

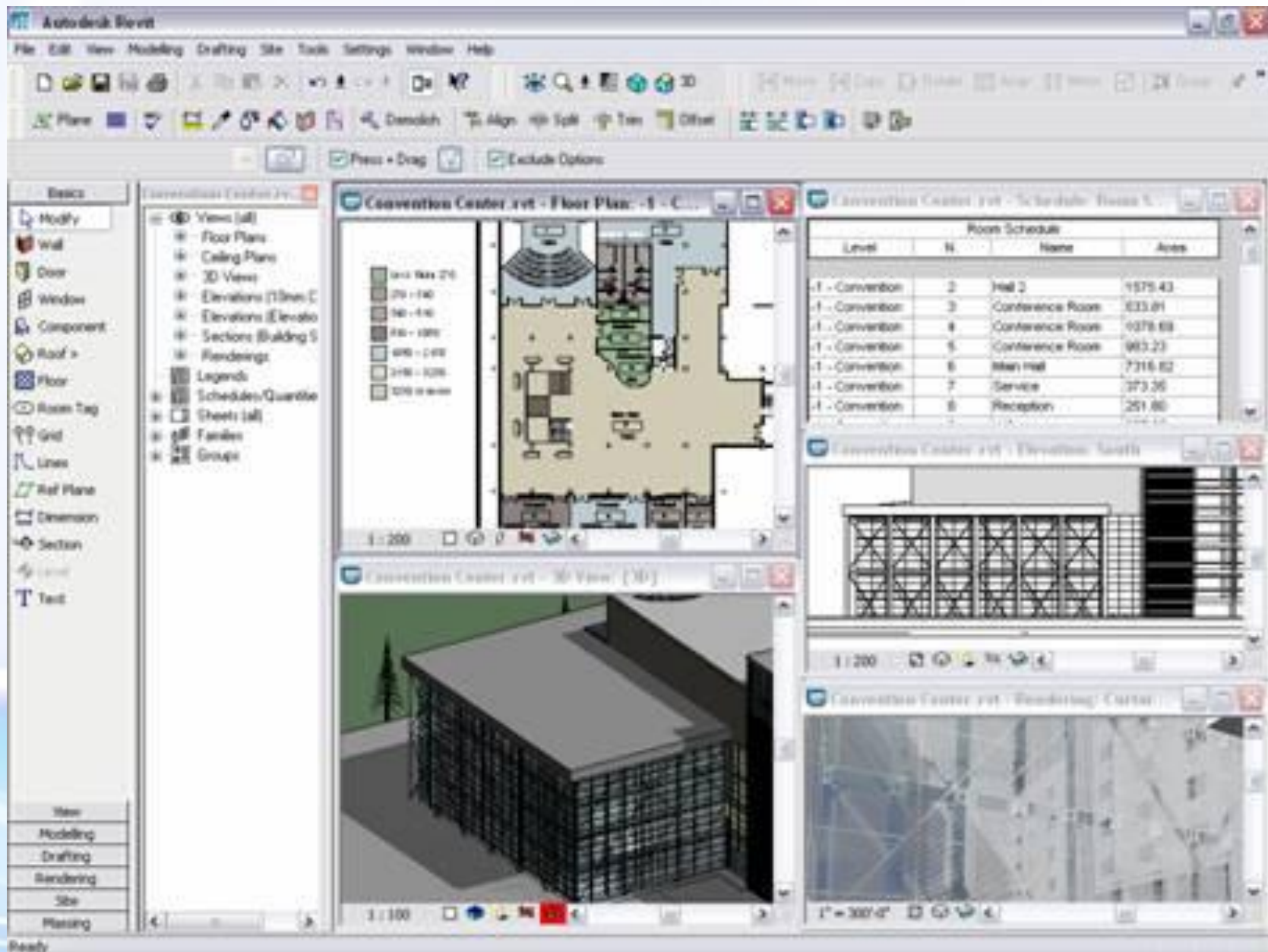
# Информационное моделирование на компьютере

№25      29.10.2018

# В чём основное преимущество компьютера перед человеком?

Главное преимущество компьютера перед человеком — *способность к быстрому счету*. Современные компьютеры считают со скоростями в сотни тысяч, миллионы и даже миллиарды операций в секунду.

Эти вычислительные возможности проявляются, прежде всего, в *компьютерном математическом моделировании*.



# Что такое математические модели?

Математическая модель — это описание моделируемого процесса на языке математики.

