

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.925.83

Прорашнев  
Всеволод Леонидович

Модернизированный алгоритм твердотельного моделирования

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-40 80 02 «Системный анализ, управление и обработка информации»

---

Научный руководитель  
Селезнев Игорь Львович  
кандидат технических наук, доцент

---

Минск 2022

## ВВЕДЕНИЕ

Компьютерная графика – область информатики, занимающаяся методами создания и редактирования изображений с помощью графических программ, редакторов векторной и растровой графики, пакетов для трехмерной визуализации.

Трехмерная визуализация – это работы, созданные с помощью специализированного программного обеспечения для создания и взаимодействия с трехмерными объектами. В целом, этот термин может также относиться к процессу создания такой графики или к области изучения связанных с ней методов и технологий.

3D графика отличается от 2D тем, что трехмерное представление геометрических данных хранится в компьютере для выполнения расчетов и визуализации 2D изображений.

За последние годы трехмерная визуализация приобрела большую популярность и превратилась в один из самых существенных методов создания высококачественного цифрового контента. Многочисленные отрасли, охватывающие фильмы, игры, инженерию, архитектуру, медицину и производство, используют преимущества этой технологии.

Главной целью магистерской диссертации является разработка и анализ модернизации существующих алгоритмов трехмерного моделирования с целью повышения их эффективности (ресурсоемкости, экономичности использования полигонажа, плавности перехода форм и т.д.). Результаты разработки могут использоваться в сферах создания трехмерной графики для фильмов, игр и архитектуры.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

- выбор программного обеспечения для создания трехмерной графики, на основе которого будет проводиться анализ и модернизация алгоритмов моделирования;
- формирование требований к модернизации алгоритмов твердотельного моделирования;
- исследование эффективности оригинальных алгоритмов трехмерного твердотельного моделирования;
- поиск способов и подходов к модернизации алгоритмов;
- исследование эффективности модернизаций алгоритмов трехмерного твердотельного моделирования;
- анализ данных об эффективности и формирование выводов.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования**

Растущие потребности и возможности сферы трехмерной визуализации обуславливают необходимость использования эффективных алгоритмов, в связи с чем становится актуальна модернизация алгоритмов твердотельного моделирования.

### **Степень разработанности проблемы**

Современные алгоритмы трехмерной визуализации представляют собой сложные специализированные блоки; от них ожидается высокая точность, скорость работы, простота в использовании, эффективность в работе совместно с другими элементами. На данный момент в этой области, в связи с неоднонаправленным и неэффективным ходом оптимизации, вызванными недостаточным экономическим обоснованием, в прикладных пакетах трехмерной визуализации многие элементы не удовлетворяют предъявляемые к ним требования в полной мере. Поэтому, модернизация алгоритмов основополагающей составляющей визуализации (моделирования) представляется важным и необходимым этапом в развитии сферы трехмерной визуализации.

### **Цель и задачи исследования**

Целью магистерской диссертации является модернизация существующих алгоритмов трехмерного моделирования с целью повышения их эффективности (ресурсоемкости, экономичности использования полигонажа, плавности перехода форм и т.д.).

*Объектом* исследования выступают алгоритмы трехмерной визуализации.

*Предметом* исследования являются алгоритмы твердотельного трехмерного моделирования.

Для достижения поставленных целей основными задачами являются:

1. Анализ методов и алгоритмов трехмерного моделирования;
2. Исследование возможных способов модернизации алгоритмов твердотельного моделирования;
3. Модернизация алгоритмов трехмерного моделирования и оценка достигнутого повышения эффективности.

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

При проведении исследования и написании диссертации использованы научные публикации, техническая документация и интернет-источники, посвященные вопросам компьютерного проектирования, трехмерной визуализации и моделирования. Для решения поставленных задач

использованы следующие методы исследования: анализ, синтез, обобщение, сравнение, логический и графический методы.

### **Научная новизна**

*Научная новизна* проведенной в рамках диссертации модернизации алгоритмов трехмерного твердотельного моделирования заключается в развитии новых подходов (таких как использование наследования свойств модели для создания массивов ее копий и создание вспомогательных вершин в рамках триангулируемых многоугольников) при создании вариаций существующих алгоритмов, применение которых позволяет достичь большей эффективности в общем или частном случае.

*Теоретическая значимость* работы заключается в проведенном анализе методов и алгоритмов трехмерного моделирования с последующим формированием критериев эффективности и разработкой подходов к их оценке с последующим исследованием существующих алгоритмов согласно сформированным критериям и подходам, что облегчает разработку новых модернизаций на основе полученных данных.

*Практическая значимость работы* характеризуется разработанными модернизациями алгоритмов твердотельного моделирования для проведения над трехмерными объектами операций триангуляции, подразделения поверхностей, булевых функций и создания массивов копий, что соответственно позволило достичь более точного сохранения оригинальной поверхности, эффективной экономии полигонажа, исключить создание п-угольных полигонов и на порядок снизить ресурсоемкость работы с массивами моделей.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Исследование возможностей и недостатков существующих алгоритмов твердотельного моделирования согласно сформированным критериям.
2. Разработка и оценка возможных способов оптимизации алгоритмов твердотельного моделирования.
3. Анализ эффективности модернизированных алгоритмов и формирование выводов на основе полученных результатов.

