

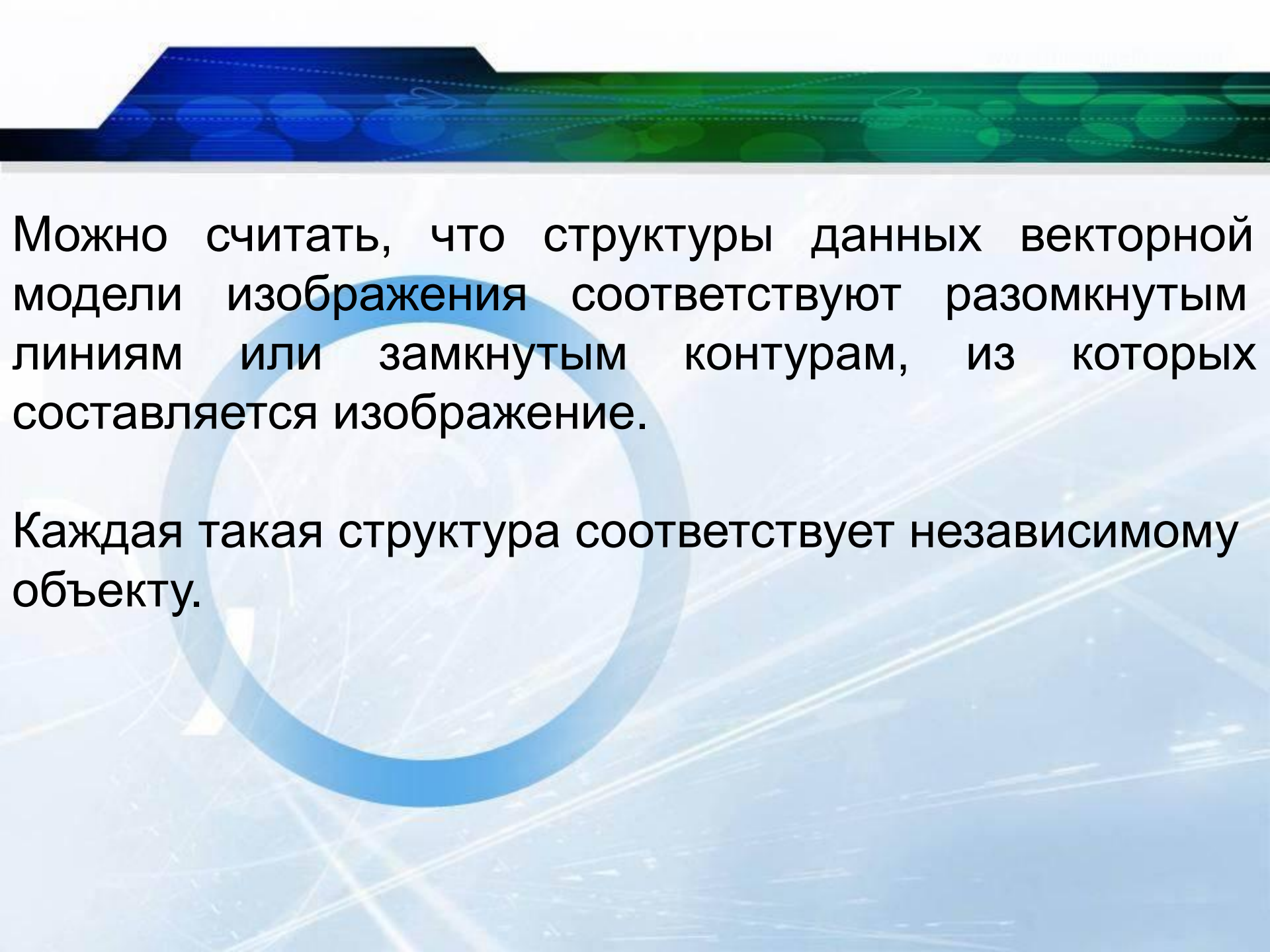
# Векторная графика



## **Объекты и особенности векторной модели.**

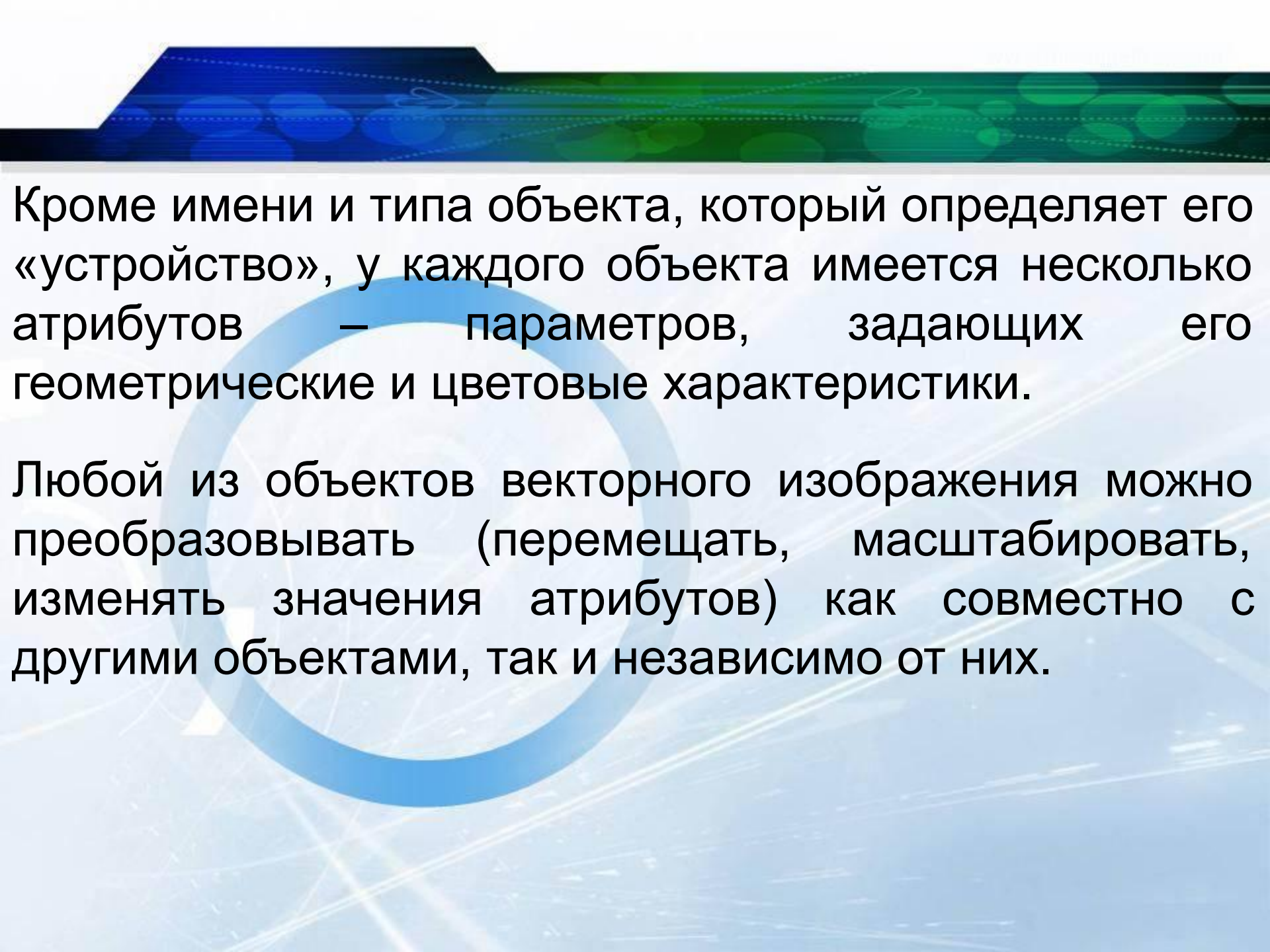
У пиксельной и векторной моделей имеется общая черта – *обе они предназначены для представления плоского (двухмерного) изображения.*

В отличие от пиксельной модели, в векторной модели структуры данных соответствуют более крупным и семантически нагруженным объектам изображения или виртуального мира.



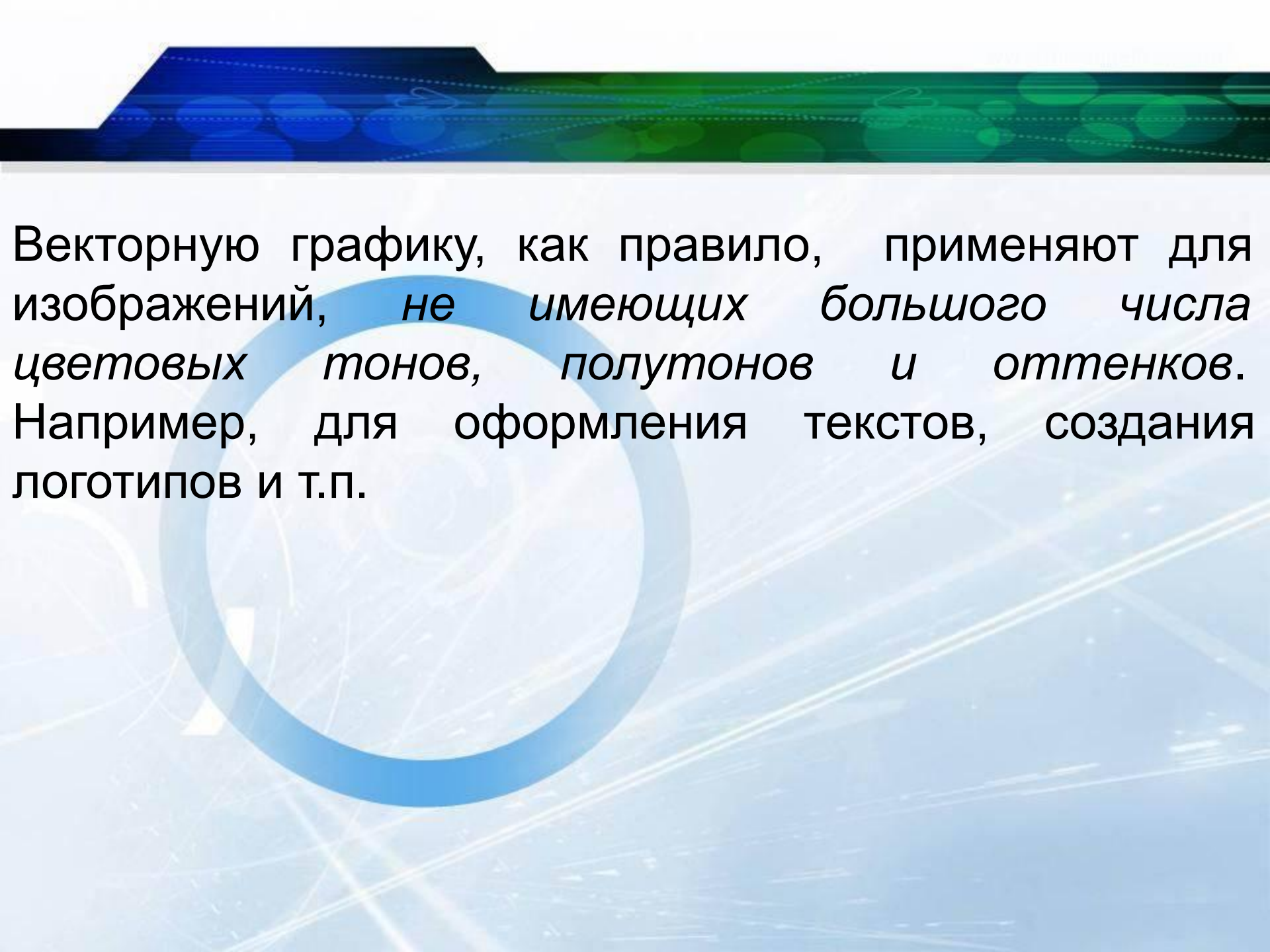
Можно считать, что структуры данных векторной модели изображения соответствуют разомкнутым линиям или замкнутым контурам, из которых составляется изображение.

Каждая такая структура соответствует независимому объекту.

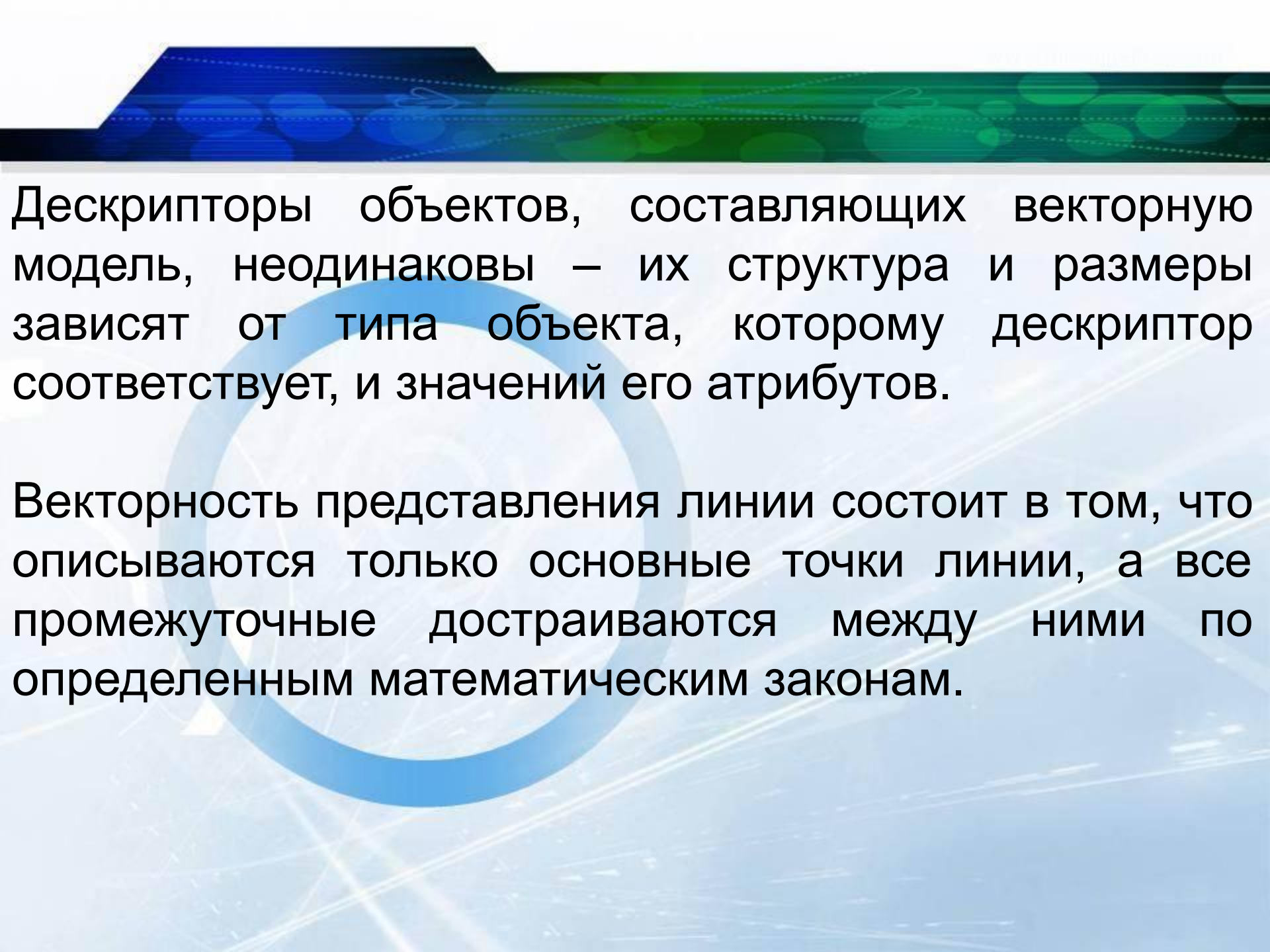


Кроме имени и типа объекта, который определяет его «устройство», у каждого объекта имеется несколько атрибутов – параметров, задающих его геометрические и цветовые характеристики.

