

S. Jatsun, B. Lushnikov, O. Emelyanova, A.S. Martinez Leon

*Department of Mechanics, Mechatronics and Robotics*

*Southwest State University (SWSU)*

*Kursk, Russian Federation*

This article discusses modern approaches to computer modeling of unmanned aerial vehicles (UAVs), described the integration process of SolidWorks and MATLAB/Simulink environments, an algorithm for modeling a dynamical model of an UAV type quadcopter based on PID control strategies has been implemented, a software for modeling and testing control algorithms for a UAVs type quadcopter has been performed. Further, there will be implemented different algorithms of control with the aim to obtain better results. Also, there will be extended the dynamical model of the quadcopter with the aim to positioning it as a research tool, as well as a teaching tool for the development of control systems and design of UAV systems in general.

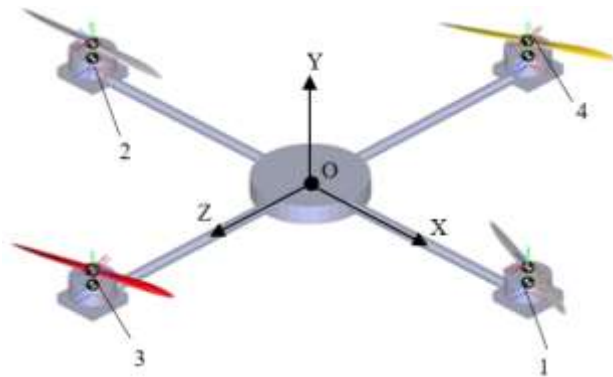


Fig.1. Quadcopter isometric view in SimMechanics/MATLAB: 1,2- Left and right motors, 3,4 – front and bottom motors, OXZY – Coordinate system

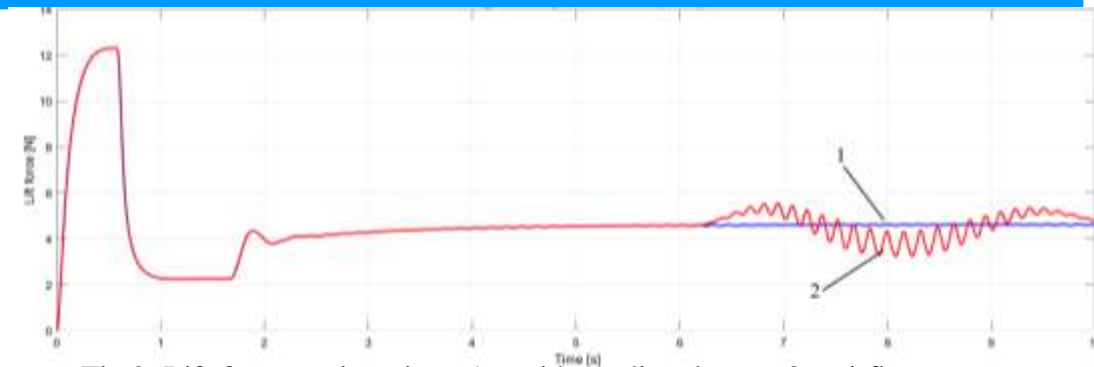


Fig.2. Lift force against time: 1 – without disturbance, 2 – airflow presence

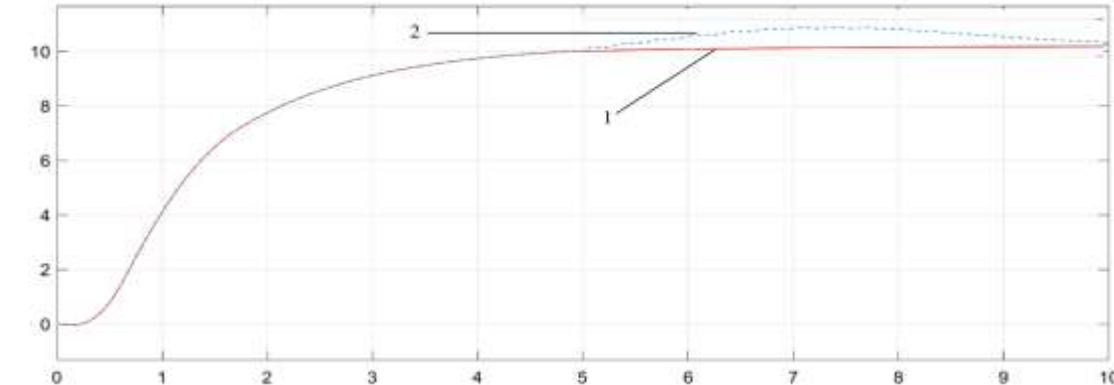


Fig.3. Hovering: 1 – without disturbance, 2 – airflow presence

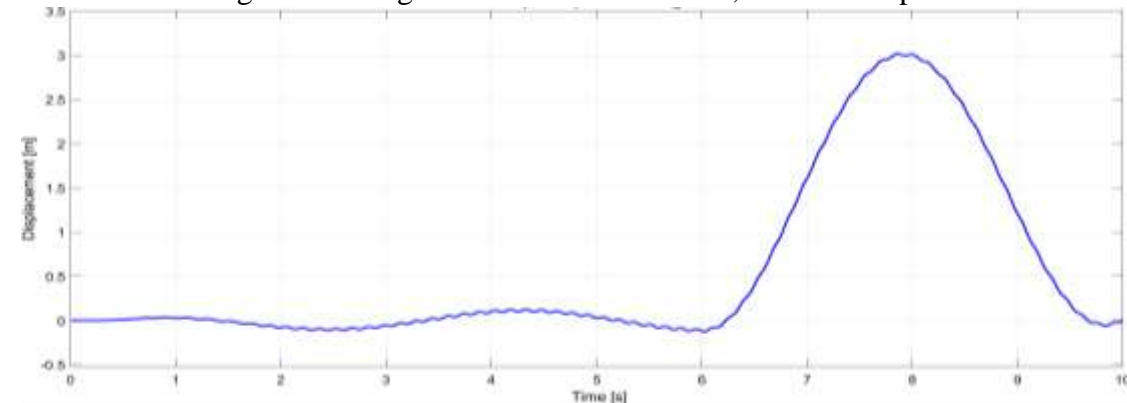


Fig.4. Displacement along x axis: 1 – without disturbance, 2 – airflow presence



Д.А. Миляков, В.С. Верба, В.И. Меркулов, А.С. Плящечник; АО  
«Концерн «Вега»

### Основные результаты

Формирование и функционирование  
реконфигурируемой активной  
фазированной антенной решетки  
(АФАР) на базе беспилотных  
летательных аппаратов (БЛА)

иллюстрируется двумя этапами:

**1) формирование**

стабилизированной неподвижной  
группировки БЛА в точках с  
заданными для каждого БЛА  
координатами в воздухе (рис. 1);

**2) формирование единой**

стабильной диаграммы  
направленности (ДН) полученной  
АФАР и выполнение сопровождения  
воздушного объекта (ВО) при его  
маневренном движении (рис. 2,3).

Реконфигурация АФАР (рис. 4,5)  
возможна в процессе выполнения  
поставленной задачи.

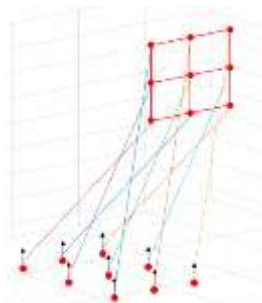


Рис. 1. Сформированная  
эквидистантная АФАР из 9 БЛА

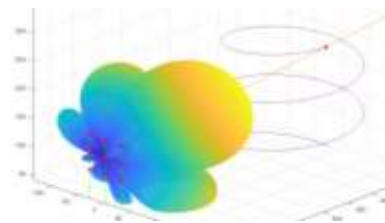


Рис. 2. ДН эквидистантной АФАР  
из 9 БЛА при сопровождении  
маневрирующего ВО

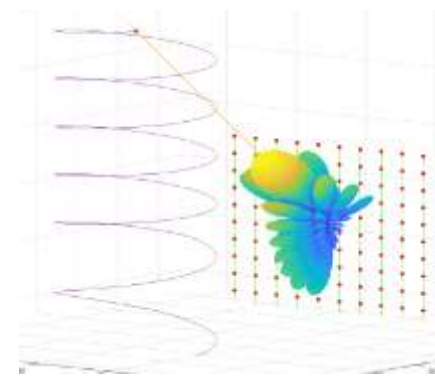


Рис. 3. ДН эквидистантной АФАР из  
100 БЛА при сопровождении  
маневрирующего ВО

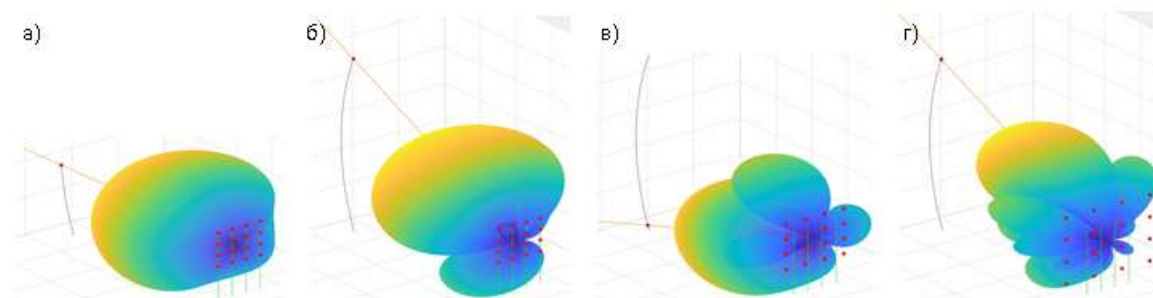


Рис. 4. Сопровождение маневрирующего ВО в АФАР из 9 БЛА с реконфигурацией узлов с  $0,25\lambda$  до  $0,5\lambda$

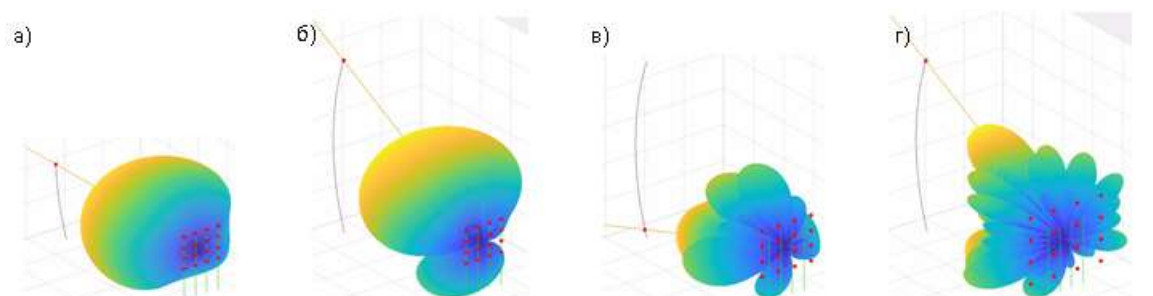


Рис. 5. Сопровождение маневрирующего ВО в АФАР из 9 БЛА с реконфигурацией узлов с  $0,25\lambda$  до  $0,9\lambda$



# Hand gestures recognition model for Augmented reality robotic applications

**Youshaa Murhij**

[murkhizhyu@student.bmstu.ru](mailto:murkhizhyu@student.bmstu.ru)

**Vladimir Serebrenny**

[vsereb@bmstu.ru](mailto:vsereb@bmstu.ru)

---

Robotic Systems And Mechatronics Department, Bauman Moscow  
State Technical University

# In this research:

---

- We will discuss the implementation of deep-learning hand recognition model in virtual reality environment to control an industrial manipulator.
- We will propose network architecture and 3D model in unity environment.



# System description:

---

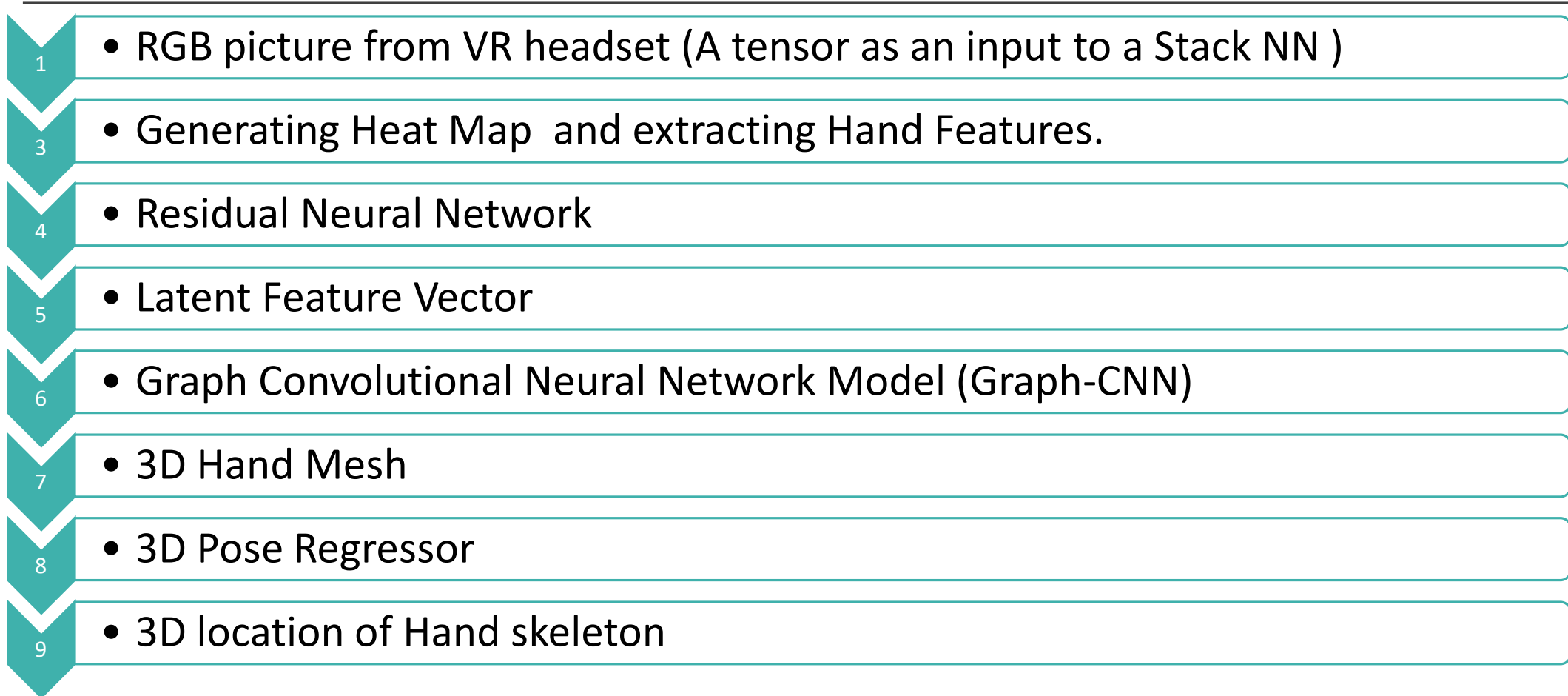
## Hardware:

An industrial manipulator connected to a PC using TCP/IP connection, AR/VR supported headset.

## Software:

Unity3D VR application.

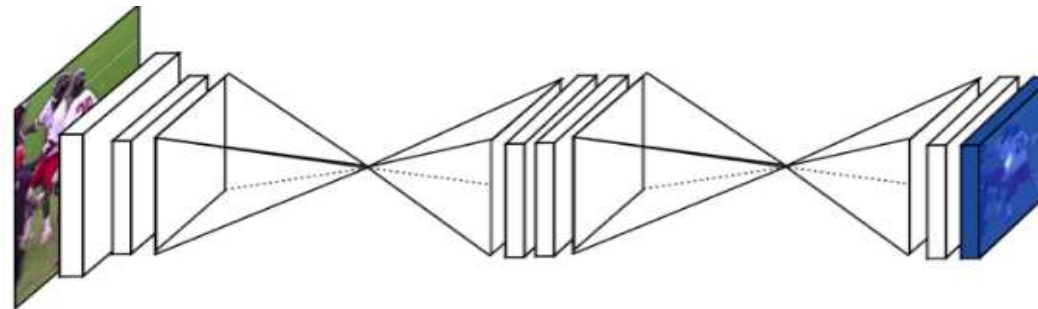
# AI Model scheme:



# Stacked Hourglass Network

---

- Successive steps of pooling and up-sampling
- This network includes a repeated bottom-up, top-down processing used in conjunction with intermediate supervision.
- We chose to use the hourglass structure because of the need to capture information at every scale

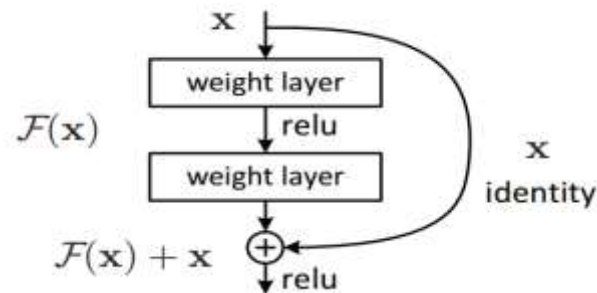


Two-Stacked Hourglass Network.

# Residual learning part

---

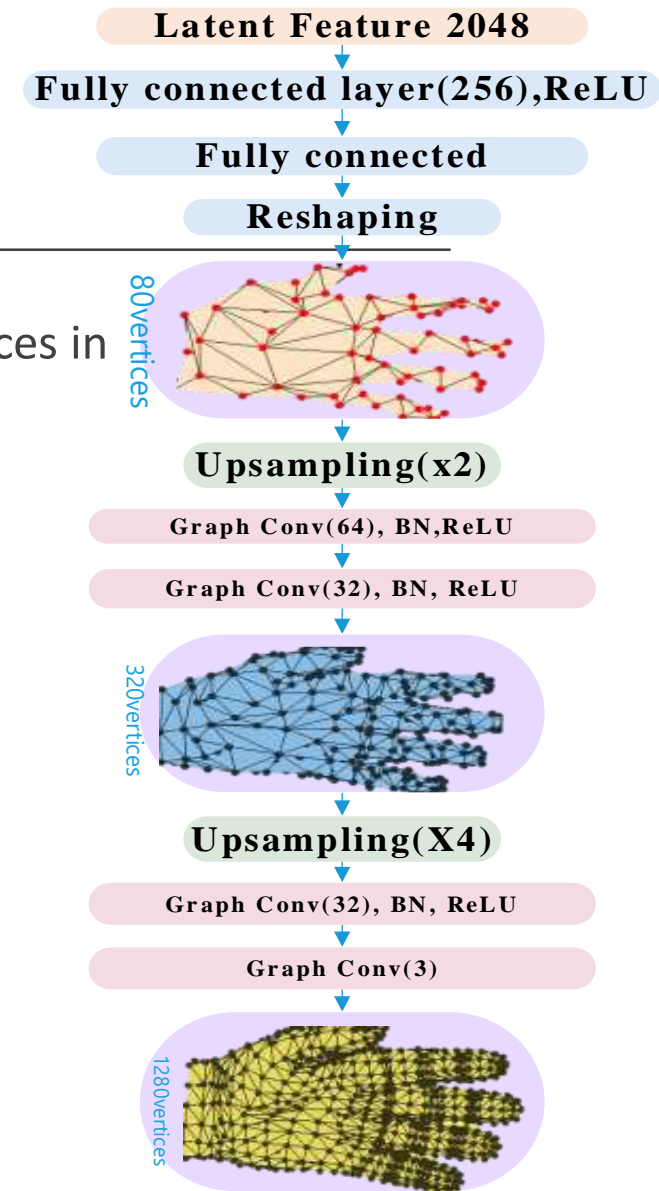
- Each layer feeds into the next layer and directly into the layers about 2–3 hops away.
- The convolutional layers mostly have  $3 \times 3$  filters.
- The network ends with a global average pooling layer and a fully-connected layer with SoftMax.



Residual learning: a building block

# Implemented Graph CNN model

- Chebyshev Spectral Graph CNN was applied to generate 3D coordinates of vertices in the hand mesh and estimate 3D hand pose from the generated mesh
- A 3D mesh can be represented by an undirected graph  $M = (V, E, W)$





# Applied Loss Functions

---

- Heat-map Loss
- Mesh Loss
- 3D Pose Loss
- The combined loss  $L_{fully}$ :

$$L_{fully} = \gamma_H L_H + \gamma_M L_M + \gamma_J L_J$$

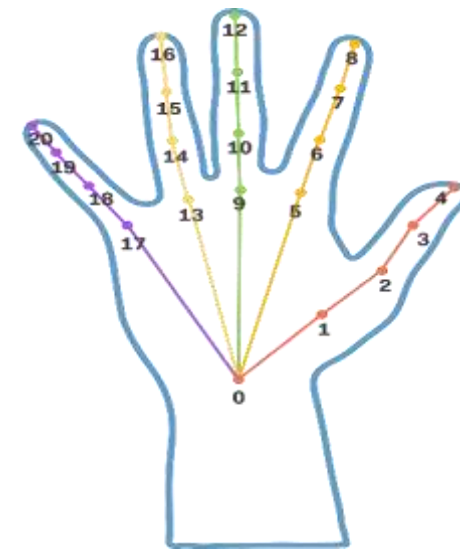
# Custom Dataset

---

- After training on synthetic dataset, we used real hand photos extracted from HTC VIVE PRO eye camera with their skeleton.



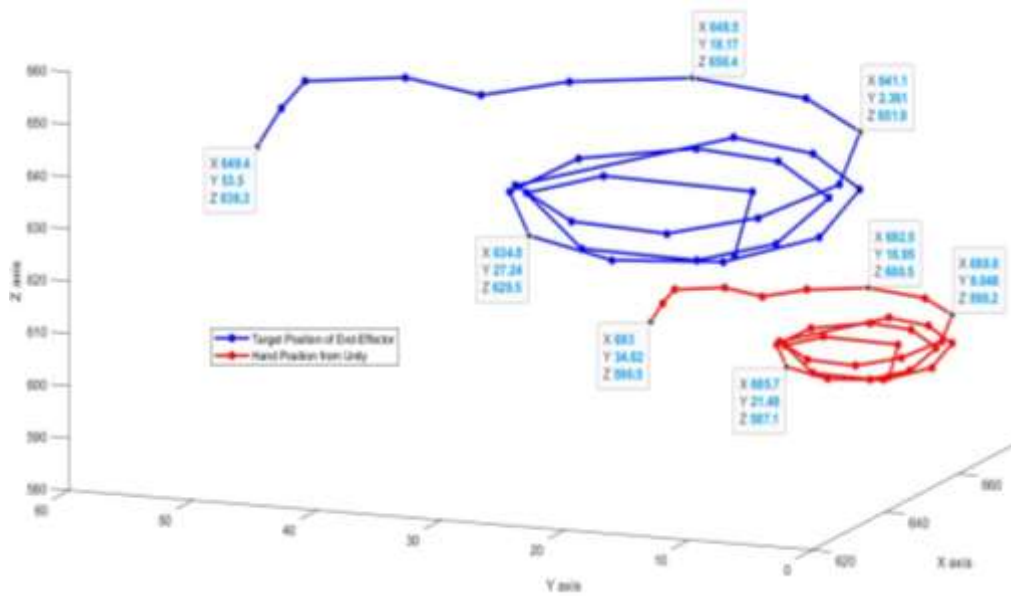
Model and skeleton for a real hand in Unity3D



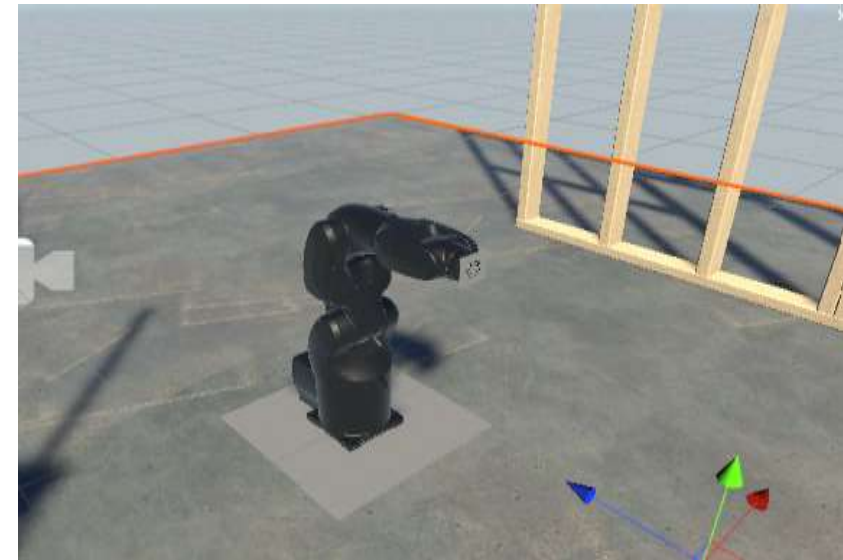
Proposed hand skeleton

# Unity integration

We implemented model in a custom *Unity3D* package that is able to take live pictures from HTC VIVE eye cameras and build 3D hand model in addition to constructing the skeleton of the hand.



3D coordinates of Palm's center and the end-effector



3D Model of the manipulator in Unity3D

# Thanks for attention!

---

- Please contact authors for additional information and questions.
- This research is a part of a master project described on ResearchGate including other related research papers

# Technology of Construction of the Multifunctional Controlling System of Motion's Parameters of Unmanned Single-Rotor Helicopter

*A. V. Nikitin, V. V. Soldatkin, V. M. Soldatkin*

Kazan National Research Technical University  
named after A.N. Tupolev-KAI



# INTRODUCTION

In recent years, unmanned single-rotor helicopters of various classes and purposes have been used for civil and military purposes.

The flight of a single-rotor unmanned helicopter takes place in the ground perturbed layer of the atmosphere. To ensure the operate and performance of flight tasks of unmanned single-rotor helicopters necessary to control altitude-velocity parameters of motion and state of surrounding air environment that influence to safety of helicopter's flight.

The reliability of control of air parameters and the quality of operate of motion of unmanned single-rotor helicopters are reduced, especially at starting and takeoff and landing modes with using traditional sensor systems built on the basis of aerometric, aerodynamic and vane methods of controlling the parameters of the incoming air flow due to significant perturbations from vortex column of rotor. The change of position of longitudinal axis of unmanned helicopter in azimuth in range  $\pm 180^\circ$  during make three-dimensional flight also makes it difficult to control. This determines the importance of use of new technology of construction of sensor systems for controlling parameters of motion taking into account of influence of aerodynamics field of vortex column of rotor and features flight of the unmanned single-rotor helicopter.

## THEORETICAL BASES OF CONSTRUCTION OF SYSTEM

For ensuring noise immunity of controlling of motion's parameters of unmanned single-rotor helicopter the unconventional approach proposed for purposes of measuring to use parameters of disturbances from aerodynamic field of vortex column of rotor, which are error for traditional sensor systems.

When implementing of unconventional approach to control the air parameters of motion on board an unmanned single-rotor helicopter, we propose to use as informative parameters of aerodynamic field of vortex column the parameters of velocity vector  $\mathbf{V}_\Sigma$  of resulting air flow from vortex column in the form of the velocity value and angular position of the velocity vector  $\mathbf{V}_\Sigma$  relative to the axes of the coordinate system associated with the helicopter.

Assuming the symmetry of the inductive flow of the vortex column of a single-rotor helicopter relative to the axis of rotation of rotor in hovering operation when absence of translational motion of helicopter relative the earth's surface, the velocity vector  $\mathbf{V}_\Sigma$  of air flow of vortex column of rotor can be represented as the following mathematical model

$$\mathbf{V}_\Sigma = \mathbf{V} + \mathbf{V}_i = \mathbf{V}_i - \mathbf{V}_a, \quad (1)$$

where  $\mathbf{V}$  – stationary component of velocity vector of translational motion of unmanned helicopter relative to air environment;  $\mathbf{V}_i$  – stationary component of velocity vector of inductive flow of rotor and the air flow due to the thrust of rotor;  $\mathbf{V}_a = -\mathbf{V}$  – vector of true airspeed of motion of unmanned single-rotor helicopter relative to the surrounding air environment.

# VARIANTS OF CONSTRUCTION OF SENSOR SYSTEM

An important aspect of technology for controlling air parameters on board unmanned single-rotor helicopter is the building of the sensor controlling system based on a single (integrated) fixed receiver of primary information. The design scheme of which is developed by authors and presented in fig. 1.

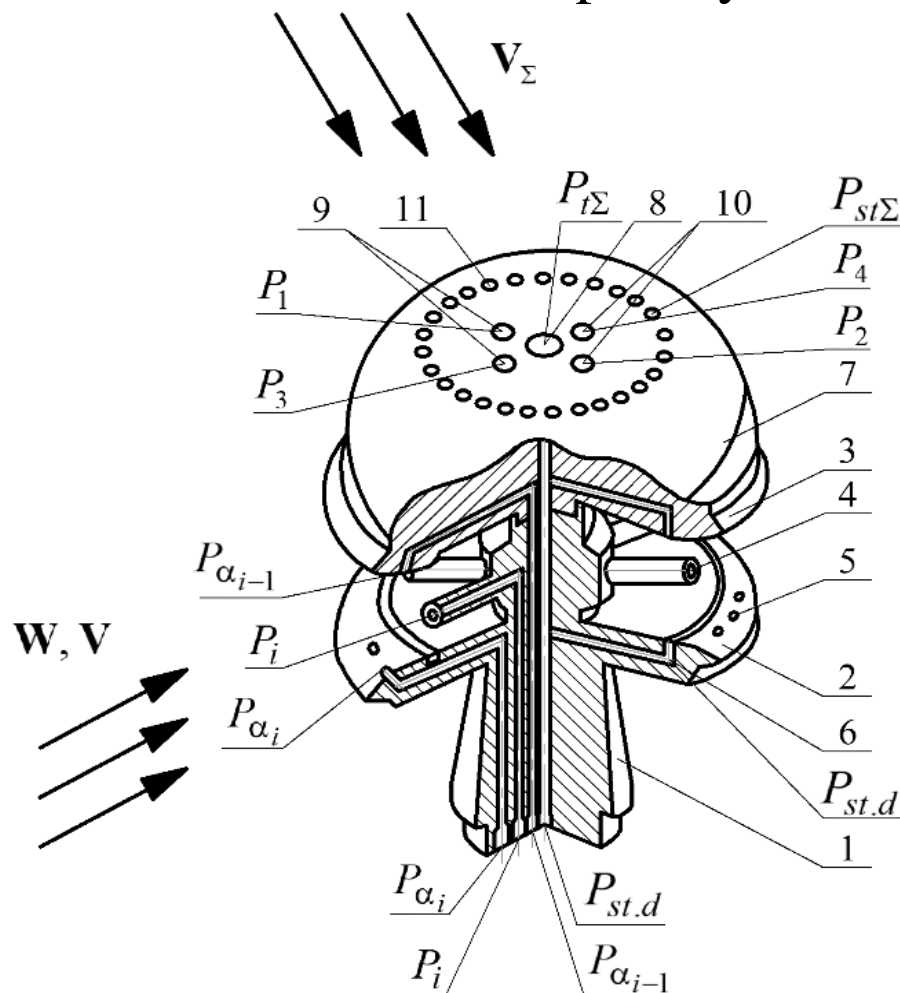


Fig. 1. Design scheme of fixed space-distributed combined aerometric receiver



The air parameters of unmanned helicopter are determined by perceived pressures and developed algorithms while fixed combined aerometric receiver is located in area of vortex column of rotor when starting of power plant, when taxiing and maneuvering on the earth's surface (the starting modes), during takeoff and climbing, descending, hovering and landing (takeoff and landing modes) of single-rotor helicopter.

As the analysis have shown, the presence of a large number of total pressure tubes installed counter to incoming air flow causes the need to protect them from icing, dust and moisture in the real conditions of operation of an unmanned single-rotor helicopter that reduce reliability of working system. The large number of conversion channel of perceived pressures defines the strict requirements to identity and stability of characteristics and complicates the design, reduces the manufacturability, increases the cost and constrains application of shown sensor system for controlling motion's parameters on board of unmanned single-rotor helicopter.

