



**RUSSIAN FEDERAL NUCLEAR CENTER– ALL-RUSSIAN RESEARCH  
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL PHYSICS (RFNC-VNIIEF)**

**РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР ВНИИЭФ**

***Modeling Services:  
«From simulation to optimization»***

**The chief of scientifically-  
Research laboratory  
Oleg Kovalenko**

# Why modeling and optimization are necessary?

## MODELING GOALS :

- Understanding of the object internal nature;
- An event forecast;
- System optimization;
- Statement proofs.

## Conclusion:

- All purposes of modeling are directed on performance of decision-making;
- The head purpose of modeling is improvement of quality of decision-making.

# Why is poor quality of decisions accepted by the person?

## Reasons of low efficiency of decisions (without modeling):

- ① Underestimation and erratic perception of effects of feedback and delay;
- ② Simplification of a reality and selective usage of the information;
- ③ Time limitation of decision-making process;
- ④ Uncertainty and complexity of environment.

### Conclusion:

- 1. The dynamic system complexity increase sharply reduces efficiency of decision-making and its quality.*
- 2. The person always makes the decision on the basis of own intellectual **models** of a real system based on the linear dependences.*
- 3. In process of complication of system and time reduction of decision-making they become reactive and chaotic.*
- 4. The effect of training is reduced to increase of velocity of decision-making, but raises their efficiency a little.*

# Super Computer Applications

**The head purpose:** Improvement of quality of decision-making (Remained)

## **Super COMPUTER Modelling Advantages:**

Allows to raise essentially computing complexity of modelling (reduces computing time).

## **Consequence:**

Allows to solve the problems which solution has been unattainable for a reasonable time

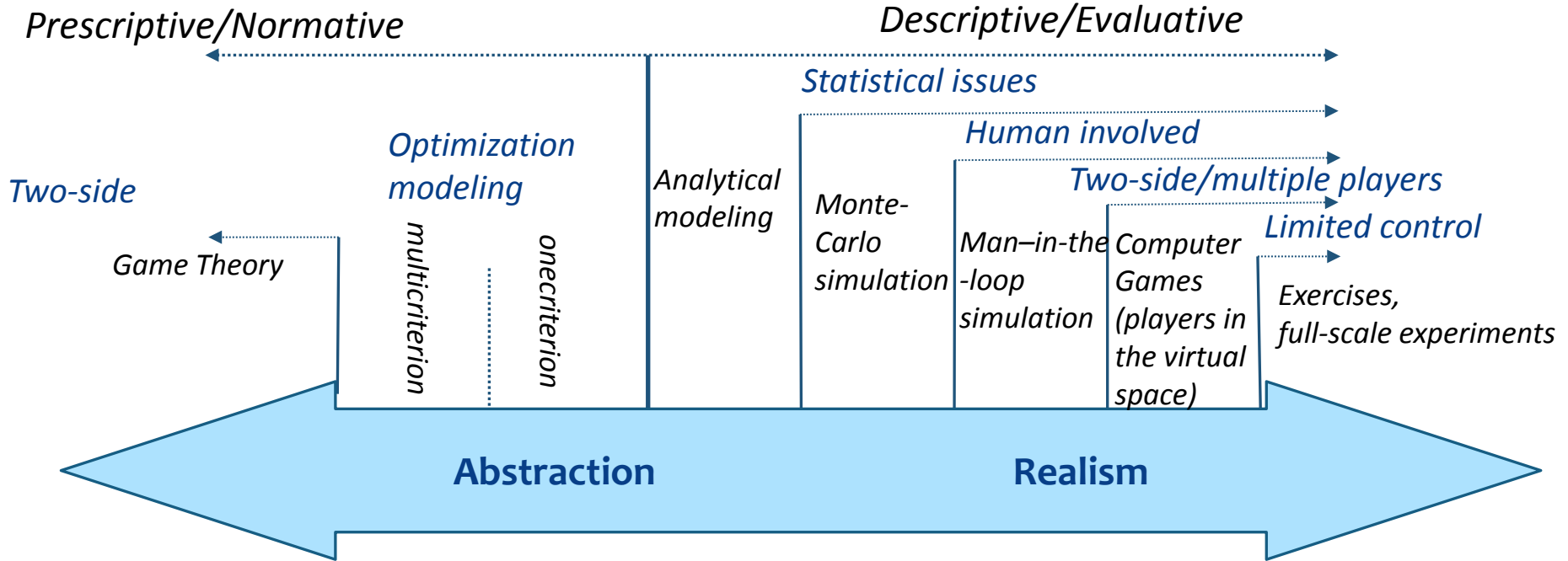
## **Remarks:**

1. Raise of computing complexity yet does not mean raise of accuracy of modeling.
2. Accuracy of modelling is attained by mathematical algorithm improvement.