Любой из объектов векторного изображения можно преобразовывать (перемещать, масштабировать, изменять значения атрибутов) как совместно с другими объектами, так и независимо от них.

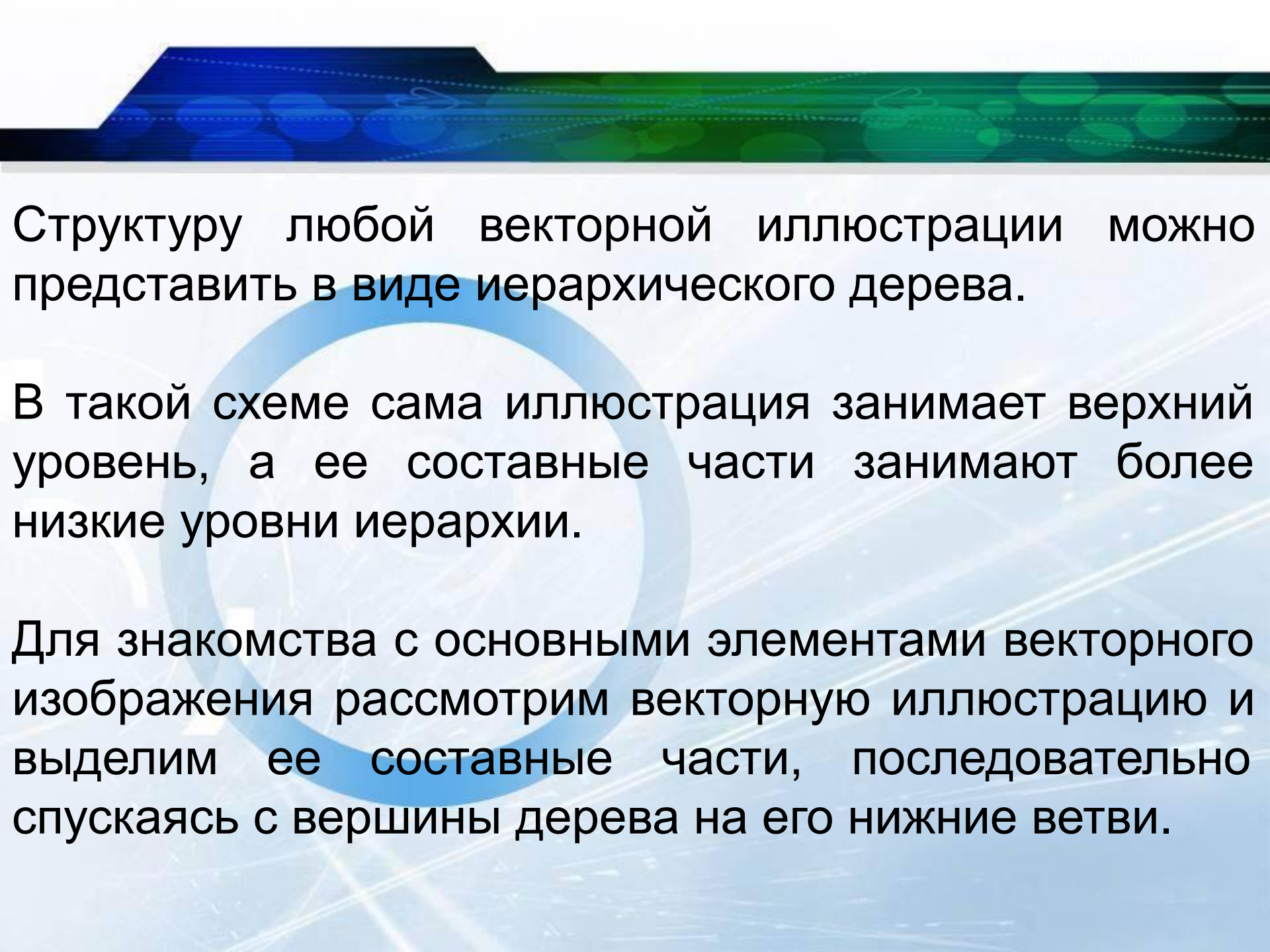


Векторную графику, как правило, применяют для изображений, *не имеющих большого числа цветовых тонов, полутонов и оттенков.* Например, для оформления текстов, создания логотипов и т.п.



Дескрипторы объектов, составляющих векторную модель, неодинаковы – их структура и размеры зависят от типа объекта, которому дескриптор соответствует, и значений его атрибутов.

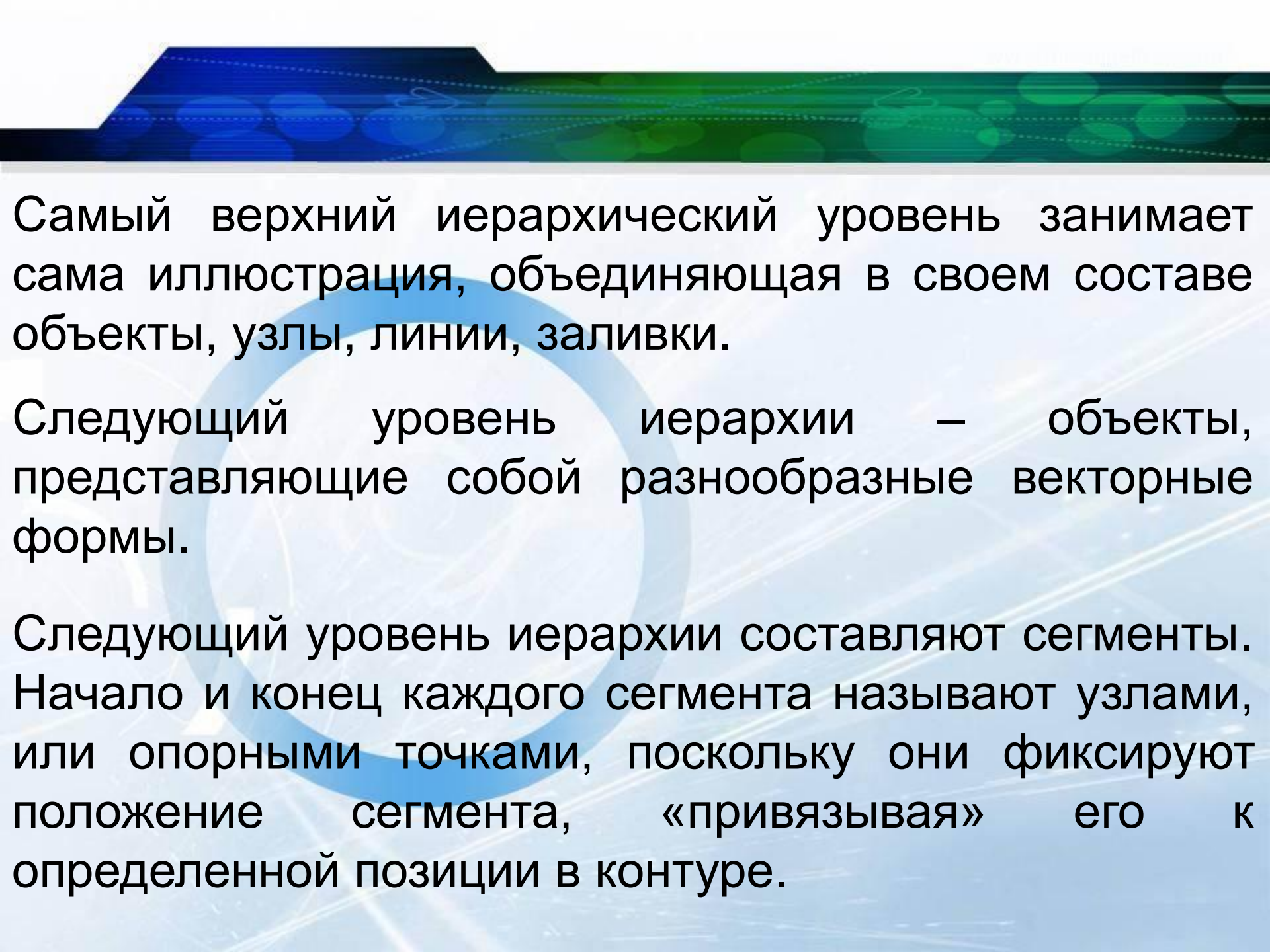
Векторность представления линии состоит в том, что описываются только основные точки линии, а все промежуточные достраиваются между ними по определенным математическим законам.



Структуру любой векторной иллюстрации можно представить в виде иерархического дерева.

В такой схеме сама иллюстрация занимает верхний уровень, а ее составные части занимают более низкие уровни иерархии.

Для знакомства с основными элементами векторного изображения рассмотрим векторную иллюстрацию и выделим ее составные части, последовательно спускаясь с вершины дерева на его нижние ветви.

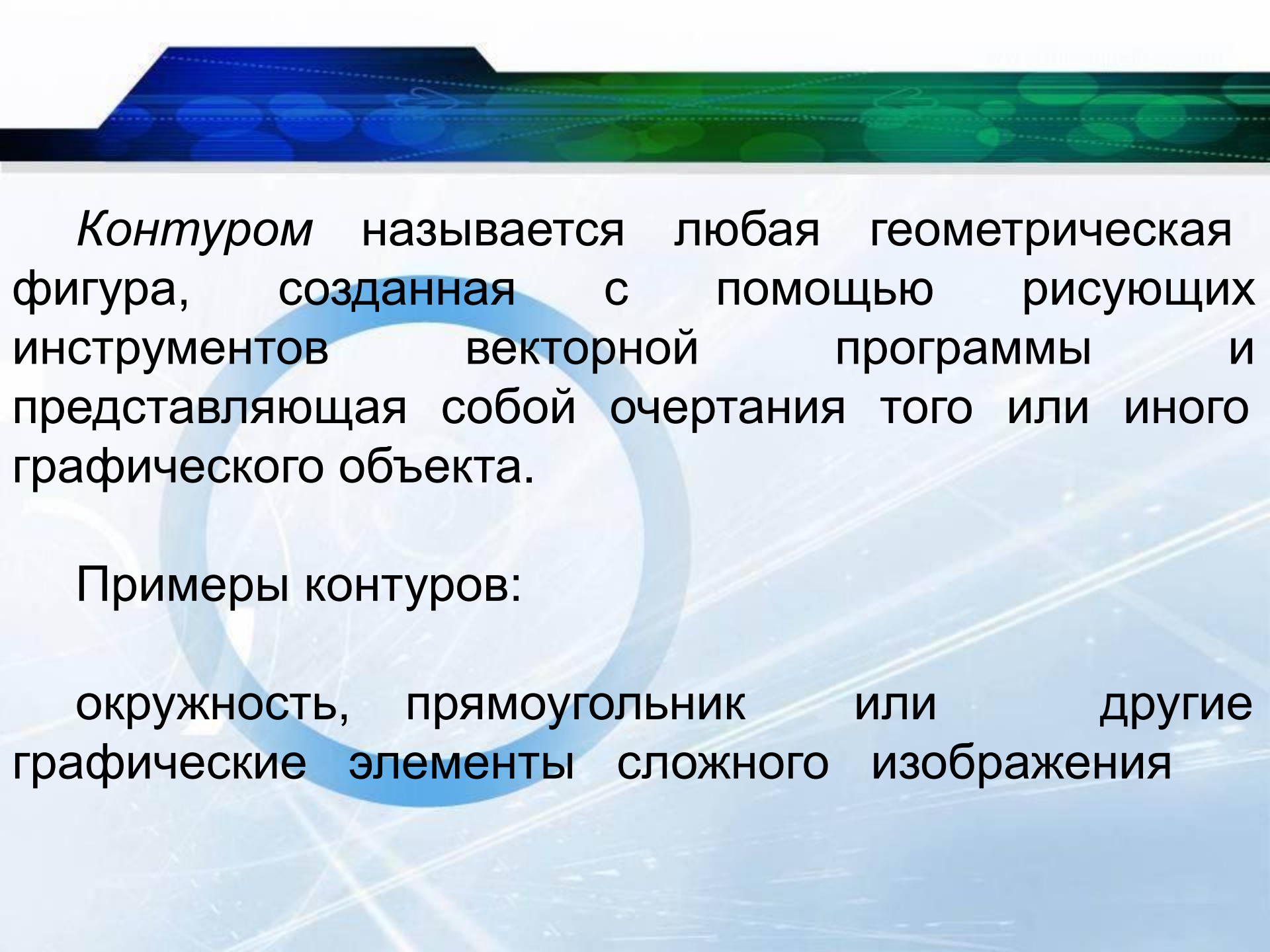


Самый верхний иерархический уровень занимает сама иллюстрация, объединяющая в своем составе объекты, узлы, линии, заливки.

Следующий уровень иерархии – объекты, представляющие собой разнообразные векторные формы.

Следующий уровень иерархии составляют сегменты. Начало и конец каждого сегмента называют узлами, или опорными точками, поскольку они фиксируют положение сегмента, «привязывая» его к определенной позиции в контуре.

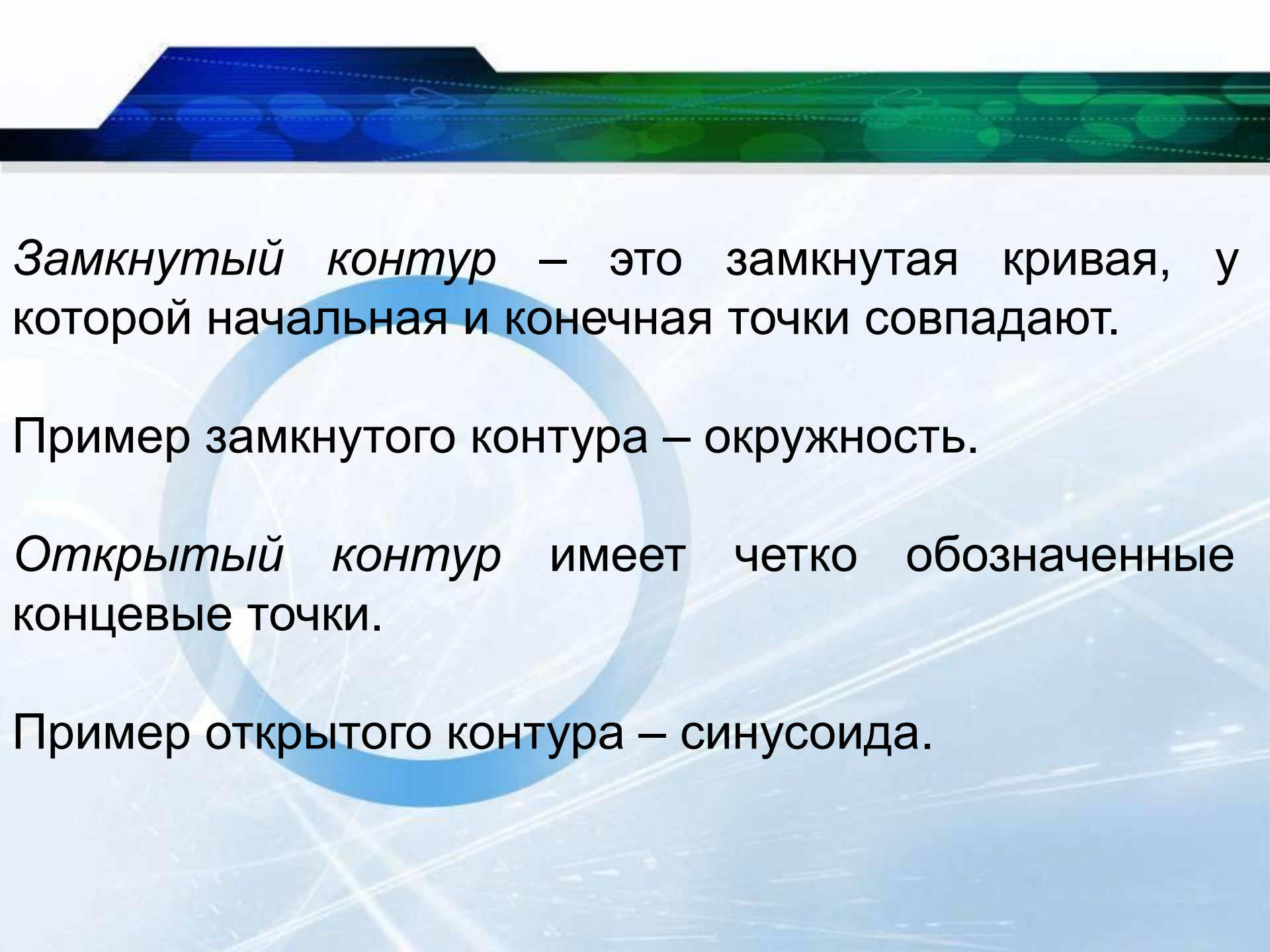




*Контуром* называется любая геометрическая фигура, созданная с помощью рисующих инструментов векторной программы и представляющая собой очертания того или иного графического объекта.