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho \cdot V \cdot C \cdot \frac{dT(t)}{dt} = G_{\text{тепл.}} \cdot C_{\text{тепл.}} (T_{\text{нач.}} - T_{\text{кон.}}) - \\ \quad - \left( \sum k \cdot F \cdot (T_{\text{в.}} - T_{\text{н.}}) + \right. \\ \quad \left. + G_{\text{свеж.}} \cdot C_{\text{возд.}} (T_{\text{в.}} - T_{\text{н.}}) \right); \\ \rho \cdot V \cdot \frac{dX(t)}{dt} = G_{\text{свеж.}} \cdot X_{\text{свеж.}} - G_{\text{ух.}} \cdot X_{\text{ух.}} + G_{\text{пар}}; \\ \rho \cdot V \cdot \frac{dM_{\text{CO}_2}(t)}{dt} = G_{\text{свеж.}} \cdot M_{\text{CO}_2 \text{ свеж.}} - G_{\text{ух.}} \cdot M_{\text{CO}_2 \text{ ух.}} + \text{oxi}(t, m); \\ T(t) = \frac{\left[ G_{\text{тепл.}} \cdot C_{\text{тепл.}} (T_{\text{нач.}} - T_{\text{кон.}}) + \right] \cdot e^{\frac{(\sum k \cdot F + G_{\text{свеж.}} \cdot C_{\text{возд.}})}{\rho V C} t} + T_0}{(\sum k \cdot F + G_{\text{свеж.}} \cdot C_{\text{возд.}}) \cdot e^{\frac{(\sum k \cdot F + G_{\text{свеж.}} \cdot C_{\text{возд.}})}{\rho V C} t}}; \quad (31) \\ X(t) = \frac{(G_{\text{свеж.}} \cdot X_{\text{свеж.}} + G_{\text{пар}}) \cdot e^{\frac{G_{\text{ух.}}}{\rho \cdot V} t} + X_0}{e^{\frac{G_{\text{ух.}}}{\rho \cdot V} t} \cdot G_{\text{ух.}}}; \\ M_{\text{CO}_2}(t) = \frac{(G_{\text{свеж.}} \cdot M_{\text{CO}_2 \text{ свеж.}} + \text{oxi}(t, m)) \cdot e^{\frac{G_{\text{ух.}}}{\rho \cdot V} t} + M_{\text{CO}_2 0}}{e^{\frac{G_{\text{ух.}}}{\rho \cdot V} t} \cdot G_{\text{ух.}}}; \end{array} \right.$$

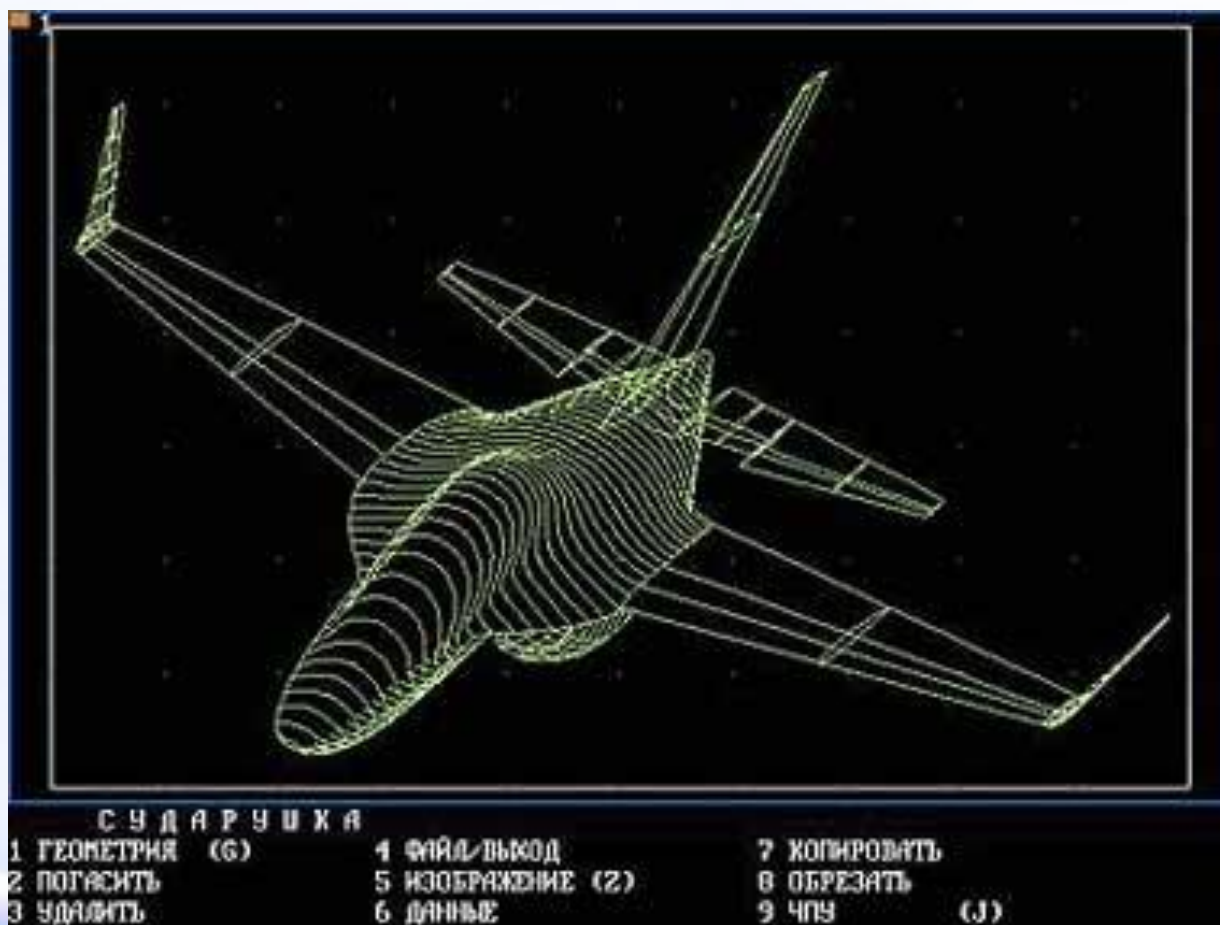
Раскрытая математическая модель микроклимата грибной теплицы