## **Super computer modeling limitations:**

1. It is required to higher qualification of programmers.
2. Complexity of mathematical algorithms raises.
3. The number of experts perceiving the task decision as a whole decreases.

# Modeling Classification



# Rough Landing SuperJet-100 (The Software Package LOGOS)

Full-scale  
experiment



Validation

**Result:**

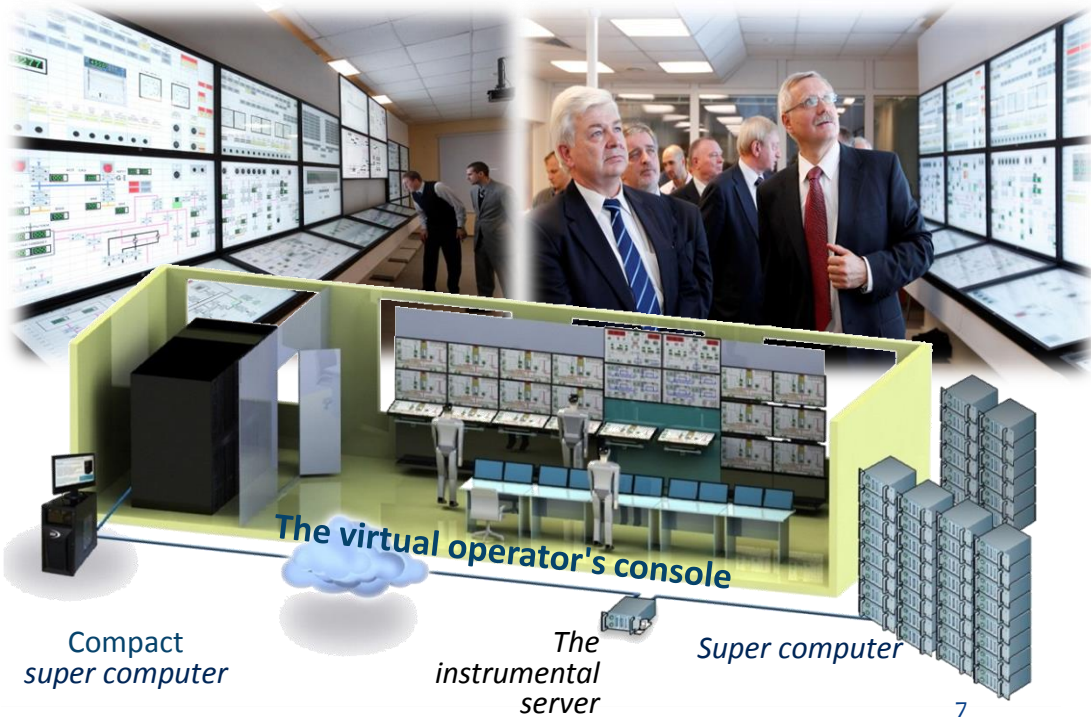
Acceptance in  
maintenance SuperJet-  
100 without *full-scale  
experiments*

Simulation



# The Virtual Power Unit (SPBAEP)

## Program-technical complex «The virtual power unit of the atomic power station»



- Modeling of all main systems of the power unit;
- hand-hold courses of operation technology of the nuclear power plant in various modes (on the basis of LNPP-2 project);

**Result:**

Improvement of professional skill of actions of operators of the atomic power station in regular and exception situations