Примеры контуров:

окружность, прямоугольник или другие графические элементы сложного изображения

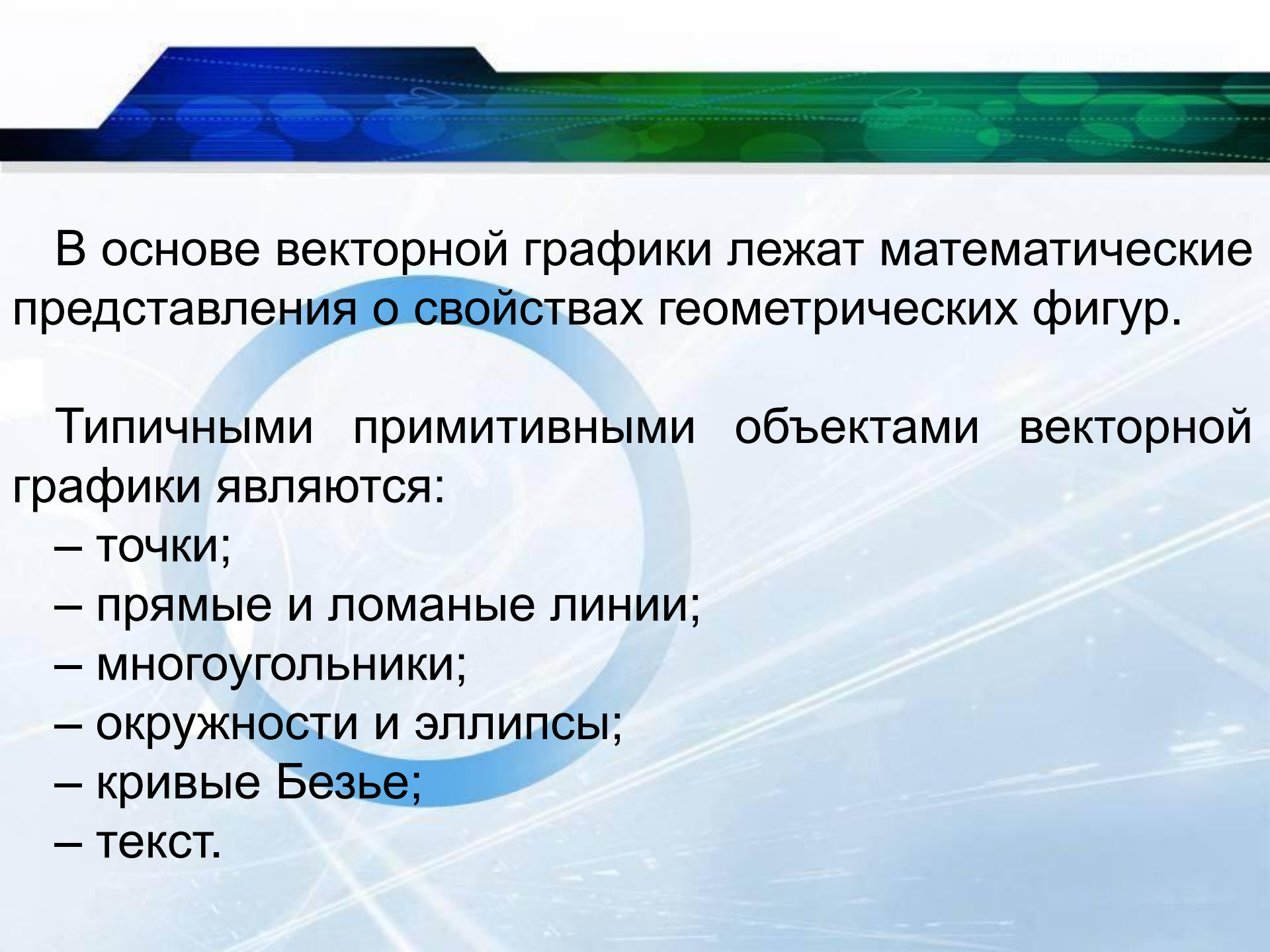


*Замкнутый контур* – это замкнутая кривая, у которой начальная и конечная точки совпадают.

Пример замкнутого контура – окружность.

*Открытый контур* имеет четко обозначенные концевые точки.

Пример открытого контура – синусоида.



В основе векторной графики лежат математические представления о свойствах геометрических фигур.

Типичными примитивными объектами векторной графики являются:

- точки;
- прямые и ломаные линии;
- многоугольники;
- окружности и эллипсы;
- кривые Безье;
- текст.

## Точка

Точка на плоскости задается двумя числами  $(x, y)$ , определяющими ее положение относительно начала координат.

## Прямая линия

Известно, что для задания прямой линии достаточно двух параметров. Обычно график прямой линии описывается уравнением  $y = kx + b$ . Зная параметры  $k$  и  $b$ , всегда можно нарисовать бесконечную прямую линию в известной системе координат.

*Например,* если необходимо нарисовать отрезок прямой, можно указать только координаты концов отрезка, а также сделать пометку о том, что соединяющая их линия – «прямая».

Аналогичным образом кодируются цвет объекта, толщина линий и др.

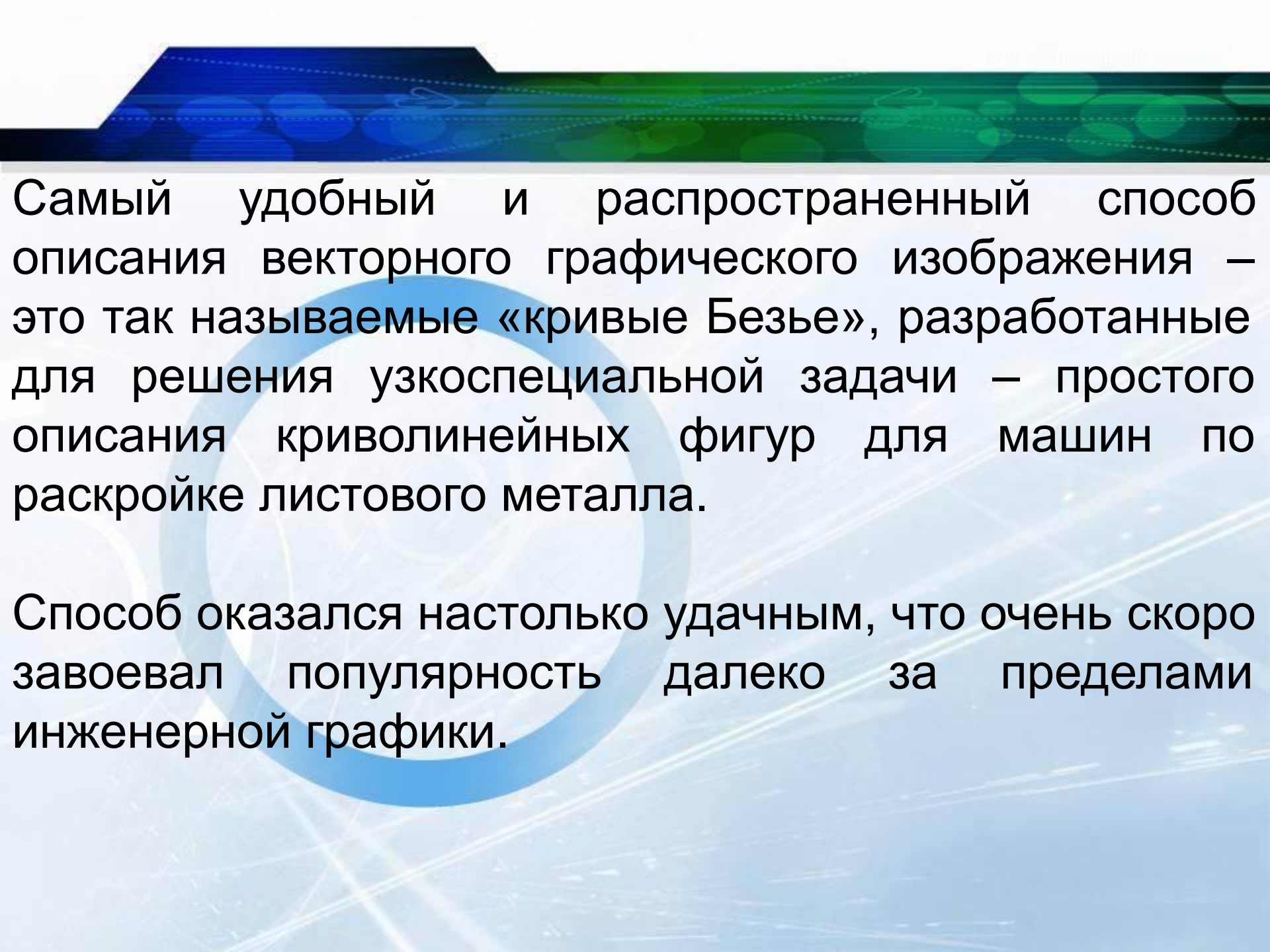


72 36 L  
72 236 L  
372 236 L  
372 36 L

## Окружность и эллипс

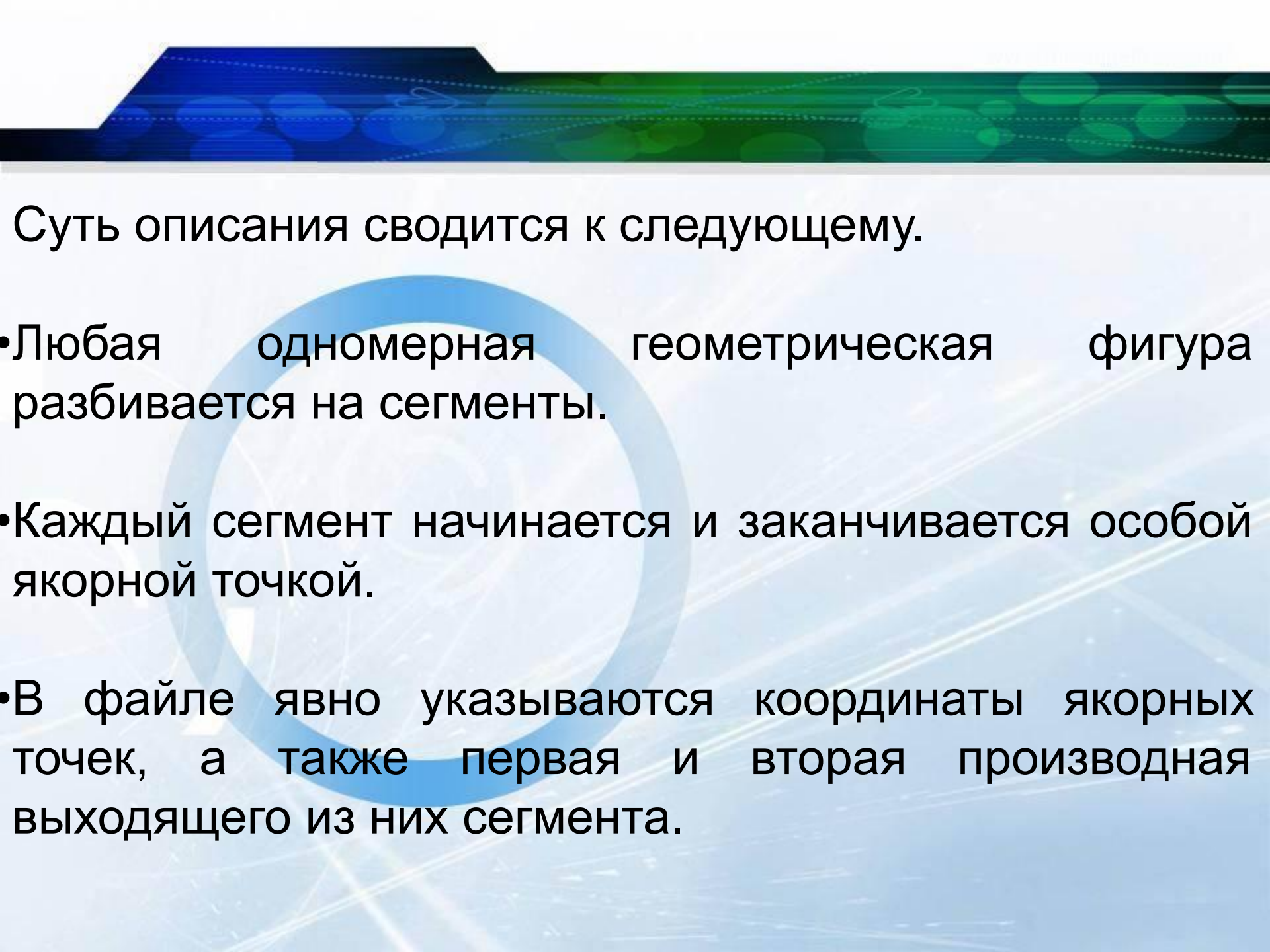
Окружности, эллипсы, параболы, гиперболы и другие линии, уравнения которых не содержат степеней выше второй, относятся к кривым второго порядка.

Прямые линии – это частный случай кривых второго порядка. Отличаются кривые второго порядка тем, что не имеют точек перегиба.



Самый удобный и распространенный способ описания векторного графического изображения – это так называемые «кривые Безье», разработанные для решения узкоспециальной задачи – простого описания криволинейных фигур для машин по раскройке листового металла.

