конечная точка	+	+	+	+	+
2 Параллельный отрезок, точка	-	+	+	-	-
3 Перпендикулярный отрезок, точка	-	+	+	-	-
4 Касательный объект, внешняя точка	-	+	+	-	-
5 Касательный объект, точка на объекте	-	+	+	-	-

В четвертой главе представлена методика выполнения 2D чертежа при помощи 3D модели детали. На примере выбранной исходя из выполненного в других главах анализа и сравнительной характеристики системы автоматизированного проектирования *Autodesk Inventor*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При работе над магистерской диссертацией были тщательно рассмотрены, изучены и проанализированы современные тенденции в развитии САПР.

На первом этапе выполнения данной работы был проведен анализ современных систем автоматизированного проектирования. Согласно представленной на рынке компьютерных программ информации, каждая из систем имеет довольно узкую специализацию и не может быть универсальна по отношению ко всем сферам промышленной деятельности. Выбор САПР будет на прямую зависеть от сферы его применения и уровня сложности поставленной задачи. Так же на выбор системы влияет квалификация сотрудника его применяющего.

На втором этапе выполнения диссертационной работы была представлена сравнительная характеристика наиболее популярных систем используемых на современном рынке, рассмотрен промышленный цикл изделия с точки зрения используемых программ. Были выделены 2 лидирующие системы и проведено их более детальное сравнение, которое помогло определить оптимальный вариант для реализации работы.

На третьем этапе выполнения работы детально рассмотрен процесс твердотельного моделирования и приведены примеры базовых операций. Общие принципы твердотельного моделирования представлены в формате их использования в системах автоматизированного проектирования, что позволило максимально точно выбрать необходимый функционал системы для выполнения работы.

Проведенные выше исследования позволили разработать алгоритм выполнения 2D чертежа с использованием 3D модели на примере САПР *Autodesk Inventor*. Данная система является лидером рынка и способна решать поставленную в работе задачу на качественно высоком уровне. Разработанный алгоритм может быть использован в процессе обучения инженеров как в учебных заведениях, так и в сфере промышленного производства, что позволит выполнять чертежи изделий в максимально короткие сроки без потери качества выполнения работы имея только 3D модель детали.

Рекомендации по практическому использованию результатов

Полученные результаты могут быть внедрены в учебный процесс на кафедре инженерной и компьютерной графики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

СПИСОК СОБСТВЕННЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

[1-А] Кашпар А.А., Степовой А.О. Генератор наложения графической информации на видеосигнал / Кашпар А.А., Степовой А. // материалы 54-й научной конференции аспирантов ,магистрантов и студентов, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» Минск, БГУИР ,2018. С.55

[2-А] Степовой А.О., Кашпар А.А. Контроллеры заряда для солнечных батарей/ Степовой А.О., Кашпар А.А. // материалы 54-й научной конференции аспирантов ,магистрантов и студентов, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» Минск, БГУИР ,2018. С.112

[3-А] Кашпар А.А. Чернявский А.И.Сравнительный анализ систем автоматизированного проектирования/ Кашпар А.А. Чернявский А.И.// материалы 56-й научной конференции аспирантов ,магистрантов и студентов, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» Минск, БГУИР ,2020.

РЭЗІЮМЭ

Кашпар Антон Андрэвіч

Метады выканання чарцяжоў дэталяў у 2D фармаце на аснове 3D мадэляў

Ключавыя словы: цвёрдацельнага мадэлявання, чарцёж дэталі, сістэма аўтаматызаванага праектавання.

Мэта работы: распрацоўка алгарытму выканання чарцяжа дэталі ў 2D фармаце на аснове 3D мадэлі.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: паказана, што існуе вялікая разнастайнасць сістэм аўтаматызаванага праектавання, кожная з якіх мае сваю спецыялізацыю.

Паказаная выбарка найбольш выкарыстоўваючых ў сучаснай прамысловасці САПР і выканана параўнальная характарыстыка іх функцыянальных магчымасцяў.

Распрацаваны алгарытм выканання чарцяжа дэталі ў 2D фармаце на аснове 3D мадэлі. На падставе дадзенага алгарытму можна выконваць графічныя работы па выкананні 2D чарцяжоў пры наяўнасці 3D мадэлі ..

Ступень выкарыстання: вынікі могуць быць укараненыя ў навучальны працэс на кафедры інжынернай кампутарнай графікі ўстанова адукацыі «Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт інфарматыкі і радыёэлектронікі».

Вобласць ужывання: выкананне графічных работ, чарцяжоў дэталяў, праектыроўка вырабаў, распрацоўка тэхналогій, адукацыю інжынераў і навучэнцаў.

РЕЗЮМЕ

Кашпар Антон Андреевич

Методы выполнения чертежей деталей в 2D формате на основе 3D моделей

Ключевые слова: твердотельное моделирование, чертеж детали, система автоматизированного проектирования .

Цель работы: разработка алгоритма выполнения чертежа детали в 2D формате на основе 3D модели.

Полученные результаты и их новизна: показано, что существует большое многообразие систем автоматизированного проектирования, каждая из которых имеет свою специализацию.

Показана выборка наиболее используемых в современной промышленности САПР и выполнена сравнительная характеристика их функциональных возможностей.

Разработан алгоритм выполнения чертежа детали в 2D формате на основе 3D модели. На основании данного алгоритма можно выполнять графические работы по выполнению 2D чертежей при наличии 3D модели..

Степень использования: результаты могут быть внедрены в учебный процесс на кафедре инженерной компьютерной графики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Область применения: выполнение графических работ , чертежей деталей, проектировка изделий , разработка технологий, образование инженеров и учащихся.

SUMMARY

Kashpar Anton Andreevich

Methods for making drawings of parts in 2D format based on 3D models

Keywords: solid modeling, detail drawing, computer-aided design system..

The object of study: development of an algorithm for drawing a part in 2D format based on a 3D model.

The results and novelty: it is shown that there is a wide variety of computer-aided design systems, each of which has its own specialization.

A selection of the most used CAD systems in modern industry is shown, and a comparative description of their functionality is performed.

An algorithm has been developed for performing a part drawing in 2D format based on a 3D model. Based on this algorithm, you can perform graphical work on the implementation of 2D drawings in the presence of a 3D model ..

Degree of use: the results can be introduced into the educational process at the Department of Computer Engineering of the educational institution “Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics”.

Sphere of application: graphic work, detail drawings, product design, technology development, education of engineers and students.