

# Компьютерная графика

## Лекция 1: Введение в курс

2021

# Что такое компьютерная графика?

# Что такое компьютерная графика?

- ▶ Кинематограф



# The Matrix Revolutions (2003)





# Avatar (2009)





# The Avengers (2012)



# Что такое компьютерная графика?

- ▶ Кинематограф
- ▶ Компьютерные игры

SCORE<1> HI-SCORE SCORE<2>  
0990 0000



3 CREDIT 00

# Space Invaders (1978)





# Doom (1993)





# Grand Theft Auto: Vice City (2002)





# Civilization V (2010)



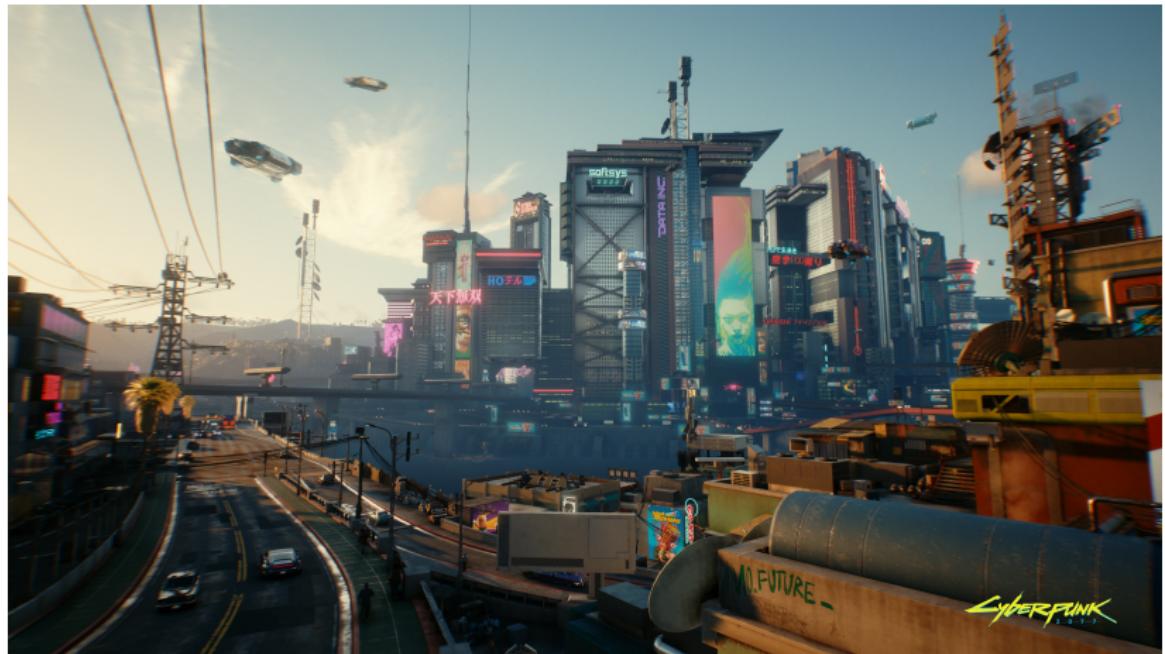


# The Witcher 3: Wild Hunt (2015)





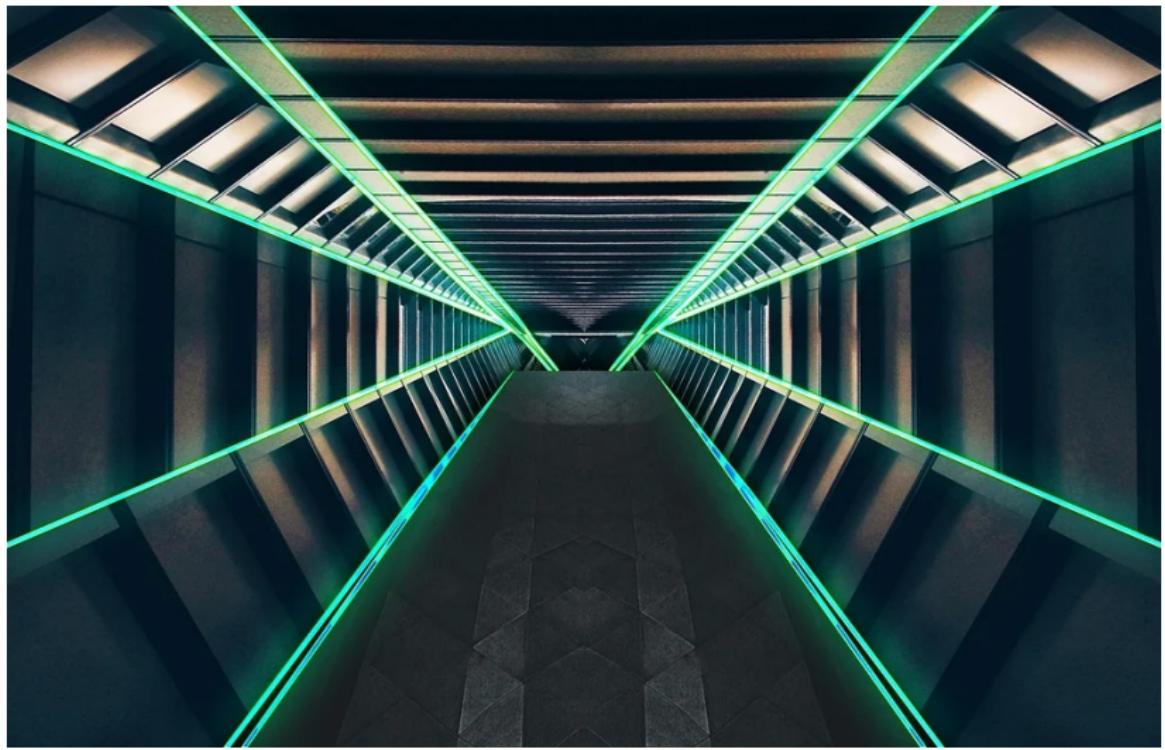
# Cyberpunk 2077 (2020)