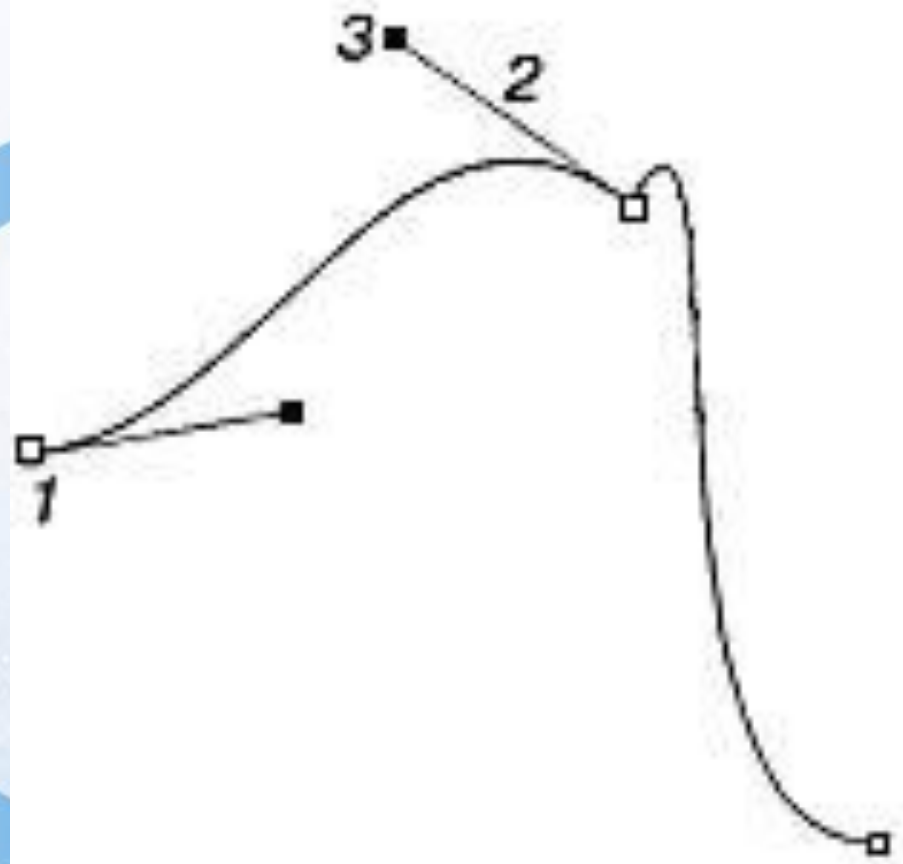
Способ оказался настолько удачным, что очень скоро завоевал популярность далеко за пределами инженерной графики.

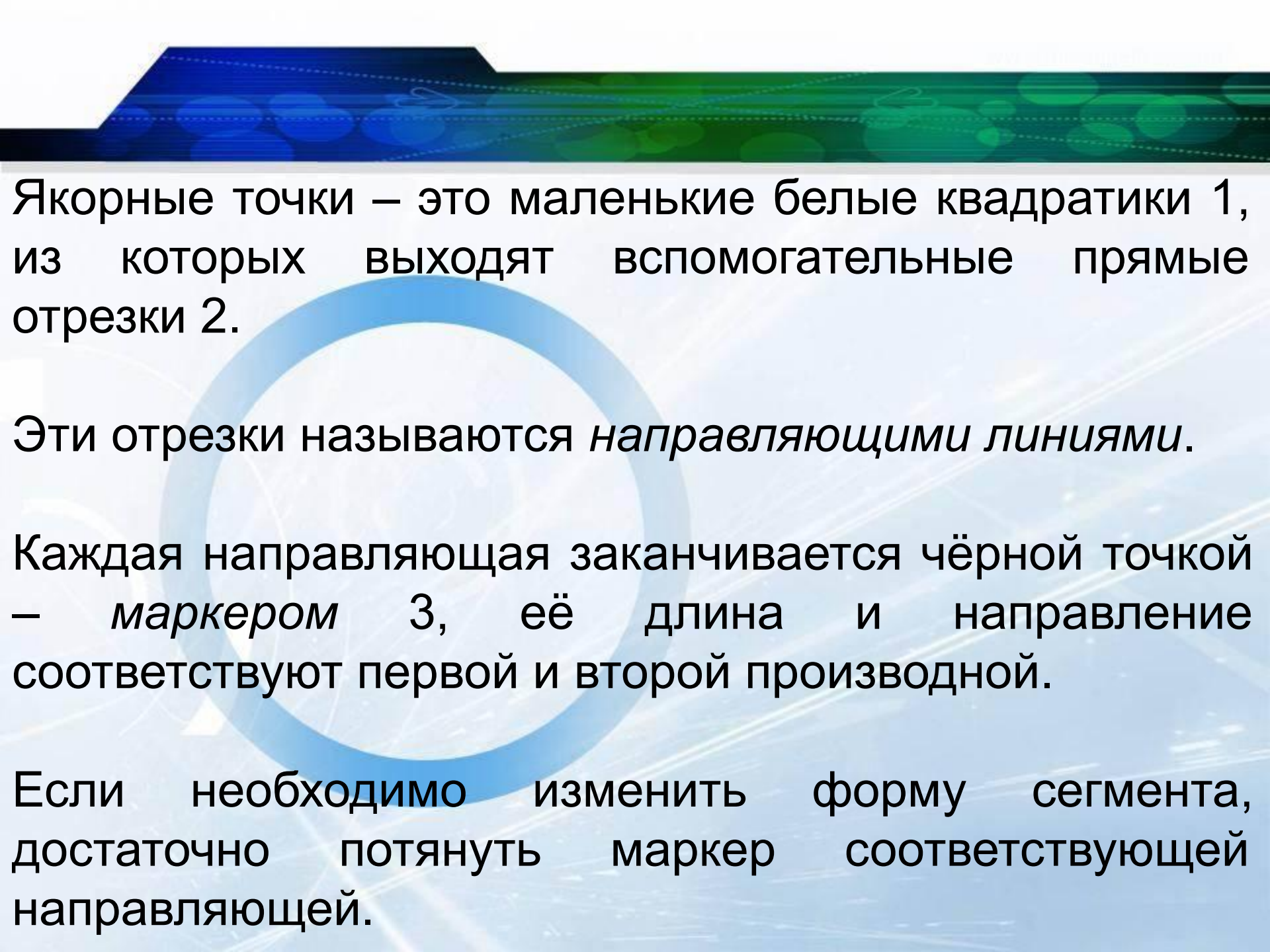


Суть описания сводится к следующему.

- Любая одномерная геометрическая фигура разбивается на сегменты.
- Каждый сегмент начинается и заканчивается особой якорной точкой.
- В файле явно указываются координаты якорных точек, а также первая и вторая производная выходящего из них сегмента.





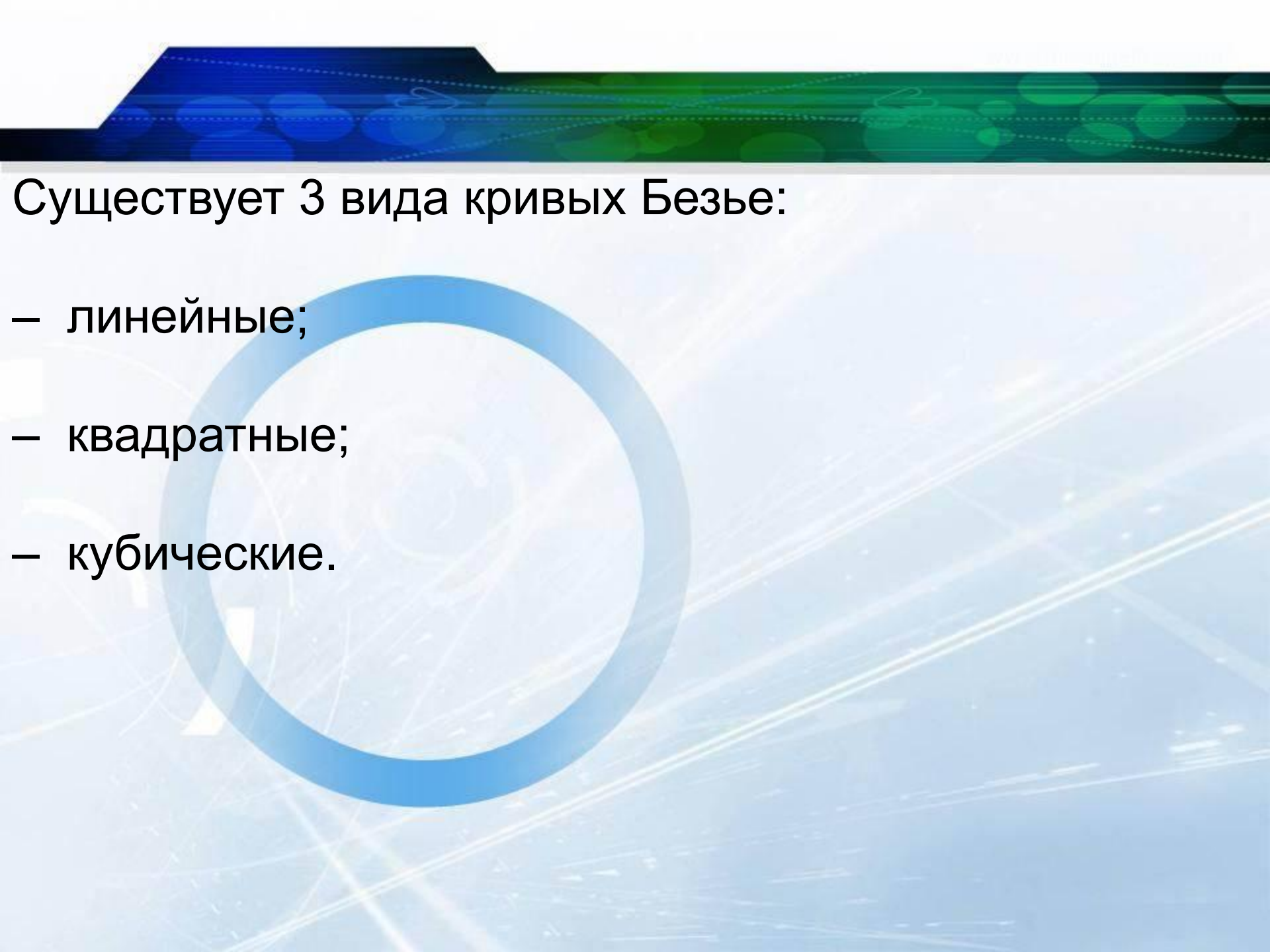


Якорные точки – это маленькие белые квадратики 1, из которых выходят вспомогательные прямые отрезки 2.

Эти отрезки называются *направляющими линиями*.

Каждая направляющая заканчивается чёрной точкой – *маркером* 3, её длина и направление соответствуют первой и второй производной.

Если необходимо изменить форму сегмента, достаточно потянуть маркер соответствующей направляющей.



Существует 3 вида кривых Безье:

- линейные;
- квадратные;
- кубические.

## *Линейные кривые Безье*

При  $n = 1$  кривая представляет собой отрезок прямой линии, а опорные точки  $P_0$  и  $P_1$  определяют его начало и конец.

Параметр  $t$  в функции, описывающей линейный случай кривой Безье, определяет, где именно на расстоянии от  $P_0$  до  $P_1$  находится  $B(t)$ .

Например, при  $t = 0,25$  значение функции  $B(t)$  соответствует четверти расстояния между точками  $P_0$  и  $P_1$ . Параметр  $t$  изменяется от 0 до 1, а  $B(t)$  описывает отрезок прямой между точками  $P_0$  и  $P_1$ .

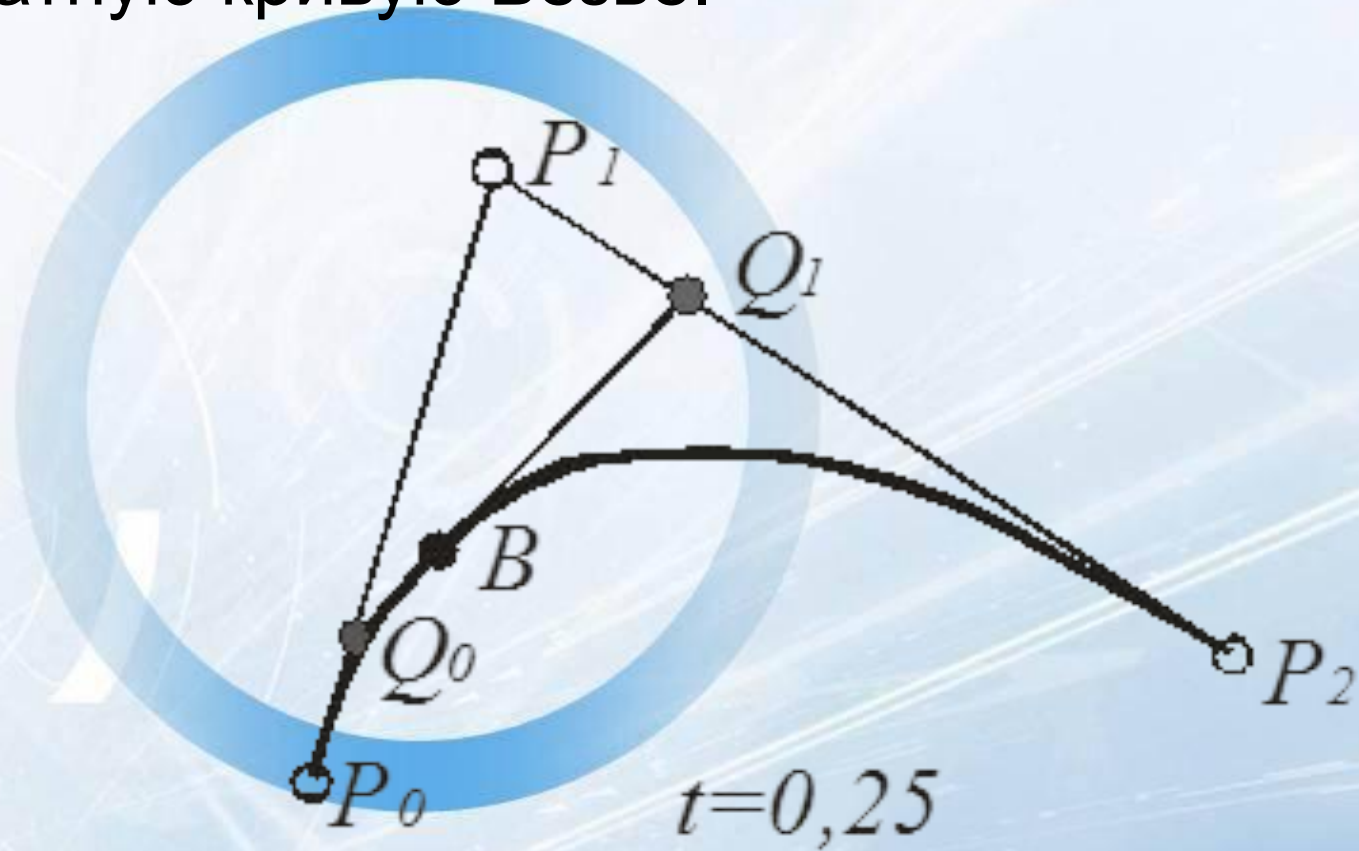


## *Квадратные кривые Безье*

Для построения квадратной кривой Безье требуется выделить две промежуточные точки  $Q_0$  и  $Q_1$  из условия, чтобы параметр  $t$  изменялся от 0 до 1:

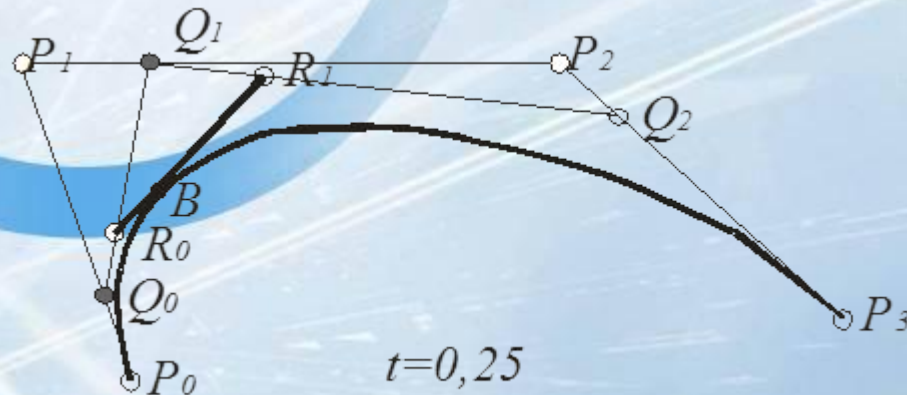
- точка  $Q_0$  изменяется от  $P_0$  до  $P_1$  и описывает линейную кривую Безье;
- точка  $Q_1$  изменяется от  $P_1$  до  $P_2$  и также описывает линейную кривую Безье;

– точка  $B$  изменяется от  $Q_0$  до  $Q_1$  и описывает квадратную кривую Безье.