As our studies have shown, one of ways to eliminate the shortcomings of the sensor system for controlling air parameters with the use of a fixed combined aerometric receiver is the construction of a sensor system of unmanned single-rotor helicopter according to a two-channel scheme with ion-mark and aerometric channels as shown in fig. 2.

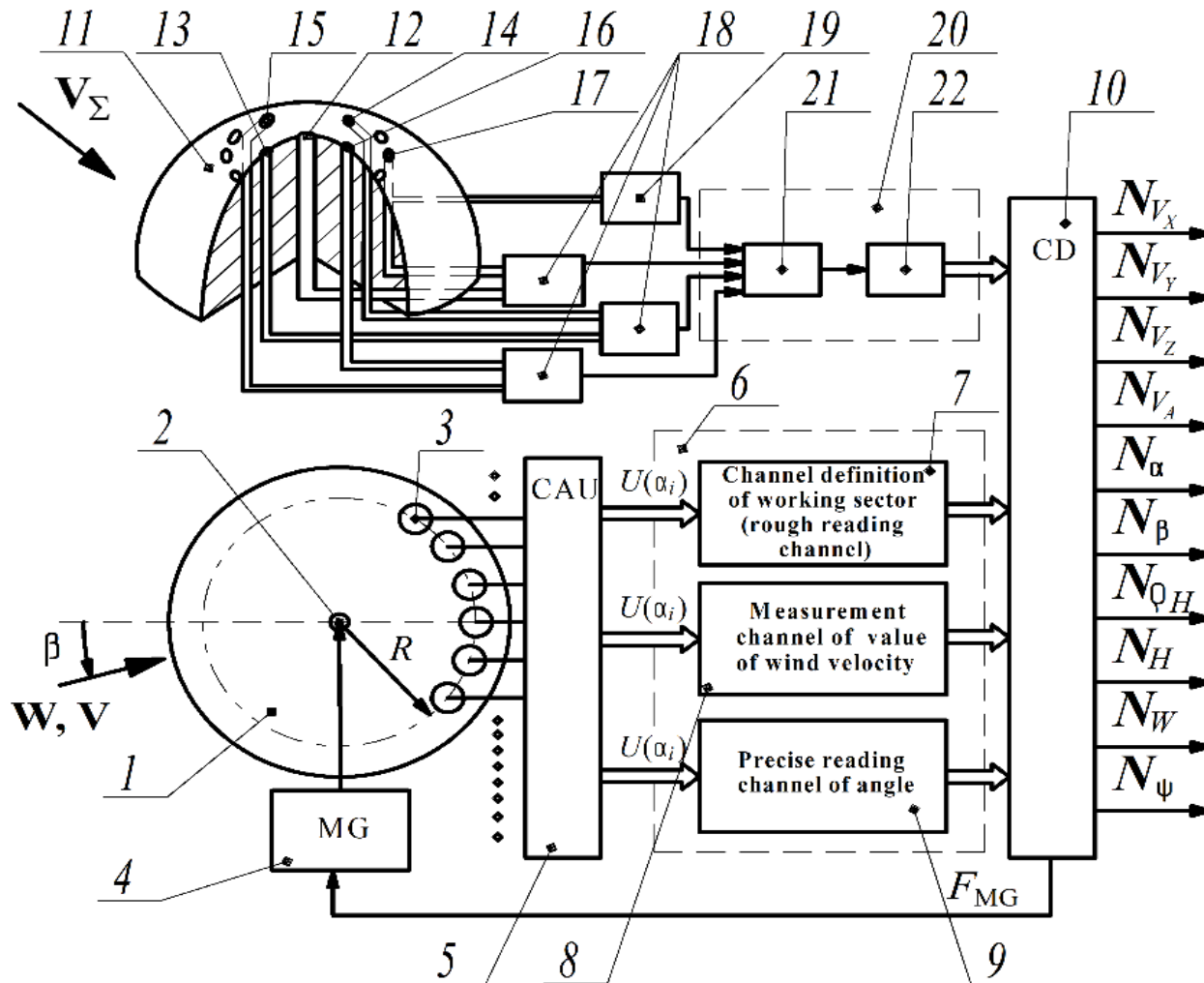


Fig. 2. Functional scheme of sensor controlling system of air parameters on board unmanned single-rotor helicopter, designed by two-channel scheme with ion-mark and aerometric channels

## ALGORITHMS INFORMATION PROCESSING AT VARIOUS MODES OF OPERATING OF HELICOPTER

**Before starting of power plant**, to prevent the tilting motion of unmanned single-rotor helicopters, necessary measuring the velocity  $W_h$  and angle of direction  $\psi$  of velocity vector  $\mathbf{W}_h$  of horizontal wind which determined by output signals of the ion-mark channel according to algorithms

$$W_h = \frac{R}{\tau_W}; \psi = i\alpha_0 + \alpha_{wi}, \quad (2)$$

where  $\tau_W$  – time of motion of ion mark carried in incoming air flow the distance  $R$  to the circumference with the receiving electrodes;  $\alpha_0$  – angle, characterized the magnitude of work sector of rough reading channel of angle;  $i = \overline{1, 4}$  – number of work sector of rough reading channel;  $\alpha_{wi}$  – magnitude of angle in range of  $i$ -th sector of work channel of the precise reading channel, defined by voltages registered CAU

$$\alpha_{wi} = \text{arctg} \frac{U \sin \alpha_i}{U \cos \alpha_i}, \quad (3)$$

where  $\alpha_i$  – position of trajectory of ion mark in  $i$ -th working sector.

**When working of power plant, when taxiing and maneuvering on the ground surface, on the take-off and landing modes** the magnitude of velocity  $V_{\Sigma}$  of resulting air flow vector of vortex column of rotor is determined by the pressure  $P_{t\Sigma}$  and  $P_{st\Sigma}$  perceived by the hemispherical receiver according to the expression of the form

$$V_{\Sigma} = 44,826 \sqrt{\frac{T_{b\Sigma} \left[ \left( \frac{P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}}{P_{st\Sigma}} + 1 \right)^{0,2857143} - 1 \right]}{\left( \frac{P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}}{P_{st\Sigma}} + 1 \right)^{0,2857143}}}, \quad (4)$$

where  $T_{b\Sigma}$  – braking temperature of resulting air flow of vortex column of rotor perceived by the receiver of braking temperature installed on fuselage of unmanned single-rotor helicopter in zone of vortex column of rotor.

The motion's air parameters are determined using the formulas

$$V_x = V_\Sigma \sin \left[ \frac{1}{2} \arcsin \left( \frac{4}{9 \sin 2\varphi_{01}} \frac{P_1 - P_2}{P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}} \right) \right] \times$$

$$\times \cos \left[ \frac{1}{2} \arcsin \left( \frac{4}{9 \sin 2\varphi_{02}} \frac{P_3 - P_4}{P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}} \right) \right] - K_{ix} V_{i0} - (\omega_y z - \omega_x y); \quad (5)$$

$$V_z = V_\Sigma \sin \left[ \frac{1}{2} \arcsin \left( \frac{4}{9 \sin 2\varphi_{02}} \frac{P_3 - P_4}{P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}} \right) \right] - K_{iz} V_{i0} - (\omega_x y - \omega_y x);$$

$$V_a = V_i = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}; \quad \alpha = \arctg \frac{V_y}{V_x}; \quad \beta = \arcsin \frac{V_z}{V_A}; \quad (6)$$

$$P_H = P_{st\Sigma} - K_p \frac{\rho_\Sigma V_\Sigma^2}{2}; \quad (7)$$

$$H = \frac{T_0}{\tau} \left[ 1 - \left( \frac{P_H}{P_0} \right)^{\tau R} \right], \quad (8)$$

where  $V_a=V_i$  – true airspeed and indicated speed of flight;  $K_p$ ,  $K_{ix}$ ,  $K_{iy}$  and  $K_{iz}$  – nondimensional coefficient are determined during flight tests for a particular type of unmanned single-rotor helicopter and installation site on fuselage of fixed multifunctional receiver;  $P_0$  and  $T_0$  – absolute pressure and temperature of outer air at altitude  $H = 0$ ;  $R$  - specific gas constant of air;  $\tau$  - temperature gradient of change the temperature of outer air during changing of altitude  $H$ .

The components of vector  $\mathbf{W}_h$  of horizontal wind and angle of direction  $\psi$  on takeoff and landing modes of unmanned single-rotor helicopter will be determined as

$W_x = |V_x| - V_g \cos\psi_c$ ;  $W_z = |V_z| - V_g \sin\psi_c$ ;  $\psi = \beta + \psi_c$ ;  $W_h = \sqrt{W_x^2 + W_z^2}$ , (9)  
where ground-speed  $V_g$  and crab angle  $\psi_c$  measured by the doppler velocity and drift angle gauge (DVDAG).

When the fixed multi-functional receiver of sensor system leaves from zone of vortex column of rotor, the air parameters of motion of unmanned single-rotor helicopter are determined by information of ion-mark channel, in particular the indicated  $V_i$  and true airspeed  $V_a$  and the gliding angle  $\beta$  - by the formulas

$$V_i = V_a = \frac{R}{\tau_V}; \quad \beta = i\alpha_0 + \alpha_{wi}; \quad \alpha_{wi} = \arctg \frac{U \sin \alpha_i}{U \cos \alpha_i}, \quad (10)$$

where  $\tau_V$  – motion time of ion mark to the circumference with receiving electrodes of ion-mark channel.

To determine the barometric altitude  $H$  in flight modes, when a fixed multifunctional receiver of sensor system leaves from zone of vortex column of rotor of unmanned single-rotor helicopter, the hole-receiver to perceive the static pressure  $P_H$  of the incoming air flow is installed on the outer surface of board with receiving electrodes of ion-mark sensor, and the barometric altitude  $H$  will be determined using the ratio (7).



## ANALYSIS OF INSTRUMENTAL ERRORS OF THE SYSTEM

Instrumental errors of multifunctional controlling system of motion's parameters of unmanned single-rotor helicopter, like and other devices and system, are caused by errors of sensors of primary information.

That is why instrumental error  $\Delta y$  multifunctional controlling system of motion's parameters of unmanned single-rotor helicopter can determines by form

$$\Delta y = \frac{\partial f}{\partial x_1} \Delta x_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2} \Delta x_2 + \dots + \frac{\partial f}{\partial x_n} \Delta x_n + \Delta_{pro}, \quad (11)$$

where  $\Delta x_i$  – errors of sensors of primary information;  $\Delta_{pro}$  – error of information processing channel.

Neglecting of conversion error and processing of controlling parameters the errors of instrumentation channel of velocity and direction angle of horizontal wind vector before starting of power plant will be defined by form

$$\Delta W_h = \frac{1}{\tau_W} \Delta R - \frac{R}{\tau_W} \Delta \tau_W; \quad \Delta \psi = \Delta \alpha_0 + \Delta \alpha_W, \quad (12)$$

where  $\Delta R$  - manufacturing tolerance on the radius  $R$  of installing of receiver of primary information;  $\Delta \tau_W$  - error of registration of time-of-flight ion mark from gap-switch to receivers;  $\Delta \alpha_0$  and  $\Delta \alpha_W$  – errors of rough count channel of angular position of ion mark and registration the angular position of ion mark inside the work sector.

Parameters of horizontal wind vector  $\mathbf{W}_h$  when starting of power plant are determined in accordance with the algorithms (9).

The instrumental errors of measuring the velocity  $W_h$  and angle of direction  $\psi$  of horizontal wind vector of multifunctional controlling system in the parking when starting the power plant and rotating the rotor without taking into account the error of calculation will be determined by relations

$$\begin{aligned}
 \Delta W_x &= \frac{4}{9 \sin 2\varphi_0} \left[ \frac{P_1 - P_2}{P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}} \Delta V_\Sigma + \right. \\
 &\quad \left. + V_\Sigma \frac{(P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}) \Delta(\Delta P_1) - (P_1 - P_2) \Delta(\Delta P_\Sigma)}{(P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma})^2} \right]; \\
 \Delta W_z &= \frac{4}{9 \sin 2\varphi_0} \left[ \frac{-P_3 - P_4}{P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}} \Delta V_\Sigma + \right. \\
 &\quad \left. + V_\Sigma \frac{(P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}) \Delta(\Delta P_2) - (P_3 - P_4) \Delta(\Delta P_\Sigma)}{(P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma})^2} \right]; \\
 \Delta V_\Sigma &= \frac{V_\Sigma}{2T_{b\Sigma}} + \frac{a^2 \sqrt{T_{b\Sigma}}}{2V_\Sigma} b \left( \frac{\Delta P_\Sigma}{\Delta P_{st\Sigma}} + 1 \right)^{b-1} \cdot \left[ \frac{1}{P_{st\Sigma}} \Delta(\Delta P_\Sigma) - \frac{\Delta P_\Sigma}{P_{st}^2} \Delta P_{st\Sigma} \right]; \\
 \Delta W_h &= \frac{W_x \Delta W_x + W_z \Delta W_z}{W_h}; \quad \Delta \psi = \frac{1}{\cos^2 \frac{W_z}{W_x}} \cdot \frac{W_x \Delta W_z + W_z \Delta W_x}{W_x^2}.
 \end{aligned} \tag{13}$$

where  $\Delta(\Delta P_1)$ ,  $\Delta(\Delta P_2)$ ,  $\Delta(\Delta P_\Sigma)$  – errors of using sensors of absolute pressure;  $T_{b\Sigma}$  – braking temperature of resulting air flow.

Longitudinal  $W_x$  and lateral  $W_z$  components of vector  $W_h$  and angle of direction  $\psi$  of horizontal wind during taxiing and maneuvering the helicopter on the earth's surface, will be determined by relations

$$\begin{aligned}
 W_x &= V_\Sigma \frac{4}{9 \sin 2\varphi_{01}} \frac{P_1 - P_2}{P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}} - K_{ix} V_{i0} - V_{tx}; \\
 W_z &= V_\Sigma \frac{4}{9 \sin 2\varphi_{02}} \frac{P_3 - P_4}{P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}} - K_{iz} V_{I0} - V_{tz}; \\
 W_h &= \sqrt{W_x^2 + W_z^2}; \quad \psi = \operatorname{arctg} \frac{W_z}{W_x},
 \end{aligned} \tag{14}$$

where  $V_{tx}$  and  $V_{tz}$  - components of velocity vector  $\mathbf{V}_t$  taxiing and maneuvering of unmanned single-rotor helicopter on earth's surface, determined by signals of satellite navigation system.

In mode of taxiing and maneuvering on the earth's surface of unmanned single-rotor helicopter the instrumental errors of velocity channel and angular position of horizontal wind of multifunctional controlling system of motion's parameters of unmanned single-rotor helicopter can be estimated using the relations (13).

Parameters of the horizontal wind vector  $\mathbf{W}_h$  on the takeoff and landing modes of unmanned single-rotor helicopter, using information about magnitude of  $V_g$  and crab angle  $\psi_c$  of vector ground-speed  $\mathbf{V}_g$  from the doppler velocity and drift angle gauge, will be determined by relations

$$W_x = |V_x| - V_g \cos \psi_c; W_z = |V_z| - V_g \sin \psi_c; \psi = \beta + \psi_c; W_h = \sqrt{W_x^2 + W_z^2},$$

$$V_x = V_\Sigma \frac{4}{9 \sin 2\varphi_0} \frac{P_1 - P_2}{P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}} - K_{ix} V_{i0};$$

$$V_z = V_\Sigma \frac{4}{9 \sin 2\varphi_0} \frac{P_3 - P_4}{P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}} - K_{iz} V_{i0}.$$
(15)

Then, without taking into account the error of the calculate channel the Instrumental error of channels of multifunctional system the parameters of horizontal vector of velocity of wind will be determined as

$$\begin{aligned}
 \Delta W_x = & \frac{4}{9 \sin 2\varphi_0} \left[ \frac{P_1 - P_2}{P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}} \Delta V_\Sigma + \right. \\
 & \left. + V_\Sigma \frac{(P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}) \Delta(\Delta P_1) - (P_1 - P_2) \Delta(\Delta P_\Sigma)}{(P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma})^2} \right] - \\
 & - \cos \varphi_c \Delta V_g + \sin \varphi_c \Delta \varphi_c - z \Delta \omega_y + y \Delta \omega_x; \\
 \Delta W_z = & \frac{4}{9 \sin 2\varphi_0} \left[ \frac{P_3 - P_4}{P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}} \Delta V_\Sigma + \right. \\
 & \left. + V_\Sigma \frac{(P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma}) \Delta(\Delta P_2) - (P_3 - P_4) \Delta(\Delta P_\Sigma)}{(P_{t\Sigma} - P_{st\Sigma})^2} \right] - \\
 & - \sin \varphi_c \Delta V_g - V_g \cos \varphi_c - y \Delta \omega_x + x \Delta \omega_y;
 \end{aligned} \tag{16}$$

$$\Delta V_{\Sigma} = \frac{V_{\Sigma}}{2T_{b\Sigma}} \Delta T_{b\Sigma} + \frac{a^2 \sqrt{T_{b\Sigma}}}{2V_{\Sigma}} b \left( \frac{\Delta P_{\Sigma}}{\Delta P_{st\Sigma}} + 1 \right)^{b-1} \cdot \left[ \frac{1}{P_{st\Sigma}} \Delta(\Delta P_{st\Sigma}) - \frac{\Delta P_{\Sigma}}{P_{st\Sigma}} \Delta P_{st\Sigma} \right];$$

$$\Delta W_h = \frac{W_x \Delta W_x + W_z \Delta W_z}{W_h}; \quad \Delta \psi = \Delta \beta - \Delta \varphi_c,$$

where  $\Delta V_g$  and  $\Delta \varphi_c$  – errors of doppler velocity and drift angle gauge;  $\Delta \omega_x, \Delta \omega_y, \Delta \omega_z$  – measuring errors of angular velocities of rotation of unmanned single-rotor helicopter relative to axes of associated coordinate system;  $x, y, z$  – coordinates of installation location of multifunctional fixed receiver on board of unmanned single-rotor helicopter.

The results of study of experimental samples in wind tunnel, instrumental errors of sensor system for controlling air parameters on board unmanned single-rotor helicopter with one fixed multifunctional receiver, ion-mark and aerometric channels can be estimated by next values: root-mean-square errors of the wind velocity channel do not exceed 0.55...0.83 m/s, angle of wind direction - 1.5...2 degree of arc; root-mean-square errors of channel of indicated speed and true airspeed are the interval  $3.6 \pm 1.1$  km/h, channel of gliding angle in the range from 0 to 360 degree of arc -  $0.25 \pm 1$  degree of arc; channel of absolute barometric altitude -  $3.5 \pm 0.15$  m, which meet modern requirements for the accuracy of sensor systems for controlling air parameters of unmanned single-rotor helicopter.

## CONCLUSION

In conclusion, it should be noted that the proposed building of sensor system based on one fixed multifunctional receiver with ion-mark and aerometric channels and the developed algorithms provide reliable control of air parameters on board an unmanned single-rotor helicopter in all operating modes. The use of sensor system for controlling and operating of motion with one fixed multifunctional receiver and two-channel measuring scheme allows to provide safe operate of unmanned single-rotor helicopters at parking, starting, take-off and landing, flight modes in conditions of significant disturbances of vortex column of rotor.

Work performed under grant of the Russian Foundation for Basic Research №18-08-00264.



**Thank you for your attention!**

# ИНТЕГРИРОВАННАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВЫСОТНО-СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ ВИХРЕВОГО МЕТОДА

*Е. С. Ефремова. В.М. Солдаткин*

Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева-КАИ

Традиционные сенсорные системы контроля высотно-скоростных параметров беспилотных ЛА, как правило, используют аэрометрический, аэродинамический и флюгерные методы. Они содержат установленные на правом и левом борту и вынесенные в набегающий воздушный поток приемники воздушных давлений (ПВД), температуры торможения (ПТТ), флюгерные датчики аэродинамических углов (ДАУ). Использование указанных приемников и датчиков первичной информации является причиной значительного усложнения, увеличения массы и стоимости сенсорной системы. Кроме того, входными информативными параметрами традиционных сенсорных систем, являются амплитудные сигналы, выделение и преобразование которых сопровождаются аддитивными и мультипликативными погрешностями, снижение которых приводят к усложнению сенсорной системы беспилотного ЛА.

Известная возможность достижения минимальных погрешностей при выделении и преобразовании частотно-временных первичных информативных сигналов и получение выходных сигналов с помощью одного неподвижного приемника в цифровой форме определяют перспективность построения сенсорной системы контроля высотно-скоростных параметров беспилотного ЛА на основе вихревого метода.

Вихревой метод базируется на эмпирической связи частоты  $f$  формирования, срыва вихрей и образования вихревых дорожек Кармана за устанавливаемыми в набегающем потоке газа или жидкости плохообтекаемыми телами

$$f = \frac{Sh}{l} V, \quad (1)$$

где  $Sh$  – число Струхалия.

Вихревые дорожки Кармана образуются в диапазоне скоростей  $V$  набегающего потока, соответствующем интервалу  $10^3 < Re < 3 \times 10^5$  чисел Рейнольдса  $Re = \frac{V}{\nu l}$ , где  $\nu$  – кинетическая вязкость газа или жидкости. Кроме того вихревые дорожки Кармана формируются при дозвуковых скоростях набегающего воздушного потока.

Частота  $f$  вихреобразования за пластиной шириной  $l$  и толщиной  $h$ , расположенной под углом  $\varphi$  к направлению набегающего воздушного потока, будет определяться выражением вида

$$f = Sh \frac{V}{l \sin \varphi + h \cos \varphi}. \quad (2)$$

Для плохообтекаемого тела в виде клиновидной пирамиды, с размером основания  $l$  установленного встречно набегающему воздушному потоку под углом  $\varphi$ , частота вихрей будет равна

$$f = Sh \frac{V}{l \sin \varphi}. \quad (3)$$

Для клиновидной пирамиды амплитуда пульсаций скорости  $U \approx 0,2V$  и амплитуда пульсаций давления вблизи тела оценивается выражением вида

$$P_m \approx 0,04\rho V^2. \quad (4)$$

Полученные выражения позволяют обоснованно определять требования к порогу чувствительности используемых преобразователей пульсаций давления за обтекаемыми телами и в вихревой дорожке в электрический сигнал, для построения каналов выделения, преобразования и обработки информации при построении вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости.

На рисунке приведена конструктивно-функциональная схема оригинальной сенсорной системы контроля высотно-скоростных параметров беспилотного ЛА с одним интегрированным приемником первичной информации.

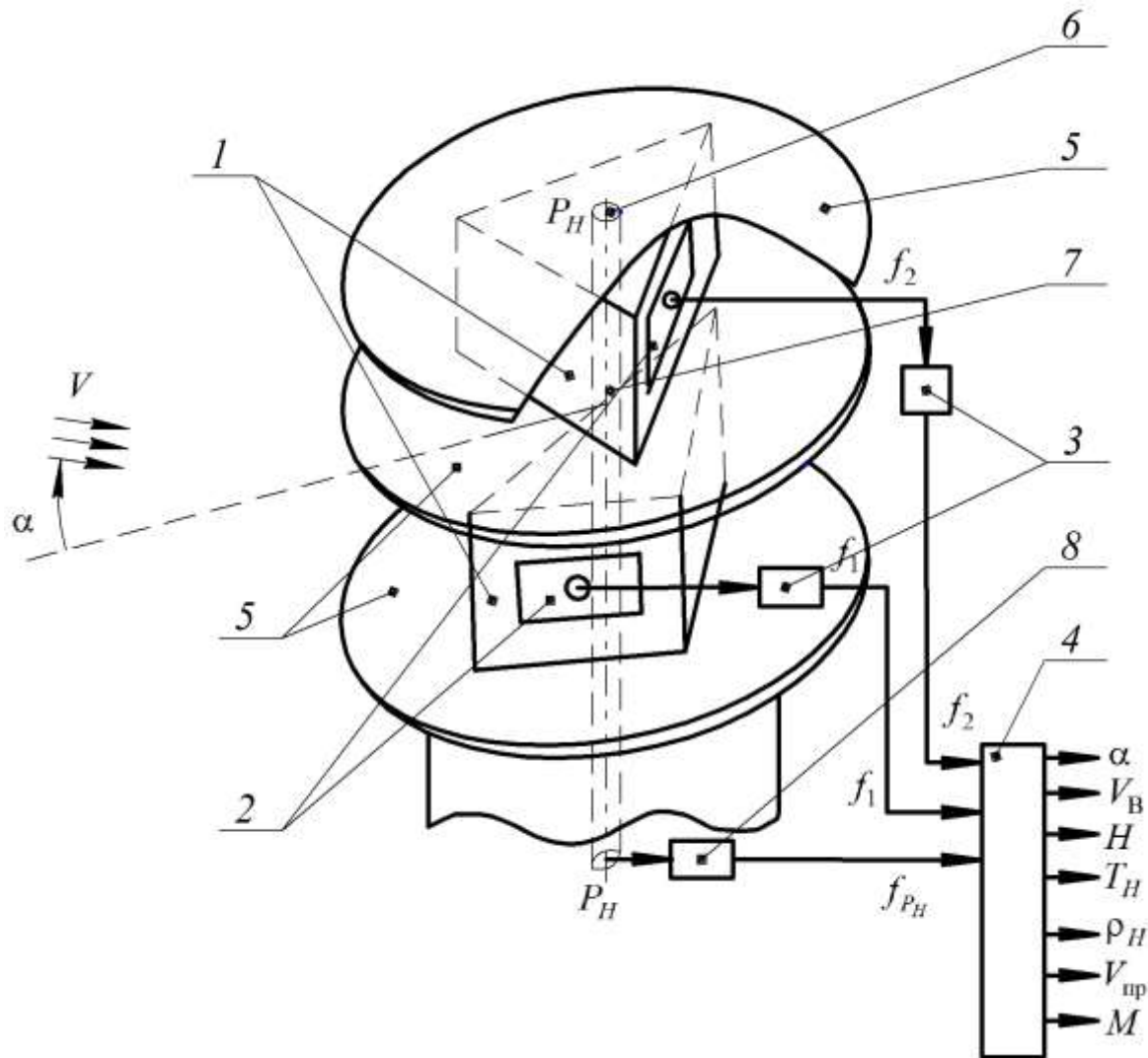


Рисунок. Конструктивно-функциональная схема оригинальной сенсорной системы контроля высотно-скоростных параметров беспилотного ЛА с одним интегрированным приемником первичной информации

При изменении аэродинамического угла  $\alpha$  беспилотного ЛА основания клиновидных пирамид 1 будут находиться к направлению  $\alpha$  вектора скорости  $\mathbf{V}$  набегающего воздушного потока под разными углами  $\varphi_1 = \varphi_0 + \alpha$  и  $\varphi_2 = \varphi_0 - \alpha$ . Это приводит к изменению частот  $f_1$  и  $f_2$  вихреобразования за клиновидными пирамидами. Приемники 2, расположенные на одной из граней пирамид, воспринимают пульсации давлений на тыльных поверхностях пирамид, которые регистрируются пневмоэлектрическими преобразователями 2. Выходы пневмоэлектрических преобразователей 2 подключены ко входам устройств регистрации частот 3, которые измеряют частоты  $f_1$  и  $f_2$  вихреобразования за клиновидными телами 1. Частоты вихреобразования  $f_1$  и  $f_2$  подаются на вход устройства обработки 4, в котором по разработанным алгоритмам определяются и формируются цифровые сигналы (коды) по величине истинной воздушной скорости  $V_B$  и аэродинамическому углу  $\alpha$ .



При конструктивной реализации интегрированной сенсорной системы беспилотного ЛА клиновидные пирамиды устанавливаются соосно друг над другом, как показано на рисунке.

Для обеспечения устойчивого вихреобразования и устранения влияния скоса набегающего воздушного потока в плоскости, перпендикулярной вертикальной оси клиновидных пирамид, на верхней и нижней торцевых поверхностях пирамид установлены струевыпрямители 5, в виде тонких дисков. Они выделяют в набегающем воздушном потоке зоны устойчивого вихреобразования за клиновидными пирамидами и уменьшают погрешности, обусловленные скосом потока в плоскости, перпендикулярной плоскости измерения.

При необходимости уменьшения размера приемника первичной информации, выступающего в набегающем потоке, клиновидные пирамиды могут быть разнесены в плоскости измерения, при этом число струевыпрямителей уменьшается до двух.

Как показали исследования авторов, частоты вихреобразования за клиновидными пирамидами с размером основания  $l$ , расположенные под углом  $2\varphi_0 = 90^\circ$  определяются соотношениями

$$f_1 = \frac{Sh}{l} \frac{V_B}{\sin(\varphi_0 + \alpha)} = \sqrt{2} \frac{Sh}{l} \frac{V_B}{\cos \alpha + \sin \alpha};$$

$$f_2 = \frac{Sh}{l} \frac{V_B}{\sin(\varphi_0 - \alpha)} = \sqrt{2} \frac{Sh}{l} \frac{V_B}{\cos \alpha - \sin \alpha},$$
(4)

где  $Sh$  – число Струхала клиновидной пирамиды.

Для вычисления истинной воздушной скорости  $V_B$  и аэродинамического угла  $\alpha$  с использованием интегрированной сенсорной системы контроля высотно-скоростных параметров беспилотного ЛА авторами разработаны оригинальные алгоритмы обработки частот вихреобразования вида

$$V_B = \frac{l}{\sqrt{2}Sh} \frac{f_1 f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}}; \alpha = \operatorname{arctg} \frac{f_2 - f_1}{f_1 + f_2}.$$
(5)

Для обеспечения измерения других высотно-скоростных параметров беспилотного ЛА авторами предложено на верхней поверхности верхнего струевыпрямителя 5 (рисунок) установить отверстие-приемник 6 для восприятия статического давления  $P_H$  набегающего воздушного потока. Приемник 6 через пневмопровод 7 связан со входом пневмоэлектрического преобразователя (датчика) 8 абсолютного давления преимущественно с частотным выходным сигналом. Выход пневмоэлектрического преобразователя (датчика) 8 в виде частоты  $f_{P_H}$ , пропорциональной статическому давлению  $P_H$  набегающего воздушного потока, подключен ко входу устройства обработки 4. Устройство обработки 4 выполнено в виде вычислителя, который по разработанным авторами алгоритмам вычисляет и формирует выходные цифровые сигналы интегрированной сенсорной системы контроля высотно-скоростных параметров беспилотного ЛА.

Теоретической основой для построения алгоритмов определения высотно-скоростных параметров интегрированной сенсорной системы контроля беспилотного ЛА на основе вихревого метода является использование однозначной связи истинной воздушной скорости  $V_{\text{Ви}}$ , измеренной на выходе вычислительного устройства, с расчетным значением истинной воздушной скорости  $V_{\text{В}}$ , определяемой стандартной зависимостью по ГОСТ 5212-74 вида

$$V_{\text{В}} = \sqrt{2gRT_H \left(\frac{k}{k-1}\right) \left[ \left(\frac{P_{\text{дин}}}{P_H} + 1\right)^{\frac{k}{k-1}} - 1 \right]} = \sqrt{2gRT_H \left(\frac{k}{k-1}\right) \left[ \left(\frac{P_{\text{П}}}{P_H}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}, \quad (6)$$

где  $g$  – ускорение силы тяжести;  $R = 29,27125$  м/К – газовая постоянная;  $k$  – показатель адиабаты для воздуха;  $P_{\text{дин}}$  – скоростной напор (динамическое давление) набегающего воздушного потока;  $P_{\text{П}} = P_H + P_{\text{дин}}$  – полное давление набегающего воздушного потока;  $\rho_H$  – плотность воздуха на высоте полета  $H$ , которую можно представить как

$$\rho_H = \rho_0 \frac{P_H T_0}{P_0 T_H}, \quad (7)$$

где  $\rho_0$  – плотность воздуха на высоте  $H=0$ ; и  $P_0$  и  $T_0$  – абсолютное давление и абсолютная температура на высоте  $H=0$ .