# Что такое компьютерная графика?

- ▶ Кинематограф
- ▶ Компьютерные игры
- ▶ Рисунки, concept art







# Что такое компьютерная графика?

- ▶ Кинематограф
- ▶ Компьютерные игры
- ▶ Рисунки, concept art
- ▶ Графический интерфейс



# Mac OS Catalina



**A**

System accent color: #0078D4

**Buttons**

Enabled button

Disabled button

Toggle button

**Checkbox** Unchecked Checked Third state Disabled**Radio button** Unchecked Checked Disabled**Calendar Date Picker**

## Label title

mm/dd/yyyy

**Combo box**

## Label title

Placeholder text

## Hover

mm/dd/yyyy

## Hover

Placeholder text

## Disabled

mm/dd/yyyy

## Disabled

Placeholder text

## February 2018

Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat

31 1 2 3 4 5 6

7 8 9 10 11 12 13

14 15 16 17 18 19 20

21 22 23 24 25 26 27

28 1 2 3 4 5 6

7 8 9 10 11 12 13

**Textbox**

## Label title

Placeholder text

## Hover

Placeholder text

## Disabled

Placeholder text

## Typing

This is text.|

## Password

\*\*\*\*\*

**Toggle switch** Off Disabled Off On Disabled On

# Windows 10

A  
System accent color: #0078D4

Buttons	Calendar Date Picker	Combo box	Textbox																																																	
Enabled button	Label title <input type="text" value="mm/dd/yyyy"/>	Label title <input type="text" value="Placeholder text"/>	Label title <input type="text" value="Placeholder text"/>																																																	
Disabled button	Hover <input type="text" value="mm/dd/yyyy"/>	Hover <input type="text" value="Placeholder text"/>	Hover <input type="text" value="Placeholder text"/>																																																	
Toggle button	Disabled <input type="text" value="mm/dd/yyyy"/>	Disabled <input type="text" value="Placeholder text"/>	Disabled <input type="text" value="Placeholder text"/>																																																	
Checkbox	Disabled <input type="checkbox"/> Unchecked <input checked="" type="checkbox"/> Checked <input type="checkbox"/> Third state <input checked="" type="checkbox"/> Disabled	February 2018 <table border="1"><thead><tr><th>Sun</th><th>Mon</th><th>Tue</th><th>Wed</th><th>Thu</th><th>Fri</th><th>Sat</th></tr></thead><tbody><tr><td>31</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td></tr><tr><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr><tr><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td></tr><tr><td>28</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td></tr></tbody></table>	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Typing <input type="text" value="This is text."/> Password <input type="password" value="*****"/>
Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat																																														
31	1	2	3	4	5	6																																														
7	8	9	10	11	12	13																																														
14	15	16	17	18	19	20																																														
21	22	23	24	25	26	27																																														
28	1	2	3	4	5	6																																														
7	8	9	10	11	12	13																																														
Radio button	Unchecked <input type="radio"/> Checked <input checked="" type="radio"/> Disabled <input type="radio"/>	Microsoft Windows Office	Toggle switch Off On Disabled Off Disabled On																																																	

67 13,023 0 +0 0 7 100 1 0 0/2 0/0 2/2 1/1 1444

**Brandenburg**

Paused

**Diplomas**

- Free Christian von Anhalt ...
- Free Clemens von Quern ...

**Merchants**

- Saxony 0.43 → to Lübeck
- Rheinland 0.37 → to Lübeck

**Armies** 8,000 Kurfürstliche Garde

**Niederlausitz Cottbus** **Neumark North Germany**

**Demographics**

Tax	0.26
Production	0.10
Total	0.36
Unrest	0.0
Autonomy	5.0%

**Cores & Claims**

**Bohemia** +22 Diplomacy

**Culture** Saxon

**Religion** Catholic

**Military**

- Manpower: 261
- Supply Limit: 13
- Sailors: 0

Garrison: 0 No Objective

**Trade**

- Trade Power: 1.6
- Trade Value: 1.23
- Goods Produced: 0.61

**Buildings**

**Estates** No Estate

**Province Values**

EN 9:30 PM 28-May-16

# Europa Universalis 4

The screenshot shows the Brandenburg interface in Europa Universalis 4. The top bar displays resources: Gold (67), Food (13,023), Silver (0), Coal (0), Oil (0), Wood (7), and Population (100). It also shows diplomatic relations with Poland (0/2), France (0/0), and Russia (2/2, 1/1). The date is 1444.

**Brandenburg** (Red Dragon)

**Diplomatic Relations:**

- Free Christian von Anhalt ...
- Free Clemens von Quern ...

**Merchants:**

- Saxony 0.43 → to Lübeck
- Rheinland 0.37 → to Lübeck

**Armies:** 8,000 Kurfürstliche Garde

**Demographics:**

- Tax 0.26
- Production 0.10
- Total 0.36
- Unrest 0.0
- Autonomy 5.0%

**Cores & Claims:** Bohemia (+22)

**Culture:** Saxon

**Religion:** Catholic

**Diplomacy:**

**Military:**

- Mapower 261
- Supply Limit 13
- Sailors 0 (11%)
- Garrison: 0
- No Objective

**Trade:**

- Trade Power 1.6
- Trade Value 1.23
- Goods Produced 0.61

**Buildings:** 10

**Estates:** No Estate

**Province Values:**

- Food 2 (0.00)
- Wood 0.00 (0.66)

Bottom status bar: EN, 9:30 PM, 28-May-16, system icons.

**Example: Custom rendering**

**Clear** **Undo**  
Left-click and drag to add  
Right-click to undo

**Memory Editor**

```

E028E4: 00 00 F0 44 00 40 7E 44 ...D.@@D
E028EC: 06 33 88 3C 00 00 A0 40 ...<...@D
E028F4: 18 BADE 00 08 BA DE 00 .....@D
E028FC: 9A 99 99 3E 00 00 C0 40 ...>...@D
E02984: 00 00 C0 40 02 01 00 00 ...@...D
E0298C: 07 01 00 00 06 01 00 00 .....D
E02914: 09 01 00 00 08 01 00 00 .....D
E0291C: 0A 01 00 00 08 01 00 00 .....D
E02924: 0C 01 00 00 0D 01 00 00 .....D
E0292C: 05 01 00 00 03 01 00 00 .....D
E02934: 01 01 00 00 00 01 00 00 .....D
E0293C: 41 00 00 00 43 00 00 00 A..C..
E02944: 56 00 00 00 58 00 00 00 MixX_Console
E0294C: 59 00 00 00 5A 00 00 00 Y...Z...
E02954: 00 00 00 3E CD CC 4C 3D !>>>= implements a console with basic coloring,
E0295C: 00 00 00 00 A4 28 E0 00 !>>>= and history. A more elaborate implementation may
want to store entries along with extra data such as timestamp,
                                         entry etc.