# Компьютерная математическая модель

Компьютерная математическая модель — это программа, реализующая расчеты состояния моделируемой системы по ее математической модели.

| Наименование показателей                                                | Годы эксплуатации расчетные |                |                  |                |                |                  |                  | Всего за 7 лет   |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
|                                                                         | 1 год                       | 2 год          | 3 год            | 4 год          | 5 год          | 6 год            | 7 год            |                  |
| Наработка часов на линии, час.                                          | 5 850                       | 5 250          | 4 800            | 4 200          | 3 600          | 2 850            | 2 400            | 28 950           |
| Наработка, км пробега                                                   | 81 900                      | 73 500         | 67 200           | 58 800         | 50 400         | 39 900           | 33 600           | 405 300          |
| Затраты на ТО                                                           | 145 489                     | 156 630        | 124 750          | 152 169        | 78 340         | 103 652          | 70 109           | 831 140          |
| Производительность самосвала, т-км/час                                  | 200                         | 200            | 200              | 200            | 200            | 200              | 200              |                  |
| Грузооборот самосвала, т-км                                             | 1 330 105                   | 1 193 684      | 1 091 368        | 954 947        | 818 526        | 648 000          | 545 684          | 6 582 316        |
| Затраты на транспортирование, руб.                                      | 8 56.2                      | 4 819.3        | 5 189.4          | 4 649.7        | 4 650.0        | 4 707.6          | 4 204.7          | 36 783.0         |
| Затраты на владение                                                     | 4 072 881                   | 0              | 0                | 0              | 0              | 0                | 0                | 4 072 881        |
| <b>Затраты на эксплуатацию</b>                                          |                             |                |                  |                |                |                  |                  |                  |
| ФОТ операторов, руб.                                                    | 997 920                     | 997 920        | 997 920          | 997 920        | 997 920        | 997 920          | 997 920          | 6 985 440        |
| Затраты на топливо, руб.                                                | 1 965 600                   | 1 764 000      | 1 612 800        | 1 411 200      | 1 209 600      | 957 600          | 806 400          | 9 727 200        |
| Затраты на шины                                                         | 669 900                     | 808 500        | 739 200          | 646 800        | 554 400        | 438 900          | 369 600          | 4 227 300        |
| Накладные расходы                                                       | 434 889                     | 466 363        | 545 685          | 453 169        | 435 954        | 482 646          | 402 258          | 3 220 975        |
| <b>Затраты на технический сервис, руб.</b>                              |                             |                |                  |                |                |                  |                  |                  |
| Затраты на текущий ремонт                                               | 175 500                     | 157 500        | 144 000          | 210 000        | 472 500        | 324 000          | 396 000          | 1 879 500        |
| Затраты на ТО                                                           | 162 948                     | 175 426        | 139 720          | 170 429        | 87 741         | 116 090          | 78 522           | 930 876          |
| <b>Затраты на узлы и агрегаты и ремонт (материалы)</b>                  | <b>82 594</b>               | <b>449 662</b> | <b>1 010 113</b> | <b>760 191</b> | <b>891 879</b> | <b>1 390 456</b> | <b>1 154 018</b> | <b>5 738 913</b> |
| Услуги сторонних организаций                                            | 0                           | 0              | 0                | 0              | 0              | 0                | 0                | 0                |
| Удельные затраты на технический сервис и владение самосвалом, руб./т-км | 3.88                        | 1.626          | 1.288            | 1.339          | 1.482          | 1.539            | 1.739            |                  |
| Удельные затраты на транспортирование г.м., руб./т-км                   | 6.4                         | 4.0            | 4.8              | 4.9            | 5.7            | 7.3              | 7.7              |                  |