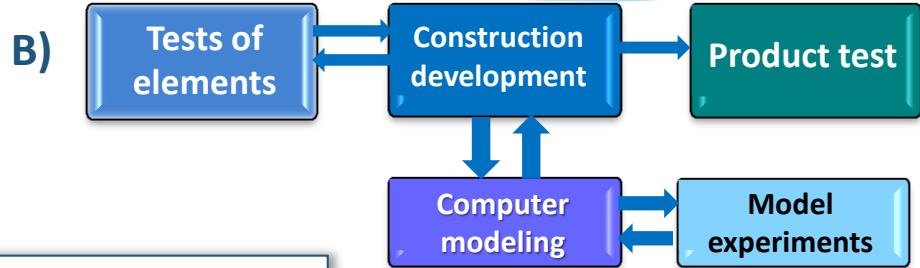


# Supercomputer Modeling Technologies

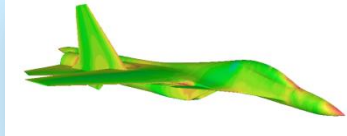
## Traditional design technology



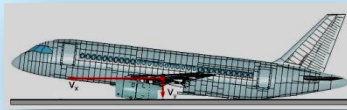
## The modern design technology



## Tasks of the big dimensionality

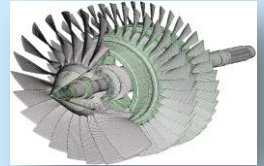


Calculation of aerodynamic characteristics. Dimensionality of the task about **50.000.000 calculating points**. Time of calculation of one point (a flight mode) nearby **150 h**.

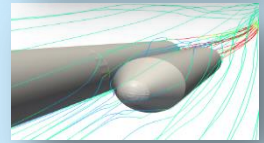


Crash landing SSJ 100 (without the chassis). Dimensionality of the task **about 8.000.000 calculating points**. Calculation time nearby **120 h**. Carrying out of full-scale tests is impossible.

•Hit of a bird in a head part of a fuselage. Dimensionality of the task about **1.000.000 calculating points**. Calculation time nearby **50 h**.



The combined calculation of aeroelasticity tasks. Dimensionality of the task about **60.000.000 calculating points**. Decision time nearby **300 h**.

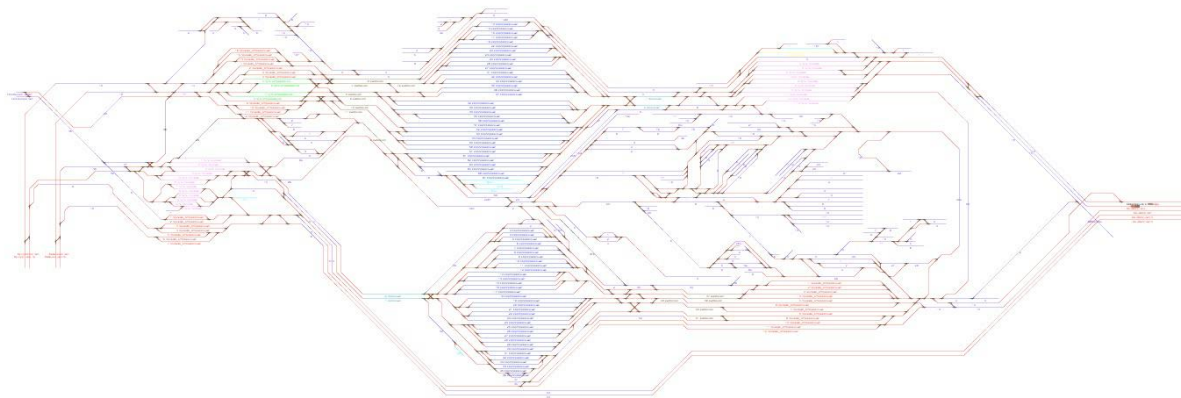


**Supercomputer technologies**



# Monte-Carlo Simulation of Operation of Ekaterinburg-Hump Station

Модель сортировочной станции г.Екатеринбург



## Result

Bottlenecks of the station technology and the station net are discovered

# Automized System Based on the Optimization Modeling (AS "InfraPrognoz")

АС "Инфрапрогноз" | Настройки Вид Справка

Пт 12. фев 17:10:01 2016 | Онлайн | 28: 408: МАНТ. - СВЕЧА

ДЦЛ | Поезда | Локомотивы | Бригады | Статистические отчетные формы | Рабочие задания | Станционный диспетчер