Если измеренное интегрированной сенсорной системой значение истинной воздушной скорости  $V_{\text{Ви}}$  приравнять расчетному значению  $V_{\text{В}}$  по ГОСТ 5212-74, то получим выражение вида

$$V_{\text{В}} = \sqrt{2gR \left( \frac{k}{k-1} \right) T_H \left[ \left( 1 + \frac{\rho_0 T_0 P_H V_{\text{Ви}}^2}{2P_0 T_H P_H} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]} = \sqrt{2gR \left( \frac{k-1}{k} \right) T_H \left[ \left( 1 + \frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H} V_{\text{Ви}}^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}. \quad (8)$$

Выражение (8) позволяет получить соотношение, которое устанавливает неявную, но однозначную связь между измеренным значением истинной воздушной скорости  $V_{\text{Ви}}$  и абсолютной температурой  $T_H$  наружного воздуха на высоте полета  $H$

$$T_H = \frac{V_{\text{Ви}}^2}{2gR \left( \frac{k}{k-1} \right) \left[ \left( 1 + \frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H} V_{\text{Ви}}^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}. \quad (9)$$

Определяя из соотношения (9) абсолютную температуру  $T_H$ , по соотношению (7) можно вычислить плотность воздуха  $\rho_H$  на высоте  $H$

$$\rho_H = \rho_0 \frac{P_H T_0}{P_0 V_{\text{Ви}}^2} \cdot 2gR \left( \frac{k}{k-1} \right) \left[ \left( 1 + \frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]. \quad (10)$$

Тогда в соответствии с ГОСТ 5212-74 можно вычислить приборную скорость полета беспилотного ЛА, т.е. истинную воздушную скорость, приведенную к нормальным условиям на уровне  $H=0$ , по формуле

$$V_{\text{пр}} = \sqrt{2gRT_0 \left( \frac{k}{k-1} \right) \left[ \left( 1 + \frac{\rho_0 T_0}{2P_0^2} \frac{P_H}{T_H} V_{\text{Ви}}^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}. \quad (11)$$

При дозвуковой скорости полета выражение для определения числа Маха принимает вид

$$M = \frac{V_{\text{Ви}}}{a_H} = \sqrt{\frac{2}{k-1} \left[ \left( 1 + \frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H} V_{\text{Ви}}^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}. \quad (12)$$

Используя стандартные зависимости по ГОСТ 4401-81, вычисляется текущая абсолютная барометрическая высота полета беспилотного ЛА по формулам

- при  $-2000 \text{ м} < H < 11000 \text{ м}$

- при  $11000 \text{ м} \leq H < 15000 \text{ м}$

$$H = \frac{T_0}{\tau} \left[ 1 - \left( \frac{P_H}{P_0} \right)^{\tau R} \right]; \quad H = H_{11} + RT_{11} \ln \frac{P_{11}}{P_H}, \quad (13)$$

где  $\tau$  – температурный градиент.

Вертикальная скорость  $V_y$  определяется путем вычисления производной, используя соотношения

$$V_y = \frac{dH}{dt} = \frac{H(t_i) - H(t_{i-1})}{t_i - t_{i-1}}; \quad (14)$$

$$V_y = \frac{1}{4\tau} [H(t_i) - H(t_i - 2\tau) + H(t_i - \tau) - H(t_i - 3\tau)],$$

где  $t_i, t_{i-1}$  – текущий и предшествующий моменты времени, в которых произведены вычисления абсолютной барометрической высоты;  $\tau = t_i - t_{i-1}$  – фиксированный интервал времени.

Анализ инструментальных и методических погрешностей интегрированной сенсорной системы контроля высотно-скоростных параметров беспилотного летательного аппарата на основе вихревого метода предложено проводить используя следующую методику.

Пренебрегая погрешностью канала обработки, выражение для оценки инструментальной погрешности канала измерения барометрической высоты будет иметь вид

$$\Delta H_{\text{и}} = \frac{dH}{dP_H} \Delta P_{H\text{и}} = \pm \frac{T_0 R}{P_0^{\tau R}} \frac{\Delta P_{H\text{и}}}{P_H^{1-\tau R}}, \quad (15)$$

где  $\Delta H_{\text{и}}$  и  $\Delta P_{H\text{и}}$  – инструментальные погрешности канала барометрической высоты и датчика абсолютного давления. При  $\Delta P_{H\text{и}}$ ,  $P_0$  и  $P_H$ , в Па – получим

$$\Delta H_{\text{и}} = \frac{941}{P_H^{0,80973825}} \Delta P_{H\text{и}};$$

- при  $\Delta P_{H\text{и}}$ ,  $P_0$  и  $P_H$ , в мм.рт.ст

$$\Delta H_{\text{и}} = \frac{2387,5}{P_H^{0,80973825}} \Delta P_{H\text{и}}.$$

Для отечественного датчика абсолютного давления с частотным выходом типа ДДЧП с допустимой относительной погрешностью 0,01% до высот 11000 м инструментальная погрешность канала барометрической высоты не будет превышать  $\pm 5 \dots 10$  м.



Для оценки инструментальной погрешности  $\Delta T_{Hи}$  определения температуры наружного воздуха  $T_H = T_0 - \tau H$  можно использовать выражение вида  $\Delta T_H \leq \tau \Delta H_{и} \leq \pm(0,0325 \dots 0,065)$  К.

Как показали исследования, инструментальная погрешность вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости не превышает значения  $\Delta V_{Ви} = \pm 0,8$  м/с – по каналу истинной воздушной скорости и значения  $\Delta \alpha_{и} = \pm 0,13^\circ$  – по каналу аэродинамического угла.

Инструментальную погрешность  $\Delta V_{пр и}$  канала приборной скорости можно оценить соотношением

$$\Delta V_{пр и} = \sqrt{\Delta_H} \Delta V_{Ви} = \sqrt{\frac{P_H T_0}{P_0 T_H}} \Delta V_{Ви}. \quad (16)$$

При подстановки численных значений параметров, выражение для погрешности канала приборной скорости принимает вид

$$\Delta V_{пр и} = \sqrt{\frac{288,15 P_H}{101325 T_H}} \Delta V_{Ви} = \sqrt{0,284 * 10^{-2} \frac{P_H}{T_H}} \Delta V_{Ви}. \quad (17)$$

Как показали расчеты, при значении инструментальной погрешности  $\Delta V_{Ви} = \pm 2,8$  км/ч (0,8 м/с) на высоте  $H=0$  –  $\Delta V_{пр и} \leq 0,8$  м/с (2,8 км/ч), на высоте  $H=11000$  м  $\Delta V_{пр и} \leq \pm 0,24$  м/с (0,86 км/ч).

Аналогично инструментальную погрешность канала числа Маха в соответствии с выражением  $M = \frac{V_B}{\sqrt{2gRT_H}}$ , можно оценить как

$$\Delta M_{\text{и}} = \frac{dM}{dV_B} \Delta V_{\text{ви}} + \frac{dM}{dT_{\text{Ни}}} \Delta T_{\text{Ни}} = \frac{1}{\sqrt{2gRT_H}} \Delta V_{\text{ви}} + \frac{V_B}{\sqrt{2gRT_H}} \Delta T_{\text{Ни}}. \quad (18)$$

Как показали расчеты, при  $V_B = 300$  м/с,  $\Delta V_{\text{ви}} = 2,8$  км/ч (0,8 м/с),  $\Delta T_{\text{Ни}} = \pm 0,0325 \dots 0,065$  К для высоты  $H = 0$   $\Delta M_{\text{и}} = \pm 0,002$ , для  $H = 11000$  м  $\Delta M_{\text{и}} \leq \pm 0,0013$ .

Инструментальные погрешности измерительных каналов интегрированной сенсорной системы контроля высотно-скоростных параметров беспилотного летательного аппарата на основе вихревого метода соответствуют инструментальным погрешностям традиционных систем воздушных сигналов, построенных на основе аэрометрического, аэродинамического и флюгерного методов.

Таким образом, интегрированная сенсорная система на основе вихревого метода по разработанным алгоритмам позволяет определить все высотно-скоростные параметры беспилотного ЛА с помощью одного неподвижного приемника частотно-временных первичных информативных сигналов.

По сравнению с традиционными системами контроля высотно-скоростных параметров, реализующими аэрометрический, аэродинамический и флюгерные методы, рассматриваемая интегрированная сенсорная система контроля высотно-скоростных параметров беспилотного ЛА имеет следующие конкурентные преимущества и достоинства:

- Интегрированная сенсорная система на основе вихревого метода осуществляет одновременное вычисление всех высотно-скоростных параметров, определяющих движение беспилотного ЛА относительно окружающей воздушной среды.

- Интегрированная сенсорная система на основе вихревого метода обеспечивает контроль высотно-скоростных параметров беспилотного ЛА с помощью одного неподвижного малогабаритного приемника первичной информации практически без искажения аэродинамики ЛА.

- Интегрированная сенсорная система на основе вихревого метода осуществляет контроль высотно-скоростных параметров беспилотного ЛА путем восприятия, выделения, преобразования и обработки частотно-временных первичных информативных сигналов, что позволяет уменьшить погрешности и упростить реализацию каналов преобразования и обработки, снизить себестоимость интегрированной сенсорной системы контроля высотно-скоростных параметров беспилотного ЛА на основе вихревого метода.

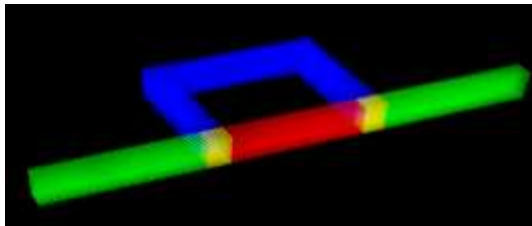
Указанные достоинства и конкурентные преимущества интегрированной сенсорной системы контроля высотно-скоростных параметров на основе вихревого метода определяют перспективы ее применения на беспилотных летательных аппаратах различного класса и назначения.

**Спасибо за внимание!**



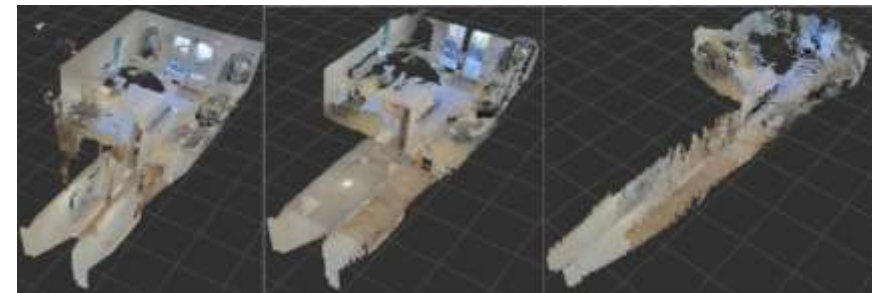
К.Ф.Муравьев<sup>1,2</sup>, А.В.Боковой<sup>1,3</sup>, К.С.Яковлев<sup>1,2</sup>  
(1) ФИЦ ИУ РАН (2) МФТИ (3) РУДН

- Рассмотрены популярные метрики качества картоирования и локализации
  - Локализация: RPE, ATE
  - Картирование: CloudCompare - среднее расстояние от каждой точки построенной карты до ближайшей к ней точки истинной карты
- Описан недостаток применения метрики CloudCompare в vSLAM: не учитывается специфика задачи
- Предложены метрики качества картоирования, учитывающие контекст задачи vSLAM: AME, RME
- Проведен эксперимент в симуляторе Habitat с применением предложенных метрик для оценки качества алгоритмов RTAB-MAP с истинной глубиной и RTAB-MAP + FCNN



Красные точки — ложное препятствие на построенной карте. Синие — истинный фрагмент карты. По метрике CloudCompare красным точкам ставятся в соответствие желтые, а не синие

- $m_t^*$  - точка на карте, видимая в момент  $t$
  - $p_t, q_t, p_t^*, q_t^*$  - истинные и предсказанные положение и ориентации в момент  $t$
  - $Q_t, Q_t^*$  - матрицы вращения, заданные  $q_t, q_t^*$
  - $r_t = (Q_t^*)^{-1} Q_t (m_t^* - p_t)$
  - $\alpha = \min\{\alpha : p_t + \alpha r_t \in M\}$
  - $m_t^t = p_t + \alpha r_t$
- AME:  $\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \|m_i^t - m_i^*\|^2}$
- RME:  $\frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N \|Q_t(m_i^t - p_t) - Q_t^*(m_i^* - p_t^*)\|^2}$



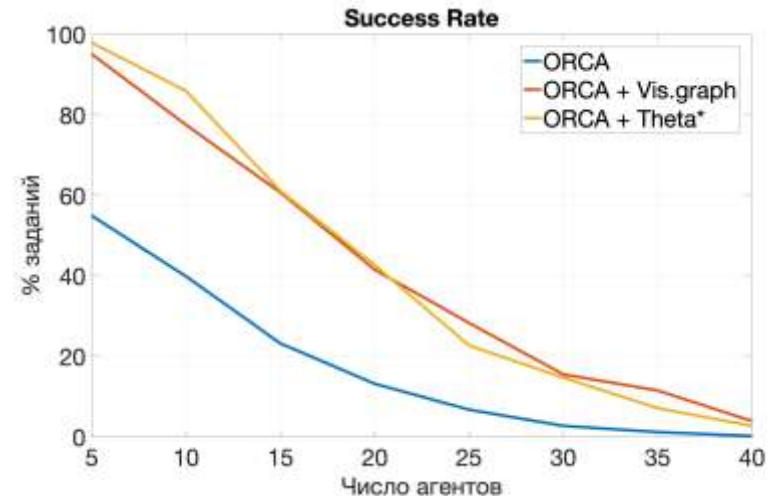
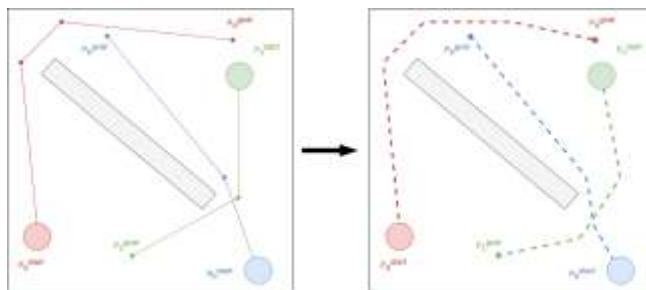
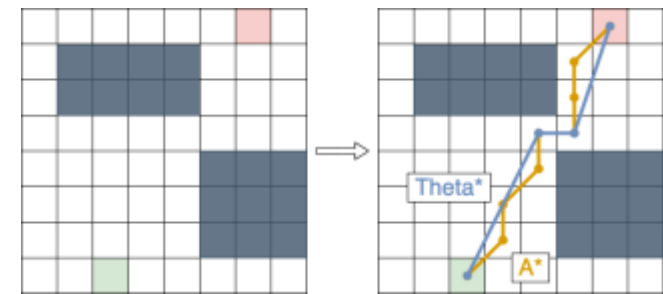
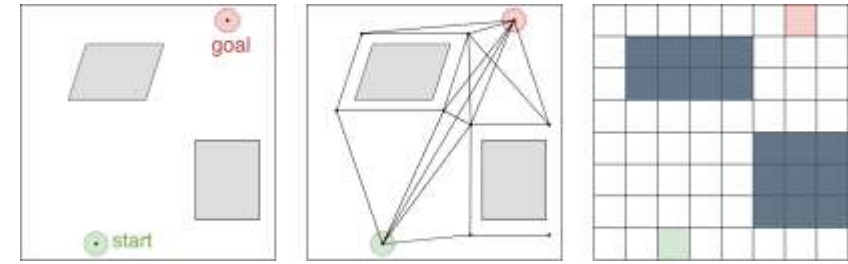
Name	ATE	RPE	CC	[OURS] AME	[OURS] RME
RTAB-Map (Habitat depths)	0.165	0.038	0.041	0.722	0.693
RTAB-Map + FCNN	0.667	0.068	0.361	1.935	1.891



С.А. Дергачев<sup>1,2</sup>, К.С. Яковлев<sup>1,2,3</sup>

(1) НИУ ВШЭ, (2) ФИЦ ИУ РАН, (3) МФТИ

- Рассмотрен подход, основанный на алгоритмах планирования траектории одиночного агента и алгоритме избегания столкновений **ORCA**
- Рассмотрено планирование траектории на основе графов видимости и графов регулярной декомпозиции
- Проведено экспериментальное сравнение этих подходов
- Применение графов регулярной декомпозиции позволяет использовать более простую процедуру построения графа и сохраняет качественные показатели графов видимости





**Л. Л. Сотник**

старший преподаватель, руководитель секции Учреждение образования Барановичский государственный университет

**Л. А. Сиваченко**

доктор технических наук, профессор Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования Белорусско-Российский университет

Согласно проведенному теоретическому анализу видно, что с каждым силовым импульсом эксцентрикового валка происходит увеличение контактного напряжения, а так же прирост остаточной деформации.

Прирост остаточной составляющей деформации приводит к увеличению коэффициента уплотнения и служит показателем эффективности процесса деформирования.

Совмещение вибрационного и вращательного движения валка вибровалкового измельчителя позволяет увеличить усилие, приходящееся на измельчаемый материал, что интенсифицирует его движение и способствует увеличению производительности измельчителя и степени измельчения материала .

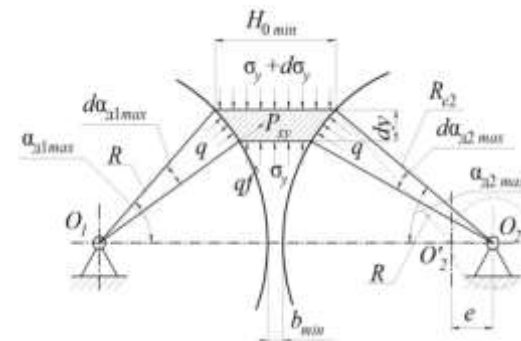
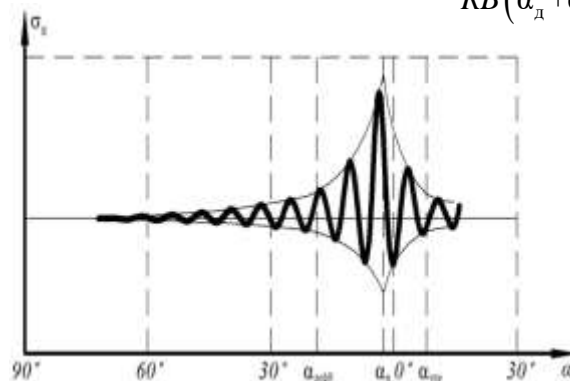


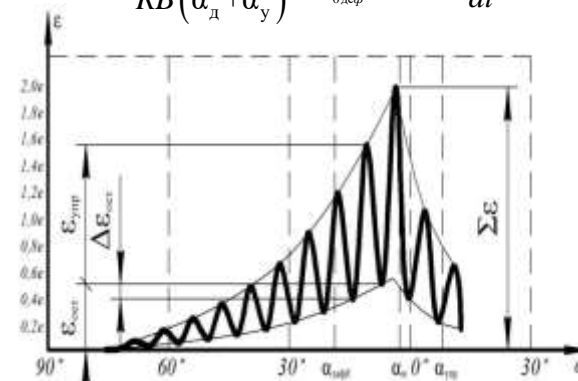
Схема нагружения элементарного слоя материала при минимальном зазоре

$$\sigma_k(t) = \frac{P_B}{RB(\alpha_d + \alpha_y)} \cdot \sin \omega_{эв} t - \frac{m}{RB(\alpha_d + \alpha_y)} \cdot \frac{d^2 x}{dt^2}$$

$$\sigma_k(t) = \frac{P_B}{RB(\alpha_d + \alpha_y)} \cdot \sin \omega_{эв} t - \frac{m}{RB(\alpha_d + \alpha_y)} \cdot \int_{H_{0деф}}^{b_{cp}} H_i dH \cdot \frac{d^2 \epsilon}{dt^2}$$



Изменение контактного напряжения



Изменение деформации материал

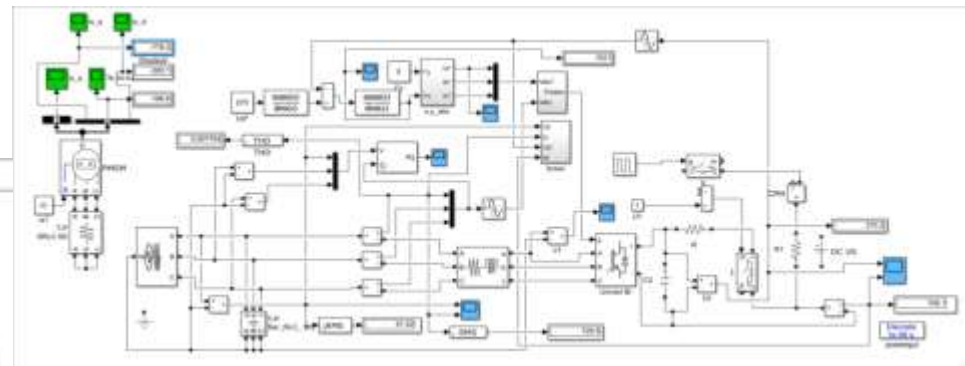
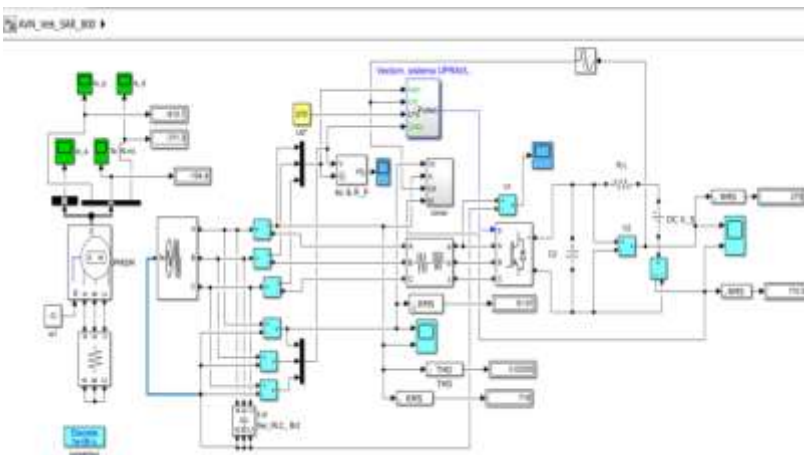


# Энергетические показатели активного преобразователя напряжения в авиационной системе генерирования электроэнергии



Завалишинские чтения | 2020

А.А. Ефимов д-р техн. наук, профессор  
Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения



Показатели САР АВН, полученные при моделировании

САР	Энергетические показатели АВН в различных САР											
	f, Гц	U <sub>лср</sub> , В	P <sub>ср</sub> , кВт	Q <sub>ср</sub> , кВАр	S <sub>ср</sub> , кВА	P <sub>искаж</sub> , кВт	P <sub>дл</sub> , кВт	K <sub>мо</sub> , щ. о.е.	K <sub>сдв</sub> , о.е.	K <sub>иск</sub> , аж. о.е.	КП Д, %	THD <sub>v</sub> , %
РСАР	800	132	206,2 26	0,411 4	206,2 33	1,571 0	191,4 64	0,9 999	0,9 999	0,9 999	92,8 42	0,737 4
	100 0	165	200,4 93	0,569 3	200,5 01	1,618 1	191,5 35	0,9 999	0,9 999	0,9 999	95,5 32	0,77 0
	130 0	214,5	300,4 03	140,5 7	331,9 87	14,57 7	284,4 77	0,9 049	0,9 057	0,9 990	94,7 0	4,30 6
ВСАР	160 0	264	298,2 31	220,7 3	371,3 23	14,68 4	286,1 07	0,8 032	0,8 038	0,9 992	95,9 35	3,93 6
	800	132	203,0 64	2,226 4	203,1 04	3,333 1	194,4 47	0,9 998	0,9 999	0,9 998	95,7 56	1,62 2
	100 0	165	197,4 29	9,427 46	197,7 46	6,045 8	191,8 18	0,9 984	0,9 989	0,9 995	97,1 58	2,29 3
	130 0	214,5	294,1 25	138,1 7	325,4 06	16,98 9	285,7 93	0,9 039	0,9 051	0,9 986	97,1 72	5,10 6
160 0	264	298,8 59	223,0 1	373,2 91	17,19 9	291,5 70	0,8 006	0,8 015	0,9 989	97,5 61	4,56 2	

## Заключение

1. Полученные на разработанных имитационных моделях систем автоматического регулирования результаты моделирования свидетельствуют о хороших динамических и энергетических показателях и высокой точности стабилизации выходного напряжения АПН, работающего в режимах активного выпрямителя и сетевого инвертора напряжения при питании его от идеального источника электроэнергии.
2. Релейная токовая система автоматического регулирования обладает достаточной робастностью, обеспечивая хорошие динамические и энергетические показатели без изменения параметров регулятора. Векторная система автоматического регулирования при работе на частотах 1300 Гц и 1600 Гц требует перенастройки параметров регулятора напряжения для повышения его быстродействия.
3. Релейная токовая система регулирования обеспечивает лучший гармонический состав входного тока АПН, но имеет меньшие, по сравнению с векторной системой регулирования значения КПД.
4. Направления дальнейших исследований связаны с дальнейшей доработкой имитационной модели авиационной системы генерирования электроэнергии на базе магнитоэлектрического генератора и активного преобразователя напряжения, макетированием данной системы, а также проведением её экспериментальных испытаний.

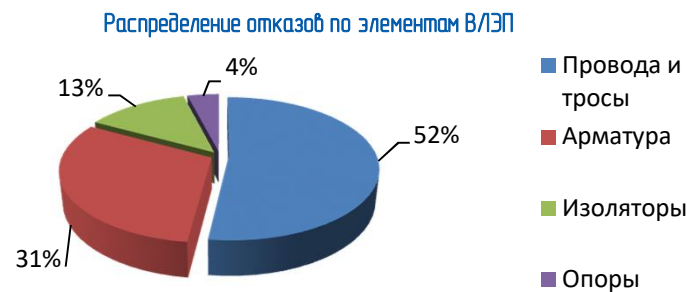
# Анализ влияния гололедных нагрузок на надежность воздушных линий электропередач



**Завалишинские чтения | 2020**

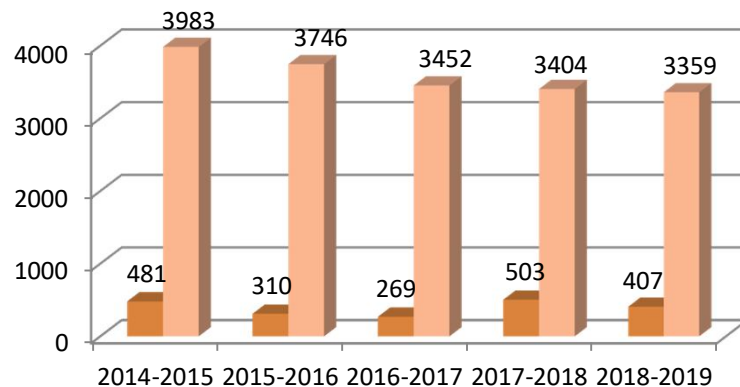
**В.Р. Дранникова** - магистрант кафедры электромеханики и робототехники  
**О.Я. Солёная** - кандидат технических наук, доцент, научный руководитель  
 Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Эксплуатация и надежность линий электропередач зависят от множества условий, в том числе и от климатических особенностей района. Согласно статистическим данным по отказам на ВЛЭП напряжением 110 кВ, гололедные нагрузки приводят к повреждению и разрушению механической прочности токопроводящей жилы линии в 30% случаев.



Анализ статистических данных аварийных отключений по причине гололеда по сравнению с общим количеством аварий на ЛЭП подтверждает высокую значимость гололедных нагрузок, т.к. в процентном соотношении аварии по причине гололедаобразования от общего количества за последние 5 лет составляют 10,84%.

**Аварийные отключения по причине гололедаобразования от общего количества в РФ, шт.**



Все конструктивные элементы ЛЭП влияют на ее безотказность и бесперебойность электроснабжения. Прочность и устойчивость к внешним воздействиям опор, арматур, изоляторов должны быть максимально высокими.



В настоящее время на ЛЭП все чаще применяют изолированные самонесущие и защищенные (покрытые) провода.



Подводя общий итог, можно с уверенностью сказать, что гололедные аварии на ВЛЭП имеют массовый характер и приносят значительный материальный ущерб. Поэтому, безусловно, прогнозирование и предотвращение возможных аварий по этим причинам является важной научно-технической задачей, решение которой позволит повысить надежность элементов конструкции ВЛЭП и обеспечить бесперебойность электроснабжения потребителей.



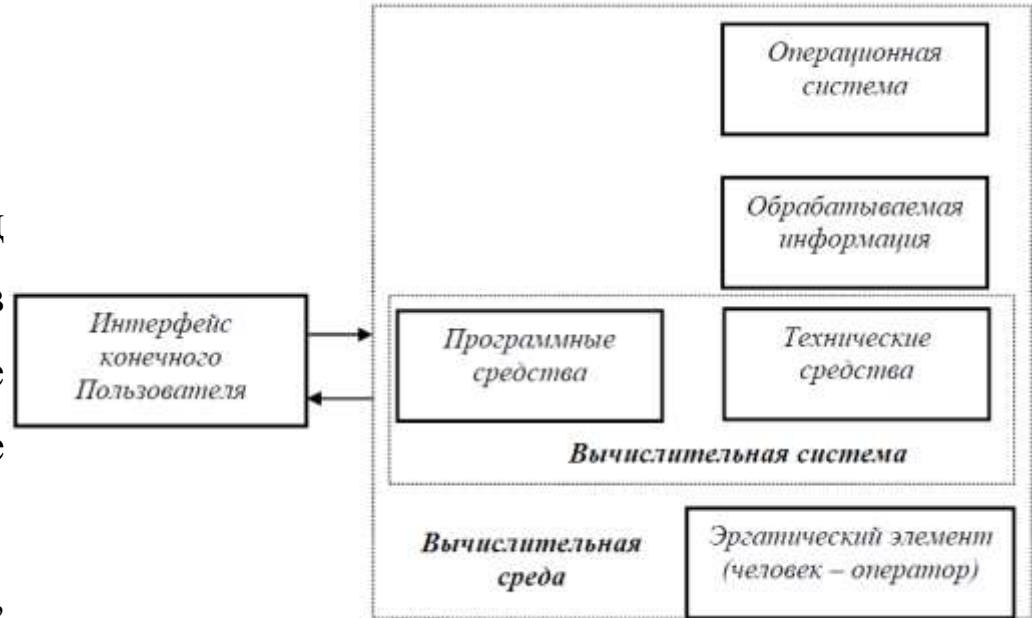
**И.В. Елтышева**

ст. преподаватель кафедры электромеханики и робототехники ГУАП

**Б.К. Елтышев** доцент кафедры судовой автомати

СПбГМТУ

В современной трактовке под защитой информации в автоматизированной системе (АС) понимается обеспечение ее конфиденциальности, целостности и доступности [1], причем самой главной характеристикой является доступность, поскольку при ее отсутствии все остальное теряет СМЫСЛ



Вычислительная среда функционирования АС

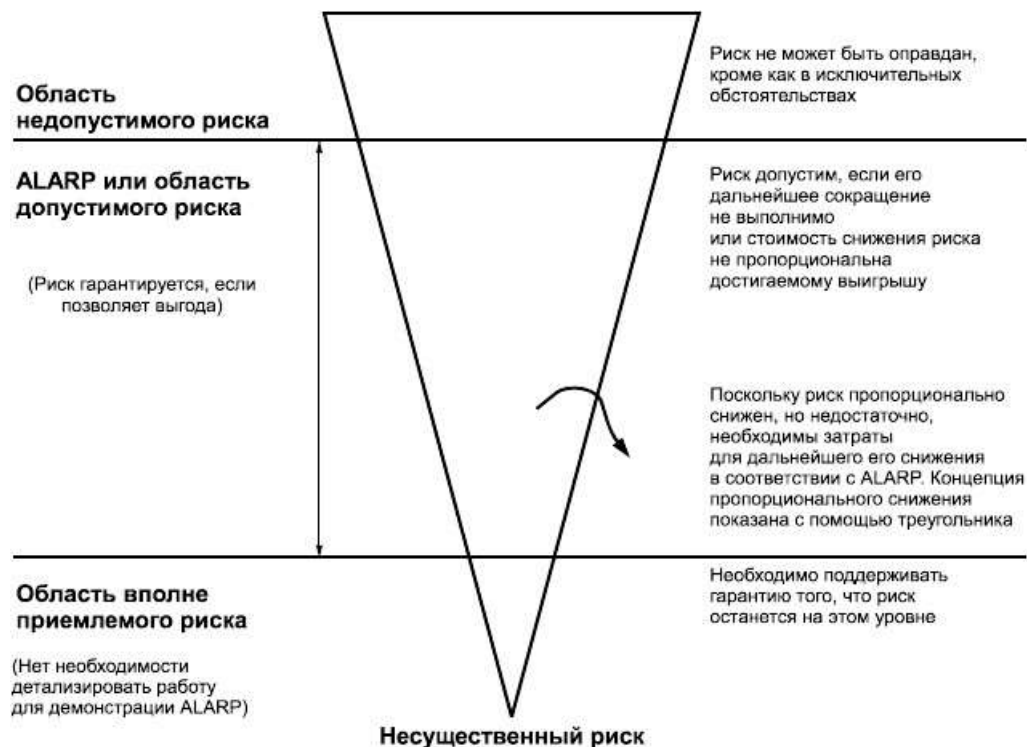
Отказы этих компонентов в общем случае не являются независимыми событиями вследствие очевидного влияния друг на друга и разнотипной подверженности многочисленным воздействиям внешней среды. На первом этапе с целью декомпозиции задачи можно получить отдельные оценки надежности компонентов, но получаемая при их объединении в предположении независимости характеристика будет лишь нижней оценкой надежности всей системы. Стандарт вводит понятие «электрическая/электронная/программируемая электронная система» (Э/Э/ПЭ система, (electrical/electronic/programmable electronic system). Под нею понимается (автоматизированная) система управления, защиты или мониторинга, основанная на использовании одного или нескольких Э/Э/ПЭ устройств, включая все элементы системы

# Структура Э/Э/ПЭ системы



В соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508 термин «функциональная безопасность» означает корректное функционирование как системы управления, так и управляемого ею оборудования. Функциональная безопасность (functional safety, далее ФБ) связывает воедино надежность аппаратной составляющей (hardware), программной составляющей (software), эргатического компонента (ergonomic) и, возможно, других компонентов, входящих в состав АС. Информационная безопасность (ИБ) является подсистемой функциональной безопасности и обеспечивает предотвращение доступа злоумышленников к ресурсам АС. Базовым понятием ФБ является риск, определяемый в соответствии с ГОСТ Р 51897-2002 как сочетание вероятности нежелательного события и его последствий.