```

8 rows Range E028E4..E03C93 Iter: 13

use functions such as IsItemHovered() on

AAA
BBB
CCC
EEE
LEVERAGE

BBB
CCC
EEE
BUZZWORD

ACTION
REACTION

▶ Text Baseline Alignment  
▶ Scrolling

**Example: Layout**

**File**

MyObject 0

MyObject: 0

Lore ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

**Revert** **Save**

Enter 'HELP' for help, press TAB to use text completion.

**Add Dummy Text** **Add Dummy Error** **Clear**

**Filter ("incl,-exc1") ("error")**

```

0 some text
some more text
display very important message here!
[error] something went wrong
Possible matches:
- HELP
- HISTORY
# HELP
Commands:
- HELP
- HISTORY
- CLEAR
- CLASSIFY
# hello, imgui world!
Unknown command: 'hello, imgui world!'

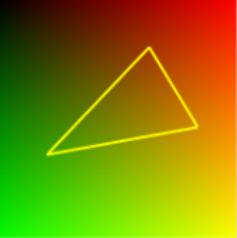
```

hello, imgui world! **Input**

# Dear ImGui

▼ Example: Custom rendering

Clear Undo  
Left-click and drag to add  
Right-click to undo



E028E4: 00 00 F0 44 00 40 7E 44 ...D.@@D  
E028EC: 06 33 88 3C 00 00 A0 40 ...<...@  
E028F4: 18 BADE 00 08 BA DE 00 .....@...  
E028FC: 9A 99 99 3E 00 00 C0 40 .....@...  
E02984: 00 00 C0 40 02 01 00 00 .....@...  
E0298C: 07 01 00 00 06 01 00 00 .....@...  
E02914: 89 01 00 00 08 01 00 00 .....@...  
E0291C: 8A 01 00 00 08 01 00 00 .....@...  
E02924: 0C 01 00 00 0D 01 00 00 .....@...  
E0292C: 05 01 00 00 03 01 00 00 .....@...  
E02934: 01 01 00 00 00 01 00 00 .....@...  
E0293C: 41 00 00 00 43 00 00 00 A...C...  
E02944: 56 00 00 00 58 00 00 00 MailX\_Console  
E0294C: 59 00 00 00 5A 00 00 00 Y...Z...  
E02954: 00 00 00 3E CD CC 4C 3D !HELP= implements a console with basic coloring,  
E0295C: 00 00 00 00 A4 28 E0 00 !HISTORY(), and history. A more elaborate implementation may  
want to store entries along with extra data such as timestamp,  
8 rows Range E028E4..E03C93 Iter: etc.

▼ Example: Layout

File

MyObject 0  
MyObject 1  
MyObject 2  
MyObject 3  
MyObject 4  
MyObject 5  
MyObject 6  
MyObject 7  
MyObject 8  
MyObject 9  
MyObject 10  
MyObject 11  
MyObject 12  
MuObject 13

Revert Save

MyObject: 0  
Lorem ipsum dolor sit amet,  
consectetur adipiscing elit,  
sed do eiusmod tempor  
incididunt ut labore et dolore  
magna aliqua.

Enter 'HELP' for help, press TAB to use text completion.  
Add Dummy Text Add Dummy Error Clear  
Filter ("incl,-exc1") ("error")

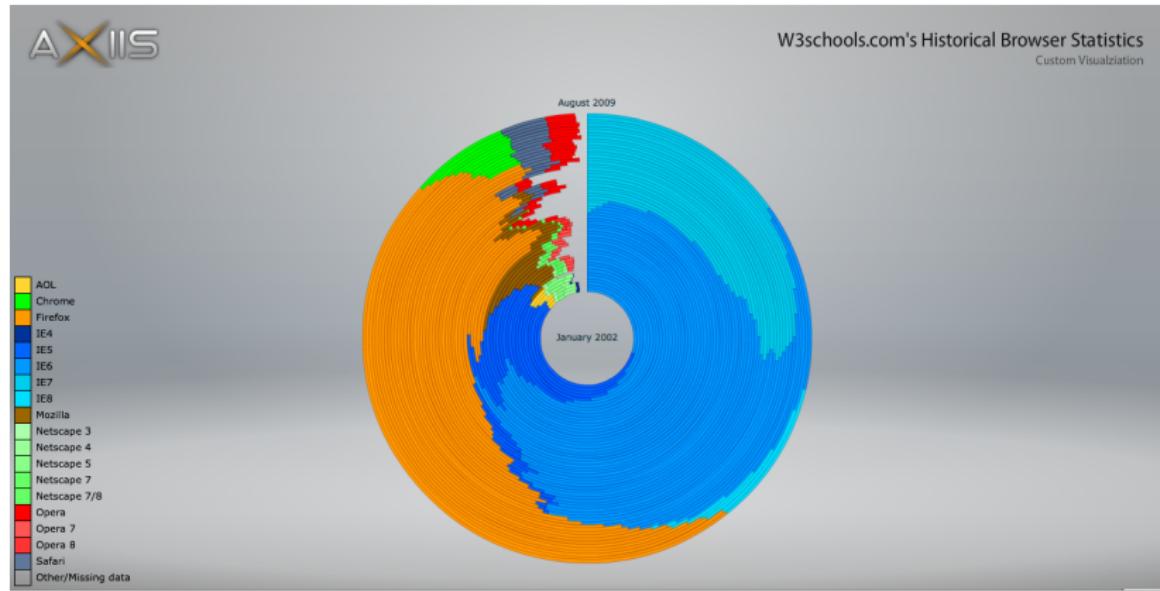
0 some text  
some more text  
display very important message here!  
[error] something went wrong  
Possible matches:  
- HELP  
- HISTORY  
# HELP  
Commands:  
- HELP  
- HISTORY  
- CLEAR  
- CLASSIFY  
# hello, imgui world!  
Unknown command: 'hello, imgui world!'