Отправить замечание | Список замечаний

### График движения поездов

Номер поезда: 2857

### Таблица действий

СВЕЧА	Отпр. № 2160 с 0/0 в 17:05.	Прос. № 2859 по 1/1 в 17:12.	Прос. № 4804 по 1/9 в 17:20.	Расф. № 4804 в 17:20.	Прос. № 1411 по 1/13 в 17:23.
ШАБАЛ	Прос. № 2824 по 1/2 в 17:03.	Прос. № 2857 по 1/1 в 17:10.	Прос. № 2857 по 1/13 в 17:15.	Прос. № 1411 по 1/13 в 17:23.	Прос. № 1411 по 1/13 в 17:23.
КРУТ.	Прос. № 2826 по 1/2 в 17:05.	Прос. № 2853 по 1/1 в 17:12.	Прос. № 2116 по 1/4 в 17:13.	Прос. № 2116 по 1/2 в 17:13.	Отпр. № 2116 по 1/3 в 17:17.
ГОСТ.	Прос. № 2116 по 1/2 в 17:01.	Прос. № 2851 по 1/5 в 17:11.	Прос. № 2118 по 1/2 в 17:12.	Прос. № 1817 по 1/1 в 17:12.	Прос. № 1817 по 1/1 в 17:12.
СУПР.	Отпр. № 2991 с 1/5 в 17:07.	Отпр. № 2849 с 1/1 в 17:20.	Прием № 2851 на 1/7 в 17:23.	Прос. № 2855 по 1/1 в 17:31.	Отпр. № 2855 по 1/7 в 17:31.
ПОНА3	Прос. № 2828 по 1/2 в 17:09.	Прос. № 2991 по 1/1 в 17:12.	Отпр. № 8803 с 1/1 в 17:12.	Прос. № 2849 по 1/1 в 17:28.	Отпр. № 2849 по 1/1 в 17:28.
ЯКШАН	Прос. № 2828 по 1/2 в 16:46.	Прос. № 2991 по 1/1 в 17:35.	Прос. № 3224 по 1/1 в 17:38.	Прос. № 2849 по 1/1 в 17:51.	Прос. № 2849 по 1/1 в 17:51.
ЗЕБЛ.	Прием № 2129 на 1/1 в 17:03.	Прос. № 2131 по 1/5 в 17:18.	Прос. № 3224 по 1/5 в 17:29.	Прос. № 2991 по 1/5 в 17:47.	Расф. № 2991 по 1/5 в 17:50.
ШАРЬ-Т	Прием № 2583 на 2/34 в 17:01.	Прос. № 3224 по 2/2 в 17:10.	Прос. № 3224 по 2/1 в 17:12.	Отпр. № 1935 с 2/33 в 17:14.	Прием № 2131 на 2/34 в 17:14.
ШАРЬЯ	Отпр. № 3224 с 1/2 в 17:06.	Отпр. № 4385 с 1/1 в 17:14.	Прос. № 2583 по 1/1 в 17:16.	Отпр. № 4307 с 1/2 в 17:21.	Отпр. № 4307 с 1/1 в 17:21.
ВАРАК	Прос. № 2187 по 1/1 в 17:05.	Прос. № 4343 по 1/1 в 17:17.	Прос. № 4333 по 1/1 в 17:25.	Прос. № 2583 по 1/1 в 17:33.	Прос. № 2583 по 1/1 в 17:33.
ШЕКШ.	Отпр. № 3217 с 1/3 в 17:07.	Прос. № 2187 по 1/1 в 17:20.	Прос. № 4343 по 1/1 в 17:29.	Прос. № 8402 по 1/2 в 17:33.	Прос. № 8402 по 1/1 в 17:33.
УНЖА	Прос. № 73 по 1/1 в 16:52.	Прос. № 2183 по 1/1 в 17:13.	Прос. № 8402 по 1/1 в 17:15.	Прос. № 9761 по 1/1 в 17:19.	Форм. № 9761 по 1/1 в 17:22.
МАНТ.	Отпр. № 73 с 1/1 в 17:07.	Форм. № 4347 в 17:16.	Отпр. № 4347 с 1/13 в 17:16.	Прос. № 9761 по 1/13 в 17:26.	Прос. № 9761 по 1/13 в 17:26.