## Допустимый риск и ALARP

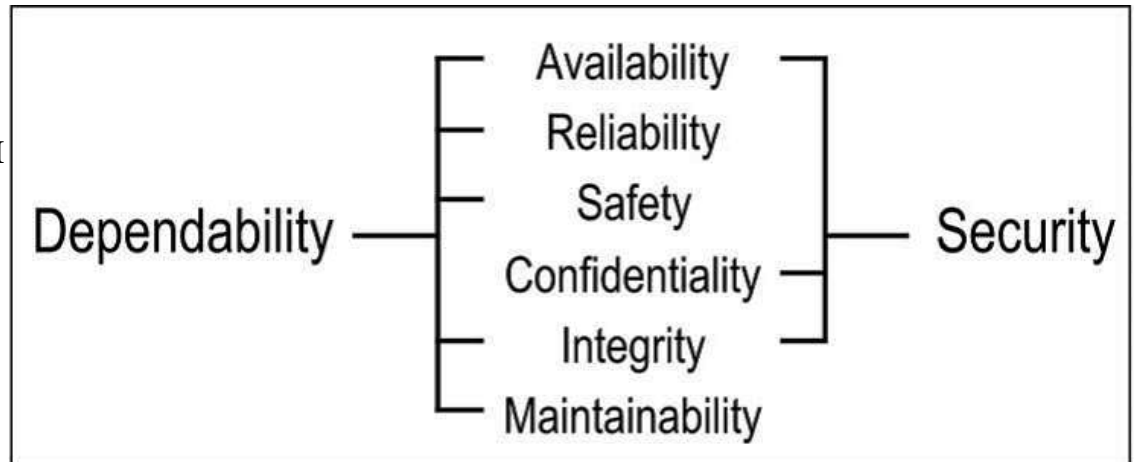


В обсуждаемом стандарте ФБ используется подход ALARP, предусматривающий выделение трех областей величины риска. Аббревиатура ALARP образована из английской фразы «as low as reasonably practicable», что означает снижение риска настолько, насколько это практически достаточно

Первой из комплексных характеристик безопасности является надежность. Корректный перевод термина надежность – это dependability, поскольку и надежность, и dependability рассматриваются, как комплексные свойства. Reliability – это правильный перевод для термина безотказность, которая является важной, но все же только одной из составляющих надежности. Безотказностью называется свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки, т.е. безотказность можно обобщать с надежностью только для необслуживаемых систем. Кроме безотказности, составными свойствами надежности являются ремонтпригодность (Maintainability), долговечность (Durability) и сохраняемость (Storability)



Основные атрибуты надежности и информационной безопасности

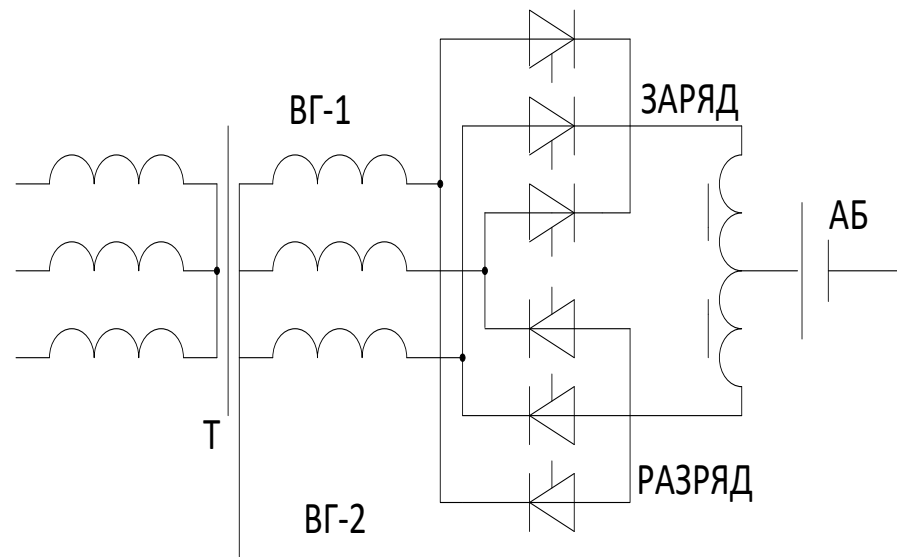


С другой стороны комплексной характеристикой является безопасность (security,ИБ), с атрибутами доступность (availability), целостность (Integrity) и конфиденциальность (Confidentiality) Комплекс стандартов на автоматизированные системы» и отражающего современные тенденции ГОСТ Р МЭК 61508 создает достаточно полную методологическую основу для проектирования подсистем безопасности АС в защищенном исполнении.



Мартынов А.А.  
ГУАП

Рассмотрены 2 схемы зарядно-разрядных устройств  
(ЗРУ).



# Устройства для заряда и разряда аккумуляторных батарей

Мартынов А.А.

ГУАП



Завалишинские  
чтения | 2020

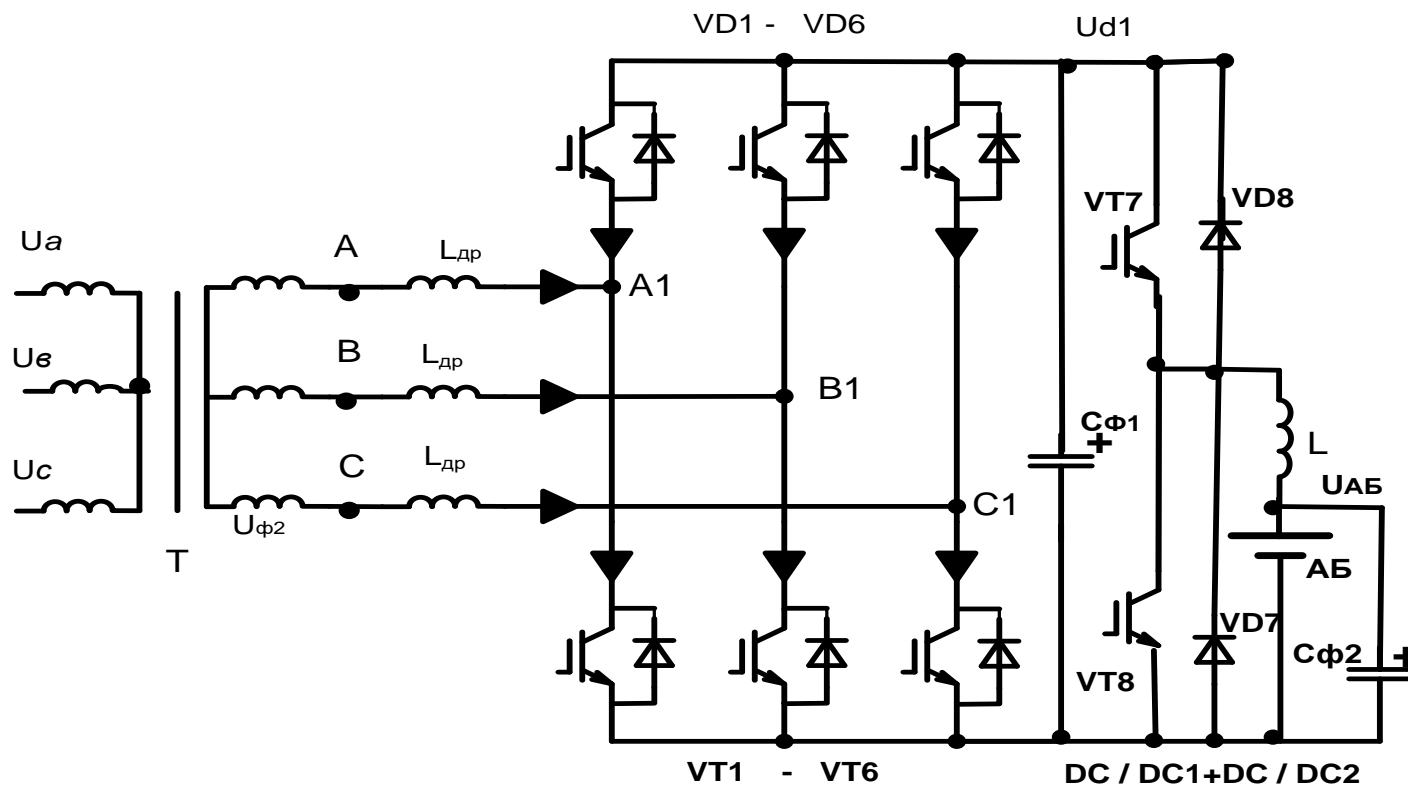


Рис.2. Схема ЗРУ с активным выпрямителем, двухкаскадным преобразователем постоянного тока и сетевым трансформатором

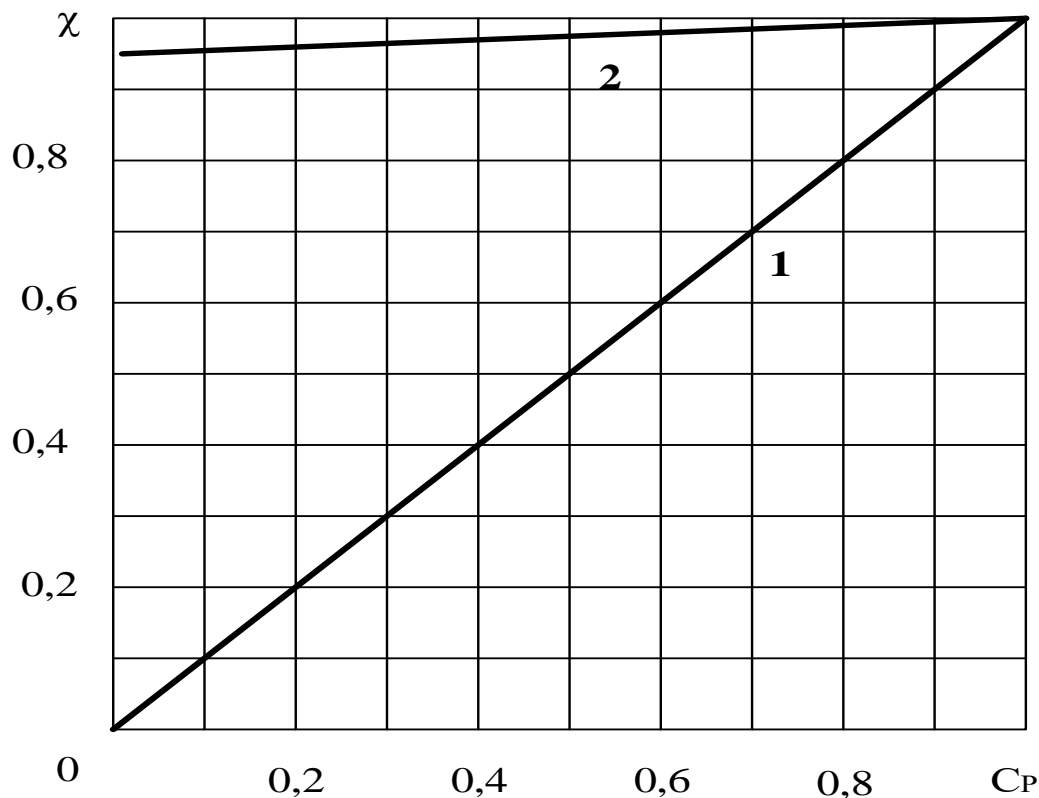
# Устройства для заряда и разряда аккумуляторных батарей

Мартынов А.А.

ГУАП



Завалишинские  
чтения | 2020



**Рис.3. Зависимость коэффициента мощности от степени регулирования выходного напряжения: 1- для управляемого тиристорного выпрямителя; 2- для активного выпрямителя**

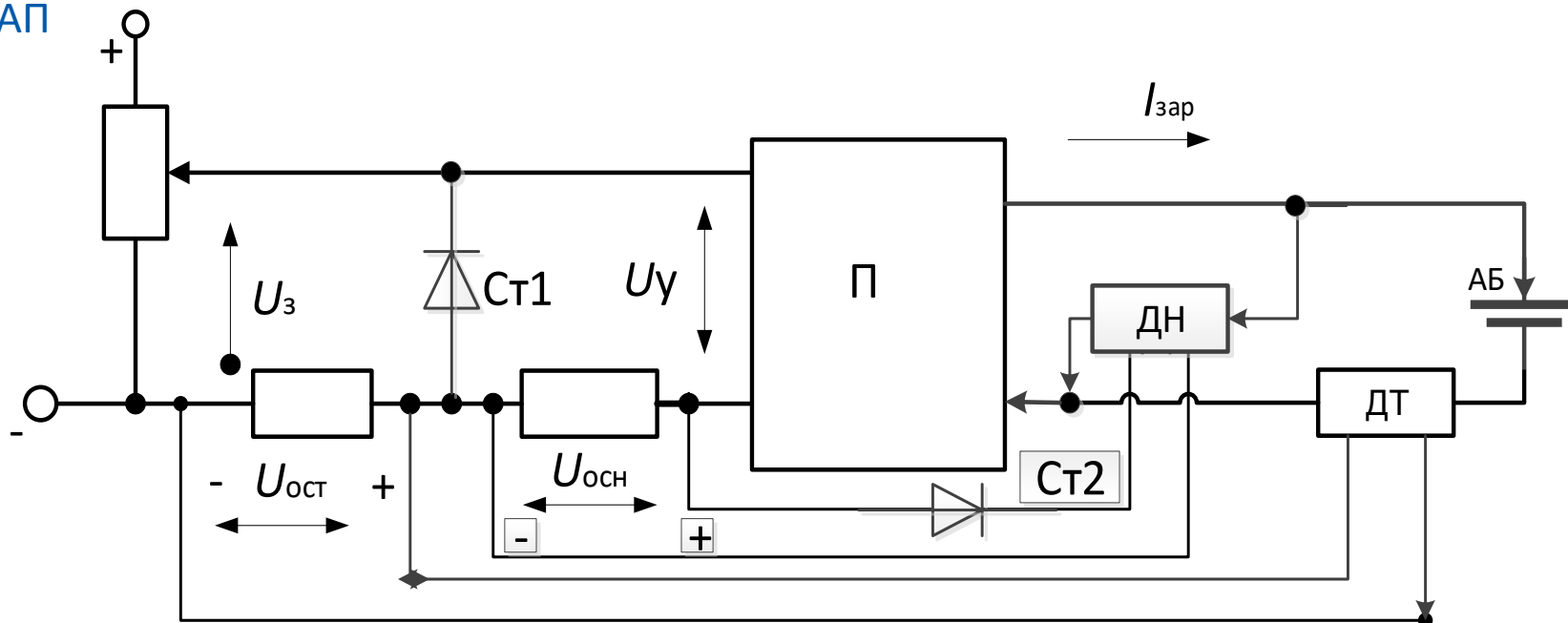
# Устройства для заряда и разряда аккумуляторных батарей

Мартынов А.А.

ГУАП



Завалишинские чтения | 2020



**Рис.4. Структурная схема системы заряда аккумуляторной батареи с отрицательной обратной связью по току и задержанной отрицательной обратной связью по напряжению**

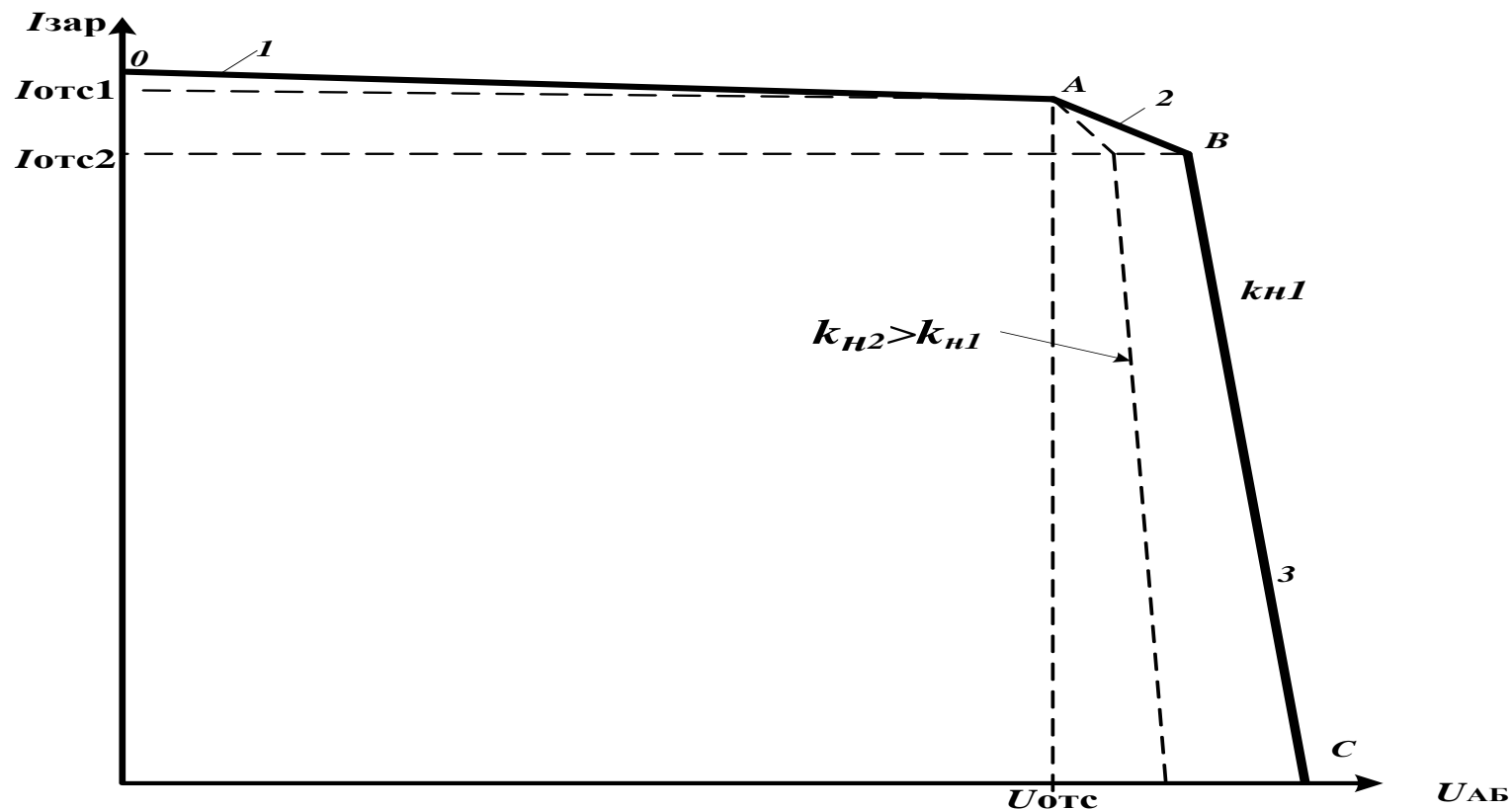


Рис. 5. Внешняя характеристика ЗРУ с отрицательной обратной связью по току и задержанной обратной связью по напряжению



### Заключение

**1. Схема ЗРУ с активным выпрямителем, двухкаскадным преобразователем постоянного напряжения, сетевым трансформатором обладает существенно лучшими энергетическими характеристиками по сравнению с ЗРУ, выполненном на основе управляемого тиристорного выпрямителя.**

**2. Требуемый алгоритм заряда АБ может быть успешно реализован в замкнутой системе с отрицательной обратной связью по току и задержанной обратной связью по напряжению.**



# Детекторы гравитационных волн, основанные на прямом методе исследования



**Завалишинские чтения | 2020**

**Д. Б. Асфар, А. Р. Худайбердина, С. О. Жеребко, М. М. Виноградов**  
студенты кафедры управления в технических системах  
**Ю. А. Ганьшин** - кандидат технических наук, доцент - научный руководитель

- Первые экспериментальные попытки непосредственного обнаружения гравитационных волн были сделаны Джозефом Вебером с помощью резонансных антенн.
- Затем начались интенсивные исследования, разработки и создание резонансных антенн по типу антенн Вебера. По этому принципу работают: сферическая антенна MiniGRAIL (Нидерланды), антенна Allegro (Батон-Руж, США), на которой в своё время работал и Дж. Вебер, AURIGA, Nautilus (Италия), Explorer (Швейцария), Niobe (Австралия).
- Основная трудность – это невозможность детектирования сигнала в широкой полосе частот при сравнительно высокой резонансной частоте самих приёмников.
- Главной особенностью твердотельных антенн является наличие резонансной частоты.

К лазерным интерферометрам относятся Advanced LIGO, Advanced Virgo, Geo-600, KAGRA и LISA (реализация намечена на 2029г).

Основой таких конструкций является интерферометр Майкельсона с резонатором Фабри-Перо в каждом плече для создания сдвига фаз, вызванного изменением длины плеча. Рециркуляция мощности – еще одна стандартная особенность таких интерферометров.

Интерферометр Майкельсона расщепляет когерентный свет на два перпендикулярных плеча, где он затем отражается от зеркал. Затем свет рекомбинируется для создания интерференции на фотоприемнике. Эти пульсации вызывают изменение длины руки детектора, что приводит к изменению интерференционной картины на фотоприемнике.

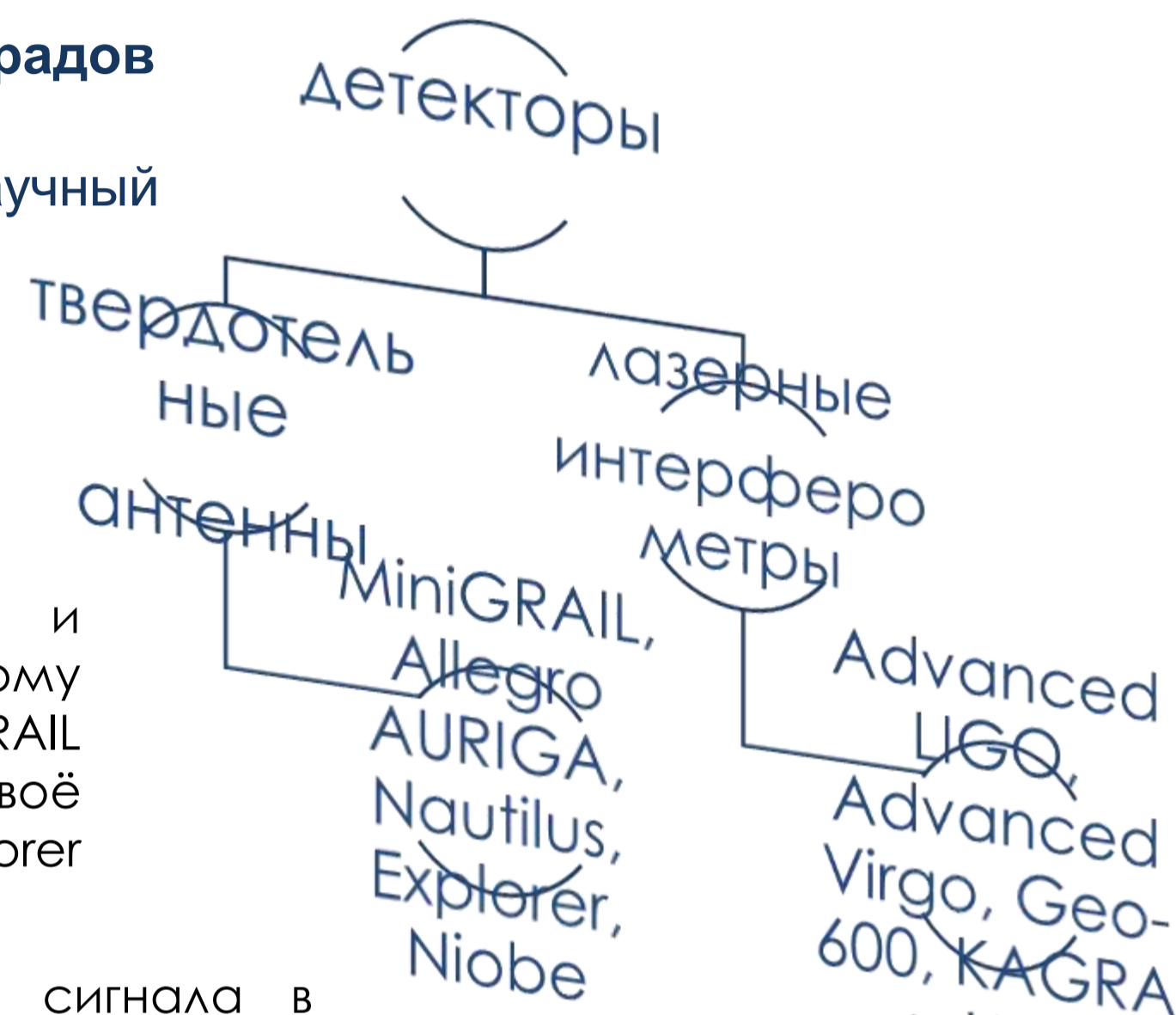


Рис. MiniGRAIL (детектор грав. волн)

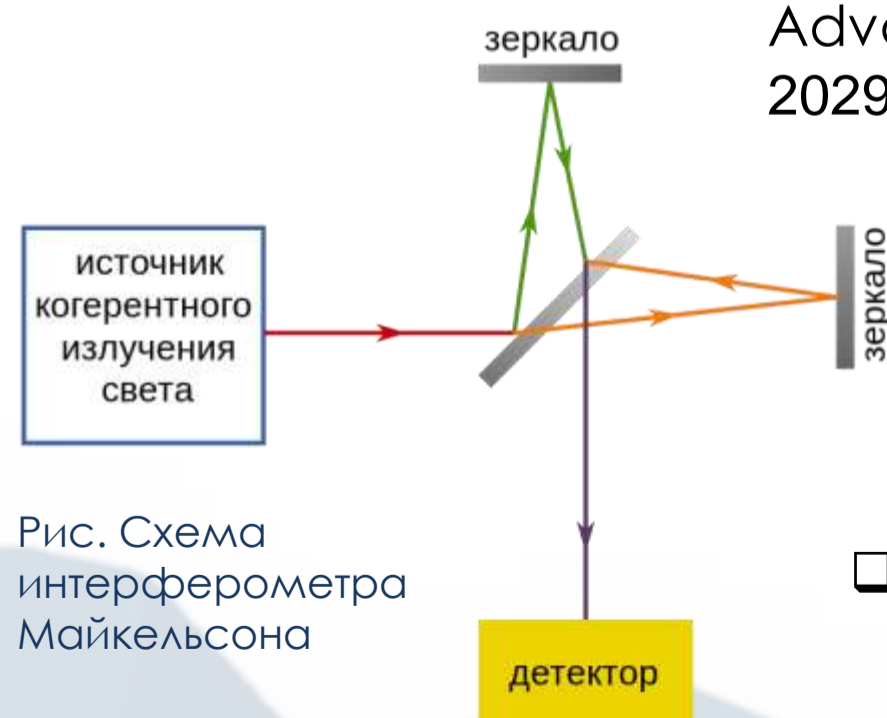


Рис. Схема интерферометра Майкельсона

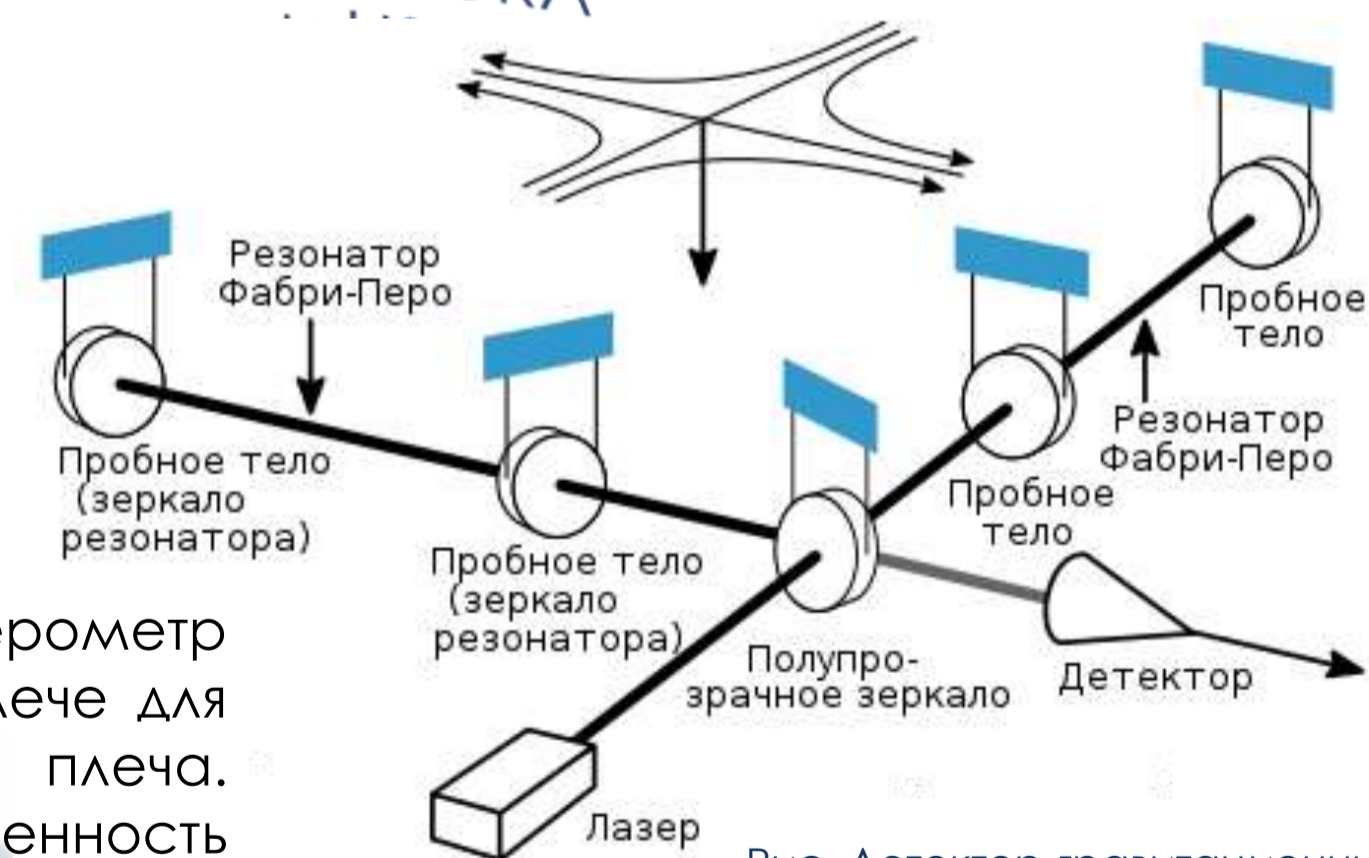


Рис. Детектор гравитационных волн на базе двух резонаторов Фабри-Перо, поставленных под углом 90 град.