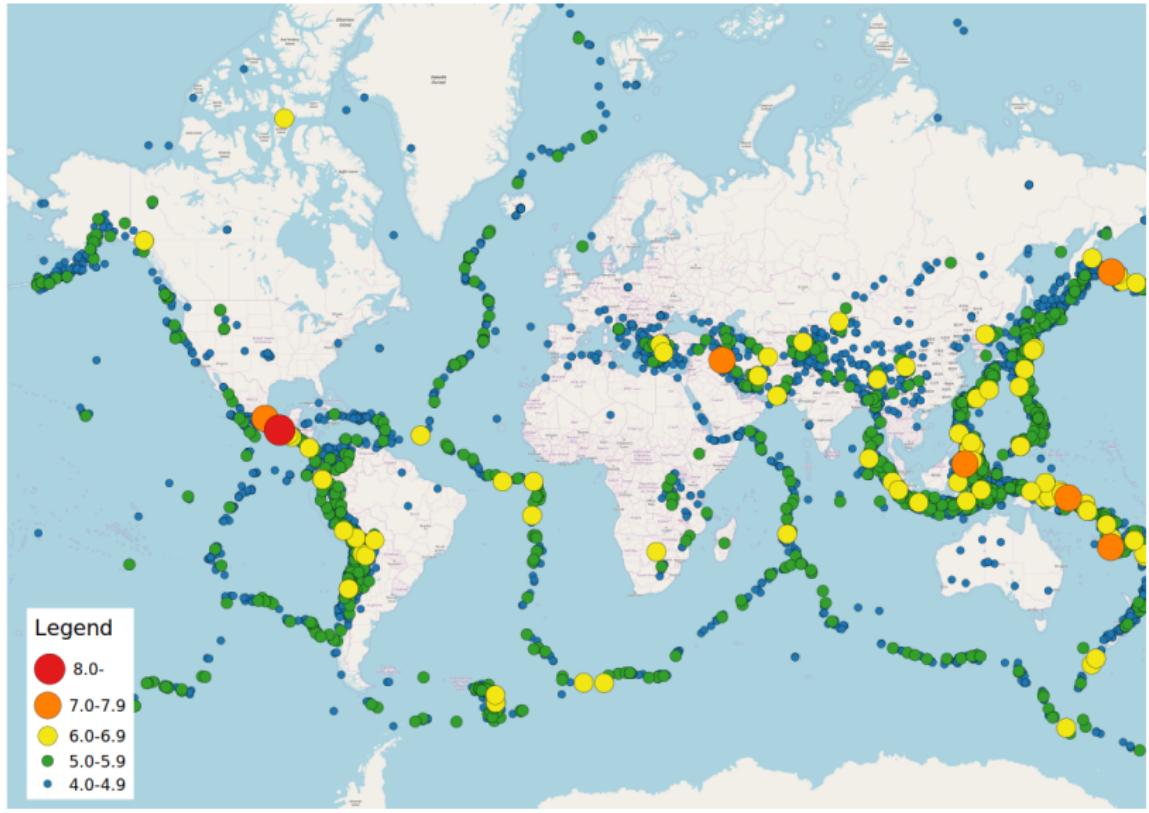
hello, imgui world! Input

# Что такое компьютерная графика?

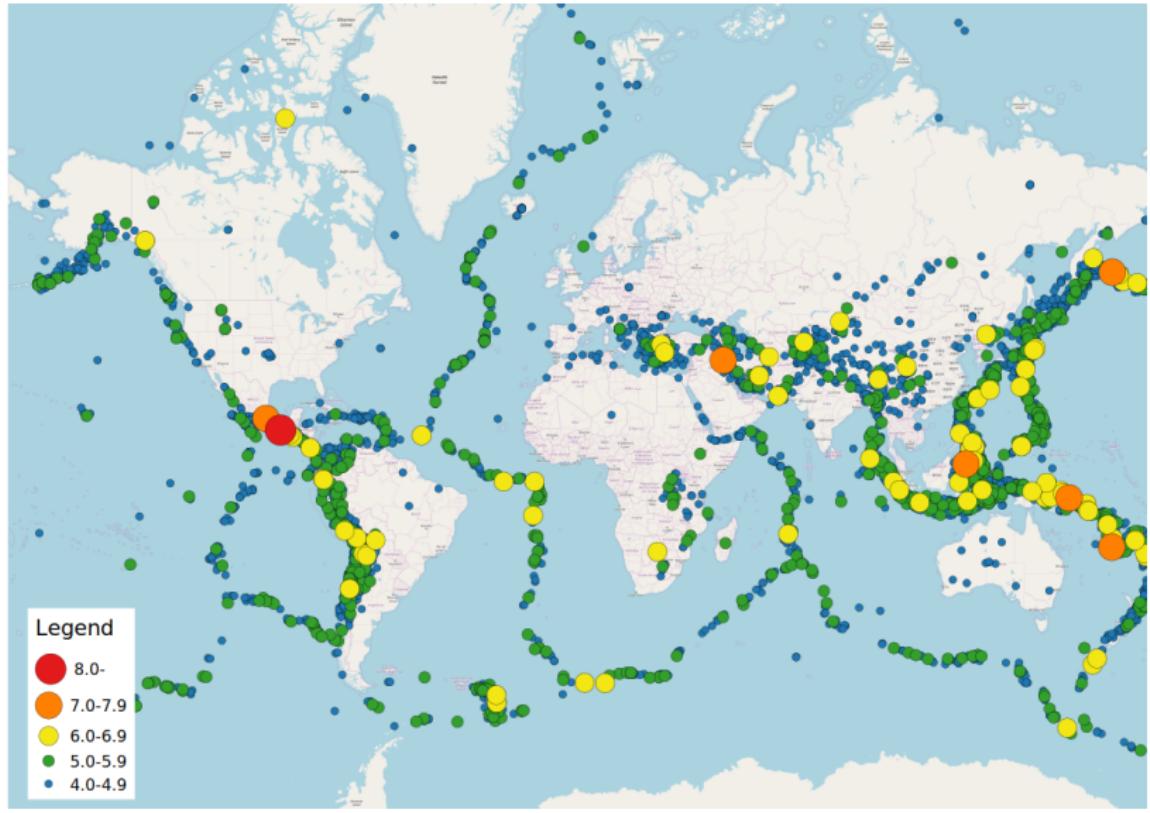
- ▶ Кинематограф
- ▶ Компьютерные игры
- ▶ Рисунки, concept art
- ▶ Графический интерфейс
- ▶ Визуализация данных