**Таблица изменения показателей эксплуатации самосвала БелАЗ-7548**



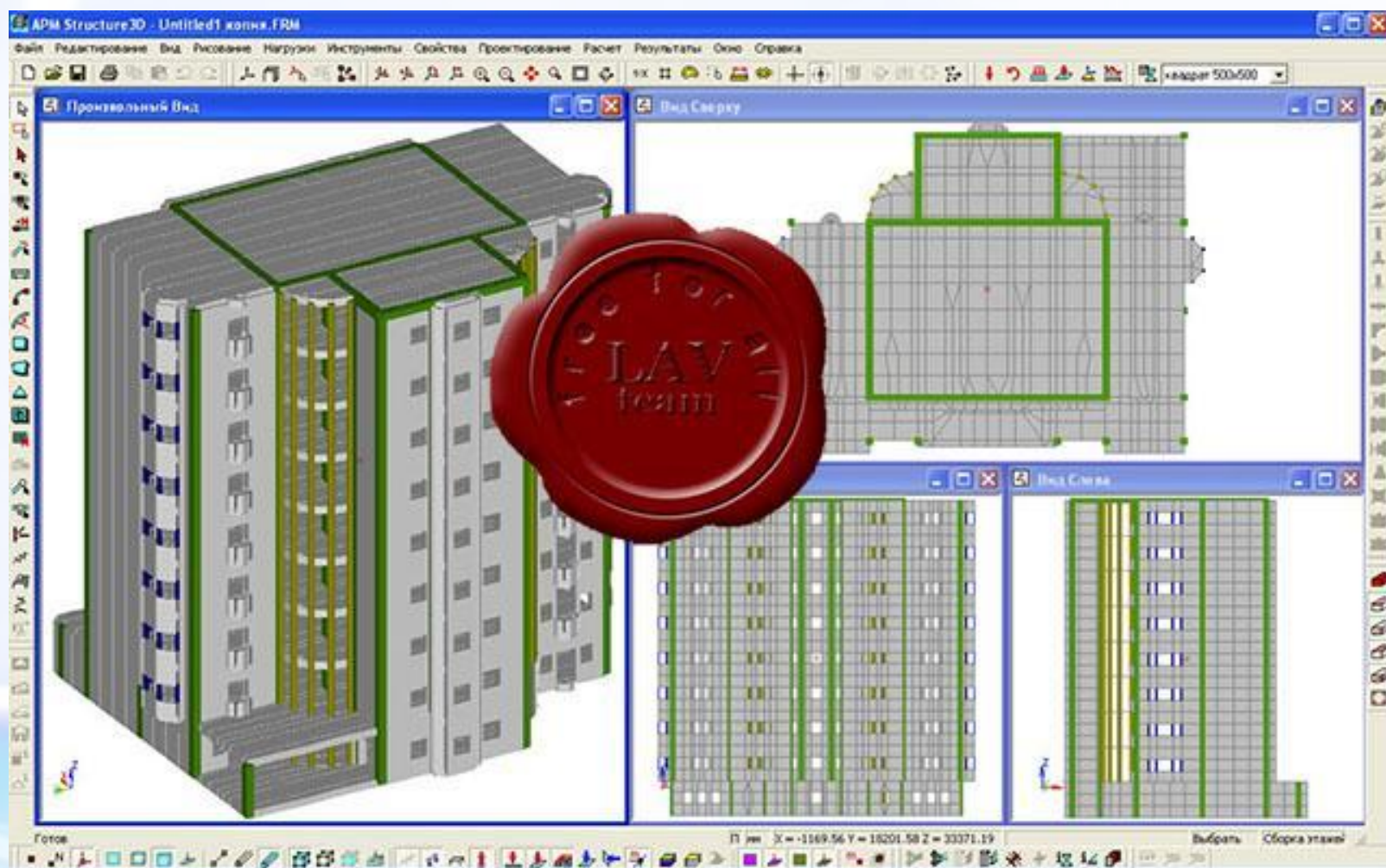
Математическая модель самолета Як-130, созданная в системе ГЕМОС