## Тестирование прокладки кабельных линий стойки управления

### Реализация программной части

Для тестирования цифровых входов DI:

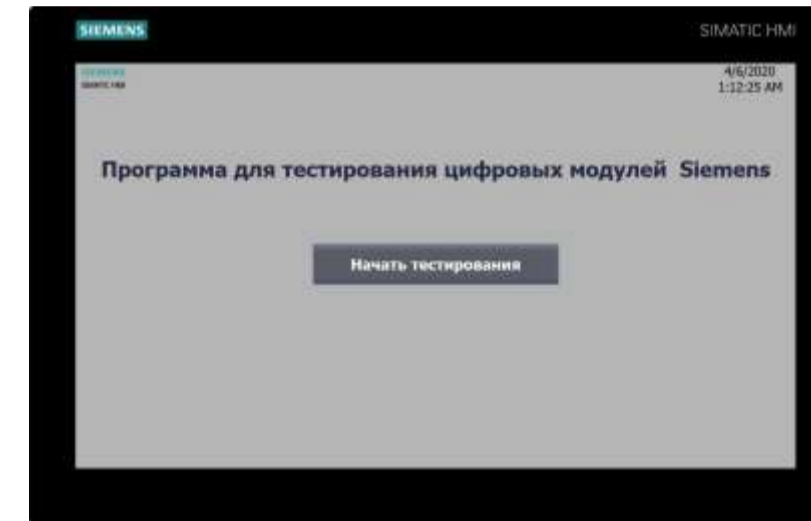
- контроллер системы тестирования подает с модуля цифровых выходов DO выходной сигнал;
- система тестирования подключена к выходным клеммам стойки управления, в случае если внутренние кабельные линии проложены правильно, на цифровых входах DI контроллера появляется напряжение;
- функция «Get» получает данные о состоянии цифровых входов стойки управления через локальную сеть;
- контроллер системы тестирования сравнивает данные о поданных сигналах и тех сигналах, которые пришли на цифровые входы и выдает отчет о состоянии кабельных линий.

Для тестирования цифровых выходов DO:

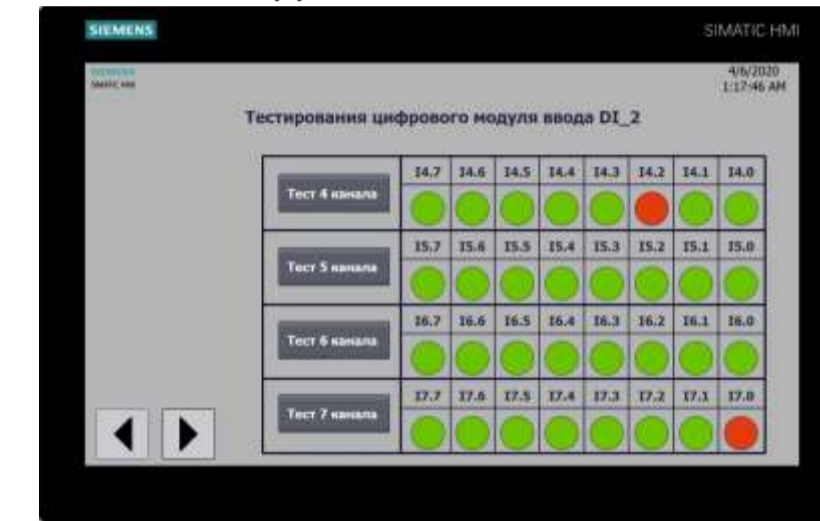
- функция «Put» передает данные в стойку управления по локальной сети, какой цифровой выход DO включить;
- система тестирования подключена к выходным клеммам стойки управления, в случае если внутренние кабельные линии проложены правильно, на цифровые входы системы тестирования приходит напряжение;
- контроллер системы тестирования сравнивает данные о поданных сигналах и тех сигналах, которые пришли на цифровые входы и выдает отчет о состоянии кабельных линий.

### Реализация Человеко-машинного интерфейса

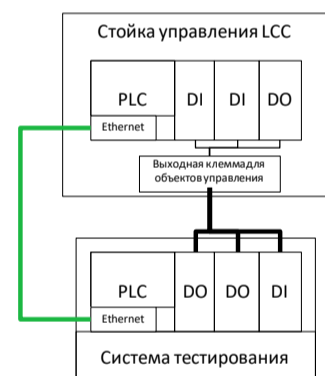
Начальный экран тестирования



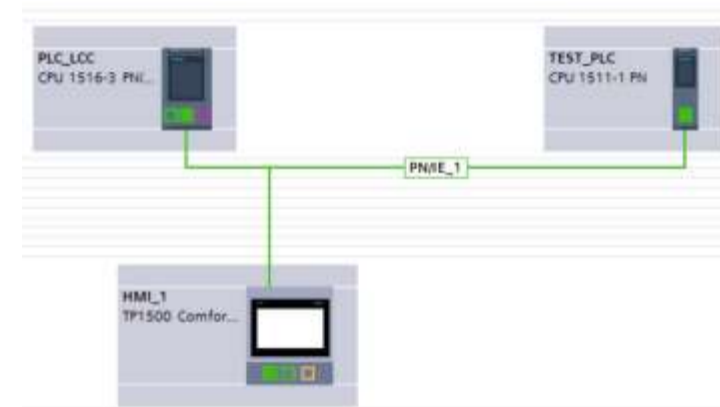
Экран тестирования второго модуля цифровых входов DI\_2



Принцип работы тестирования



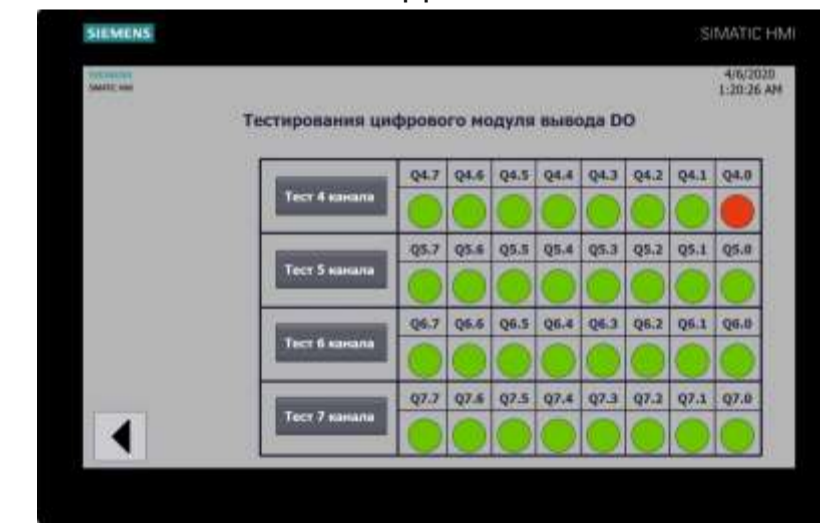
Конфигурация объектов тестирования



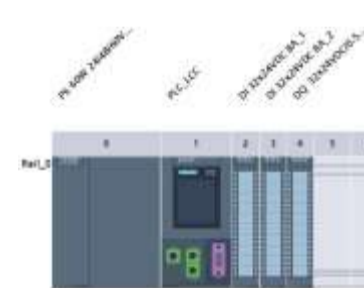
Экран тестирования первого модуля цифровых входов DI



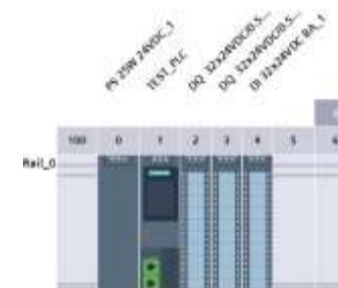
Экран тестирования модуля цифровых выходов DO



Конфигурация контроллера стойки управления



Конфигурация контроллера системы тестирования



Программа для обработки входного сигнала



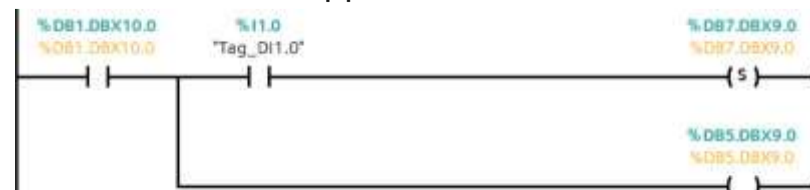
Программный код для цифровых выходов



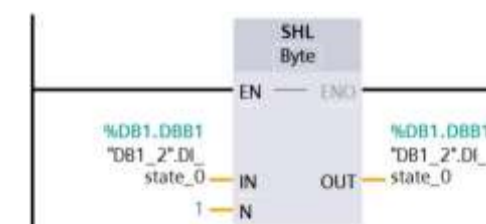
Программный код для активации цифровых выходов стойки управления



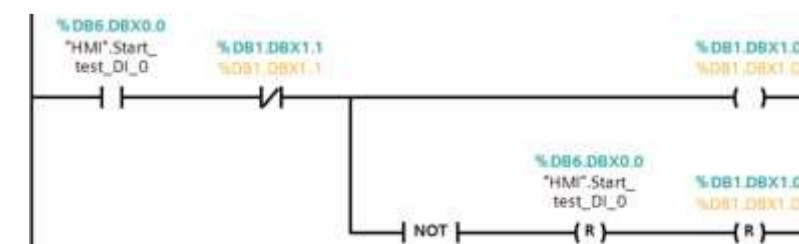
Программный код для обработки выходного сигнала



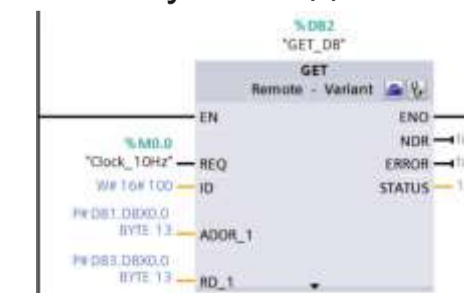
Программный код для реализации битового сдвига влево



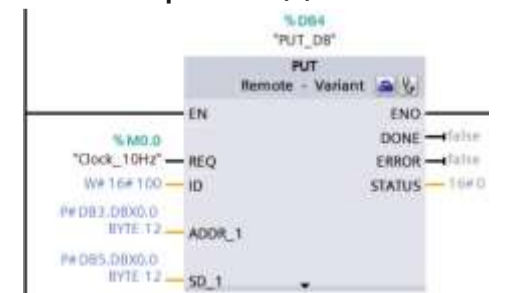
Программный код для сброса бита состояния кнопки



Функция «Get» для получения данных



Функция «Put» для отправки данных



Автор работы  
М. В. Медведев  
магистрант кафедры управления в технических системах института №3 ГУАП  
Научный руководитель  
Д. В. Шишлаков  
к.т.н., доцент кафедры управления в технических системах института №3 ГУАП



А.И.Семенов – магистрант кафедры управления в технических системах

А.А. Ефимов – доктор технических наук, профессор – научный руководитель

Реальные кривые питающего напряжения сети имеют несинусоидальность и несимметричность, что вызывает снижение коэффициента мощности и приводит к низкочастотным пульсациям при работе активного выпрямителя напряжения. Задача системы управления компенсировать искажения сети:

- за счет формирования несимметричных фазных токов;
- за счет формирования синусоидальных сигналов задания фазных токов на вход релейного регулятора тока.

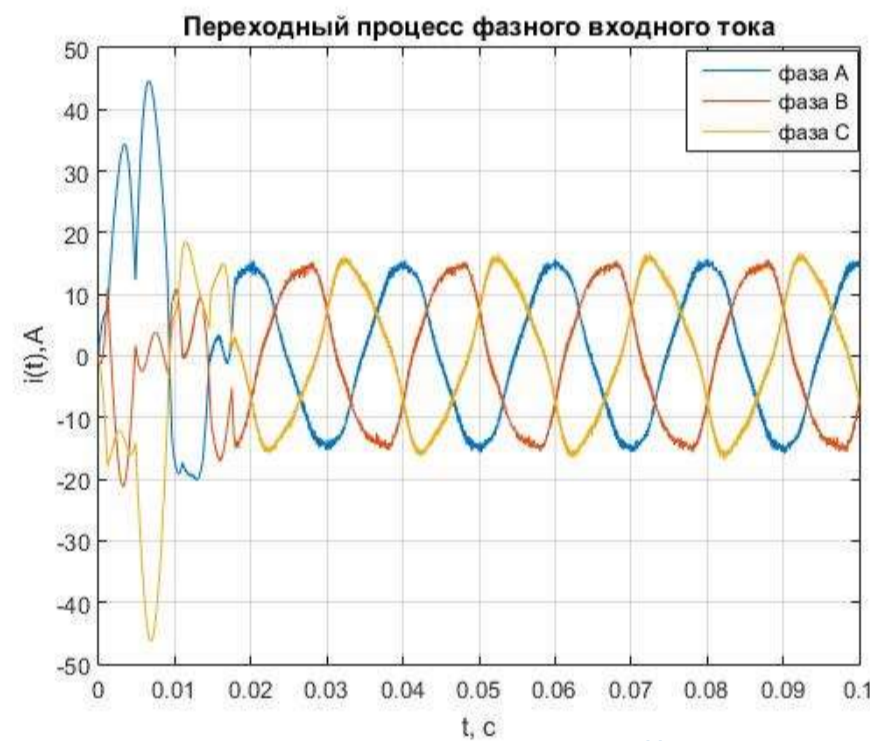


Рисунок 1 – Переходный процесс фазного тока

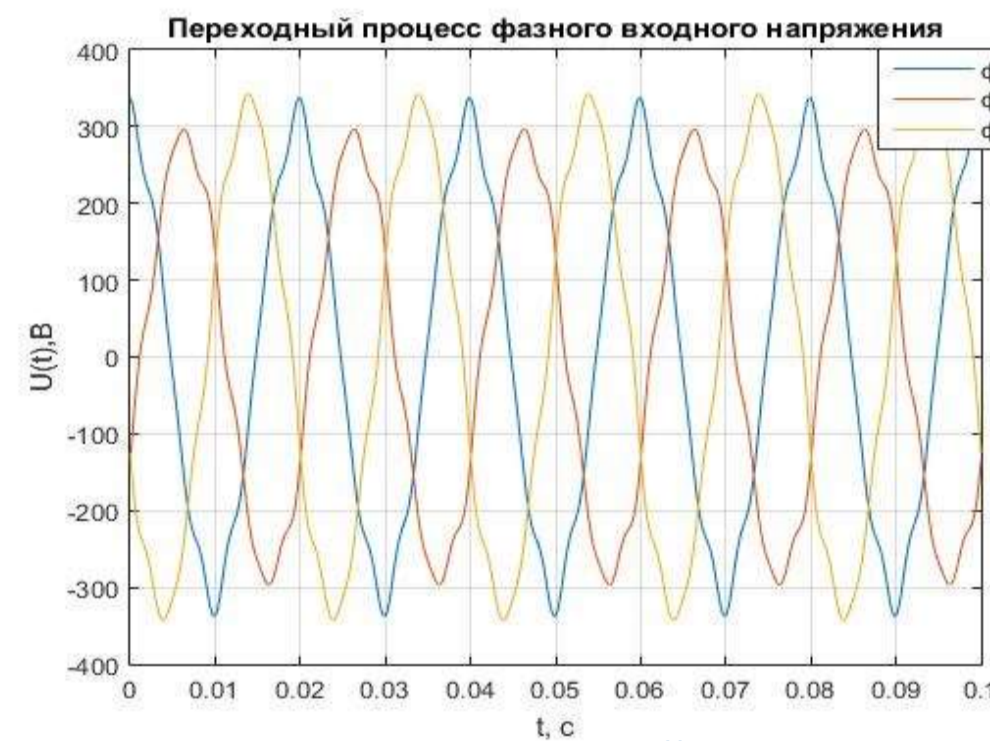


Рисунок 2 – Переходный процесс фазного напряжения

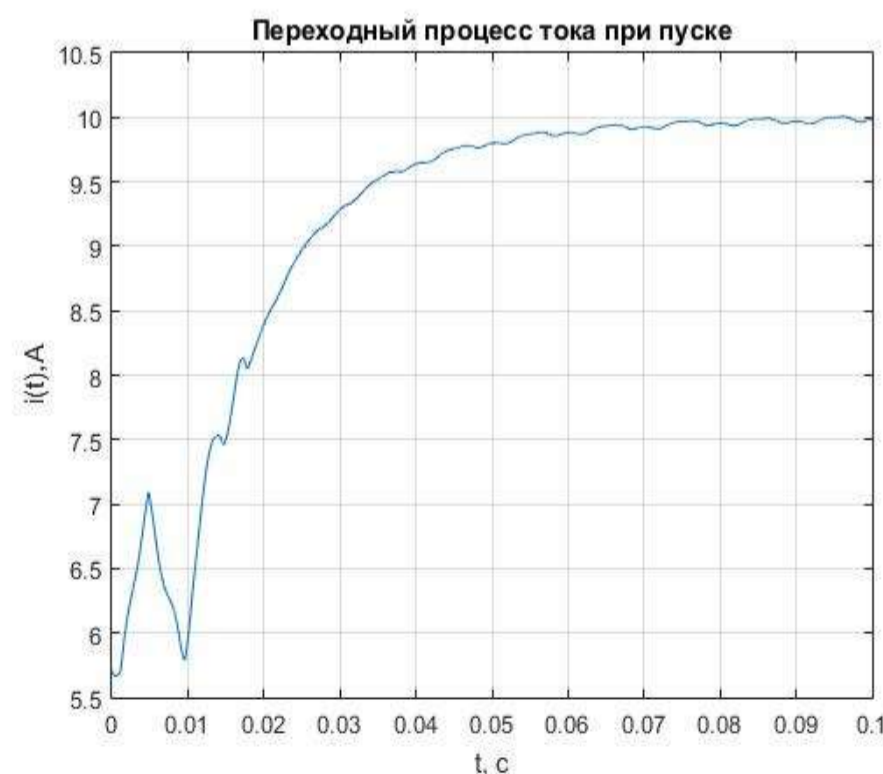


Рисунок 3 – Переходный процесс тока на нагрузке



Рисунок 4 – Переходный процесс напряжения на нагрузке

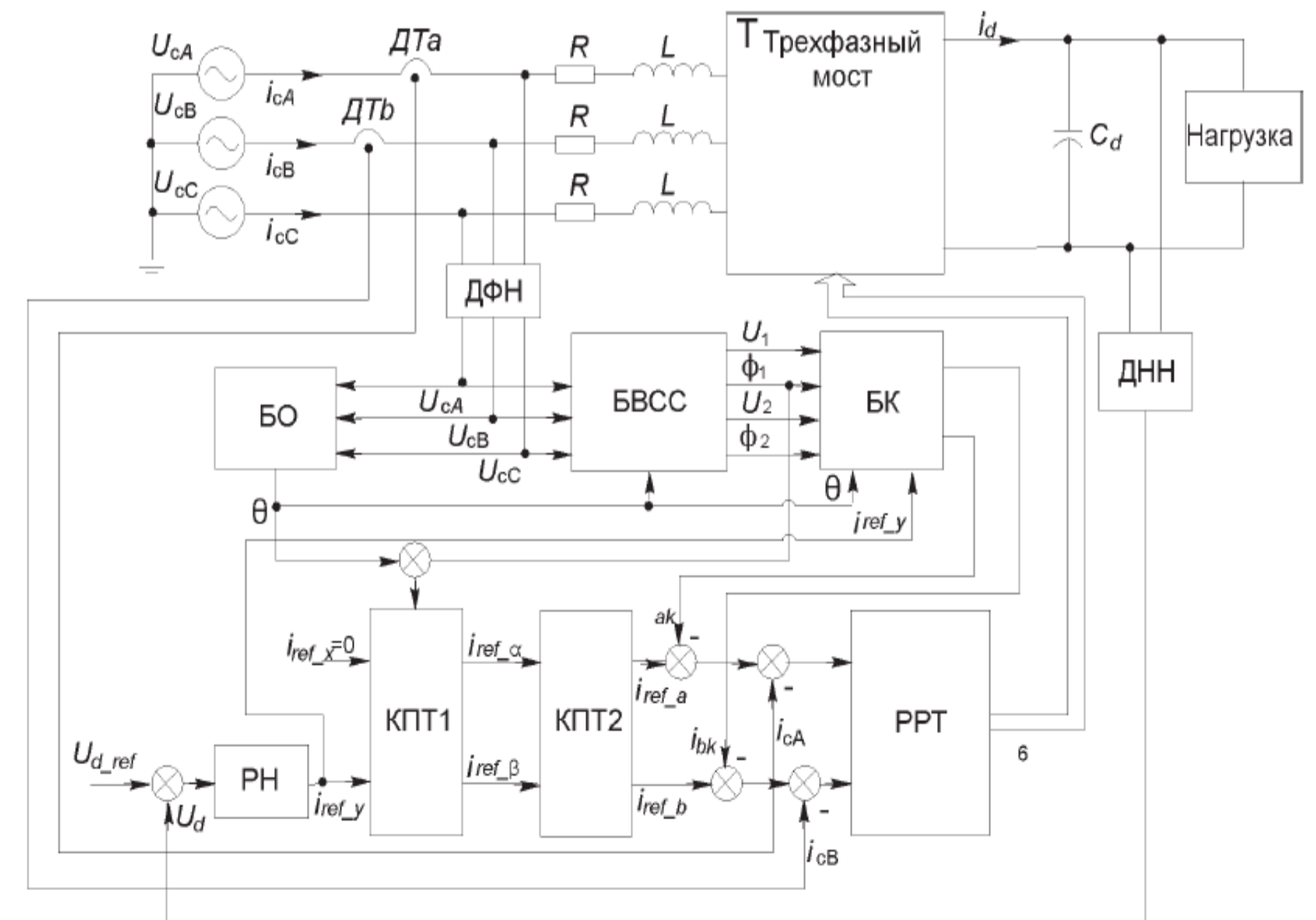


Рисунок 5 – Схема САП АВН с компенсацией влияния несимметрии и искажений напряжения сети



# Этапы проектирования бесконтактного зарядного устройства аккумуляторов необитаемых плавательных аппаратов

Автор доклада: Васин М. А. (магистрант кафедры электромеханики и робототехники)  
 Научный руководитель: Мартынов А. А. (доцент, кандидат технических наук, доцент)

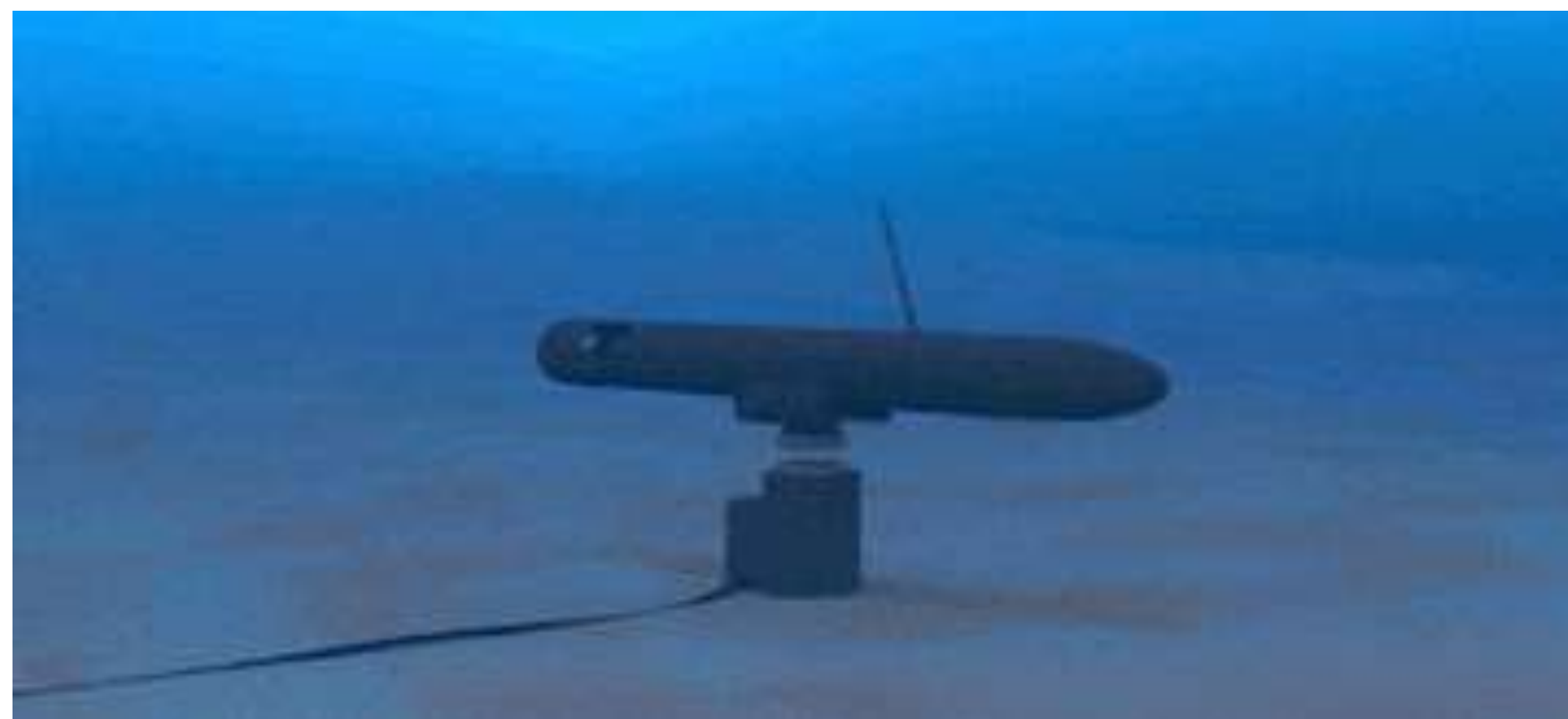


Рис.1 Испытания работоспособности бесконтактного зарядного устройства мощностью до 2.2кВт

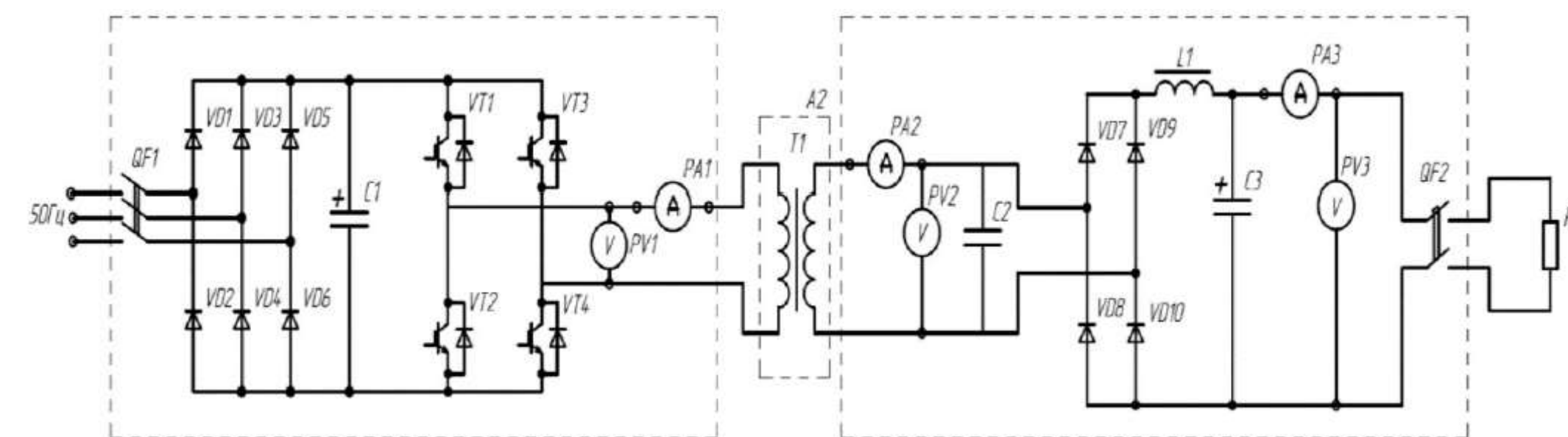


Рис.2 Электрическая схема бесконтактного ЗУ АКБ НПА

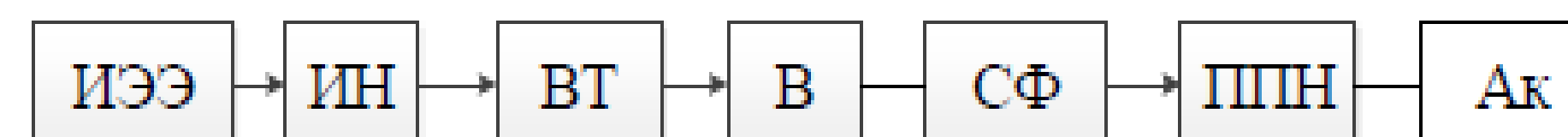


Рис.3 Обобщённая функциональная схема системы передачи электрической энергии на НПА

ИЭЭ – источник электрической энергии

ИН – инвертор напряжения

ВТ – высокочастотный трансформатор

В – выпрямитель

СФ – сглаживающий фильтр

ППН – преобразователь постоянного напряжения

АК – аккумуляторная батарея

В соответствии с проектом, был рассчитан высокочастотный трансформатор. На основании полученных данных, было произведено его конструирование с последующим моделированием тепловых процессов при различных величинах немагнитного зазора и номинальной нагрузке

Одним из показателей правильности произведённых расчетов являются результаты моделирования тепловых процессов которые изображены на рисунках 4, 5. Моделирование в программной среде SolidWorks показало, что за 12.5 часов работы в воздушной среде и при номинальном протекающем токе, трансформатор должен нагреться до 74°С при немагнитном зазоре в 0.5 мм и до 118°С при немагнитном зазоре в 1 мм., что является отличным показателем т.к. при работе в воздушной среде с естественной циркуляцией воздуха коэффициент теплопередачи значительно ниже, нежели в естественной рабочей среде.