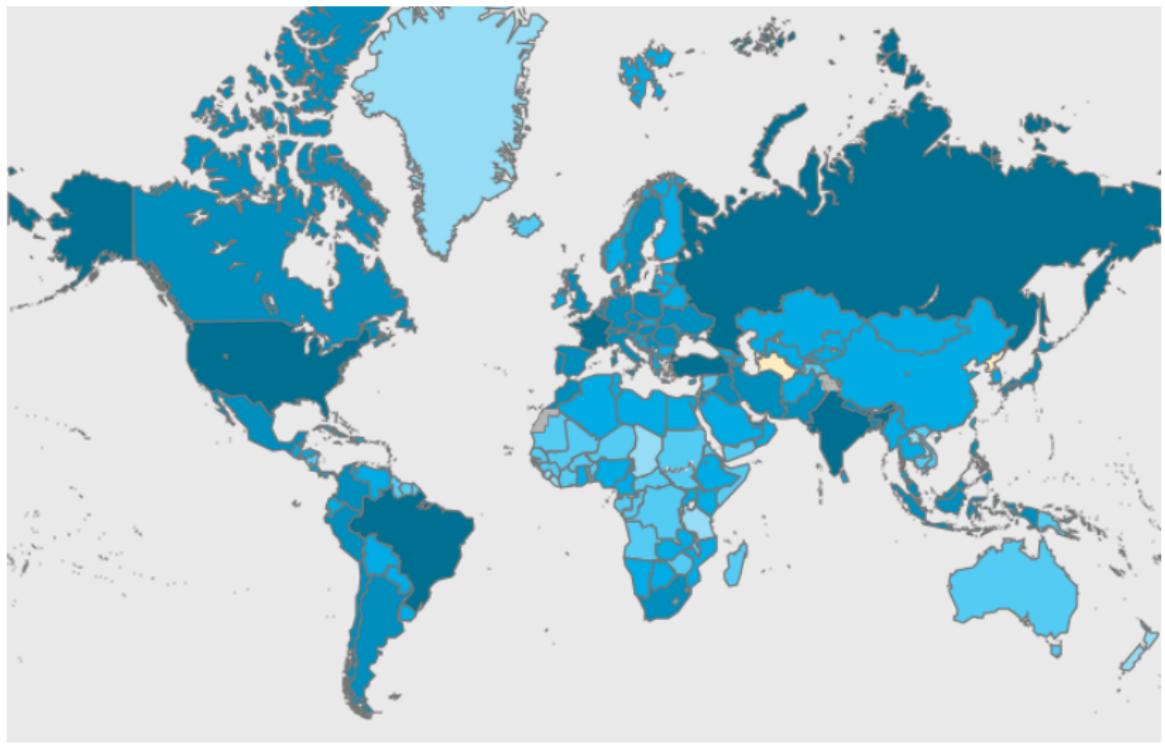
# Популярность браузеров в 2002-2009



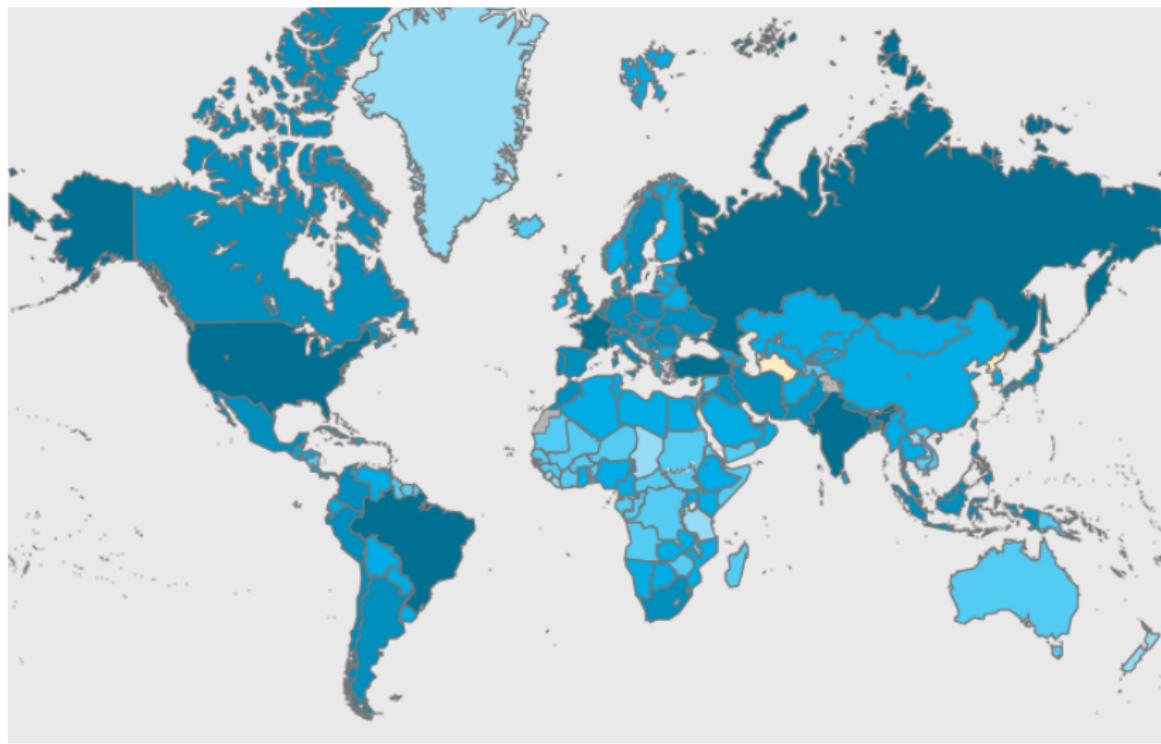


# Карта землетресений





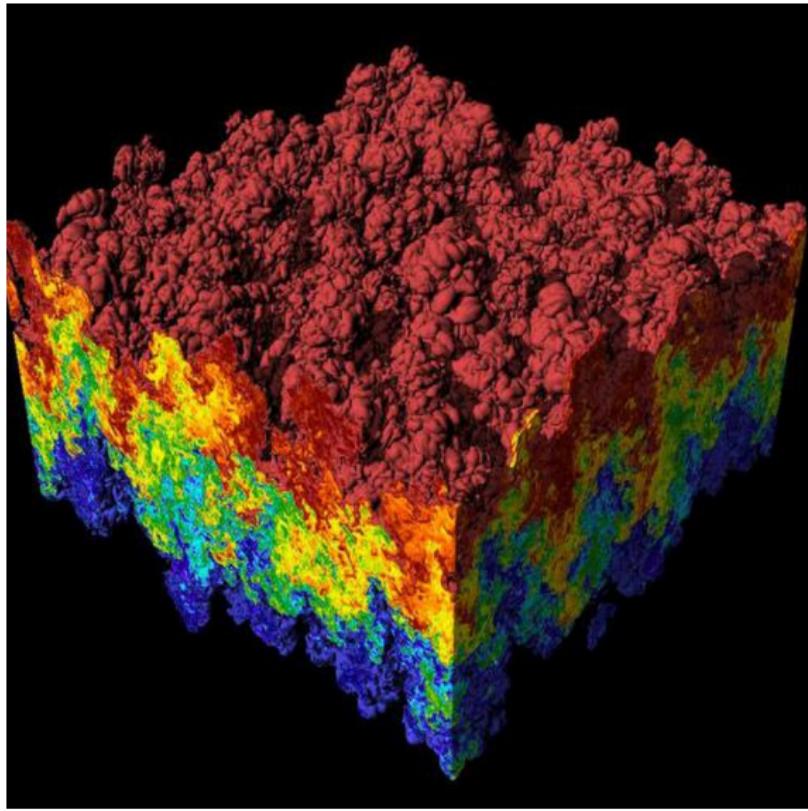
# Количество случаев заражения COVID-19



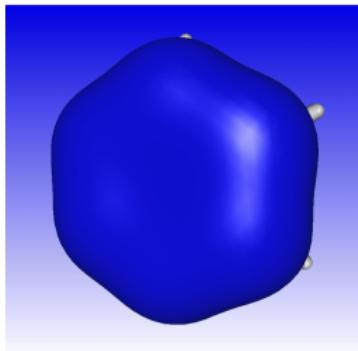
# Что такое компьютерная графика?

- ▶ Кинематограф
- ▶ Компьютерные игры
- ▶ Рисунки, concept art
- ▶ Графический интерфейс
- ▶ Визуализация данных
- ▶ Научная визуализация