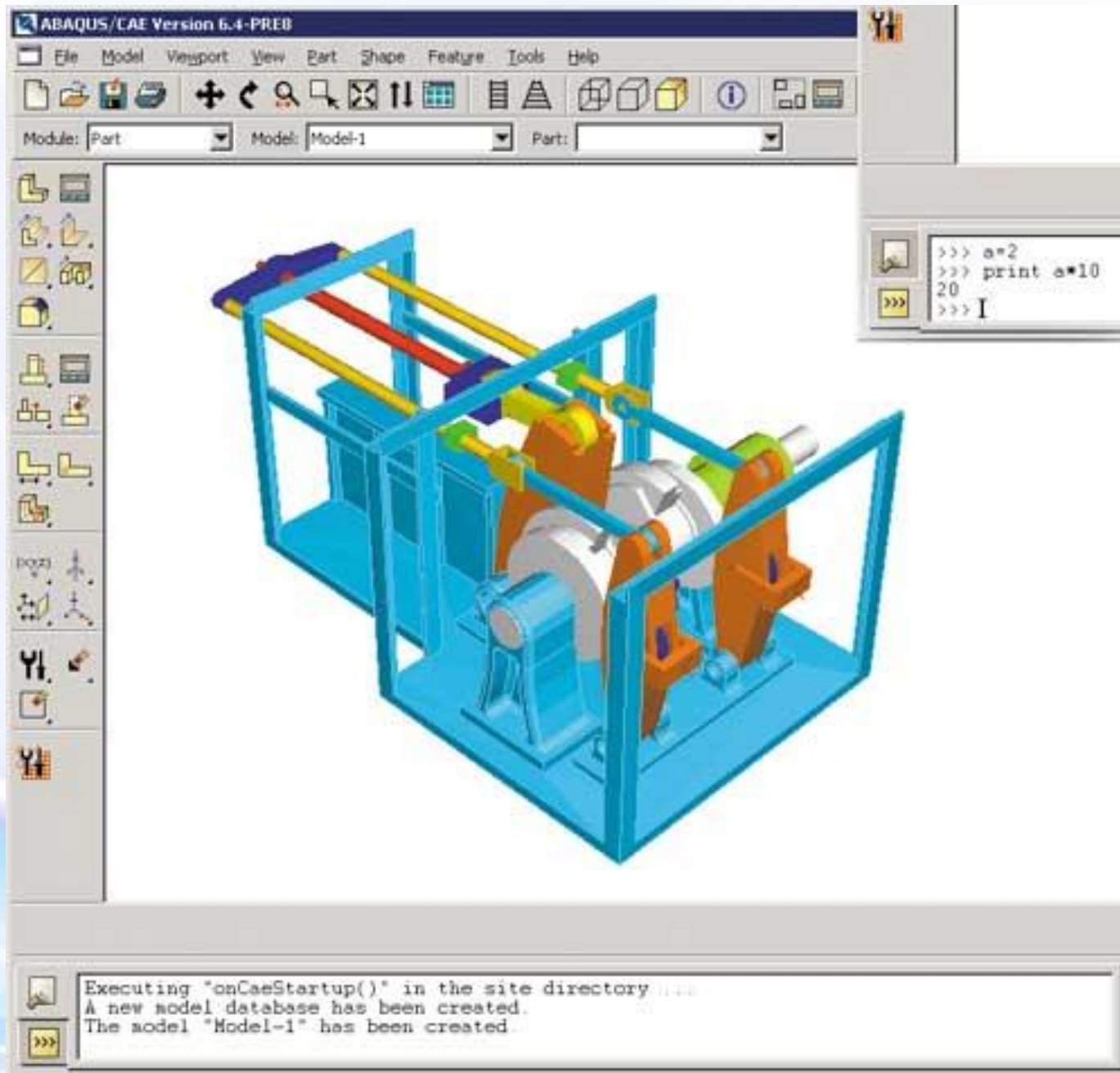
# Что такое вычислительный эксперимент

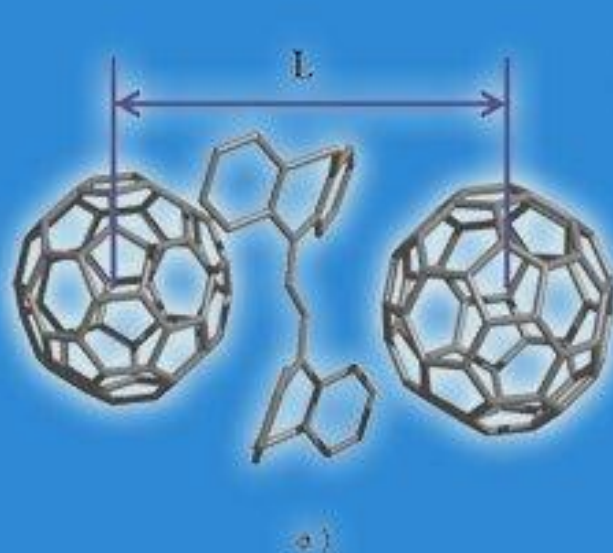
*Вычислительным экспериментом*

называется использование компьютерной математической модели для исследования поведения объекта моделирования

Важным свойством компьютерных математических моделей является возможность визуализации результатов расчетов. Этим целям служит использование компьютерной графики.