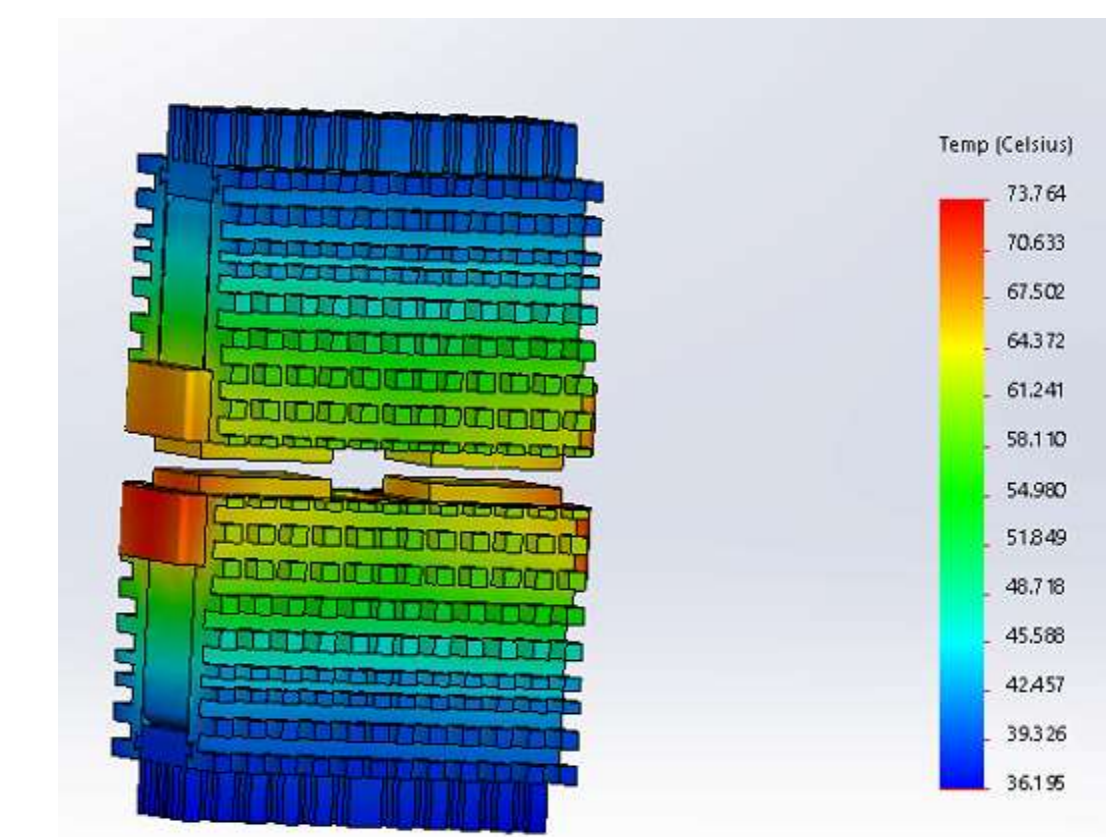


Рис.4 Моделирование тепловых процессов происходящих трансформаторе, в номинальном режиме при величине зазора 0.5 мм

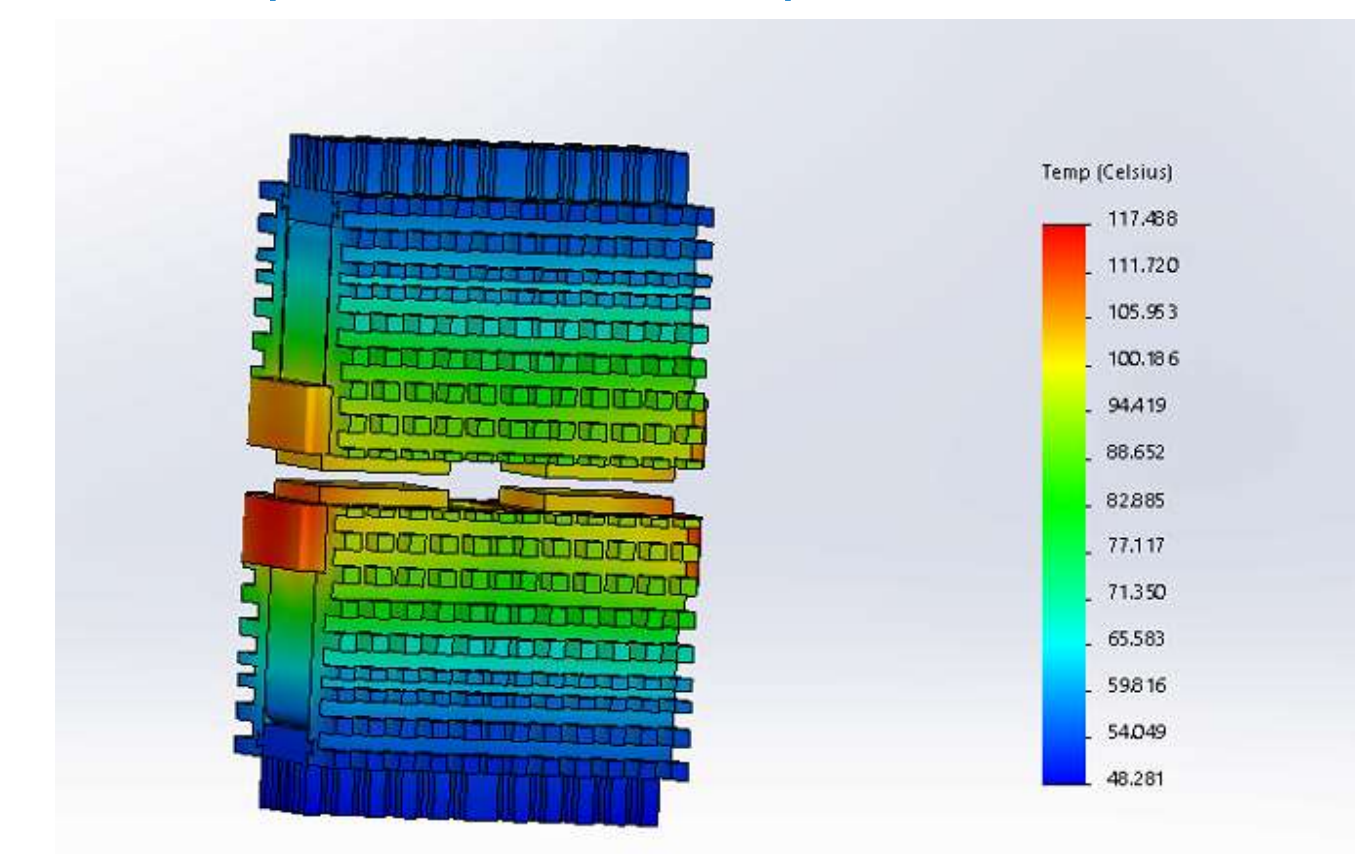


Рис.5 Моделирование тепловых процессов происходящих трансформаторе, в номинальном режиме при величине зазора 1 мм

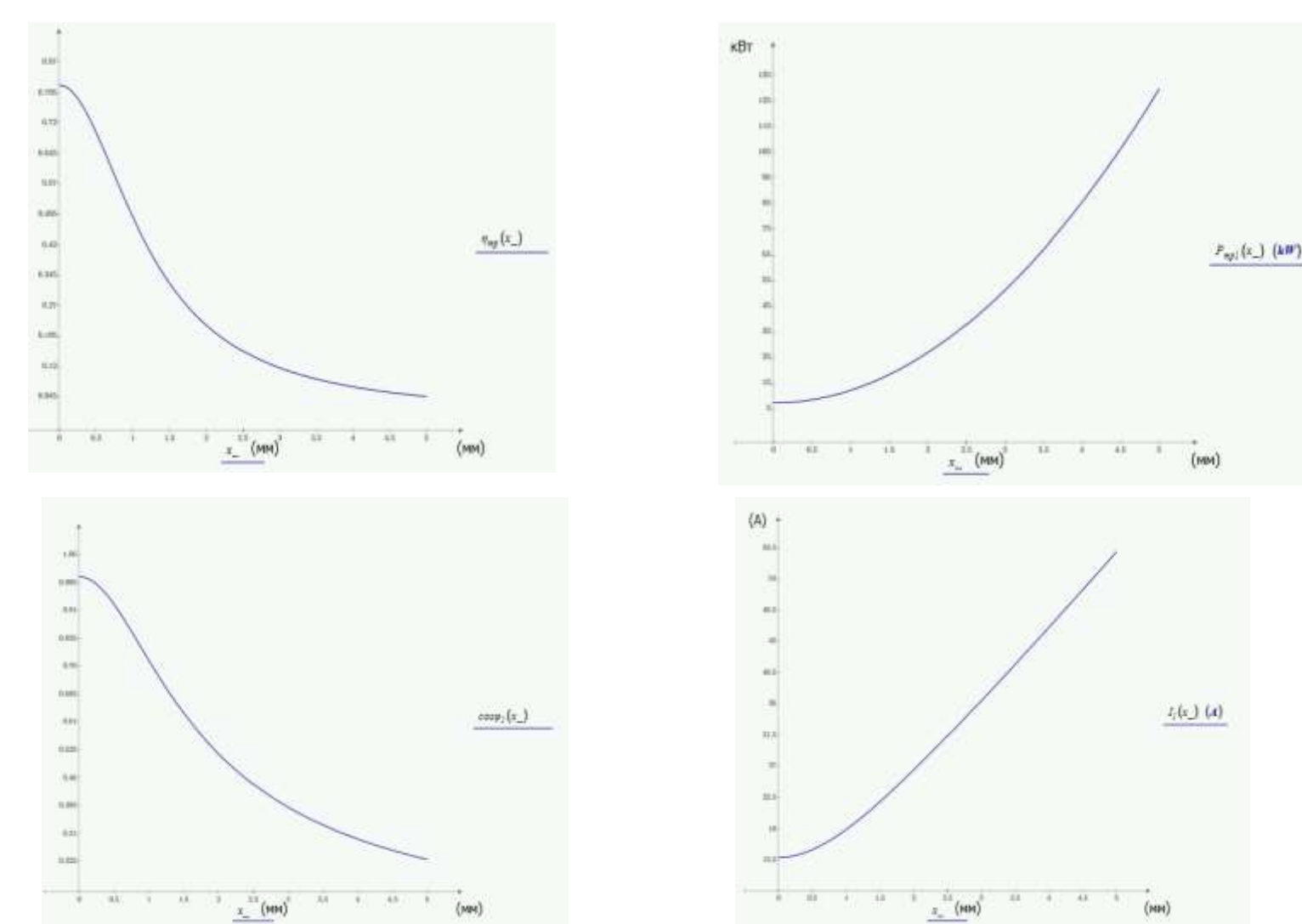


Рис.6 Графики зависимости ключевых характеристик высокочастотного трансформатора от величины немагнитного зазора при номинальной нагрузке

$$I_{намагниг}(x_{н}) := \frac{2 \cdot H_c \cdot l_c + 2 \cdot H_x \cdot l_x + n_s \cdot H_s \cdot x_{н} \cdot l_s}{\sqrt{2} \cdot w_1}$$

Рис.7 формула расчёта тока намагничивания с учётом конструктивных особенностей трансформатора



# Анализ возможностей РТС при ликвидации ЧС



Завалишинские чтения | 2020

## Цели работы:

- ✦ Провести анализ научной литературы по данной тематике;
- ✦ Выявить возможности современных РТС при ликвидации ЧС.

Для наибольшей эффективности и безопасности спасателей и пострадавших аварийно-спасательные работы ведутся с использованием специальных робототехнических систем.

Для применения РТС на пожаре учитываются много факторов: от свойств местности, локализации и способов ликвидации пожара до оперативной обстановки на объекте ЧС.

Тактические возможности РТС определяются из таких показателей как возможная продолжительность времени работы РТС в зоне повышенной опасности, возможные площадь и объемы пожаротушения, схемы подачи огнетушащих средств.

На оснащении ВНИИПО МЧС России 3 пожарных РТС: МРК-РП, LUF-60, Ель-4.

Для повышения тактических возможностей внедряется групповое применение РТС, в частности «роевой подход».



МРК-РП

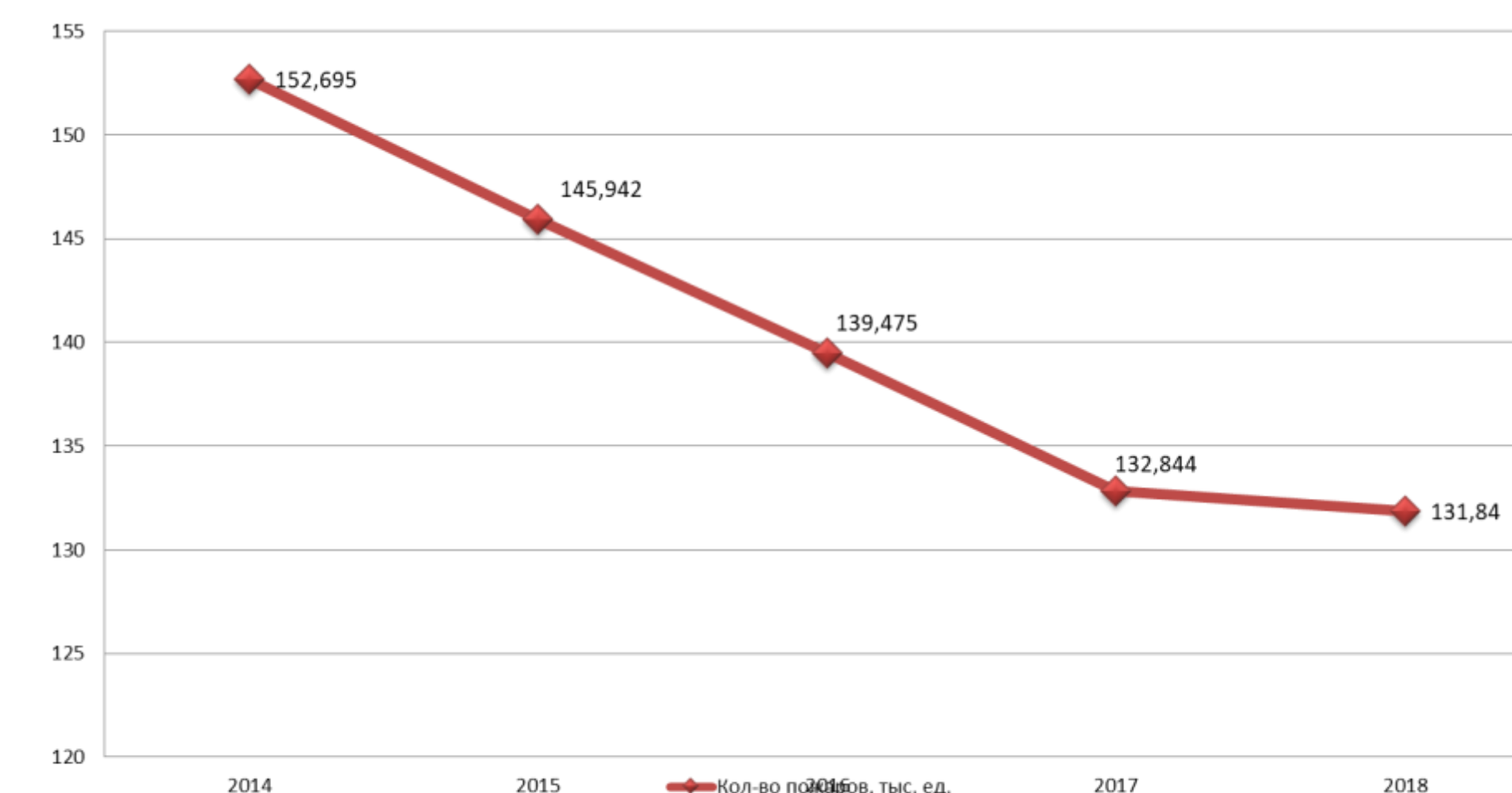


LUF-60

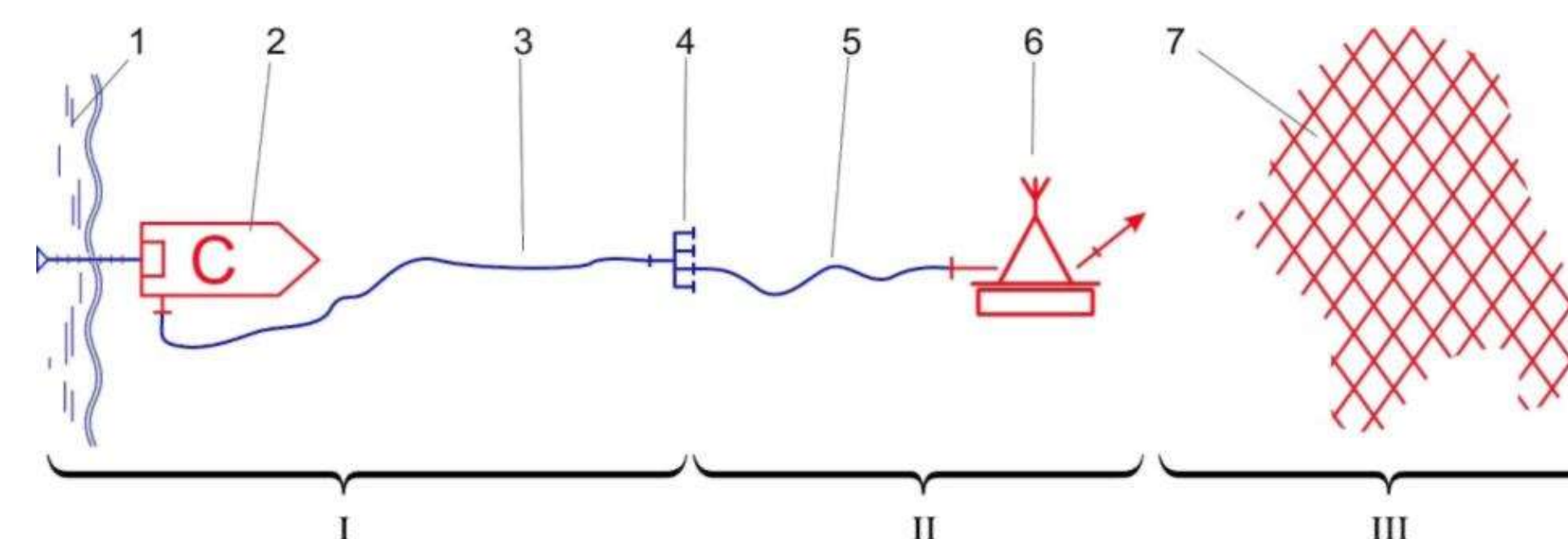


Ель-4

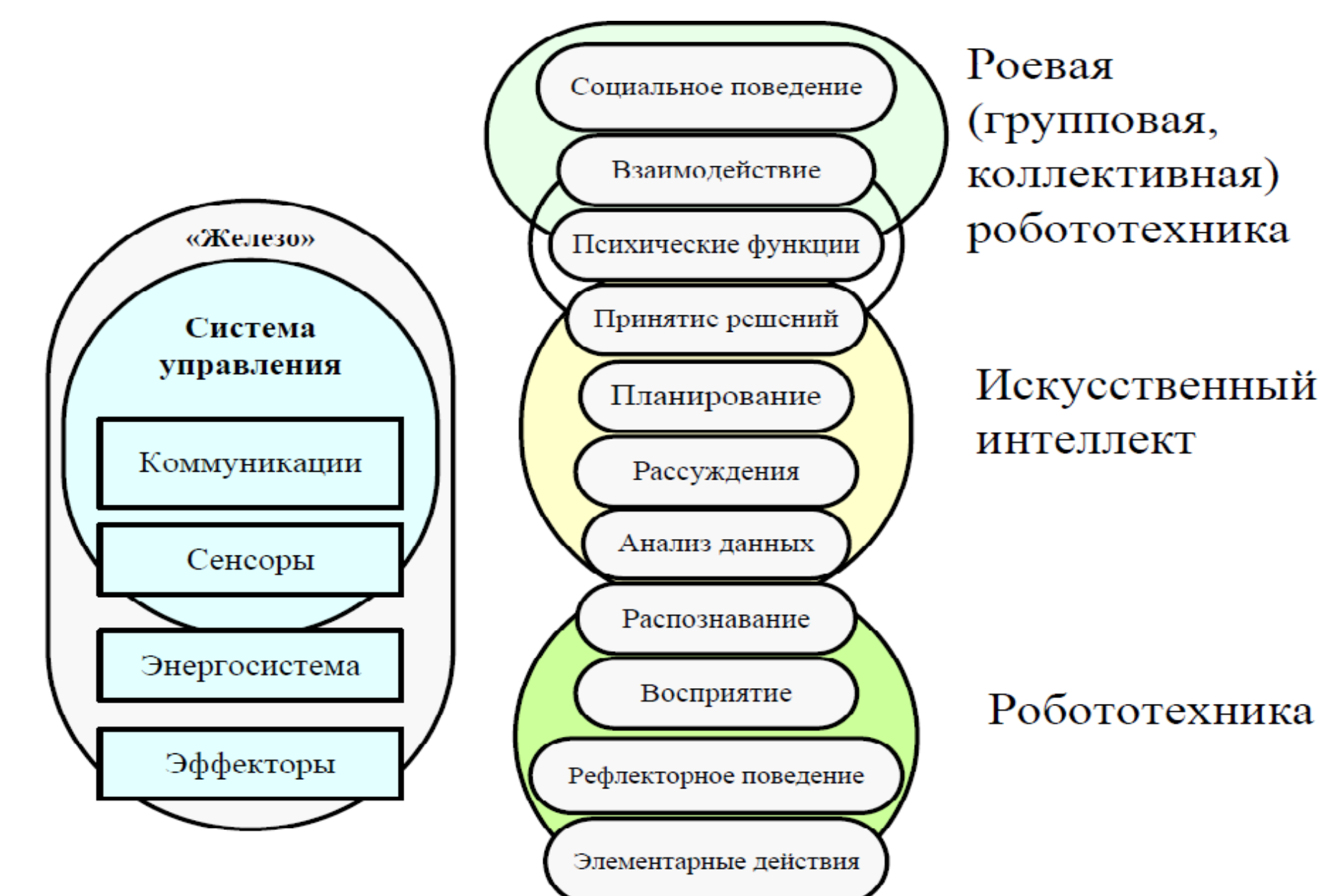
Н.И. Гарматий – студентка кафедры электромеханики и робототехники  
 В.Е. Белай – ассистент кафедры электромеханики и робототехники – научный руководитель  
 Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения



Динамика количества пожаров в РФ за 2014-2018 гг.



Принципиальная схема водоснабжения РТС



Распределение задач и зон ответственности





# Система переработки пластика для 3D-печати

К.С. Исаков - студент кафедры управления в технических системах  
 Д.А. Павлюков - студент кафедры электромеханики и робототехники  
 К.О. Шишков - студент кафедры электромеханики и робототехники  
 Н.И. Гарматий – студентка кафедры электромеханики и робототехники  
 А.Р. Худайбердина – студентка кафедры управления в технических системах  
 С.В. Солёный – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель  
 Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

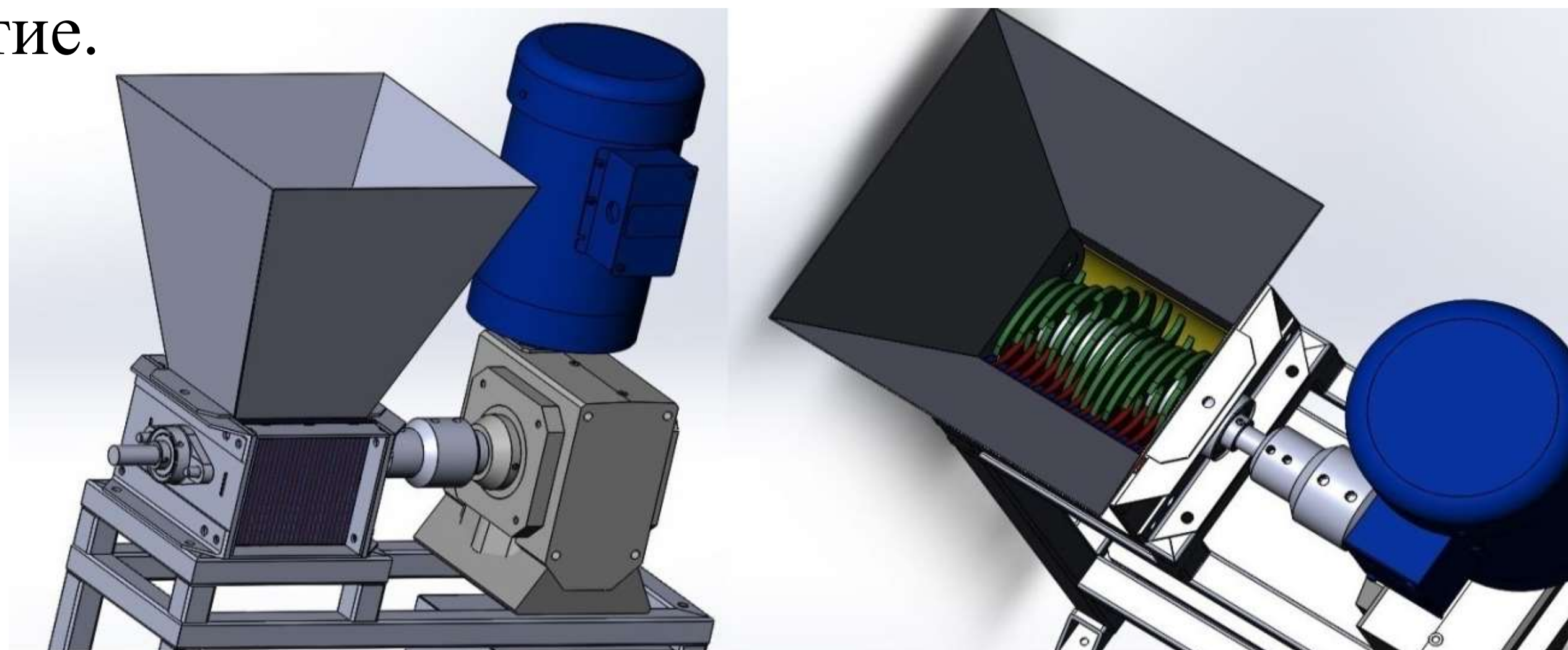
## Цель работы:

Вторичная переработка пластика в материал для печати с целью снижения отходов посредством установки модульного типа.

Пластиковая продукция имеет свою маркировку. Внутри треугольника могут быть цифры от 1 до 7.

Описание системы установок переработки пластика:

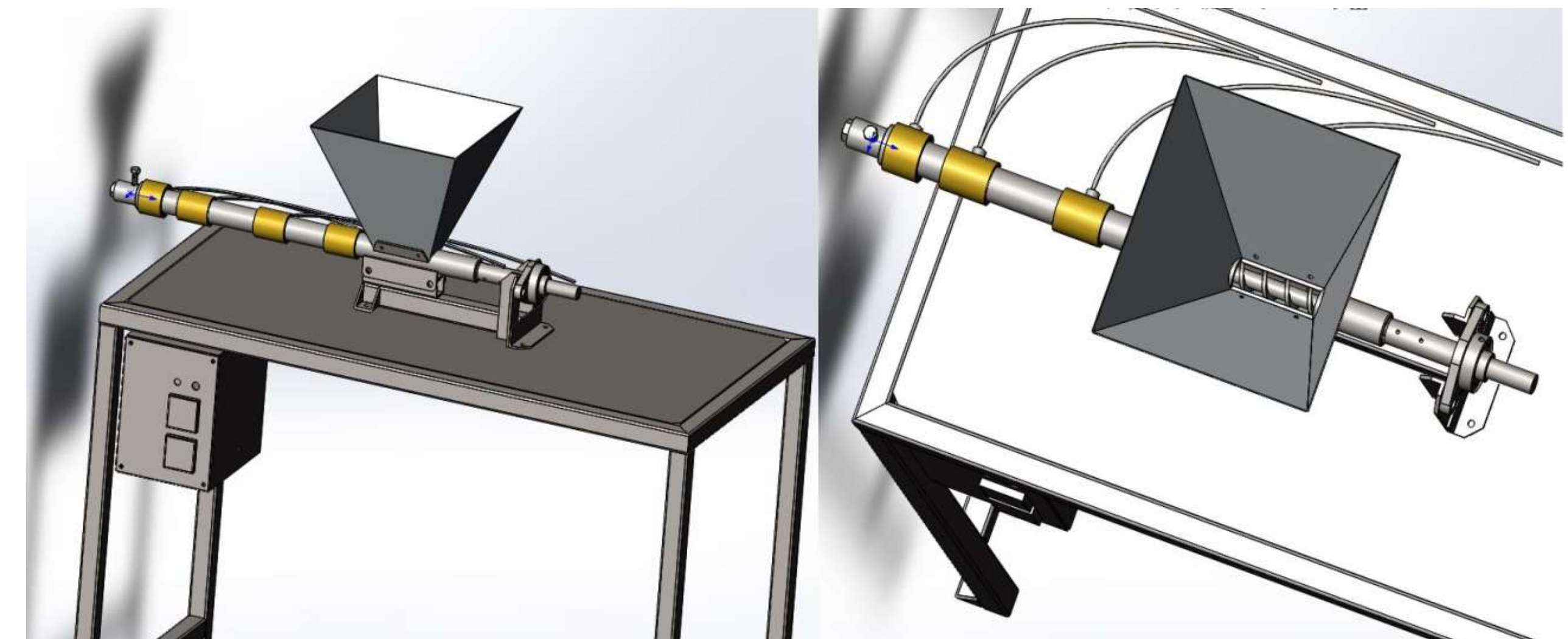
1. Shredder (*шредер*) - устройство для измельчения изделий из пластика в очень мелкие полоски или крошечные кусочки.
2. Extrusion (*экструдер*) – устройство, работающее на принципе экструзии – технологии получения изделий путём продавливания вязкого расплава материала через формующее отверстие.



Шредер

1 Полиэтилен-рефталат <b>ПЭТ</b>	2 Полиэтилен низкого давления <b>ПНД</b>	3 Поливинил-хлорид <b>ПВХ</b>	4 Полиэтилен высокого давления <b>ПВД</b>	5 Полипропилен <b>ПП</b>	6 Полистирол <b>ПС</b>	7 Прочие виды пластика
Бутылки из-под воды, газированных напитков, сока, молока	Упаковки от шампуня, геля для душа, моющих средств	Контейнеры и пленка для пищевых продуктов	Пластиковые пакеты, многоразовые сумки, бутылки от моющих средств	Контейнеры для пищевых продуктов, многоразовая пластиковая посуда, лотки в холодильниках	Лотки и контейнеры для пищевых продуктов, одноразовая посуда, стаканчики из-под йогуртов, упаковки для яиц, аудиокассеты и коробки для CD-дисков	Бутылки для кулера и детские бутылочки из поликарбоната, любые изделия из биоразлагаемых пластиков
Повторно использовать не рекомендуется.	Термически неустойчивый материал, нельзя хранить горячее.	С повышением температуры, например, летом, переходит в продукт и постепенно накапливается в организме.	После вскрытия упаковки желательно перелить продукт в стеклянную посуду.	При контакте с алкоголем выделяет формальдегид и фенол, при контакте с жировыми продуктами постепенно разрушается.	Относится к канцерогенам, неблагоприятно действует на кровеносную и репродуктивную системы, печень и почки.	Использование для пищевых целей допустимо только при наличии соответствующей маркировки.

Маркировка пластика



Экструдер





Шредеры по переработке пластика можно разделить на 3 вида в зависимости от принципа работы:

- Ударного действия
- Сдавливающего действия
- Разрезающего и разрывного действия. Дробилки разрезающего действия делятся по трем разным кинематическим схемам: одновальные (подходят для первичного измельчения полимеров с высокой твердостью), двухвальные (отличаются более высокой степенью измельчения, благодаря высокому крутящему моменту переработка мягкого и упругого пластика для такого измельчителя не является проблемой) и четырехвальные (рассчитаны на дробление крупногабаритных отходов, в том числе пустотных).

Для лаборатории по работе с 3D принтерами, в виду отсутствия больших мощностей для переработки пластика самым экономичным и практичным будет конструкция разрезающего и разрывного действия, а именно одновальный измельчитель.