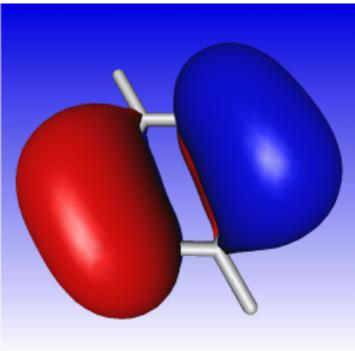
# Неустойчивость Рэлея — Тейлора



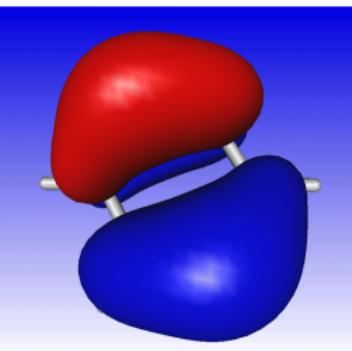
# Молекулярные орбитали бензола



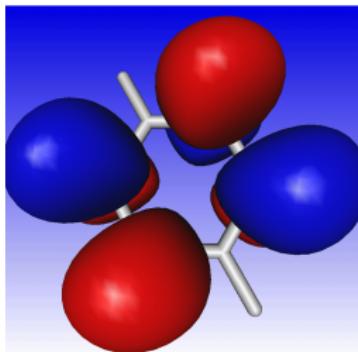
16



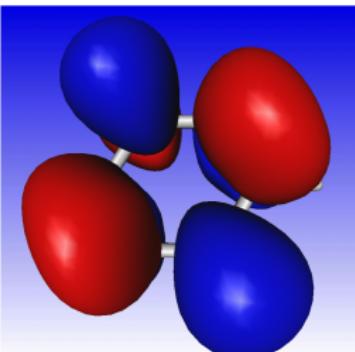
20



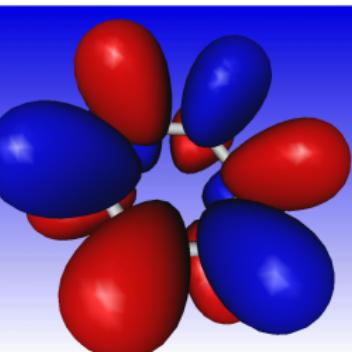
21



22

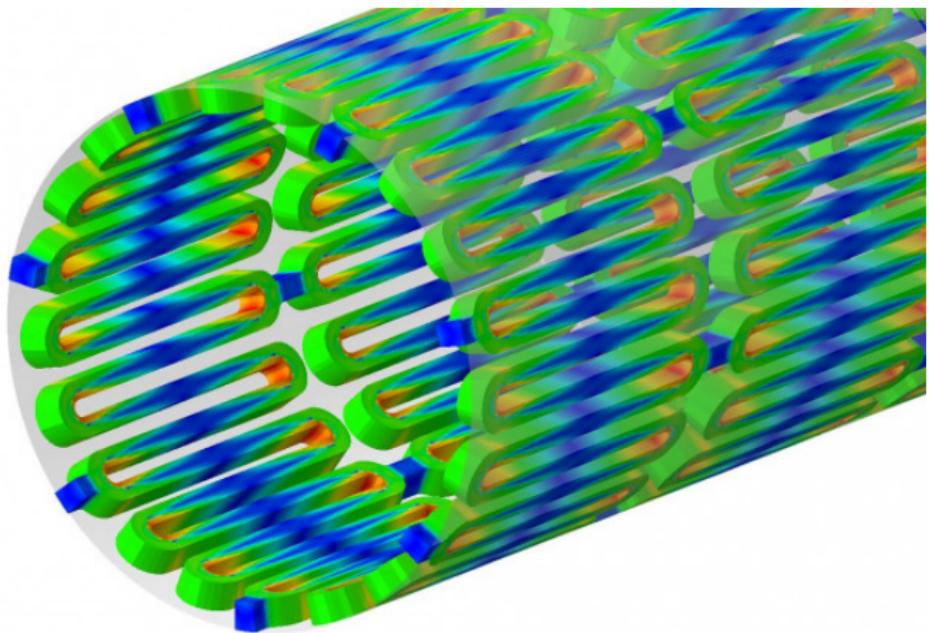


23



30

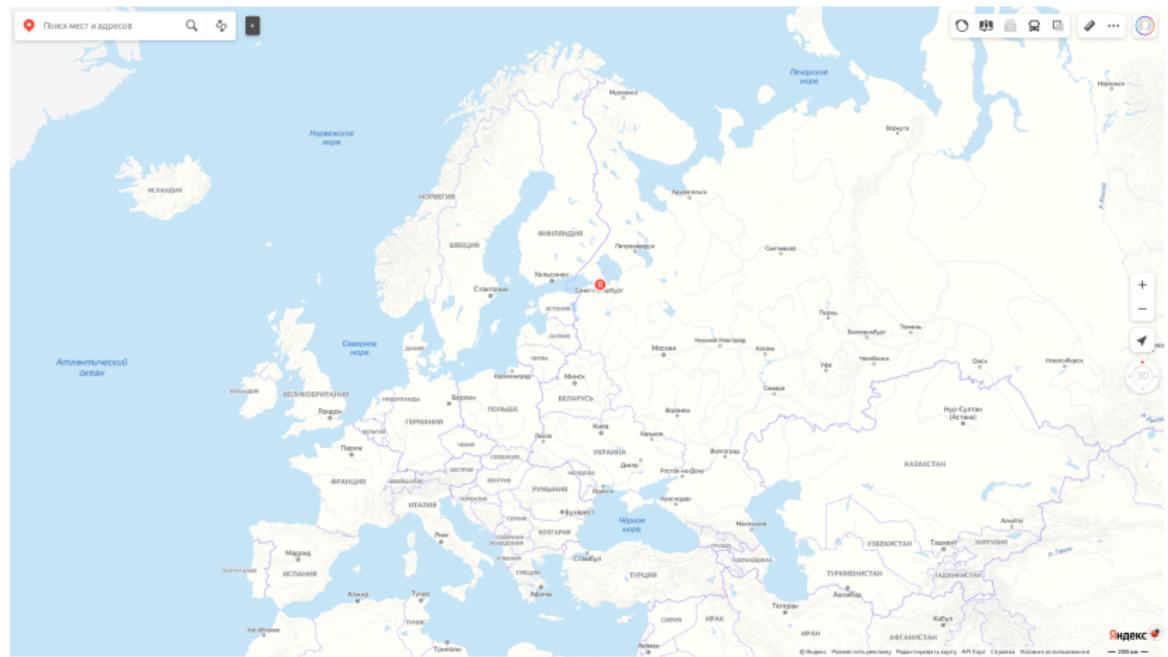
# Симуляция напряжений в стенке методом конечных элементов



# Что такое компьютерная графика?

- ▶ Кинематограф