### Новостная лента

Станция	№ поезда	Операция	Время
КРУТ.	4347	Отпр.	17:25
ШАБАЛ	2116	Прос.	17:26
ГОСТ.	2853	Прос.	17:26
МАНТ.	9761	Прос.	17:26
КРУТ.	2118	Приб.	17:26
ШАРЬ-Т	4385	Расф.	17:26
ШАРЬ-Т	4385	Прос.	17:26
СВЕЧА	2824	Прос.	17:27
УНЖА	3217	Прос.	17:27
ПОНА3	4314	Отпр.	17:28
ПОНА3	4314	Форм.	17:28
ПОНА3	2849	Прос.	17:28
ЗЕБЛ.	3224	Прос.	17:29
ШЕКШ.	4343	Прос.	17:29
КРУТ.	2857	Прос.	17:30
ШАРЬЯ	2845	Отпр.	17:30
СВЕЧА	2859	Отпр.	17:30
ШАРЬЯ	1935	Приб.	17:31
СУПР.	2855	Прос.	17:31
СВЕЧА	2863	Приб.	17:32
ШАРЬ-Т	2131	Прос.	17:32
КРУТ.	2118	Отпр.	17:32
ГОСТ.	1817	Прос.	17:33
ШЕКШ.	8402	Прос.	17:33
ВАРАК	2583	Прос.	17:33
ШАРЬ-Т	4307	Прос.	17:33
МАНТ.	3217	Прос.	17:34
ЯКШАН	2991	Прос.	17:35
ШАРЬЯ	1935	Отпр.	17:37
ШЕКШ.	4333	Прос.	17:37
ЯКШАН	3224	Прос.	17:38
ШАБАЛ	4347	Прос.	17:38
СУПР.	2853	Приб.	17:38
СУПР.	2851	Отпр.	17:38
КРУТ.	1411	Прос.	17:38
ШАРЬЯ	2129	Приб.	17:38
СУПР.	4314	Прос.	17:38

Время последнего расчета: 12.02.2016 17:00 (2)



# InfraPrognoz Calculation Visualization

Platform

Анимация Времени

Project

- Управление
- Типы агентов, опре
- Соединение с базо
- Импорт сети из OpenSt
- Глобус 3D
  - Опции Вида
  - Опции Мыши
- Редакторы 3D
- Анимация
- Слои Глобуса
- Сцена агентов
  - Node 18119582
  - Node 18119583
  - Node 18119584
  - Node 18119585
  - Node 18119586

Общий вид отображения

Показывать

Показывать

Показывать

Показать По

Цвет неба от

Переход камеры между с

Фиксированная система к

Подвижная система коор,


Анимация Времени

Шаг/множитель времени: 300

Текущее время: 2015-09-12 09:00:00.000 От начала (сек): 0.000

Глобус 3D

FPS: 21.17

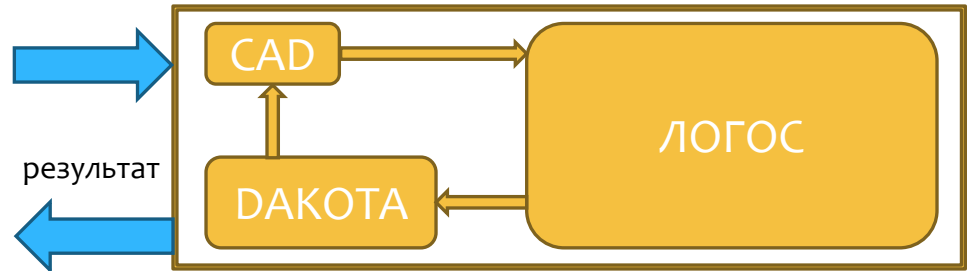
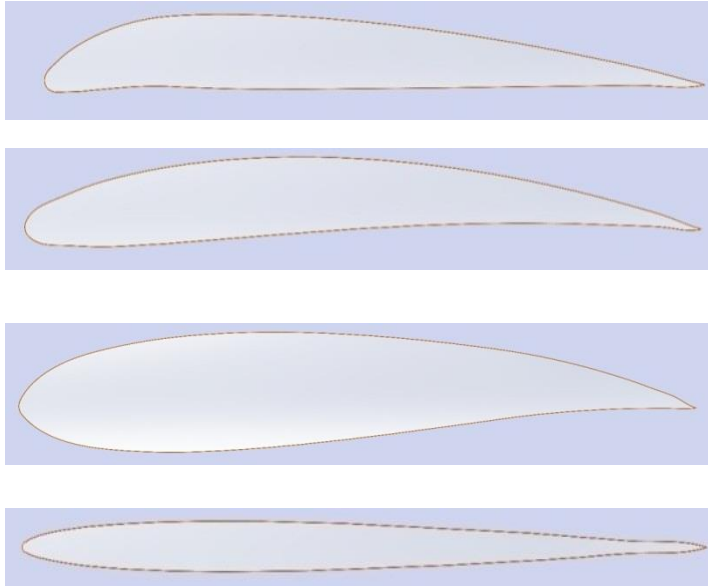


The main visualization area shows a 3D globe of the Earth with a network of green and orange nodes and lines overlaid. The network is concentrated in the Middle East, Central Asia, and parts of Europe and Asia. Labels for various countries and cities are visible on the globe, including Turkey, Iran, Kazakhstan, Mongolia, China, and others. The interface includes a toolbar with navigation and animation controls, a project tree on the left, and a control panel at the top right for time and camera settings.