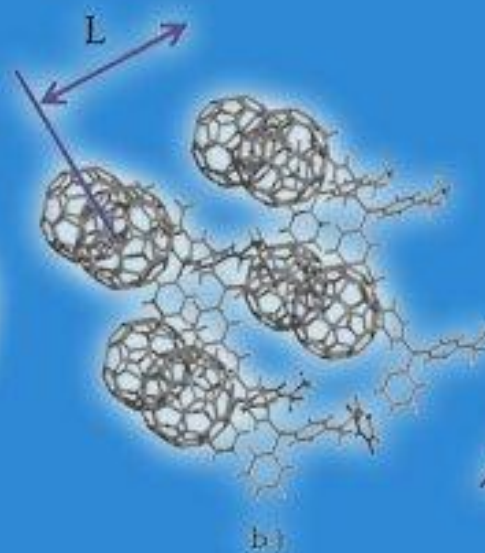






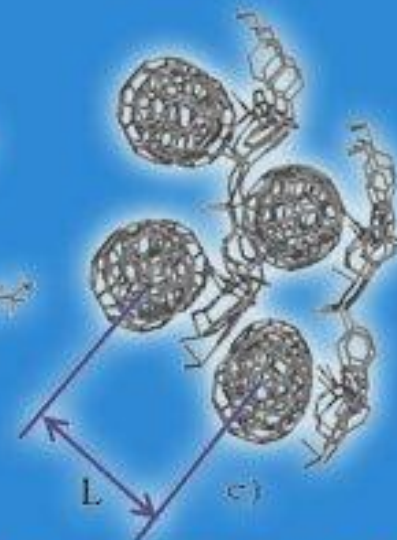
**Bz4BTPE·C60 (1x1)**

$L=0,97 \text{ nm}$



**LMG·C60 (2x4)**

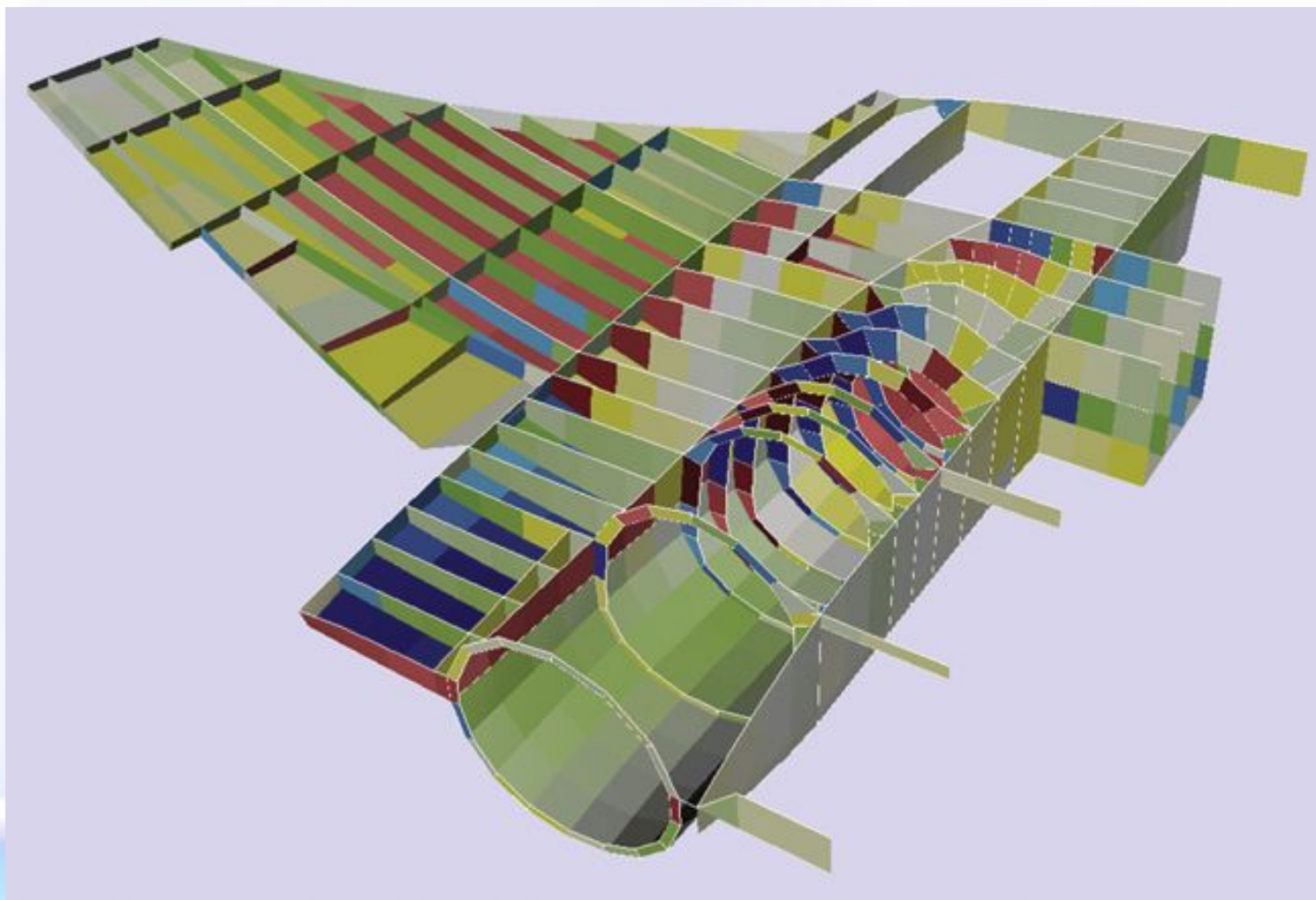
$L=1,29 \text{ nm}$



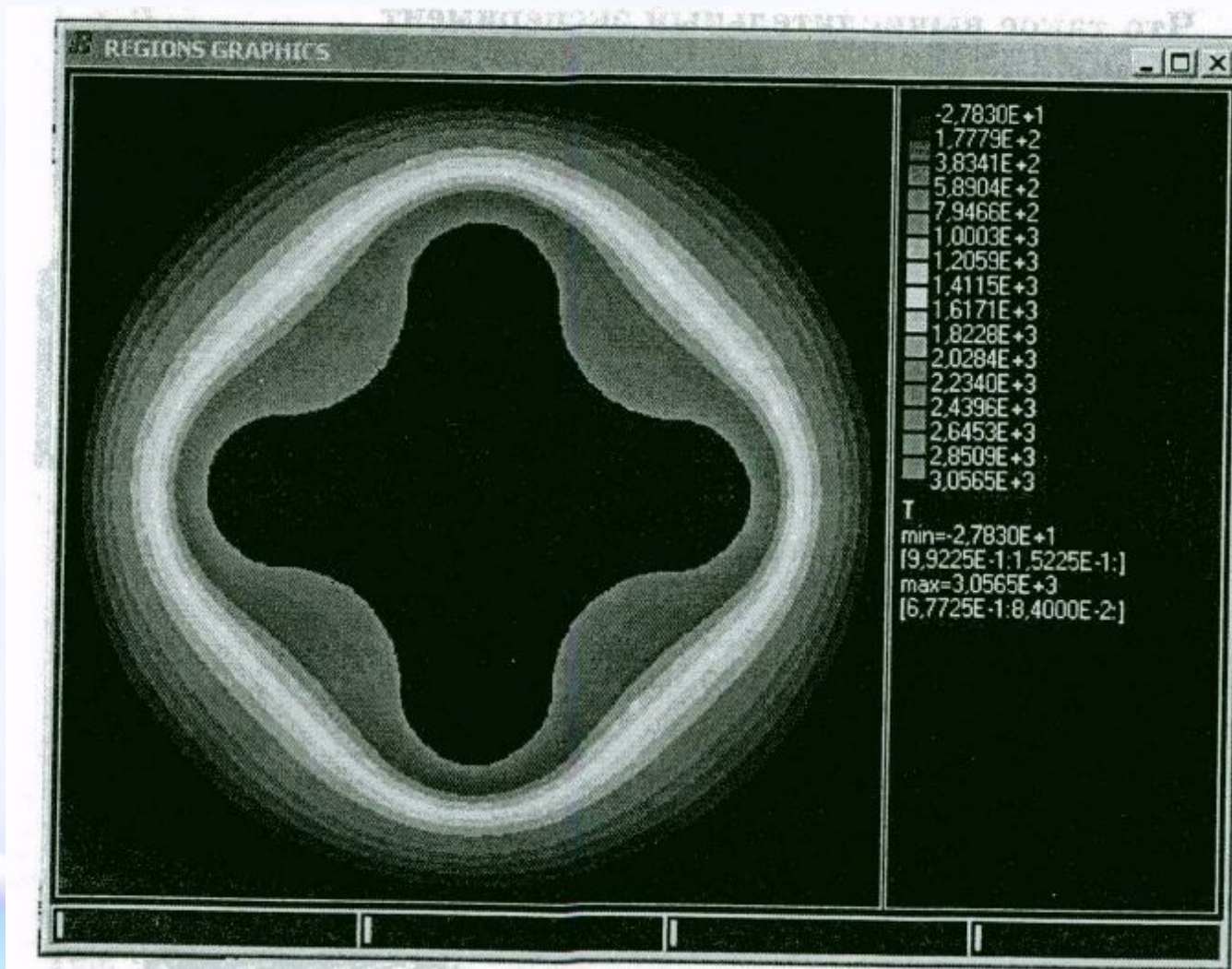
**LCV·C60 (2x6)**

$L=1,20 \text{ nm}$

**Визуализация квантово-химических расчетов для молекулярных кристаллов на основе фуллеренов C60.**



**Визуализация компонентов напряженно-деформированного состояния конструкции**



**Графическое представление результатов расчетов  
распределения температур по сечению  
твердотопливного ракетного двигателя**

# Управление на основе моделей

Еще одно важное направление компьютерного математического моделирования связано с использованием компьютеров в управлении. Компьютеры используют для управления работой химических реакторов на заводах, атомных реакторов на электростанциях, ускорителей элементарных частиц в физических лабораториях, полета автоматических космических станций и т. д.