- ▶ Компьютерные игры
- ▶ Рисунки, concept art
- ▶ Графический интерфейс
- ▶ Визуализация данных
- ▶ Научная визуализация
- ▶ Карты

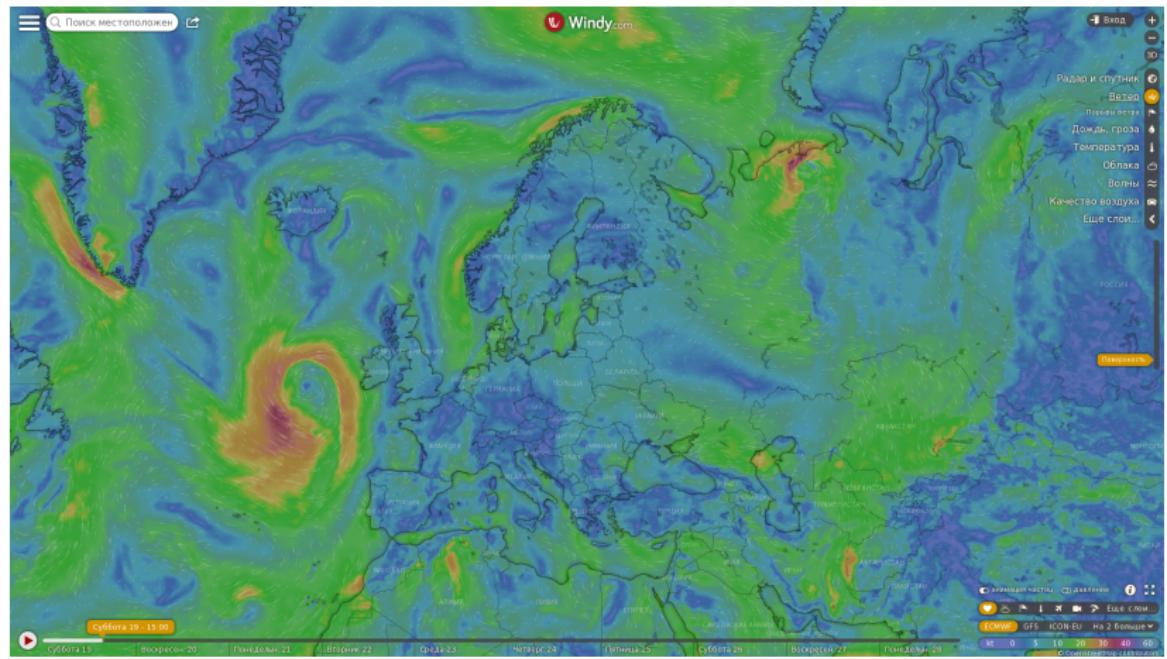
## Схематическая карта



# Спутниковая карта



## Карта погоды



# Что такое компьютерная графика?

- ▶ Кинематограф
- ▶ Компьютерные игры
- ▶ Рисунки, concept art
- ▶ Графический интерфейс
- ▶ Визуализация данных
- ▶ Научная визуализация
- ▶ Карты
- ▶ И т.д.