## Кривые Безье высших порядков

Для построения кривых высших порядков соответственно требуется и больше промежуточных точек. Для кубической кривой это промежуточные точки  $Q_0$ ,  $Q_1$  и  $Q_2$ , описывающие линейные кривые, а также точки  $R_0$  и  $R_1$ , которые описывают квадратные кривые.





# *Применение кривых Безье в компьютерной графике*

Благодаря простоте задания и возможности удобно манипулировать формой кривые Безье нашли широкое применение в компьютерной графике для моделирования гладких линий.

Преобразования кривой (перенос Преобразования кривой (перенос, масштабирование Преобразования кривой (перенос, масштабирование, вращение) могут быть легко осуществлены путём применения трансформаций к опорным точкам.

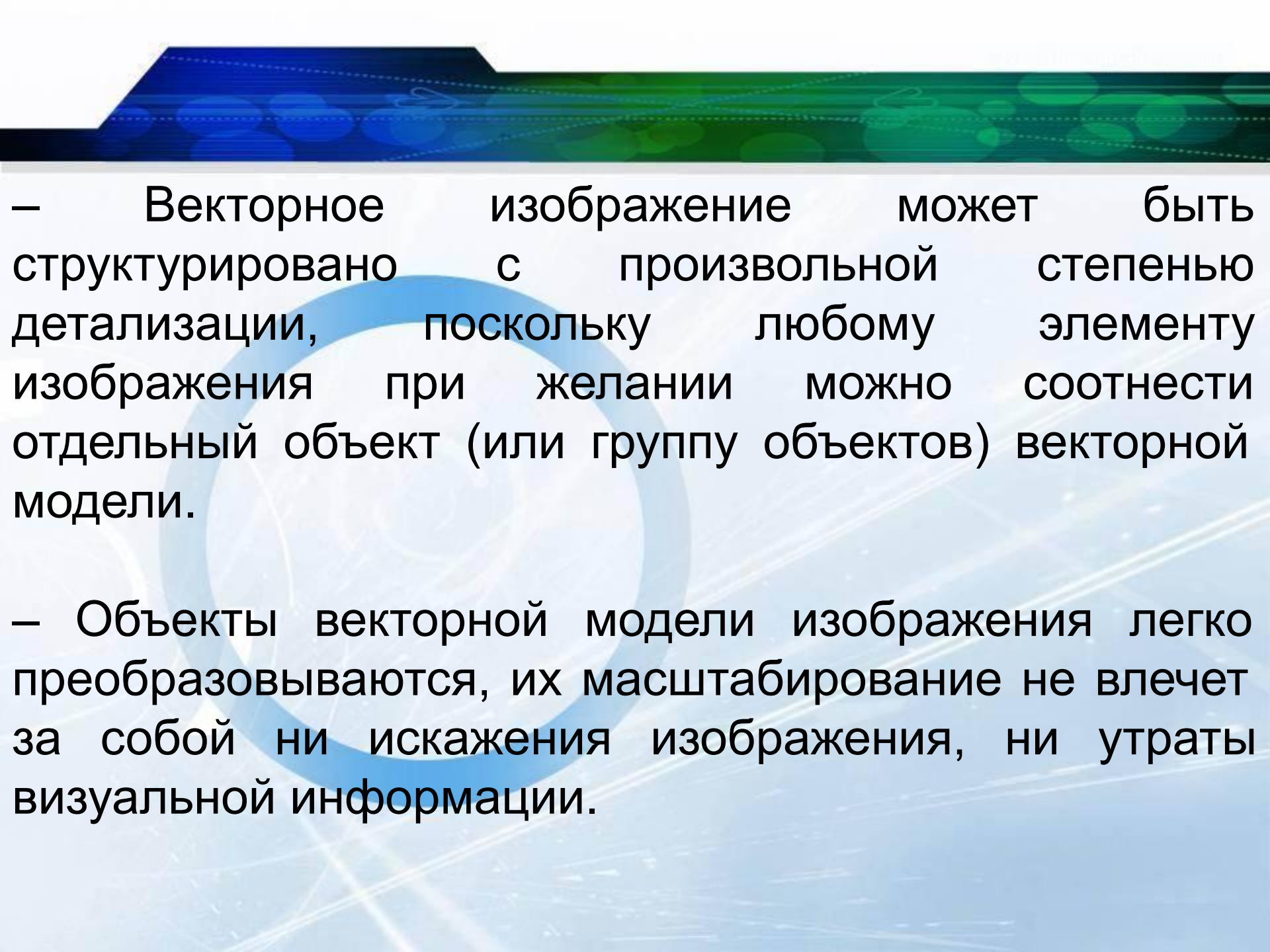
Наибольшее значение имеют кубические кривые Безье. Кривые высших порядков при обработке требуют большего объёма вычислений и для практических целей используются реже.

Для построения сложных по форме линий отдельные кривые Безье могут быть последовательно соединены друг с другом в сплайн Безье. Для того чтобы обеспечить гладкость линии в месте соединения двух кривых, смежные опорные точки обеих кривых должны лежать на одной линии.

## **Достоинства векторной модели**

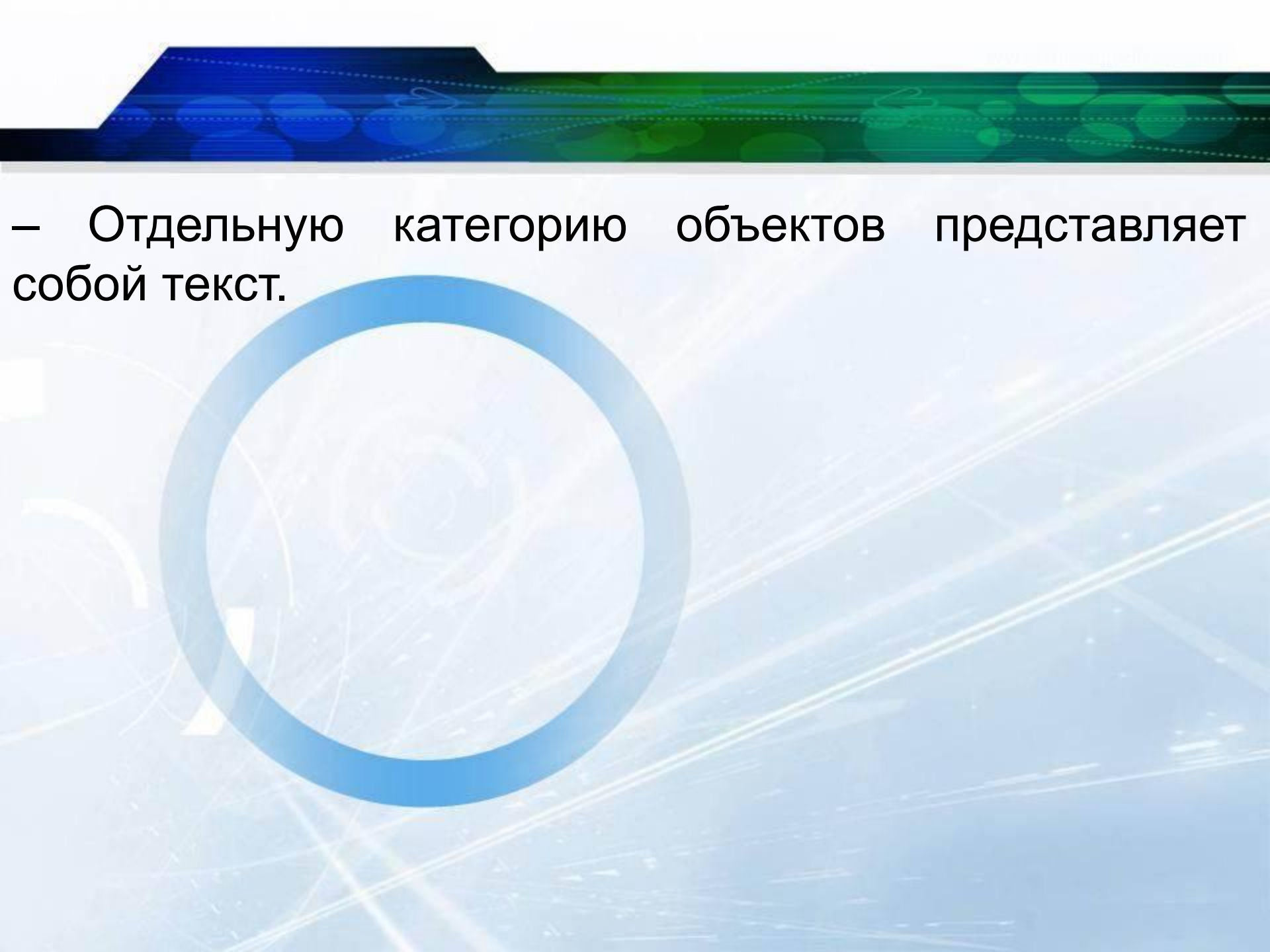
– Для размещения векторной модели изображения в памяти компьютера и в файле не требуется много места, поскольку хранятся сведения о типах и значениях аргументов объектов.

Компьютер работает с этой моделью, выполняя преобразование в пиксельное изображение только перед выводом на экран монитора или на печать.



– Векторное изображение может быть структурировано с произвольной степенью детализации, поскольку любому элементу изображения при желании можно соотнести отдельный объект (или группу объектов) векторной модели.

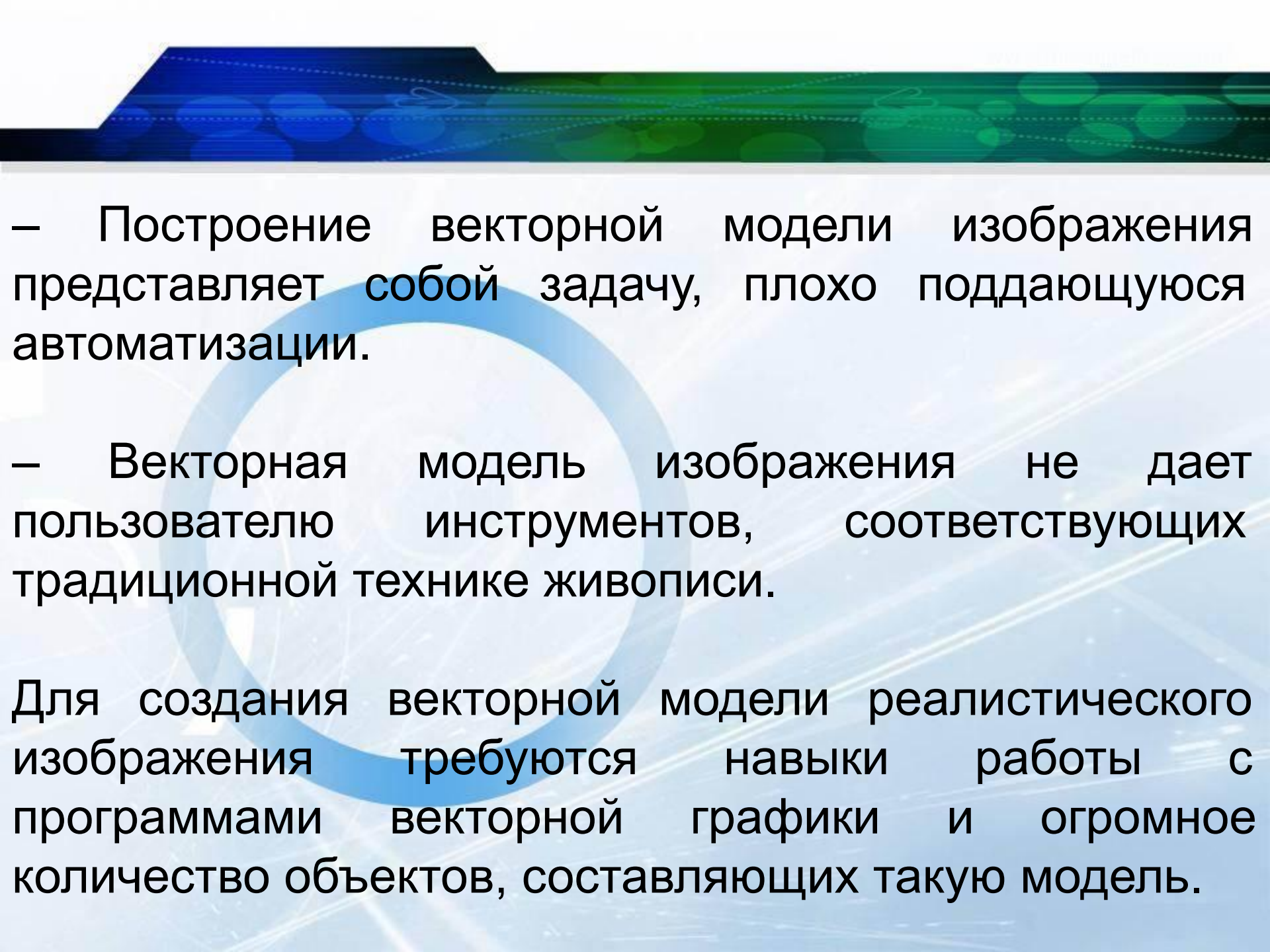
– Объекты векторной модели изображения легко преобразовываются, их масштабирование не влечет за собой ни искажения изображения, ни утраты визуальной информации.



– Отдельную категорию объектов представляет собой текст.

## **Недостатки векторной модели**

– На освоение приемов работы с программой векторной компьютерной графики требуется несколько больше времени, чем на освоение инструментов программы точечной графики.



– Построение векторной модели изображения представляет собой задачу, плохо поддающуюся автоматизации.

– Векторная модель изображения не дает пользователю инструментов, соответствующих традиционной технике живописи.