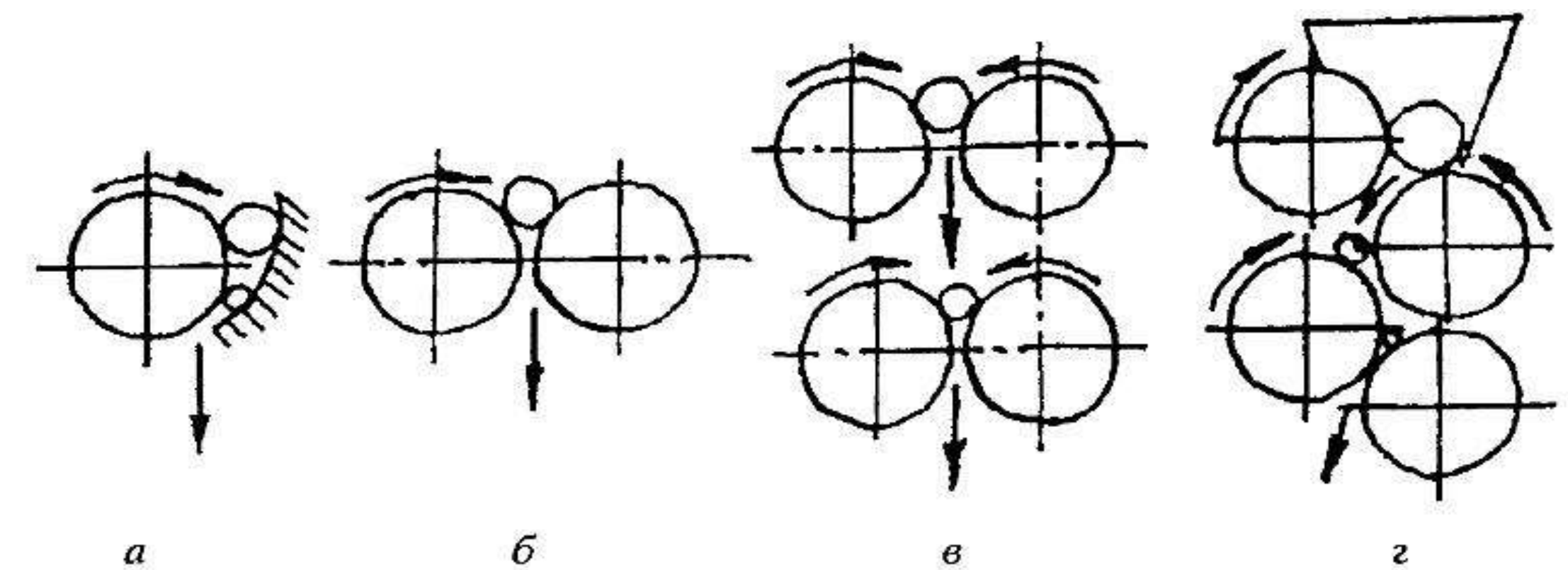
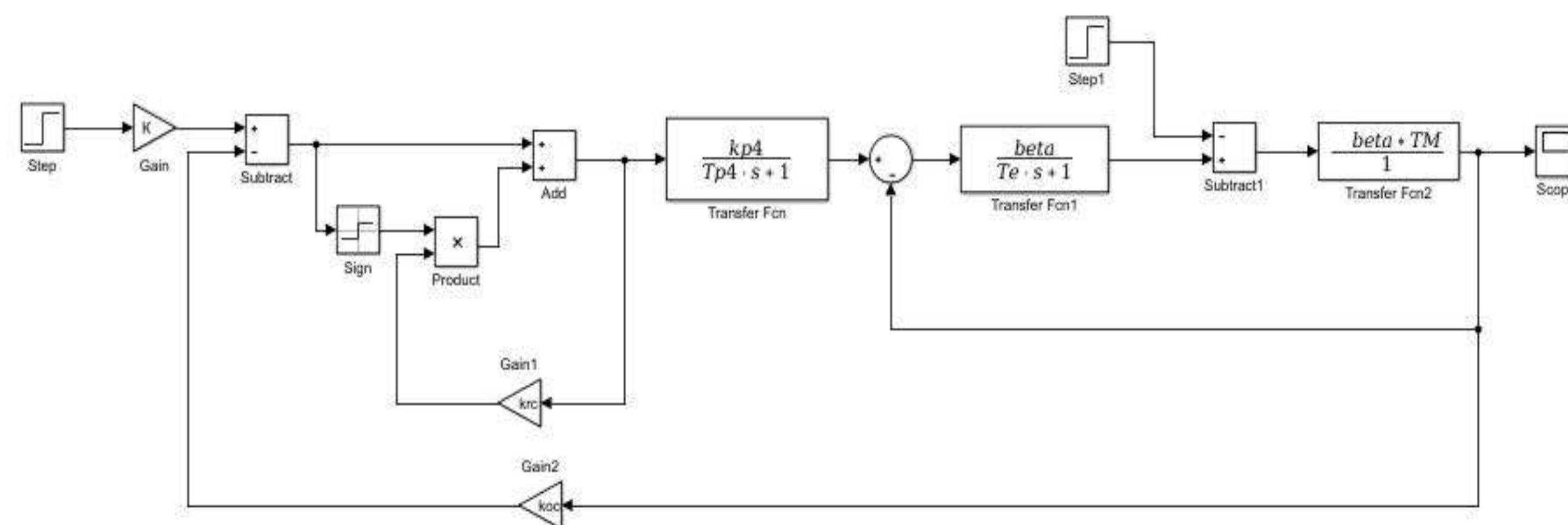


Схема валовых дробилок (а - одновалковая; б - двухвалковая; в, г - четырехвалковые)

Автор Григорьев А.В., студент-магистрант  
Организации ГУАП

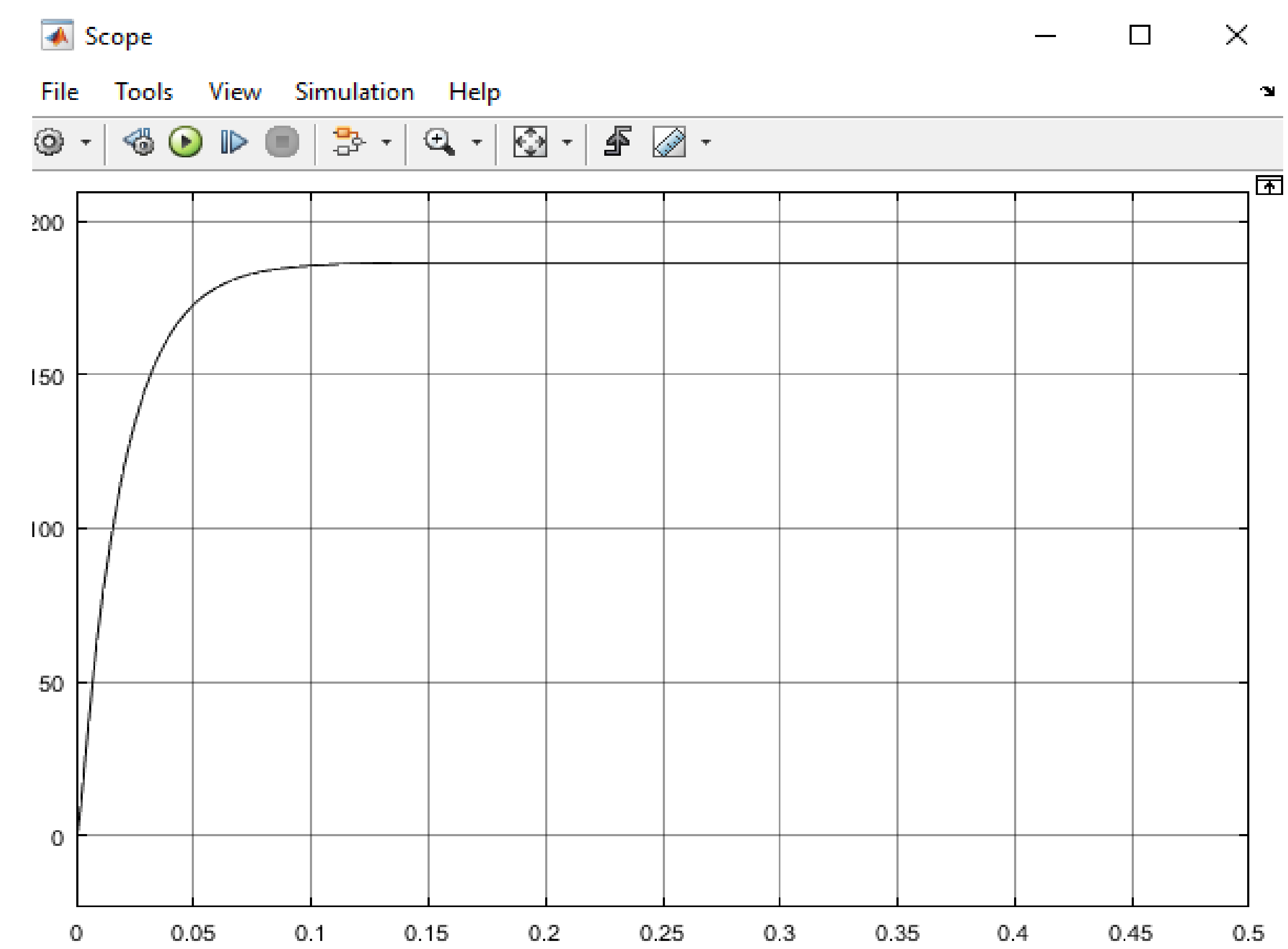
$$I_{c.max} = \frac{P_H * k_1 * \sqrt{2} * k_2}{\eta_H * \cos\phi * \sqrt{3} * U_{л}} = \frac{54000 * 1,2 * \sqrt{2} * 1,1}{0,92 * 0,76 * \sqrt{3} * 345} = 241,269 \text{ A}$$

Моделируем переходный процесс в системе преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД) с помощью программного обеспечения **MATLAB**.



Модель ПЧ-АД в **SIMULINK**

В ходе симуляции получили переходный процесс системы, который имеет высокое быстродействие, малое перерегулирование и хорошую плавность хода. Данные параметры удовлетворяют условиям для асинхронного тягового электропривода трамвая.



Переходный процесс скорости в  
системе ПЧ-АД





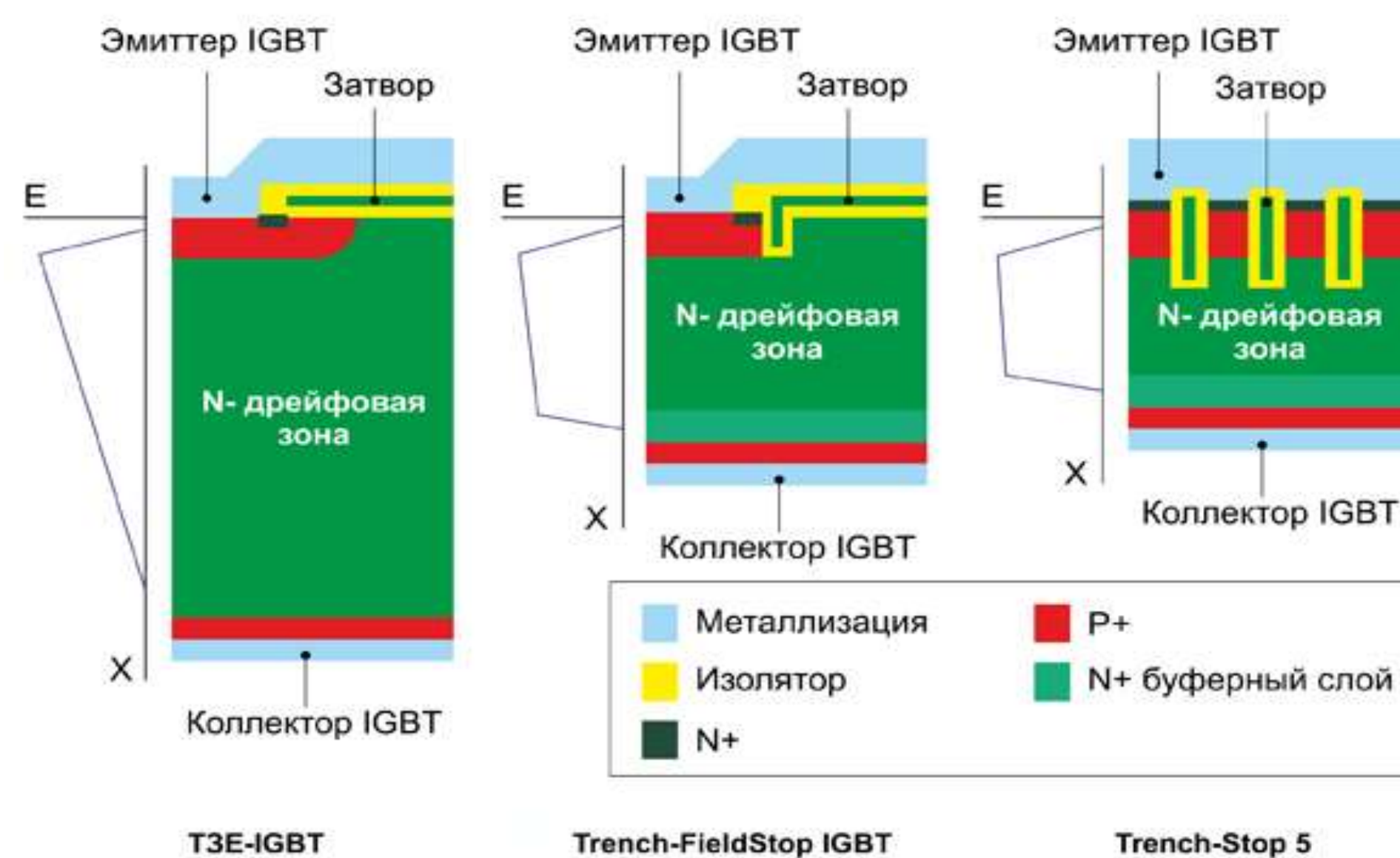
Автор Григорьев А.В., студент-магистрант  
Организации ГУАП

В настоящее время выпускаются транзисторы **IGBT** пятого поколения, которые созданы по технологии **TrenchStop5**.

Эта технология позволяет сократить толщину дрейфовой зоны, уменьшить ток при выключении и уменьшить падение напряжения между коллектором и эмиттером в открытом состоянии.

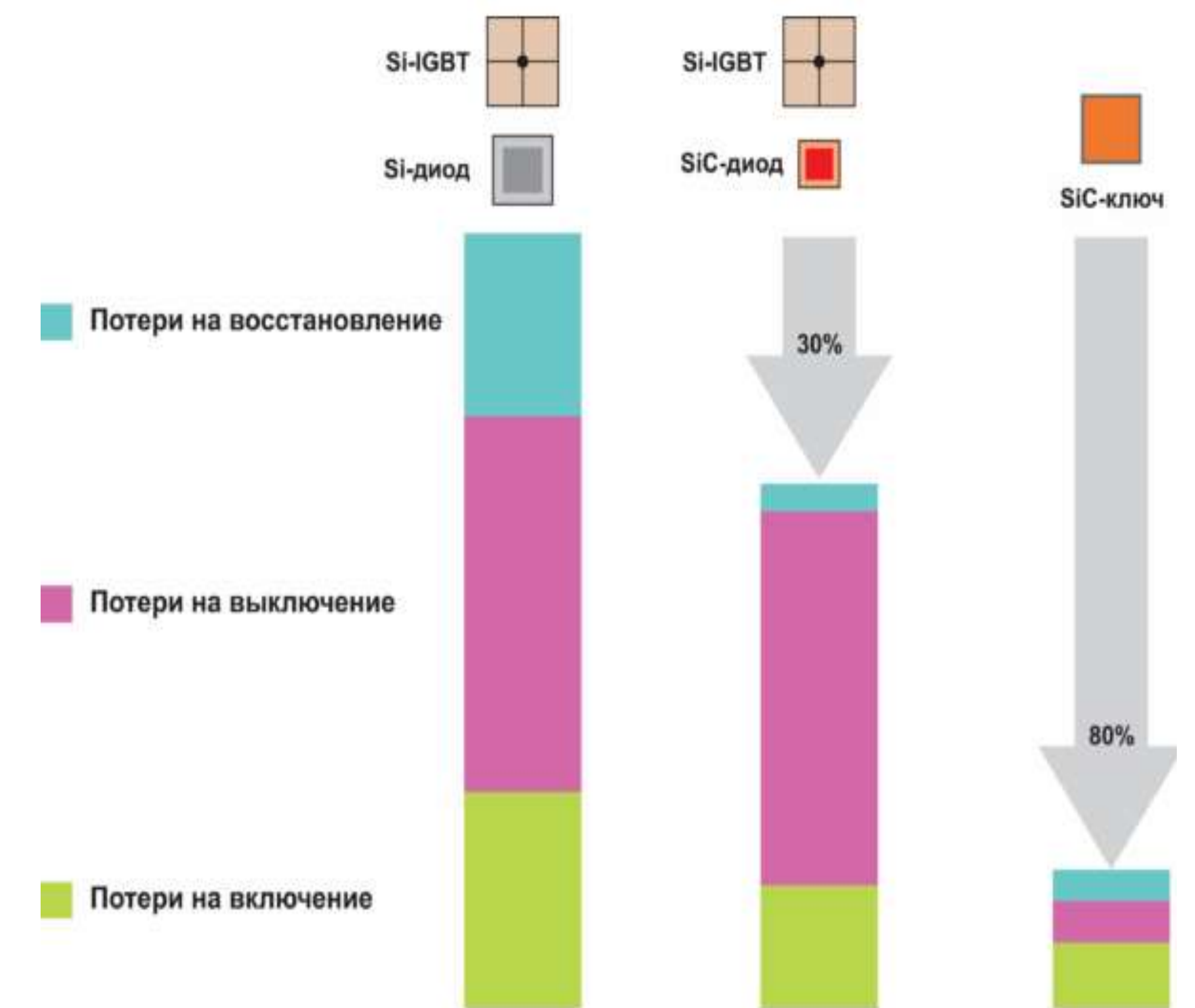


IGBT-Module FZ400R12KP4 Infineon



Структура IGBT разных технологий

SiC-MOSFET позволяет уменьшить размеры пассивных компонентов, улучшить отвода тепла, уменьшить вес и стоимость решения. Из-за малых потерь SiC-транзисторов они могут работать с высокими частотами.



Снижение потерь за счет использования силовых устройств на основе карбида кремния



# КЛАССИФИКАЦИИ И ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ



Завалишинские чтения | 2020

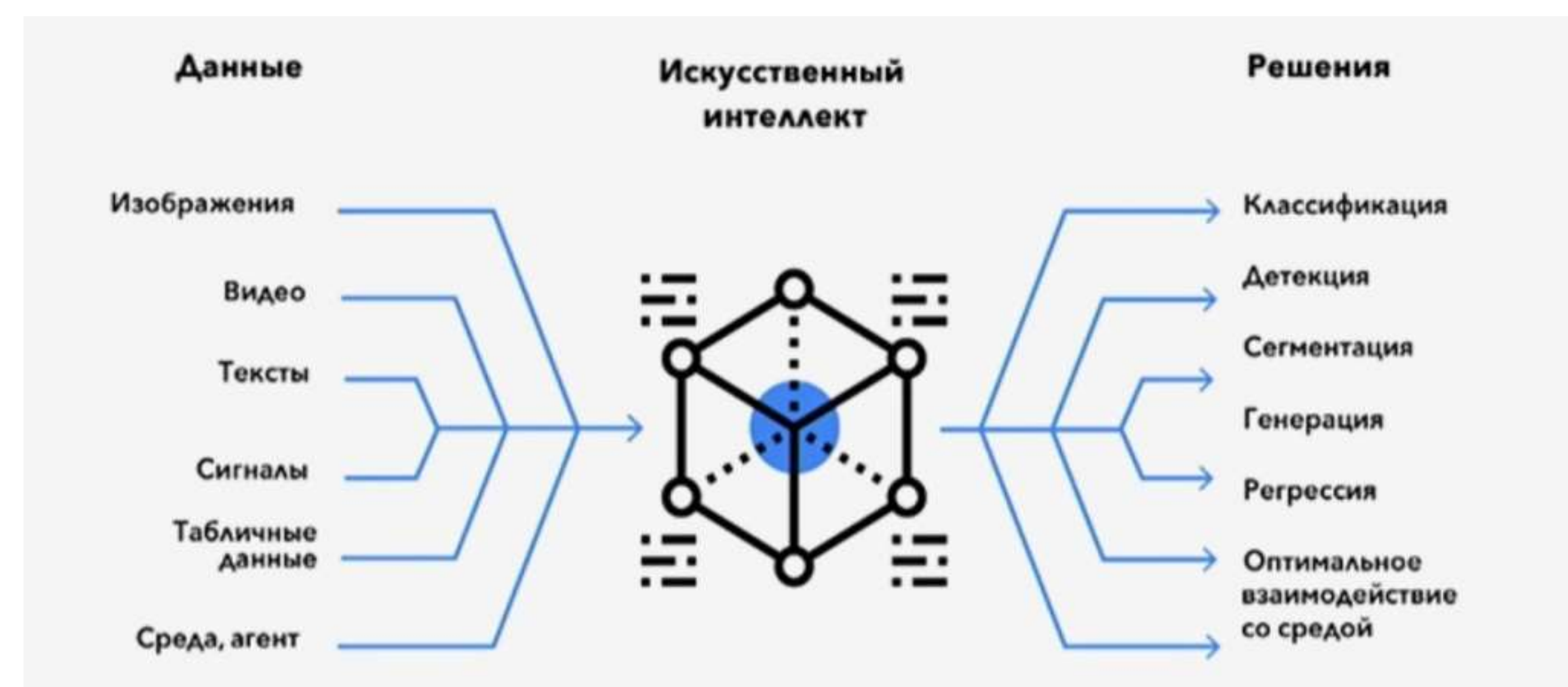
Г.К. Григорьев – студент кафедры электромеханики и робототехники

И.М. Рыбаков – студент кафедры электромеханики и робототехники

О.Я. Соленая (кандидат технических наук, доцент) – научный руководитель

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

Система распознавания объектов (СР) представляет собой совокупность технических средств и алгоритмов, позволяющих выделять конкретные объекты из общего множества и классифицировать их, если того требует поставленная задача. Данные системы нашли широкое применение во многих сферах жизни человека, этим обусловлено большое количество видов СР и методов, заложенных в основу их работы.



В последнее время в информационном пространстве все чаще встречаются новости об успешном использовании систем распознавания, в основе которых лежат искусственные нейронные сети. Подобные СР используются в магазинах AmazonGo, автопилоте Tesla, системах распознавания лиц и в многих других сферах жизни.

Система распознавания образов состоит из нескольких подсистем:

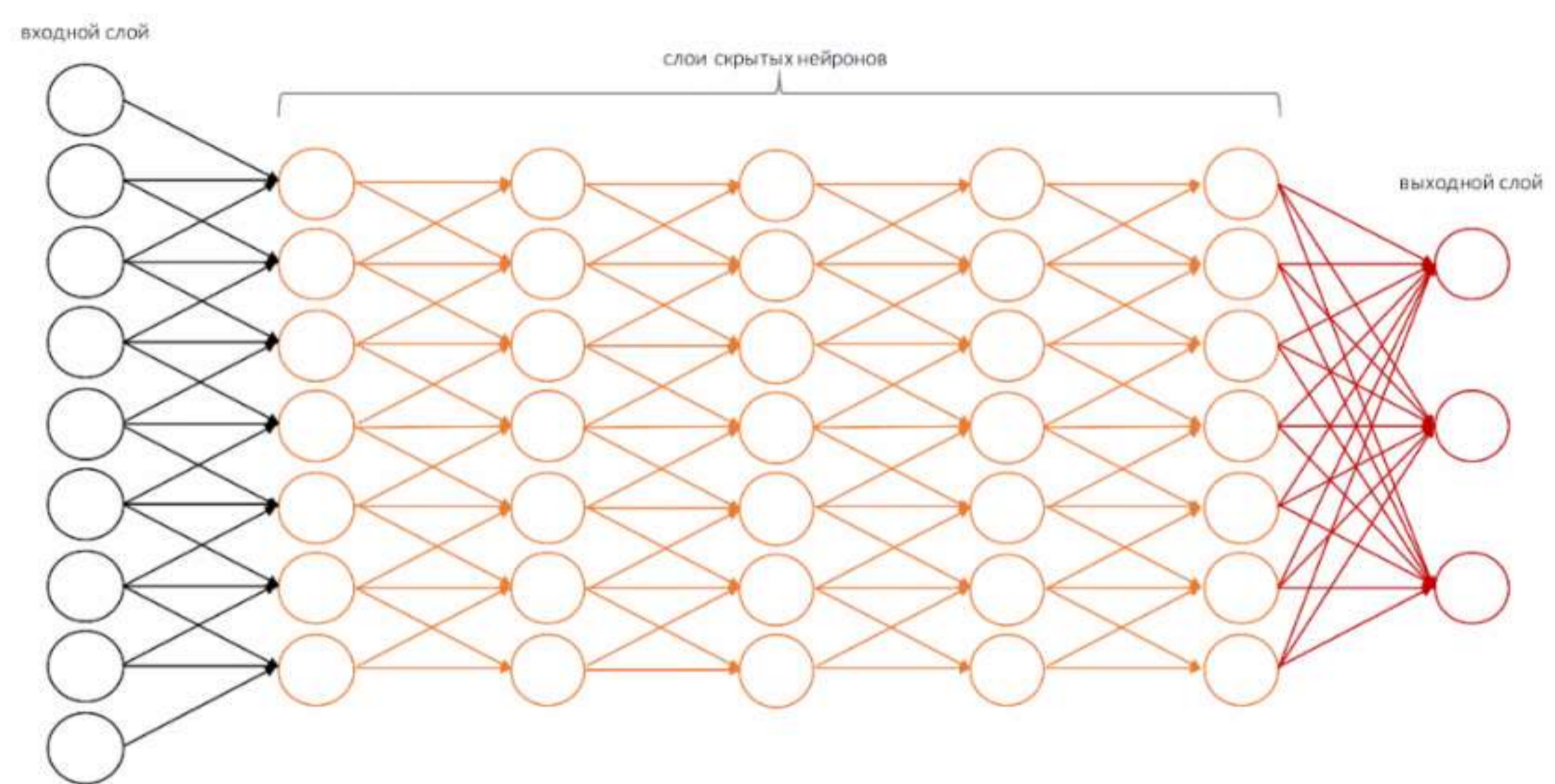




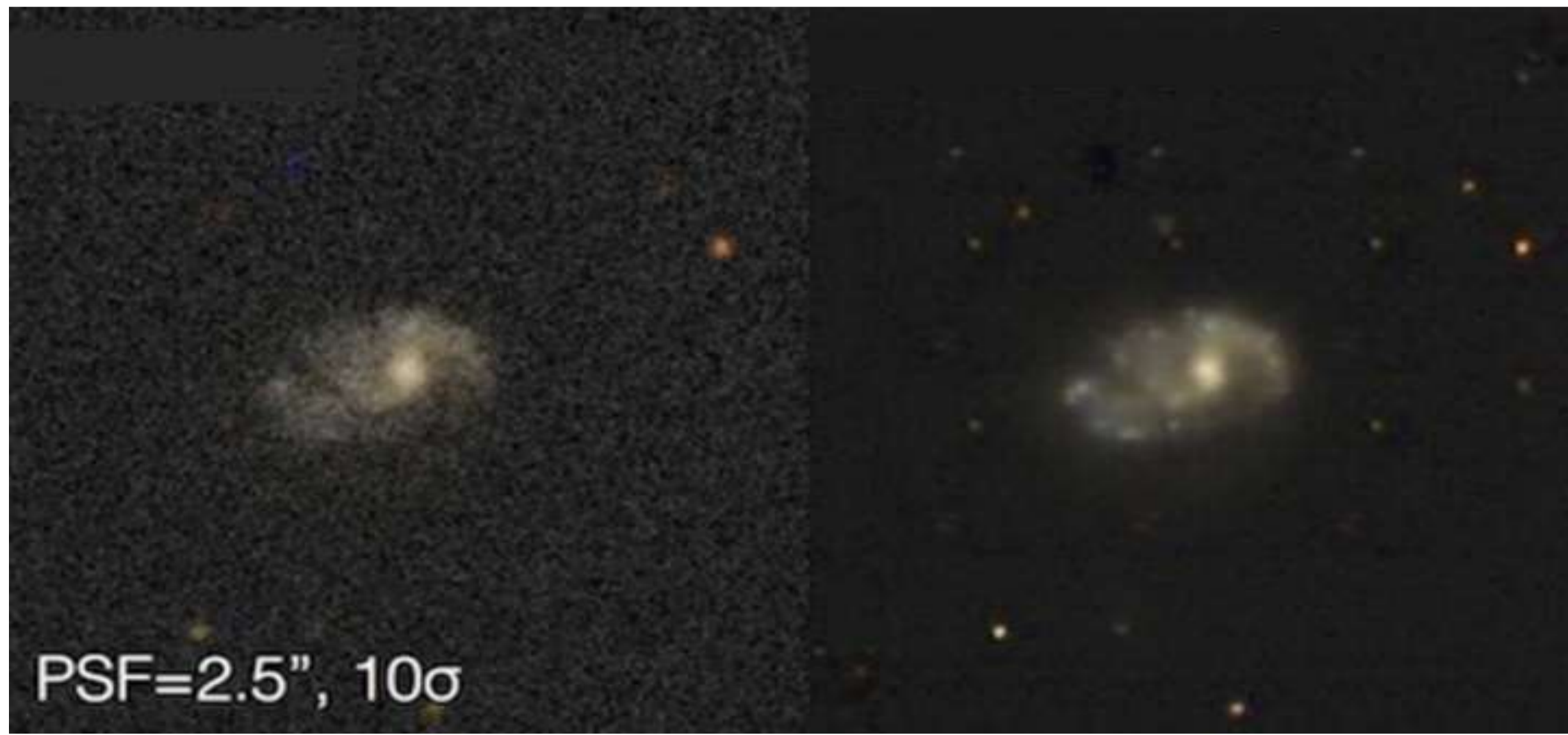
# Использование нейросетей в распознавании визуальных образов



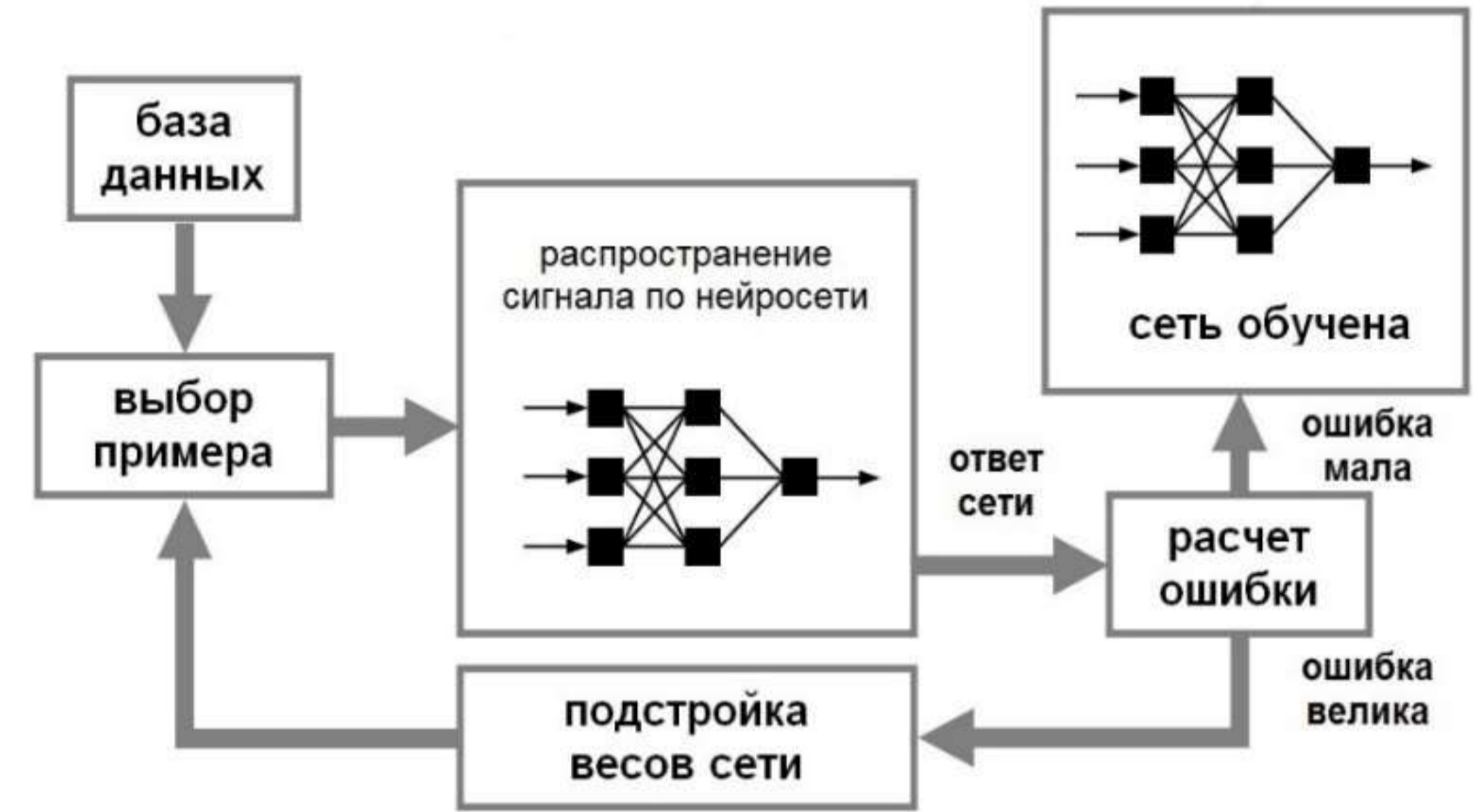
А.С. Куделин – студент кафедры электромеханики и робототехники  
 О.Я. Солёная (канд. техн. наук, доцент) – научный руководитель



Перцептрон - математическая модель восприятия информации мозгом. Элементарная единица перцептрона, схожая с клеткой мозга — нейрон, имеющий входные и выходные элементы.