# Грубая и неточная классификация

# Грубая и неточная классификация

- ▶ 2D / 3D

# Грубая и неточная классификация

- ▶ 2D / 2.5D / 3D

# Грубая и неточная классификация

- ▶ 2D / 2.5D / 3D
- ▶ Векторная / растровая

# Грубая и неточная классификация

- ▶ 2D / 2.5D / 3D
- ▶ Векторная / растровая
- ▶ Realtime / offline

# Грубая и неточная классификация

- ▶ 2D / 2.5D / 3D
- ▶ Векторная / растровая
- ▶ Realtime / near real-time / offline

# Грубая и неточная классификация

- ▶ 2D / 2.5D / 3D
- ▶ Векторная / растровая
- ▶ Realtime / near real-time / offline
- ▶ Фотореалистичная / стилизованная

# Грубая и неточная классификация

- ▶ 2D / 2.5D / 3D
- ▶ Векторная / растровая
- ▶ Realtime / near real-time / offline
- ▶ Фотореалистичная / стилизованная
- ▶ CPU / GPU

# Чем мы будем заниматься?

- ▶ 2D / 2.5D / 3D
- ▶ Векторная / растровая
- ▶ Realtime / near real-time / offline
- ▶ Фотореалистичная / стилизованная
- ▶ CPU / GPU

# Чем мы будем заниматься?

- ▶ 2D / 2.5D / 3D
- ▶ Векторная / растровая
- ▶ Realtime / near real-time / offline
- ▶ Фотореалистичная / стилизованная
- ▶ CPU / GPU

# Чем мы будем заниматься?

- ▶ 2D / 2.5D / 3D
- ▶ Векторная / растровая
- ▶ Realtime / near real-time / offline
- ▶ Фотореалистичная / стилизованная
- ▶ CPU / GPU

# Чем мы будем заниматься?

- ▶ 2D / 2.5D / 3D
- ▶ Векторная / растровая
- ▶ Realtime / near real-time / offline
- ▶ Фотореалистичная / стилизованная
- ▶ CPU / GPU

# Чем мы будем заниматься?

- ▶ 2D / 2.5D / 3D
- ▶ Векторная / растровая
- ▶ Realtime / near real-time / offline
- ▶ Фотореалистичная / стилизованная
- ▶ CPU / GPU

# Чем мы будем заниматься?

- ▶ 2D / 2.5D / 3D
- ▶ Векторная / растровая
- ▶ Realtime / near real-time / offline
- ▶ Фотореалистичная / стилизованная
- ▶ CPU / GPU

# Как использовать GPU?

# Как использовать GPU? Графические API:

# Как использовать GPU? Графические API:

- ▶ Вендор-специфичные API (1980е - 1990е)

# Как использовать GPU? Графические API:

- ▶ Вендор-специфичные API (1980е - 1990е)
- ▶ OpenGL (Silicon Graphics, 1992)

# Как использовать GPU? Графические API:

- ▶ Вендор-специфичные API (1980е - 1990е)
- ▶ OpenGL (Silicon Graphics, 1992)
  - ▶ OpenGL 3.3 (Khronos Group, 2010)

# Как использовать GPU? Графические API:

- ▶ Вендор-специфичные API (1980е - 1990е)
- ▶ OpenGL (Silicon Graphics, 1992)
  - ▶ OpenGL 3.3 (Khronos Group, 2010)
- ▶ DirectX (Microsoft, 1995)

# Как использовать GPU? Графические API:

- ▶ Вендор-специфичные API (1980е - 1990е)
- ▶ OpenGL (Silicon Graphics, 1992)
  - ▶ OpenGL 3.3 (Khronos Group, 2010)
- ▶ DirectX (Microsoft, 1995)
  - ▶ DirectX 12 (Microsoft, 2015)

# Как использовать GPU? Графические API:

- ▶ Вендор-специфичные API (1980е - 1990е)
- ▶ OpenGL (Silicon Graphics, 1992)
  - ▶ OpenGL 3.3 (Khronos Group, 2010)
- ▶ DirectX (Microsoft, 1995)
  - ▶ DirectX 12 (Microsoft, 2015)
- ▶ Metal (Apple, 2014)

# Как использовать GPU? Графические API:

- ▶ Вендор-специфичные API (1980е - 1990е)
- ▶ OpenGL (Silicon Graphics, 1992)
  - ▶ OpenGL 3.3 (Khronos Group, 2010)
- ▶ DirectX (Microsoft, 1995)
  - ▶ DirectX 12 (Microsoft, 2015)
- ▶ Metal (Apple, 2014)
- ▶ Vulkan (Khronos Group, 2016)

# Как использовать GPU? Графические API:

- ▶ Вендор-специфичные API (1980е - 1990е)
- ▶ OpenGL (Silicon Graphics, 1992)
  - ▶ OpenGL 3.3 (Khronos Group, 2010)
- ▶ DirectX (Microsoft, 1995)
  - ▶ DirectX 12 (Microsoft, 2015)
- ▶ Metal (Apple, 2014)
- ▶ Vulkan (Khronos Group, 2016)

# Как использовать GPU? Графические API:

- ▶ Вендор-специфичные API (1980е - 1990е)
- ▶ OpenGL (Silicon Graphics, 1992)
  - ▶ [OpenGL 3.3 \(Khronos Group, 2010\)](#)
- ▶ DirectX (Microsoft, 1995)
  - ▶ [DirectX 12 \(Microsoft, 2015\)](#)
- ▶ Metal (Apple, 2014)
- ▶ [Vulkan \(Khronos Group, 2016\)](#)