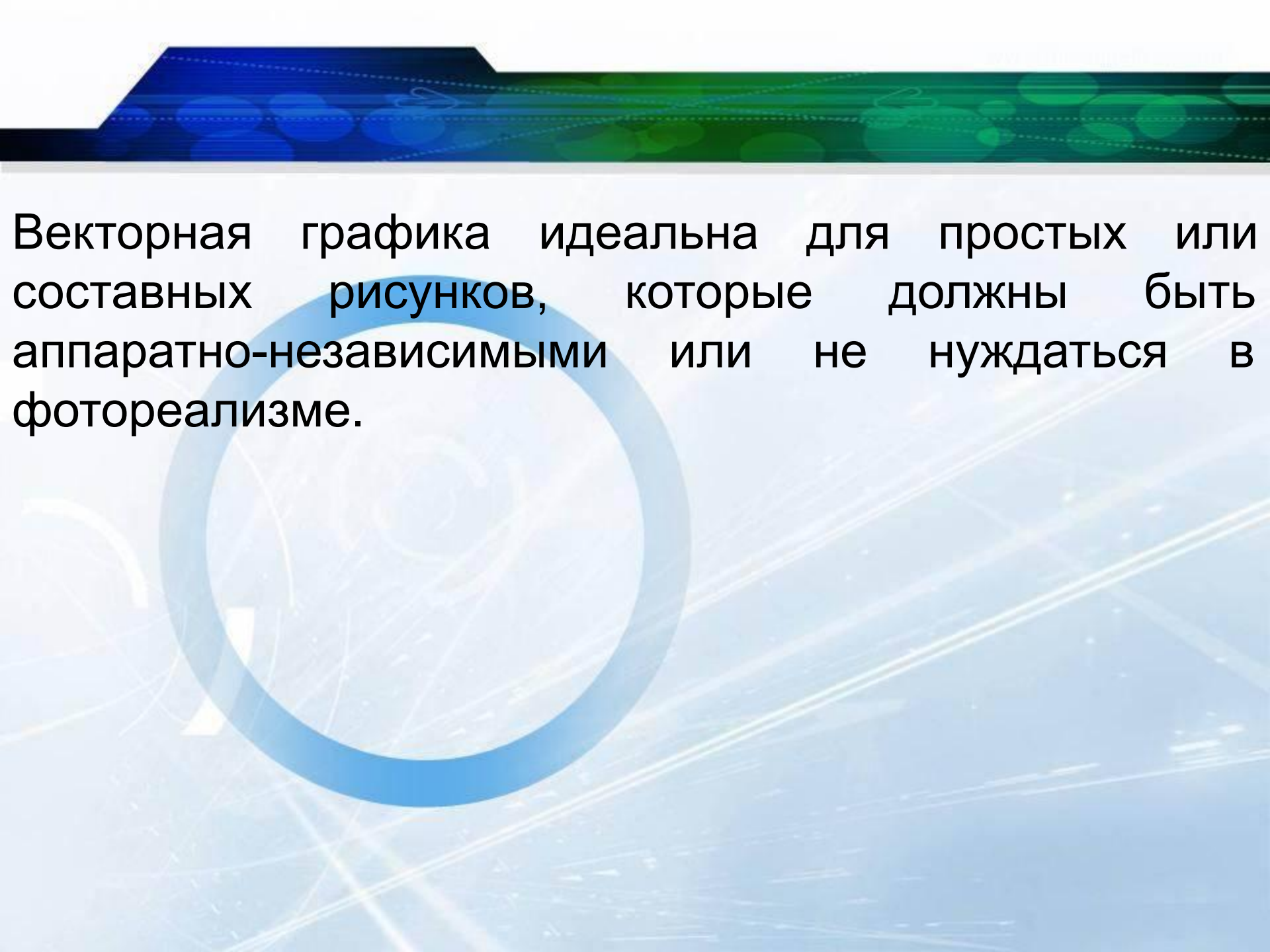
Для создания векторной модели реалистического изображения требуются навыки работы с программами векторной графики и огромное количество объектов, составляющих такую модель.

## ***Векторные операции, применяемые к примитивам***

Векторные графические редакторы типично позволяют вращать, перемещать, отражать, растягивать, скашивать, выполнять основные аффинные преобразования над объектами, комбинировать и группировать примитивы в более сложные объекты.

Более сложные преобразования включают булевы операции на замкнутых фигурах: объединение, дополнение, пересечение и т. д.





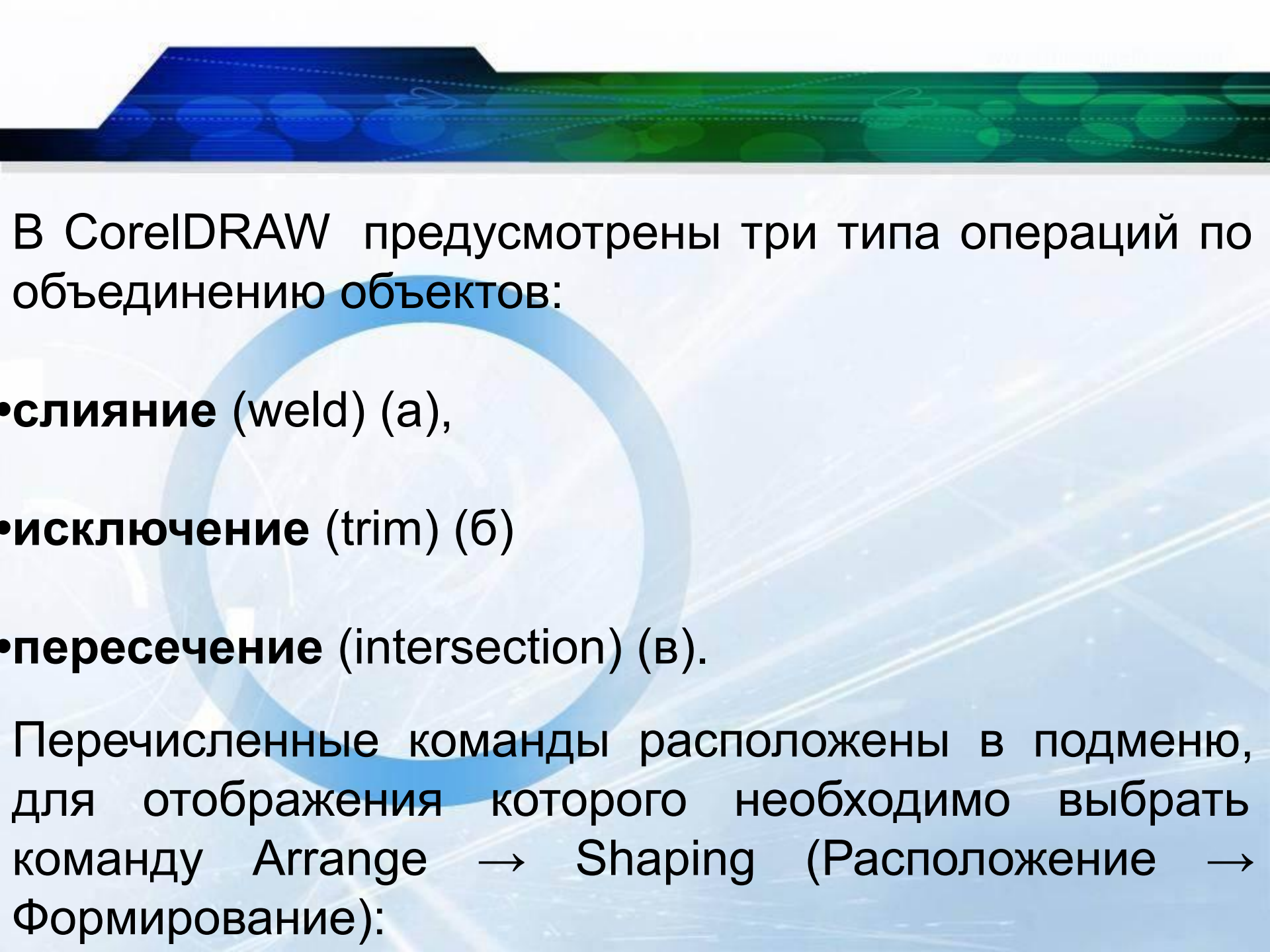
Векторная графика идеальна для простых или составных рисунков, которые должны быть аппаратно-независимыми или не нуждаться в фотореализме.

## ***Операции «Объединение форм объектов»***

Под **Объединением форм объектов** (Shaping) подразумеваются операции по созданию новых объектов в результате определенного взаимодействия исходных.

В современных векторных редакторах предусмотрены различные варианты объединения объектов.

Наиболее распространенными из них являются три процедуры, принцип действия которых основан на использовании базовых логических операций ИЛИ, И, И-НЕ.



В CorelDRAW предусмотрены три типа операций по объединению объектов:

- **слияние** (weld) (а),
- **исключение** (trim) (б)
- **пересечение** (intersection) (в).

Перечисленные команды расположены в подменю, для отображения которого необходимо выбрать команду Arrange → Shaping (Расположение → Формирование):



(a)

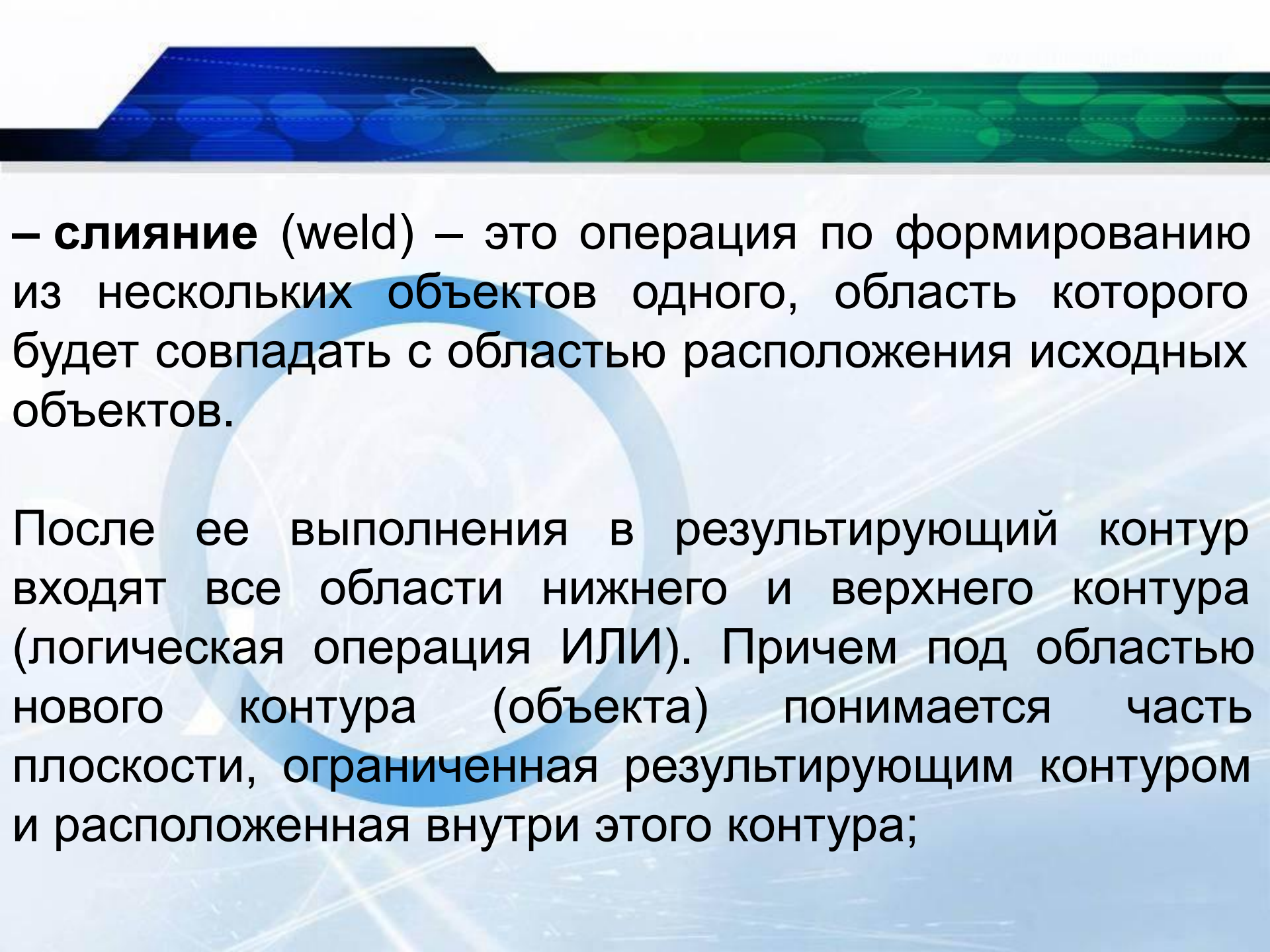


(b)



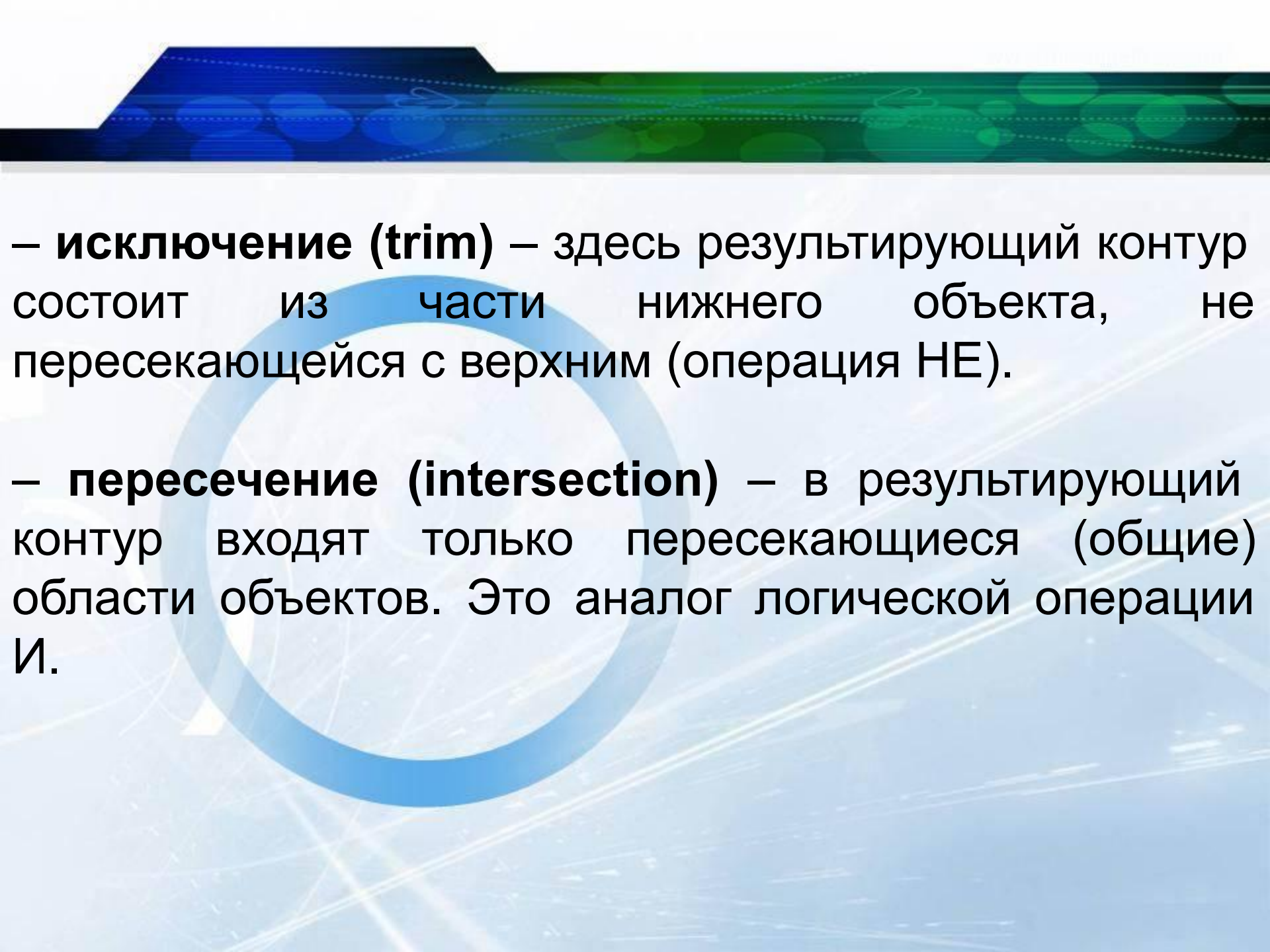
(B)





**– слияние (weld)** – это операция по формированию из нескольких объектов одного, область которого будет совпадать с областью расположения исходных объектов.