# Multicriteria Optimization

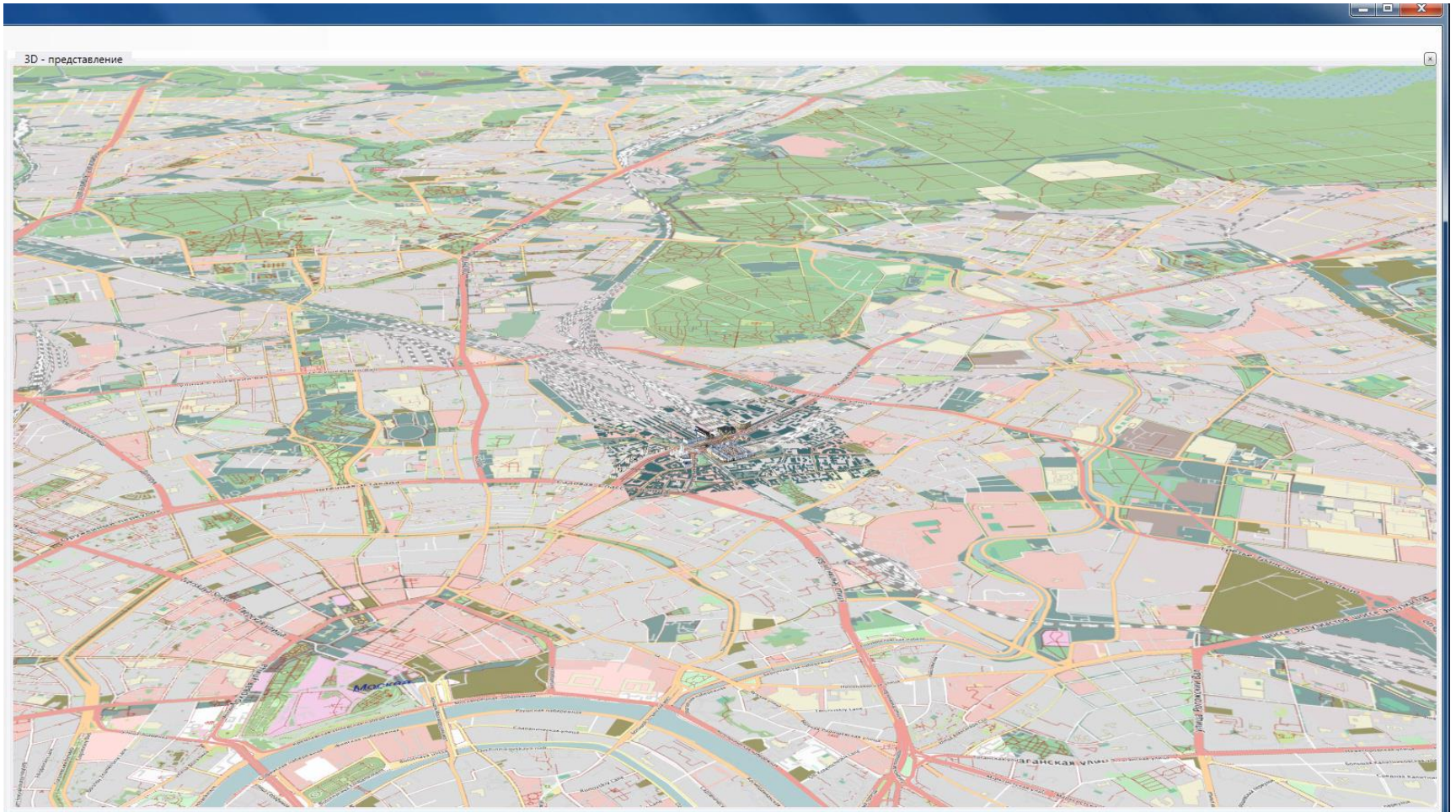
For the solution of problems of multicriteria optimization are used:

- CAD systems (SolidWorks, ProEngineer) – modification of geometry;
- CAE system (LOGOS of development of VNIIEF) - calculation of criterion functions;
- Optimizer (DAKOTA) – calculation of optimum parameters.