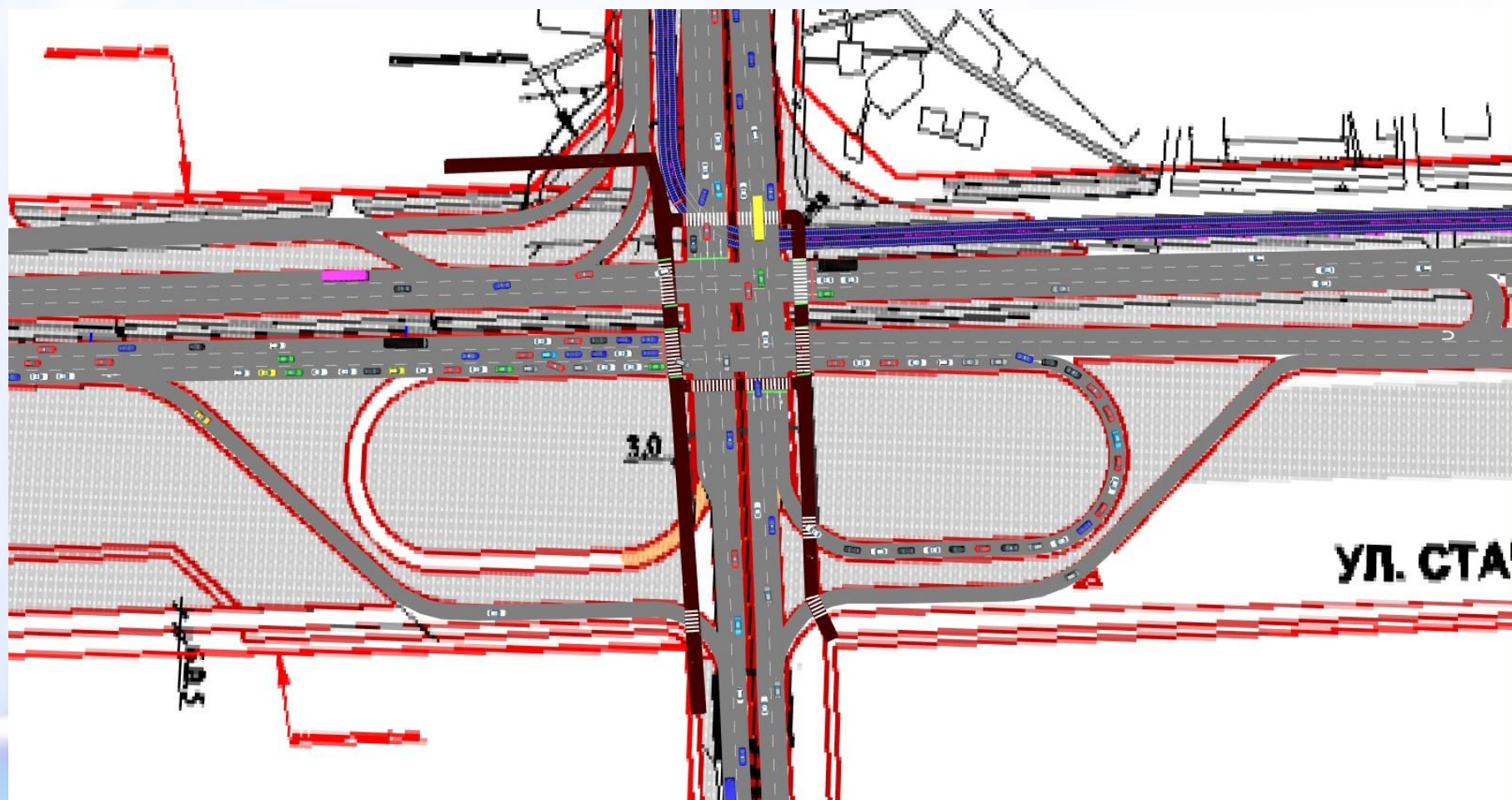
# Имитационное моделирование

*Имитационная модель воспроизводит поведение сложной системы, элементы которой могут вести себя случайным образом. Иначе говоря, поведение которых заранее предсказать нельзя.*

Задачи, решаемые с помощью имитационных моделей систем массового обслуживания, заключаются в поиске режимов работы служб сервиса (магазинов, автозаправок и пр.), уменьшающих время ожидания клиентов.

# Применение имитационного моделирования пешеходных потоков и их взаимодействия с другими участниками движения





## Организация дорожного движения