### **Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов**

Результаты исследований, вошедшие в диссертацию, докладывались и обсуждались на: 57-ой научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (г. Минск, Беларусь, 2021 год); 11-ой международной научной конференции «Информационные технологии и системы - 2021» (г. Минск, Беларусь, 2021 год).

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения и библиографического списка.

**В первой главе** приведен краткий анализ инструментов трехмерной визуализации, представлен ряд их возможностей, достоинств и недостатков.

**Во второй главе** формируются требования к модернизации алгоритмов твердотельного моделирования и критерии оценки эффективности, на основе чего исследованы показатели их эффективности и возможные подходы к оптимизации и модернизации.

**В третьей главе** проводится оценка эффективности модернизированных алгоритмов и сравнительный анализ этих показателей со значениями до модернизации, приведены выводы о достигнутых результатах и сценариях их практического применения.

Общий объем диссертационной работы составляет 56 страниц. Из них 45 страниц основного текста, 37 иллюстраций на 30 страницах, библиографический список из 7 наименований на 1 странице, список публикаций автора из 2 наименований на 1 странице.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной целью данной магистерской диссертации является поиск и разработка способов оптимизации алгоритмов трехмерного моделирования с целью повышения их эффективности.

Результатом выполнения данной диссертационной работы является модернизация четырех алгоритмов трехмерного твердотельного полигонального моделирования.

На данный момент существует ряд принципиально отличных аналогов разработанным вариациям модернизации, способных достичь большей эффективности в общем случае, оставаясь менее эффективными в частных случаях, с учетом которых проводилась оптимизация.

В первой главе диссертации проведен анализ инструментария программ для трехмерной визуализации, рассмотрен ряд их возможностей, достоинств и недостатков, направляющих требования, предъявляемые к модернизации алгоритмов моделирования.

Во второй главе формируются требования к модернизации алгоритмов твердотельного моделирования, описываются критерии оценки эффективности рассматриваемых алгоритмов и подходы к их вычислению, описаны их особенности и недостатки. Выполнен экспериментальный и математический поиск показателей эффективности классических вариаций алгоритмов, сопровождаемый представлением графических элементов с примерами и пояснениями, приведены выводы о величине полученных результатов эффективности и влияющих на них зависимостей. Проведены поиск и разработка подходов к оптимизации и модернизации алгоритмов твердотельного моделирования с целью повышения их эффективности, описаны используемые принципы и прогнозируемые улучшения эффективности.

В третьей главе проводится оценка эффективности модернизированных алгоритмов, сопровождаемая визуальными примерами и примечаниями к полученным результатам. Проведен сравнительный анализ показателей эффективности после модернизации со значениями, соответствующими классическим вариациям алгоритмов на основе первичных и вторичных критериев оценки, приведены выводы о достигнутых результатах и возможностях их применения.

Таким образом, полученные в рамках диссертационной работы вариации модернизации алгоритмов трехмерного твердотельного моделирования можно использовать в работе над персональными и профессиональными проектами, а

представленные критерии эффективности, подходы к их оценке и вычисленные показатели можно использовать при разработке и поиске новых подходов к оптимизации и при модернизации уже разработанных вариаций.

Значение диссертационной работы выражается в формировании критериев эффективности алгоритмов моделирования и подходов к их модернизации, что в перспективе позволяет проводить дальнейшие исследования над десятью рассмотренными в п.2.1. модификаторами и разрабатывать новые вариации модернизации. Непосредственная ценность работы заключена в проведенных исследованиях, в результате которых достигнуто повышения эффективности операций триангуляции, подразделения поверхностей, булевых функций и создания массивов копий для трехмерных полигональных объектов, что позволило достичь более точного сохранения оригинальной поверхности, эффективной экономии полигонажа, исключить создание n-угольных полигонов и на порядок снизить ресурсоемкость работы с массивами моделей, соответственно.

На основании всего изложенного можно заключить, что поставленная цель достигнута, в процессе работы учитываются все достоинства и недостатки оригинальных алгоритмов, представлены достоинства и недостатки их модернизаций, описаны возможности и нюансы их применения. Выполненная работа открыла много возможностей для развития инструментов трехмерной визуализации и их дальнейшей модернизации.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА

1-А Прорашнев, В.Л. Реализация алгоритмов подразделения поверхностей для твердотельного моделирования / Прорашнев, В.Л. // Материалы 57-ой научной конференции студентов, магистрантов, аспирантов УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» Минск, БГУИР, 2021.

2-А Прорашнев, В.Л. Реализация алгоритмов триангуляции для твердотельного моделирования / Прорашнев, В.Л. // Материалы 11-ой международной научной конференции «Информационные технологии и системы - 2021» Минск, БГУИР, 2021.