# 3D Visualization Platform for a Simulation



# Macro- language for Multiagent Modeling – Nested Petri Nets



# Generation of the Markov Renewal Equations



$$\mathbf{V}(t) = \mathbf{\Psi}(t) + \int_0^t \mathbf{Q}(\tau) \cdot \mathbf{V}(t - \tau) \cdot d\tau$$
$$\mathbf{V}(0) = \mathbf{I}$$
$$\mathbf{P}^T(t) = \mathbf{P}^T(0)\mathbf{V}(t)$$

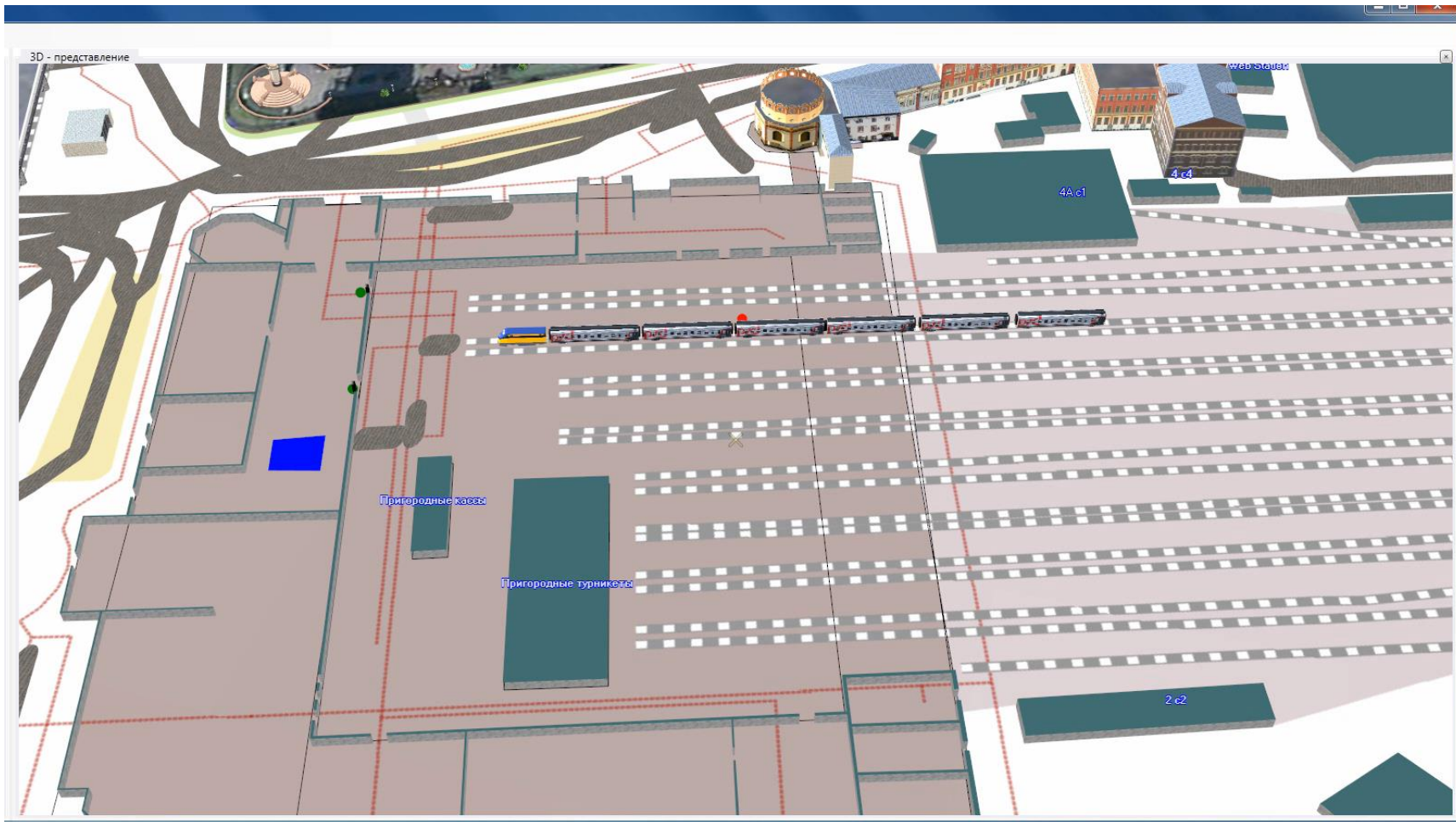
$\mathbf{V}(t)$  - Conditional Transition Probability Matrix