После ее выполнения в результирующий контур входят все области нижнего и верхнего контура (логическая операция ИЛИ). Причем под областью нового контура (объекта) понимается часть плоскости, ограниченная результирующим контуром и расположенная внутри этого контура;



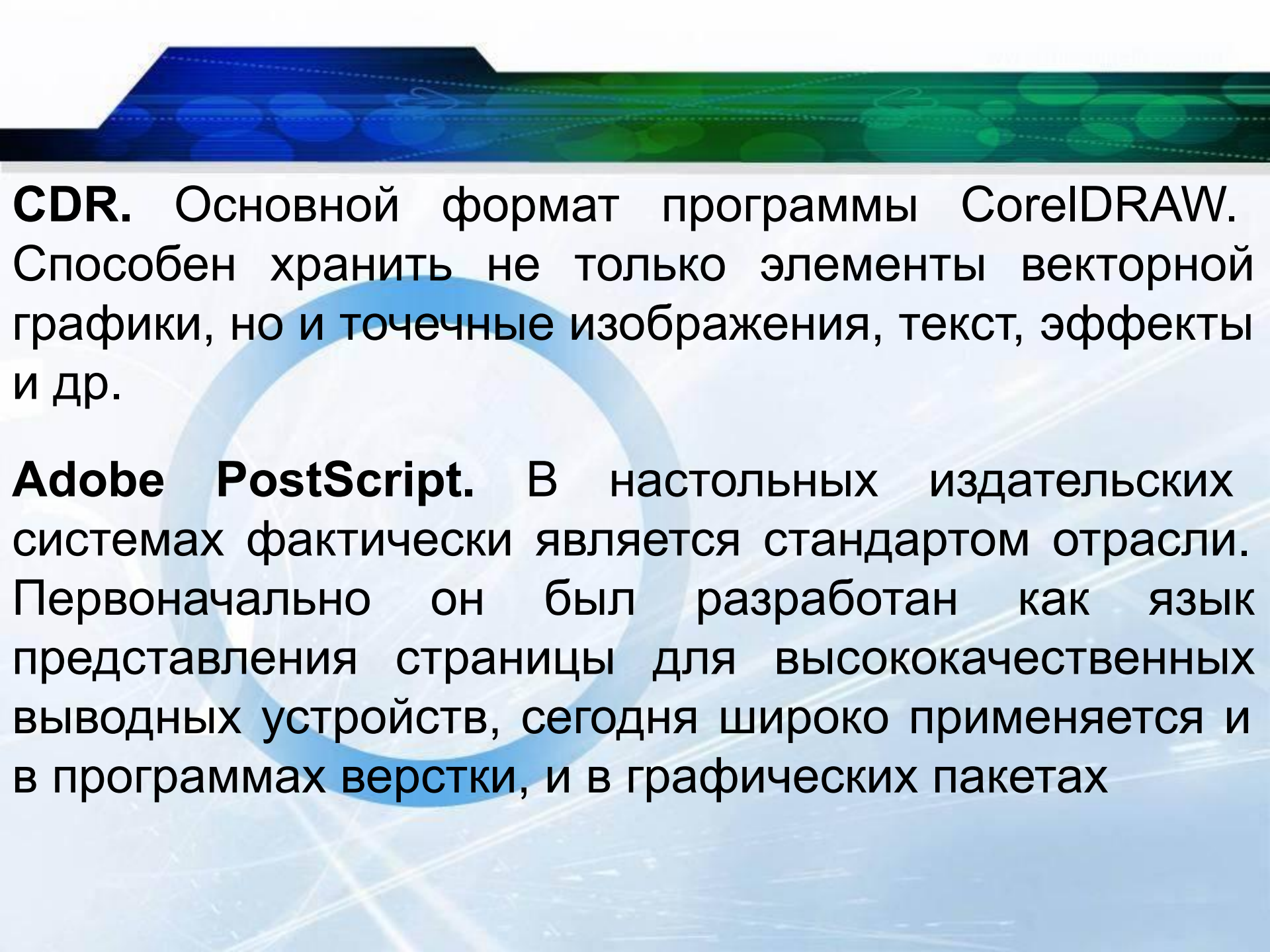
– **исключение (trim)** – здесь результирующий контур состоит из части нижнего объекта, не пересекающейся с верхним (операция НЕ).

– **пересечение (intersection)** – в результирующий контур входят только пересекающиеся (общие) области объектов. Это аналог логической операции И.

## Основные форматы векторной графики

Каждый уважающий себя разработчик программы векторной графики считает своим долгом создать собственный формат представления данных.

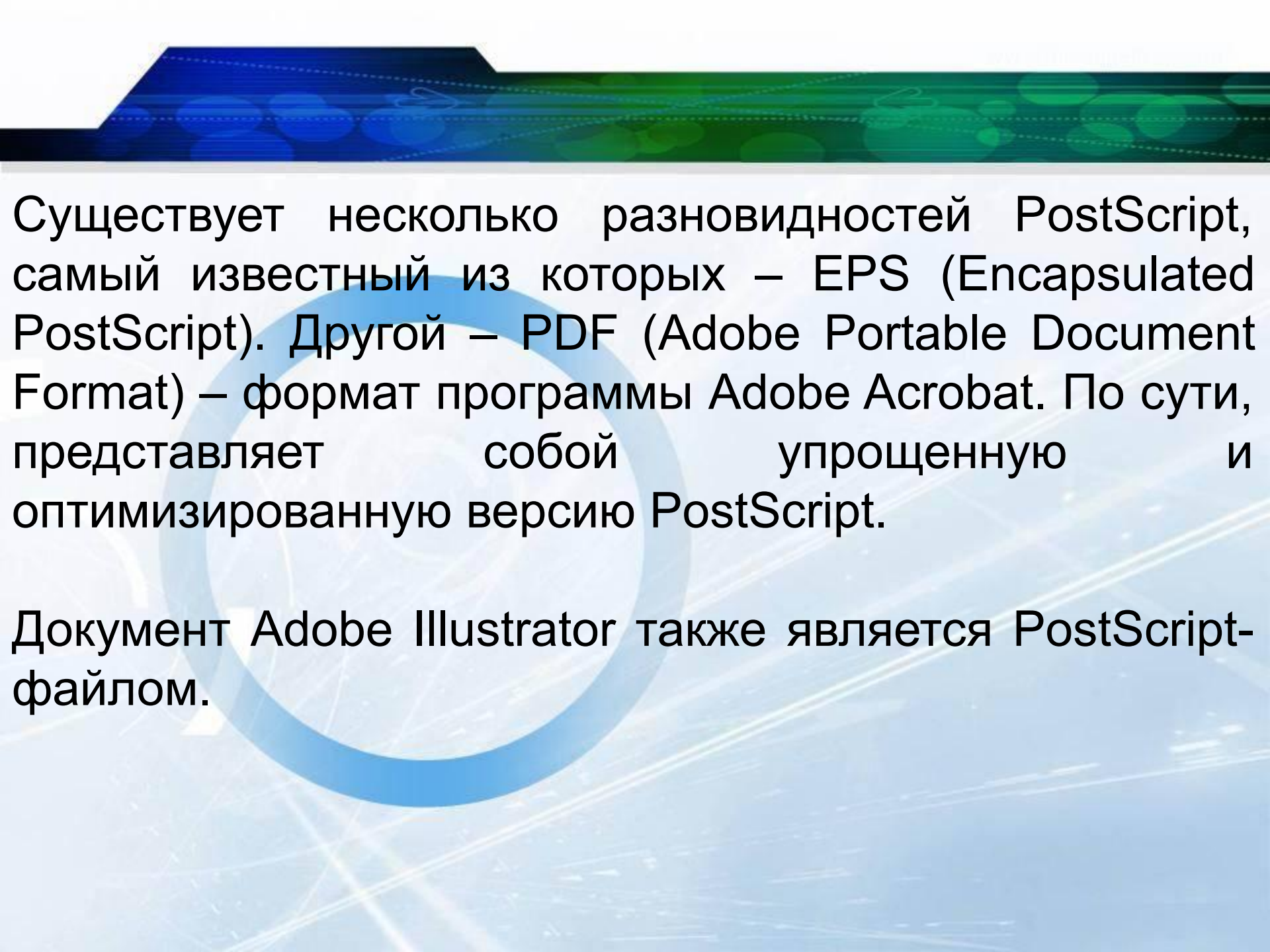
В основе каждого из них лежит всё та же идея кривых Безье, но конкретные варианты отличаются друг от друга настолько, что сейчас достаточно остро встаёт проблема совместимости форматов.



**CDR.** Основной формат программы CorelDRAW. Способен хранить не только элементы векторной графики, но и точечные изображения, текст, эффекты и др.

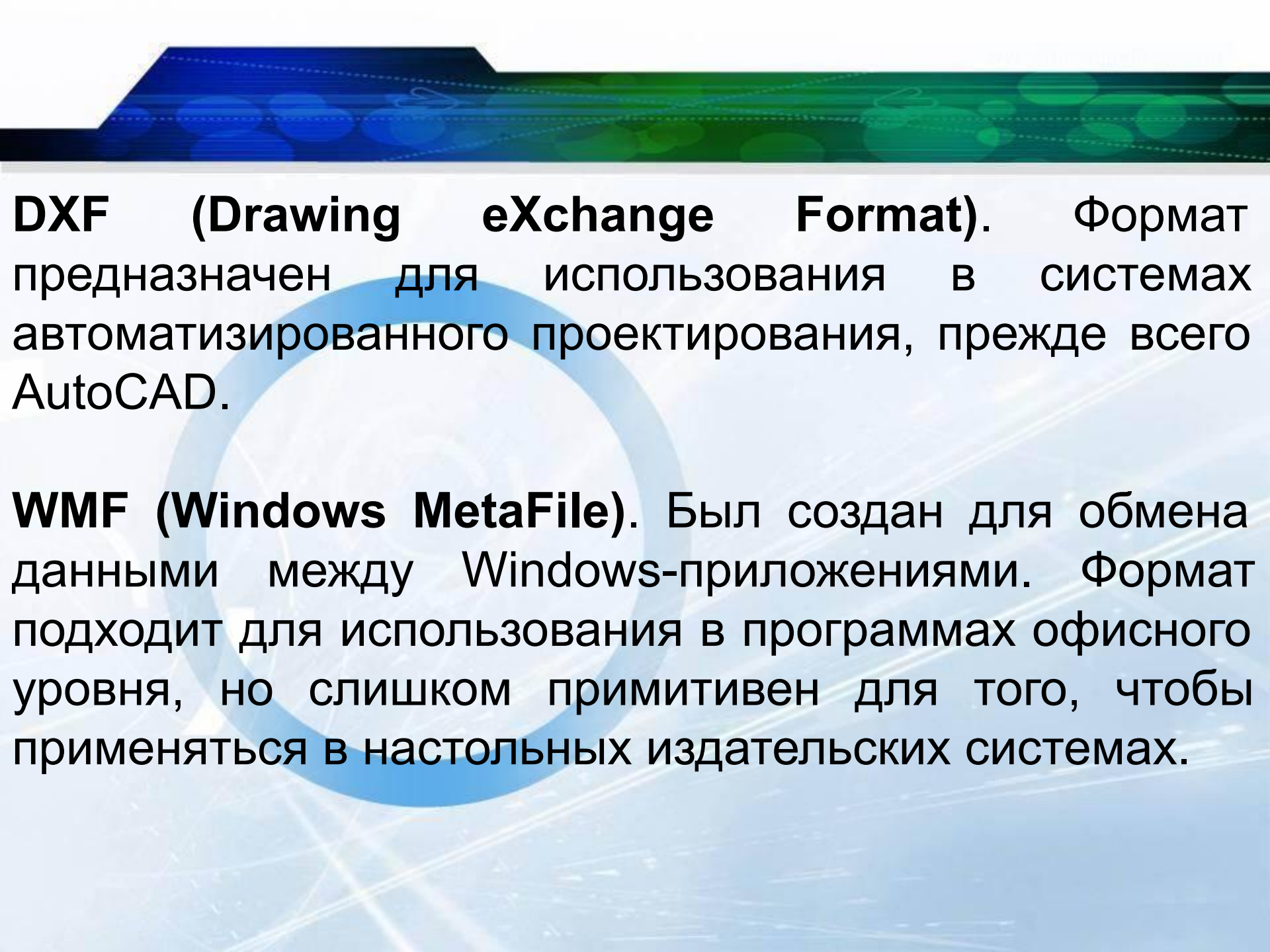
**Adobe PostScript.** В настольных издательских системах фактически является стандартом отрасли. Первоначально он был разработан как язык представления страницы для высококачественных выводных устройств, сегодня широко применяется и в программах верстки, и в графических пакетах





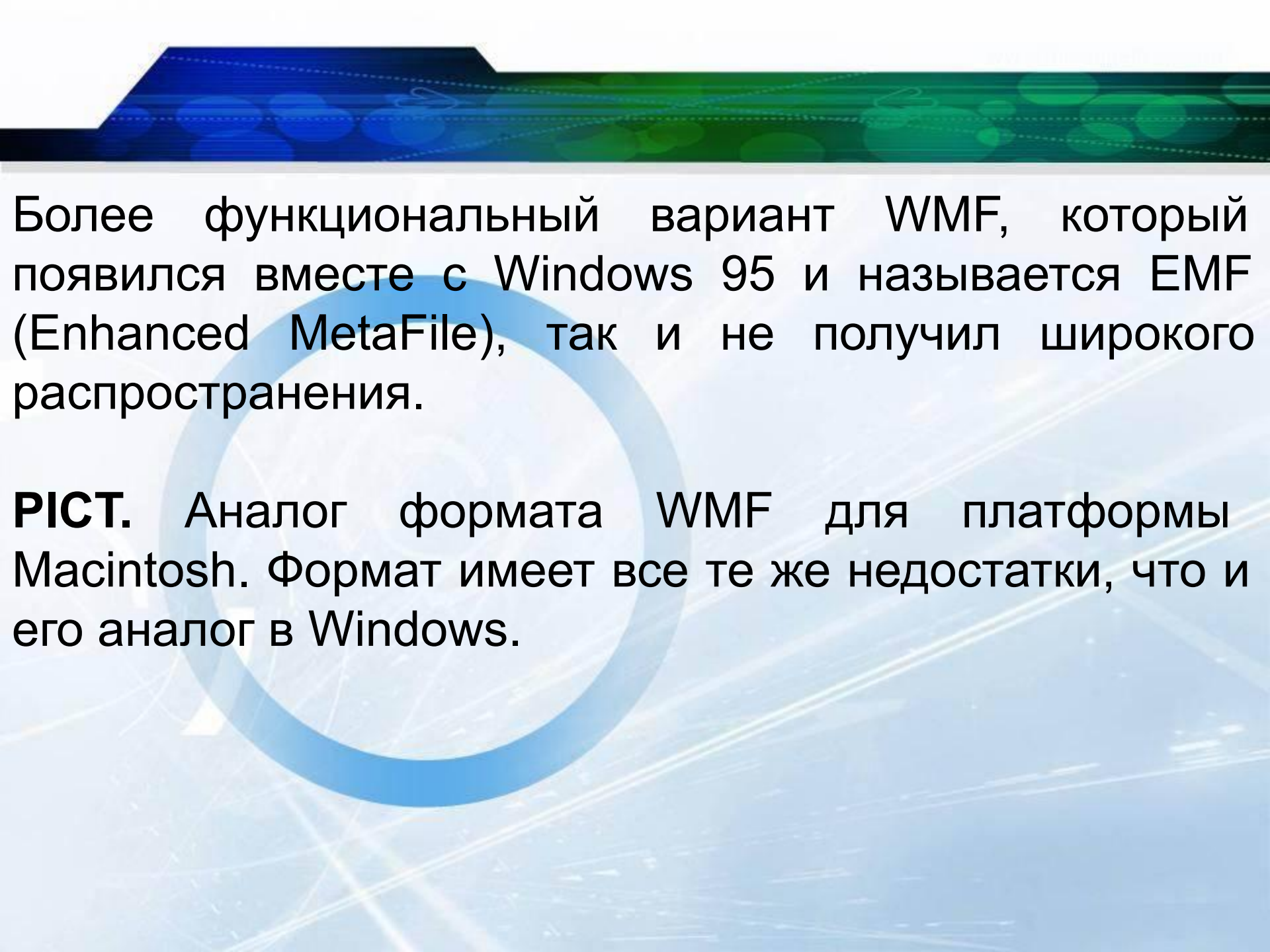
Существует несколько разновидностей PostScript, самый известный из которых – EPS (Encapsulated PostScript). Другой – PDF (Adobe Portable Document Format) – формат программы Adobe Acrobat. По сути, представляет собой упрощенную и оптимизированную версию PostScript.