$\mathbf{Q}(t)$  - Semimarkov Kernel

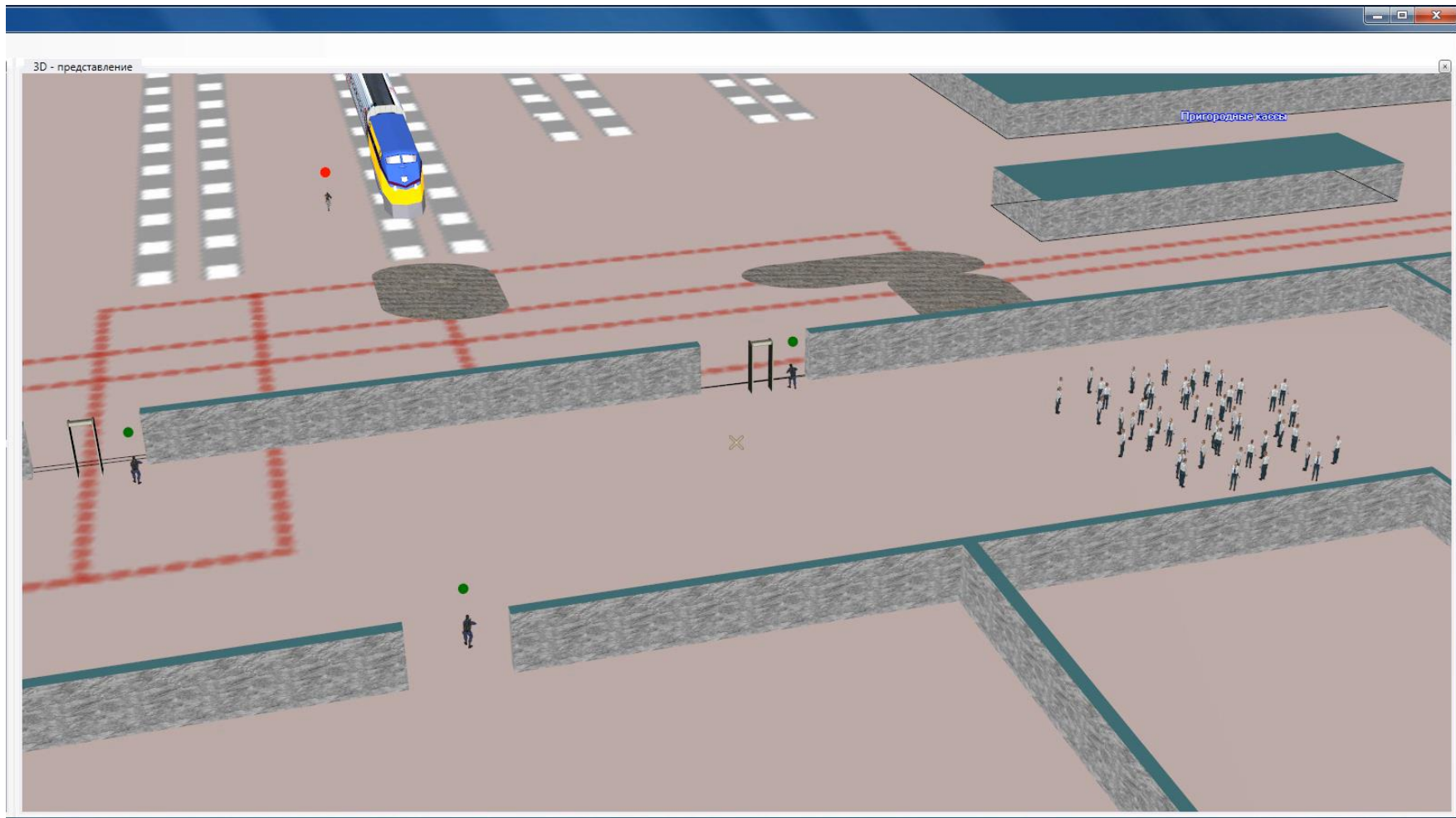
$\mathbf{P}^T(t)$  - Probability Vector to be in the States



# Estimation of physical defense of the object (the variant 1 - 2 security guards)



# Estimation of physical defense of the object (the variant 2 - 3 security guards)



# Thanks !

## References:

1. Каталевский, Д.Ю., Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении, 2015.
2. Alan R. Washbu, Moshe Kress, Combat Modeling, 2009.

RUSSIAN FEDERAL NUCLEAR CENTER –  
All-Russian Scientific Research Institute of Experimental  
Physics (RFNC-VNIIEF)