Документ Adobe Illustrator также является PostScript-файлом.



**DXF (Drawing eXchange Format).** Формат предназначен для использования в системах автоматизированного проектирования, прежде всего AutoCAD.

**WMF (Windows MetaFile).** Был создан для обмена данными между Windows-приложениями. Формат подходит для использования в программах офисного уровня, но слишком примитивен для того, чтобы применяться в настольных издательских системах.

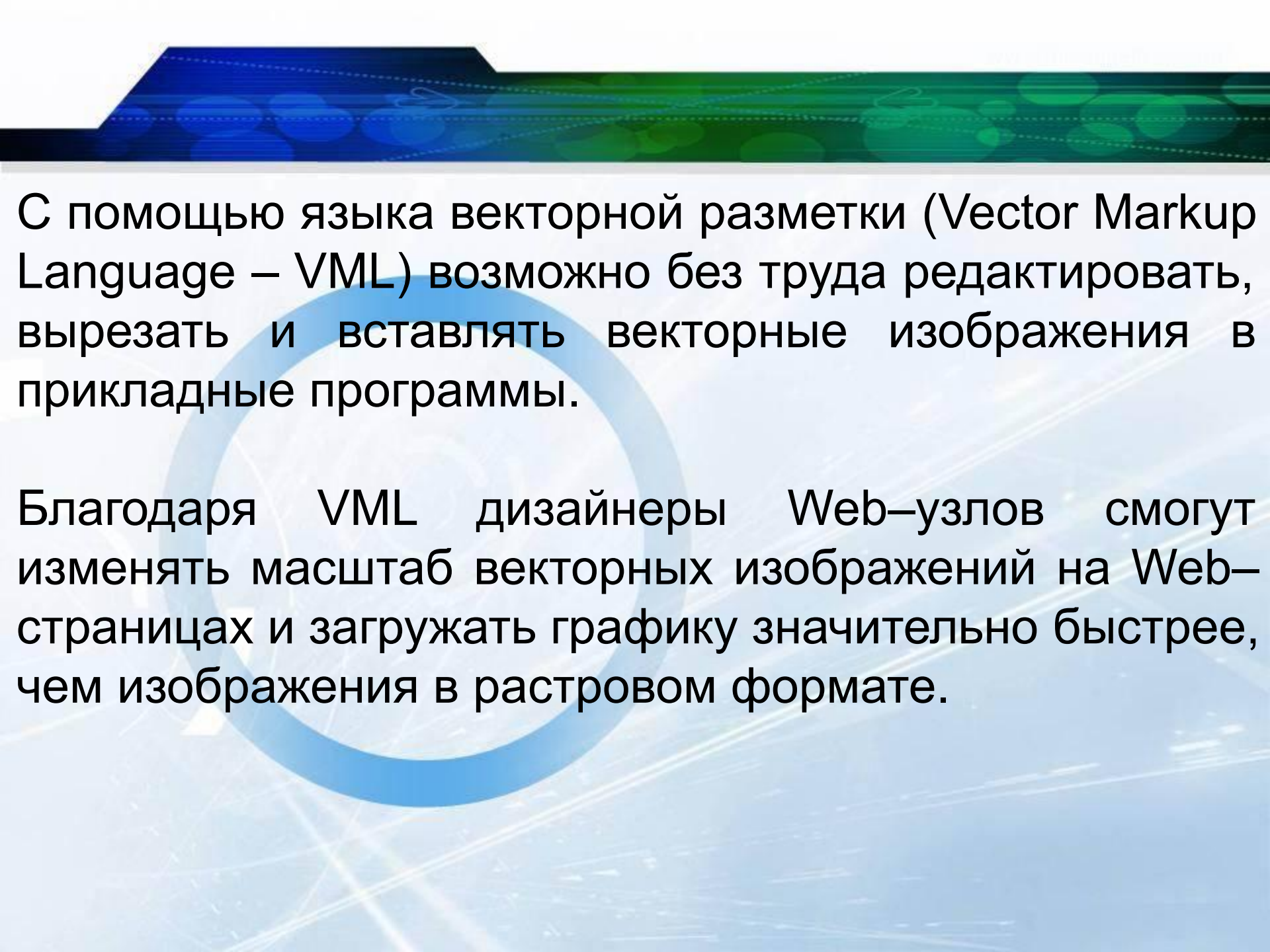


Более функциональный вариант WMF, который появился вместе с Windows 95 и называется EMF (Enhanced MetaFile), так и не получил широкого распространения.

**PICT.** Аналог формата WMF для платформы Macintosh. Формат имеет все те же недостатки, что и его аналог в Windows.

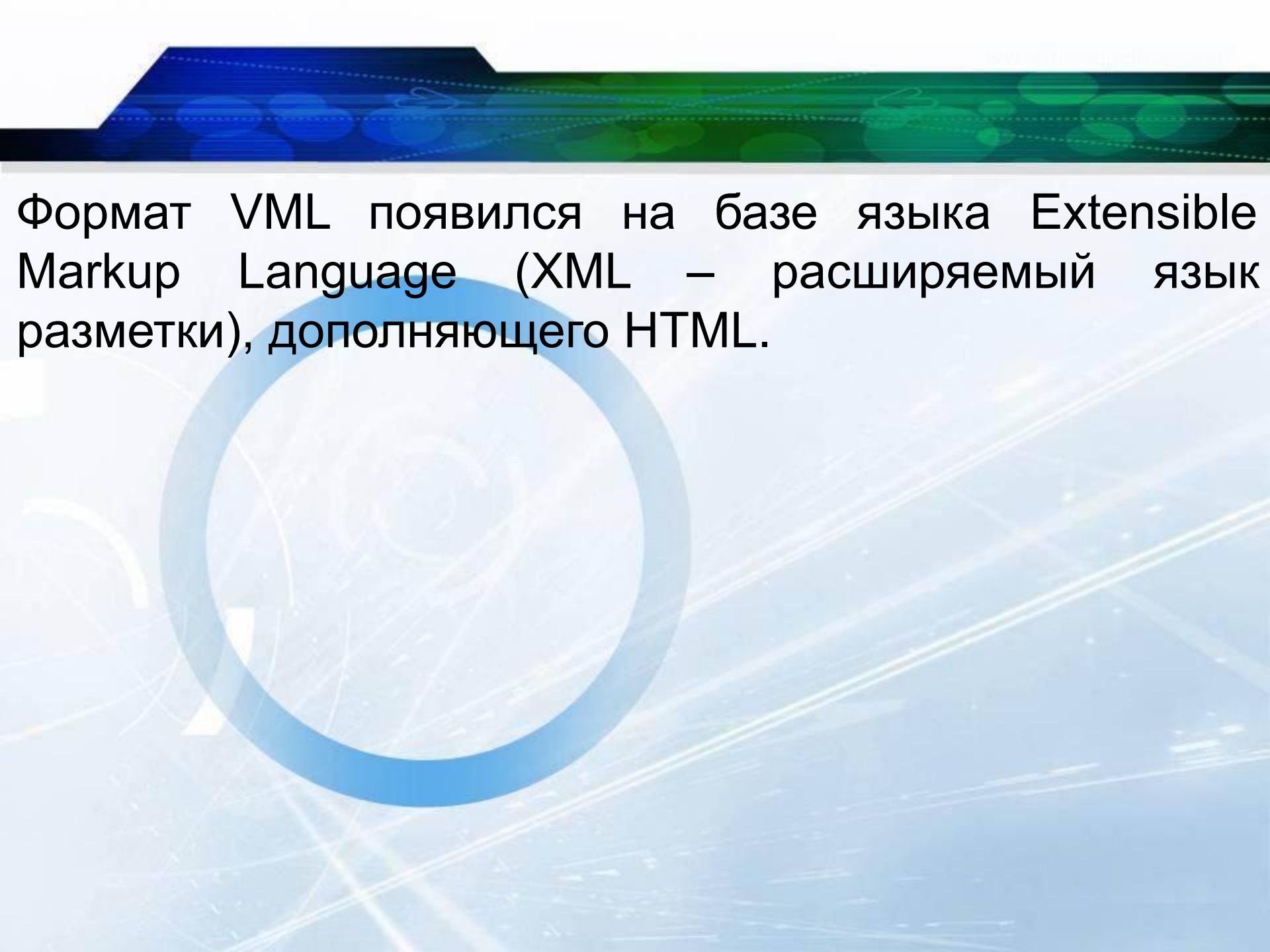
# Редактируемая двумерная графика для Интернета

Microsoft, Hewlett-Packard и три фирмы, специализирующиеся в области ПО, представили на рассмотрение консорциума World Wide Web стандарт, предназначенный для реализации высококачественной редактируемой двумерной векторной графики в Интернете.

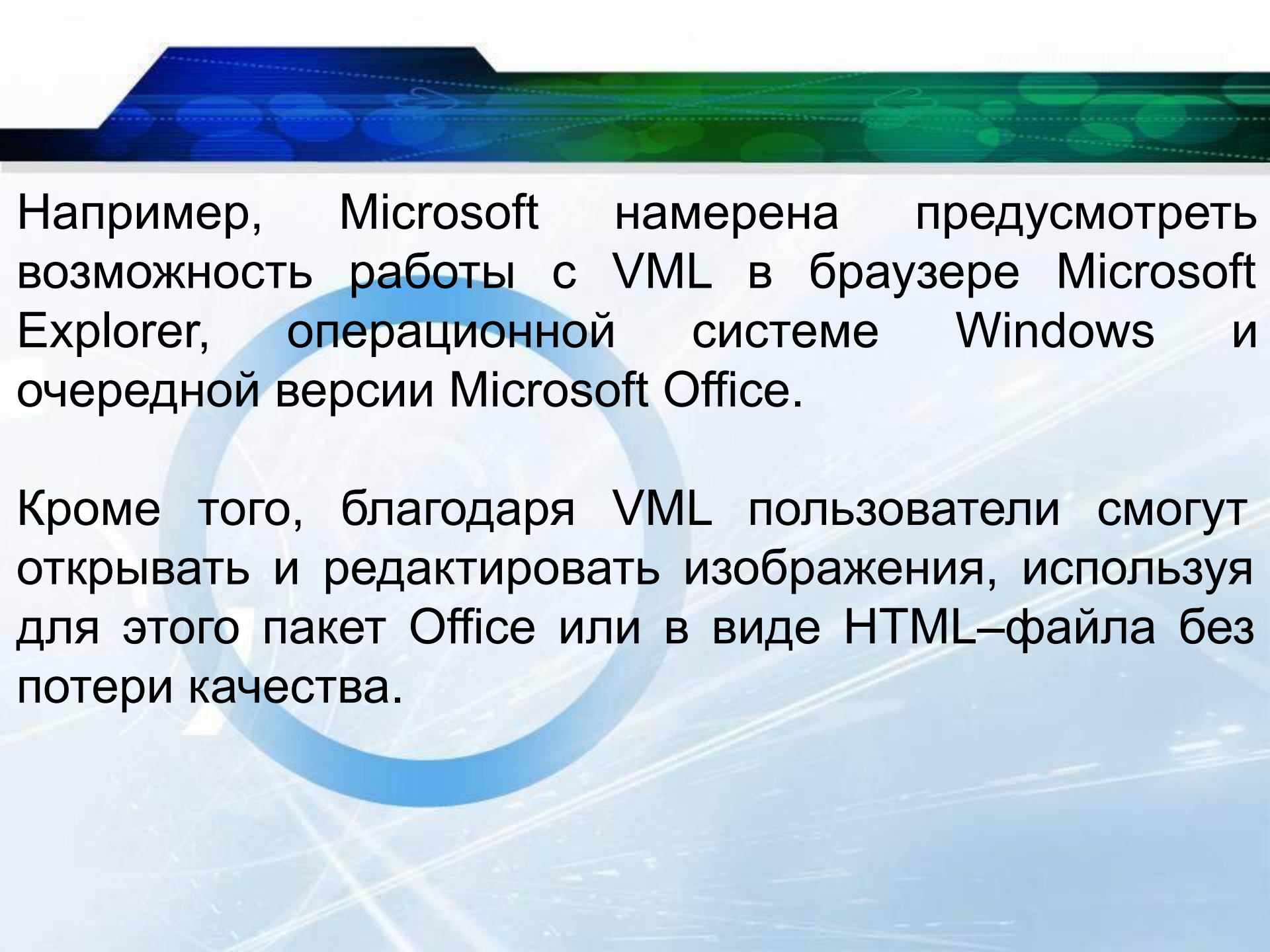


С помощью языка векторной разметки (Vector Markup Language – VML) возможно без труда редактировать, вырезать и вставлять векторные изображения в прикладные программы.

Благодаря VML дизайнеры Web-узлов смогут изменять масштаб векторных изображений на Web-страницах и загружать графику значительно быстрее, чем изображения в растровом формате.



Формат VML появился на базе языка Extensible Markup Language (XML – расширяемый язык разметки), дополняющего HTML.



Например, Microsoft намерена предусмотреть возможность работы с VML в браузере Microsoft Explorer, операционной системе Windows и очередной версии Microsoft Office.

Кроме того, благодаря VML пользователи смогут открывать и редактировать изображения, используя для этого пакет Office или в виде HTML-файла без потери качества.