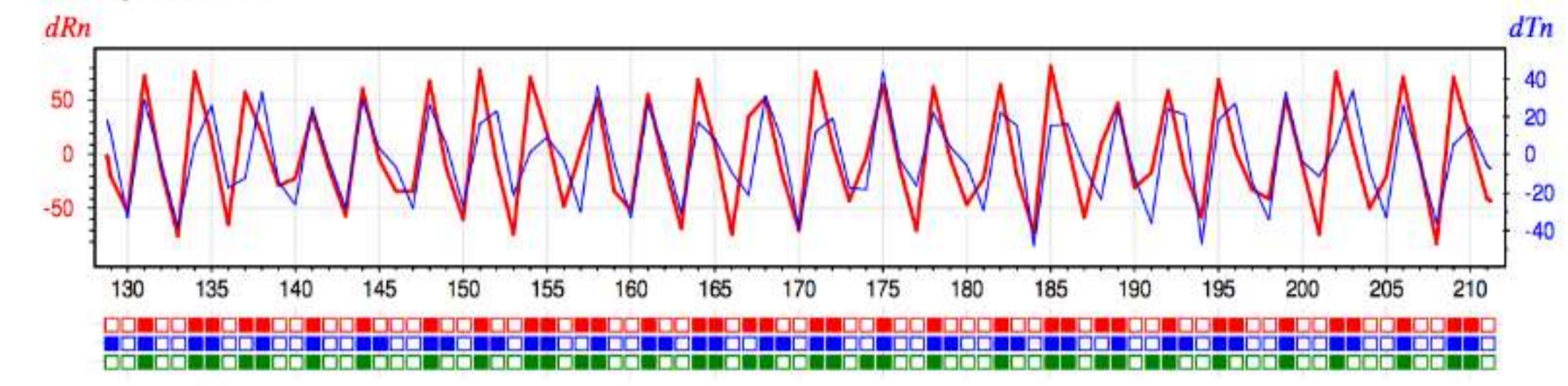


Улучшение качества снимков космических объектов.

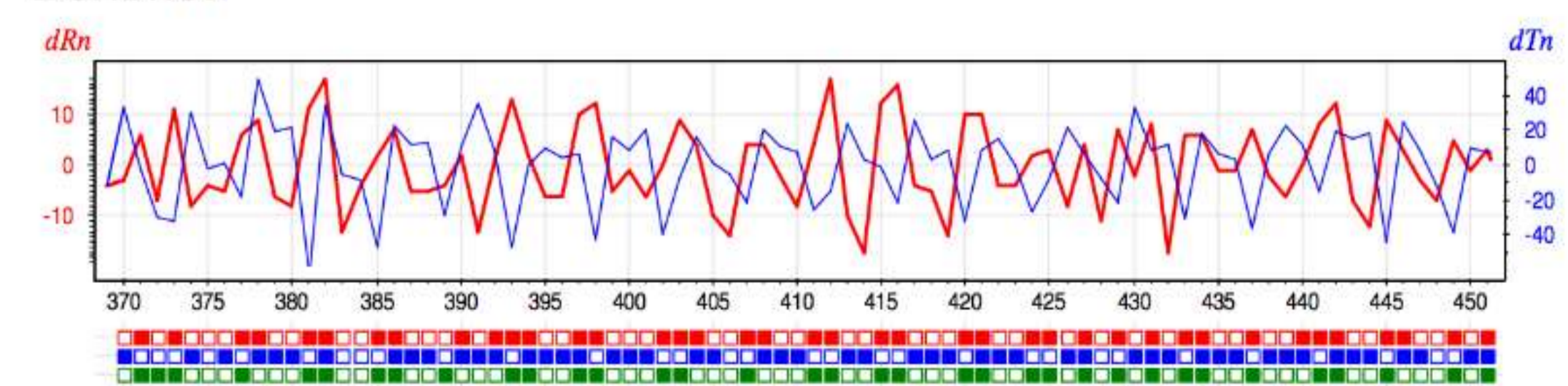


Распознавание изображений при ИНС возможно только посредством обучения, представляющего собой процесс, направленный на настройку её параметров.

Здоровый



Больной



Применение нейросетей для диагностирования заболеваний сердца.



# ОСНОВНЫЕ ВЕХИ РАЗВИТИЯ ПОЗДНИХ ГЕНЕРАТОРОВ ТЗВ

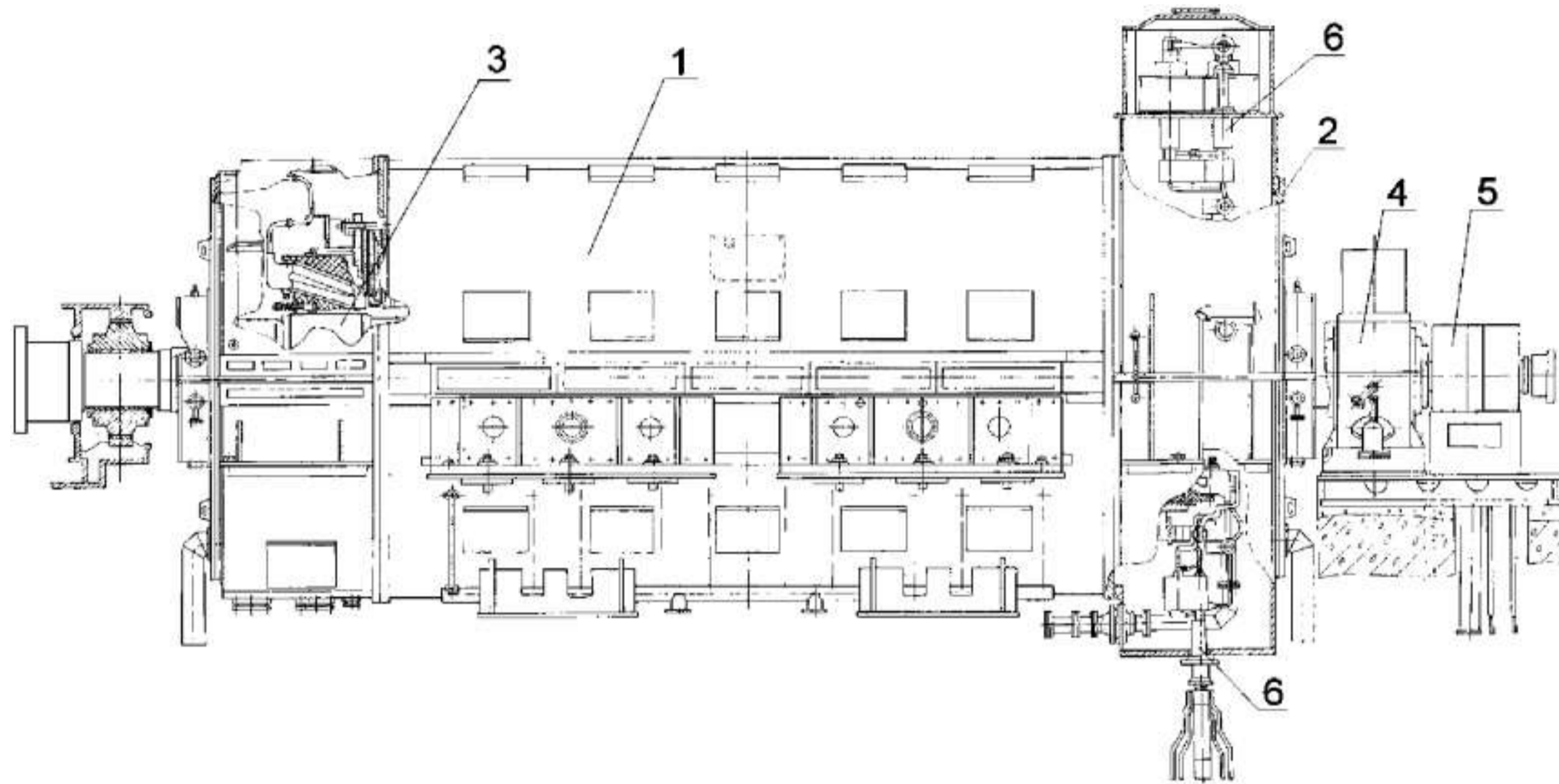


**Завалишинские чтения | 2020**

*В.А. Лазерко* – магистрант кафедры электромеханики и робототехники

*Д.В. Кукушкин* – аспирант федерального государственного бюджетного учреждения науки института электрофизики и электроэнергетики РАН

*Р.Ш. Еникеев* – доцент, кандидат технических наук, доцент – научный руководитель



Внешний вид турбогенератора ТЗВ-800-2:

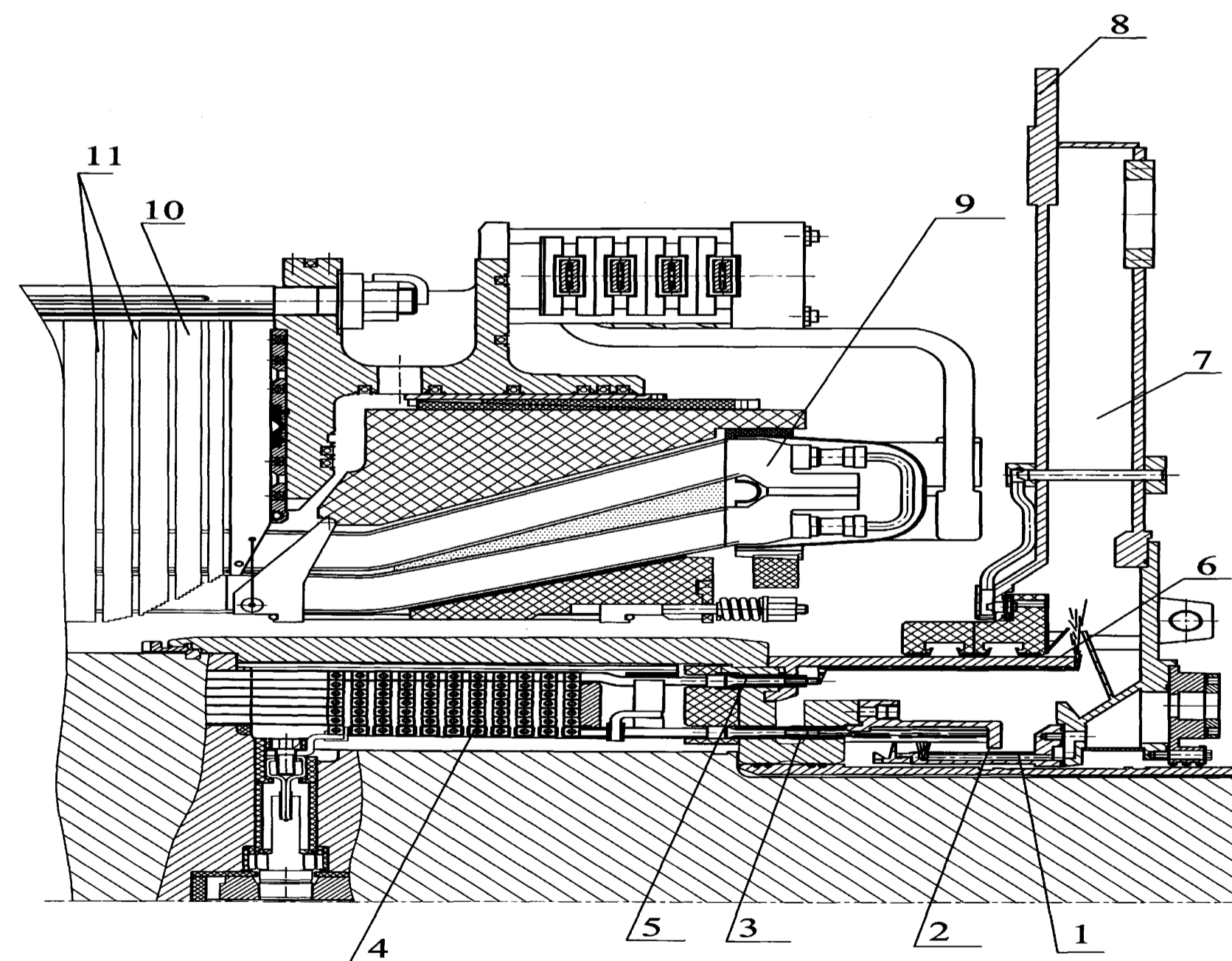
1 - статор; 2 - щит наружный с напорной и сливной камерами; 3 - ротор; 4 - подшипник; 5 - аппарат щеточно-контактный; 6 - вывод концевой

Распространение турбогенераторов поздних серий по России

№	Тип ТГ	Место установки	№ блока	Год изг-я	Год пуска
1	ТЗВ-800-2УЗ	Рязанская ГРЭС	5	1980	1981
2	ТЗВ-800-2УЗ	Рязанская ГРЭС	6	1981	1982
3	ТЗВ-800-2УЗ	Пермская ГРЭС	1	1985	1986
4	ТЗВ-800-2УЗ	Пермская ГРЭС	2	1987	1987
5	ТЗВ-800-2УЗ	Пермская ГРЭС	3	1990	1990
6	ТЗВ-800-2УЗ	Талимарджанская ГРЭС	1	1991	2002
7	ТЗВ-890-2АУЗ	Белоярская АЭС	4	2010	2010
8	ТЗВ-1200-2АУЗ	Нововоронежская АЭС-2	1	2011	2017
9	ТЗВ-1200-2АУЗ	Ленинградская АЭС-2	1	2011	2017
10	ТЗВ-1200-2АУЗ	Нововоронежская АЭС-2	2	2013	2019
11	ТЗВ-1200-2АУЗ	Ленинградская АЭС-2	2		



Усталостный излом и расплавление проводников и наконечника выводного стержня



Продольный разрез концевой части статора ТЗВ-800:

1 – неподвижный напорный коллектор; 2 – напорное кольцо; 3 – нижние выводы обмотки ротора; 4 – обмотка ротора; 5 – верхние выводы обмотки ротора; 6 – сливное кольцо; 7 – неподвижная камера слива; 8 – торцевой щит корпуса статора; 9 – лобовые части обмотки статора; 10 – сердечник; 11 – охладитель сердечника



Проверка статора на межфазное КЗ на Нововоронежской ГРЭС



Строительство машинного зала на ЛАЭС-2



# «Анализ разработки конструкции синхронного генератора с аксиальной магнитной системой»



**Завалишинские  
чтения | 2020**

Магистрант гр.3820М Малатынская Е.Ю., Старший преподаватель Тимофеев С.С.

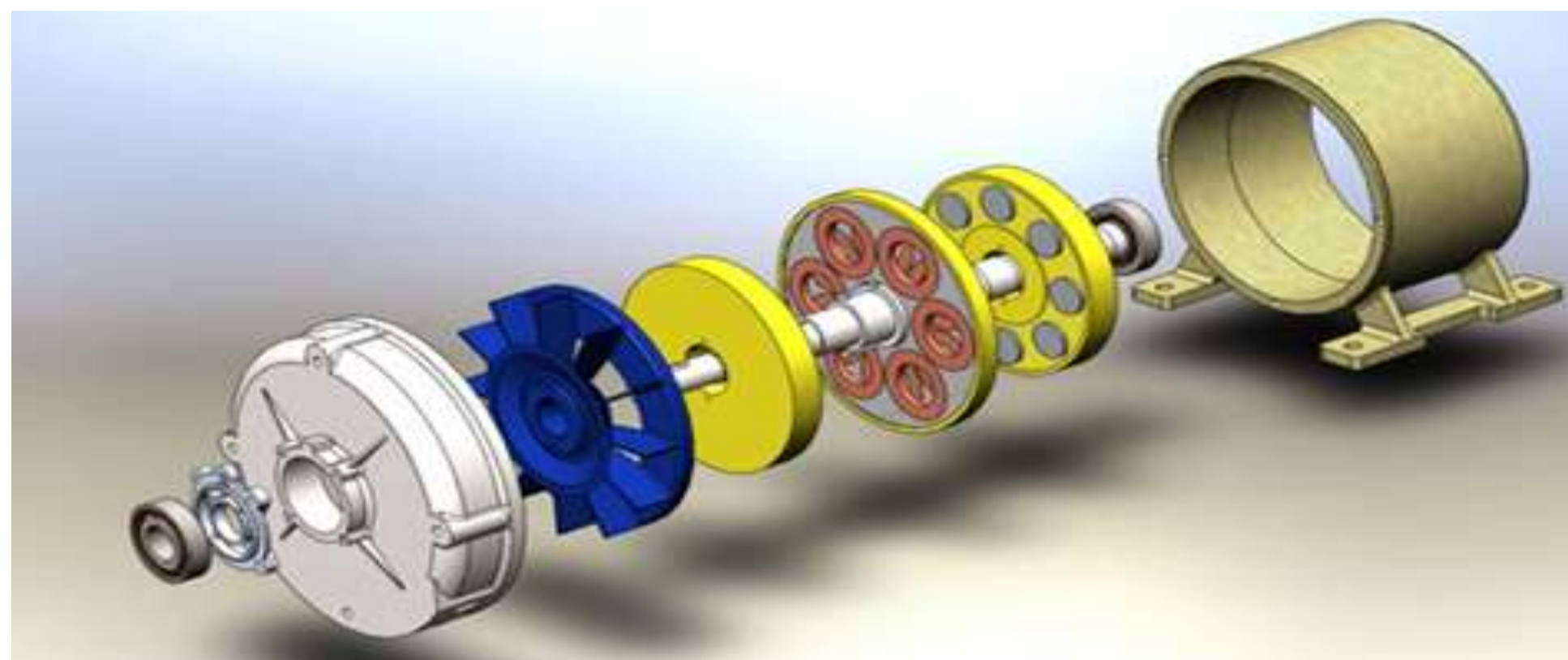


Рисунок – 1 Модель ветрогенератора

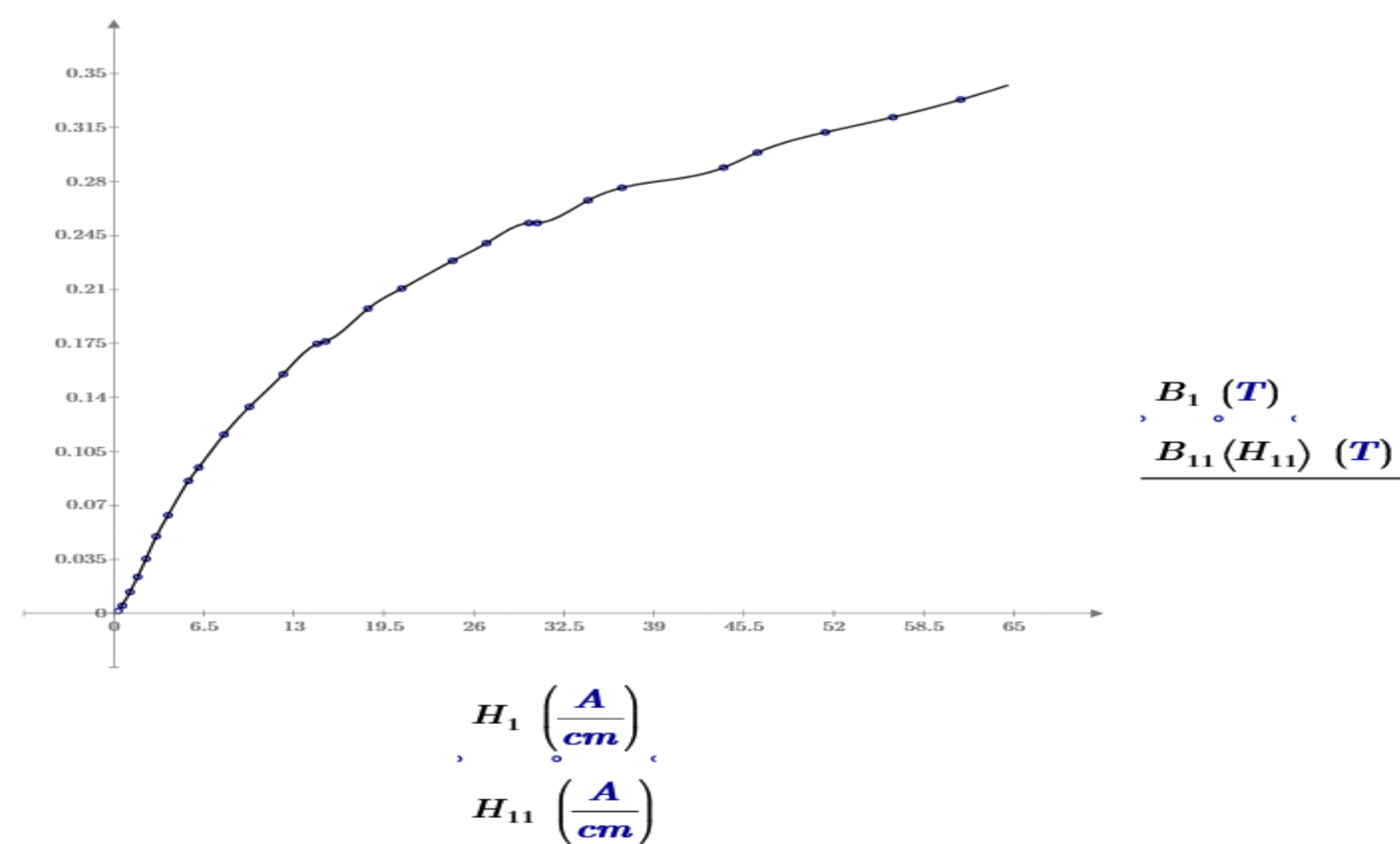


Рисунок 2 — График кривой намагничивания корпуса

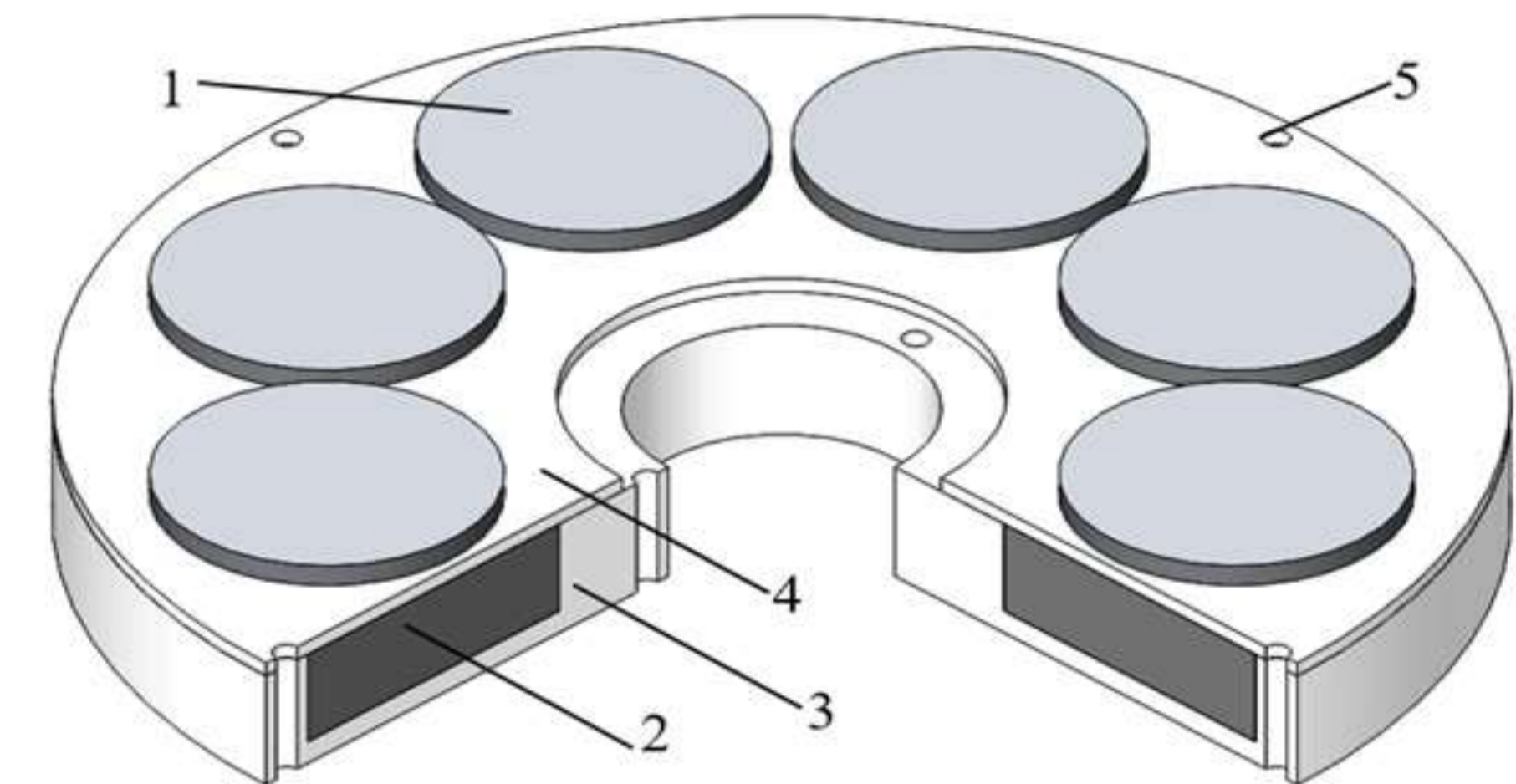


Рисунок 3 – Конструкция ротора с разрезом  
1 – постоянный магнит; 2 – магнитопровод; 3 – стеклотекстолитовый диск с пазом; 4 – фиксирующая накладка; 5 – крепежные отверстия

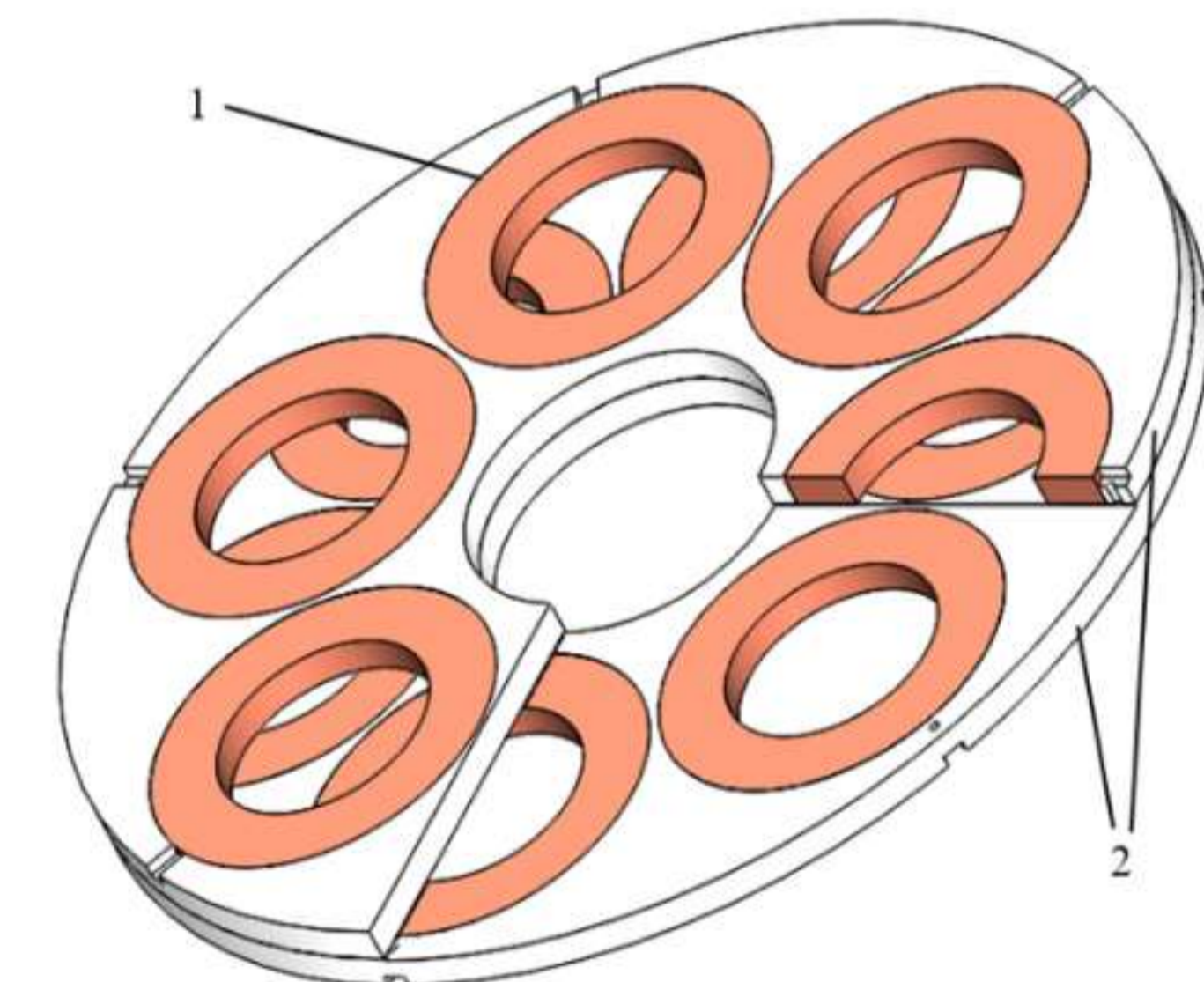


Рисунок 4 – Конструкция статора с разрезом  
1 – катушка обмотки; 2 – стеклотекстолитовые диски



# Исследование развития электроэнергетической отрасли на основе применения ультравысоких классов напряжения



**Завалишинские чтения | 2020**

Работу выполнил: магистрант кафедры электромеханики и робототехники В.В. Назаров  
 Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент О.Я. Солёная

**ЦЕЛЬ:** исследование развития электроэнергетической отрасли на основе применения ультравысоких классов напряжения

## ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ:

- обеспечение всех потребителей достаточным количеством электроэнергии первоклассного качества;
- обеспечение снижения затрат на производство и передачу электроэнергии от производителя к потребителю;
- оперативное реагирование на все изменения, которые происходят на всем протяжении электроэнергетической системы;
- создание новых и ретрофит существующих электрических систем по причине значительного износа и относительно больших потерь в распределительных сетях;
- сделать систему экологичной, используя для этого в процессе производства электричества возобновляемые ресурсы;
- создание нового оборудования для функционирования сетей ультравысоких классов напряжения.



Испытание трансформатора постоянного тока



Пилоны высоковольтной ЛЭП постоянного тока Чанци – Гугуан



Лаборатория для испытания работоспособности высоковольтного оборудования

## Параметры преобразовательного трансформатора ±1100 кВ

Параметры	Значения
тип	ZZDFPZ-384200/500-800
транспортный размер, мм	13220 × 4740 × 5800
диапазон использования	+25/-5*0.86%
сопротивление короткого замыкания, %	20
потеря нагрузки Y1, кВт	1218(1322)
потеря нагрузки Δ1, кВт	1244(1388)
потеря холостого хода, кВт	327
повышение температуры масла, К	45
повышение температуры обмотки, К	53

## Рабочие параметры одного клапана

Параметры	Значения
серийный номер одноклапанных тиристоров	81
ток перегрузки в течении 2 часов, кА	6.3
трехфазный ток короткого замыкания, кА	62
непериодический пусковой ток, кА	6
максимально допустимая температура охлаждения на входе, °С	45
одноклапанная коммутация импульсного напряжения выдерживает, кВ	614
многоклапанная коммутационная импульсная выдержка, кВ	2105

## Основные параметры сглаживающих реакторов ±1100 кВ

Параметры	Значения
номинальная индуктивность, мГн	75
номинальный постоянный ток, А	5000
максимальный непрерывный постоянный ток, А	5056
номинальное напряжение системы постоянного тока, кВ	1100
максимальное рабочее напряжение, кВ	1100
кратковременный ток, кА/с	40/0.2
класс изоляционного материала	F-класс
импульсное напряжение молнии (между клеммами линии), кВ	1380
максимальное импульсное напряжение молнии (между клеммами линии), кВ	1518

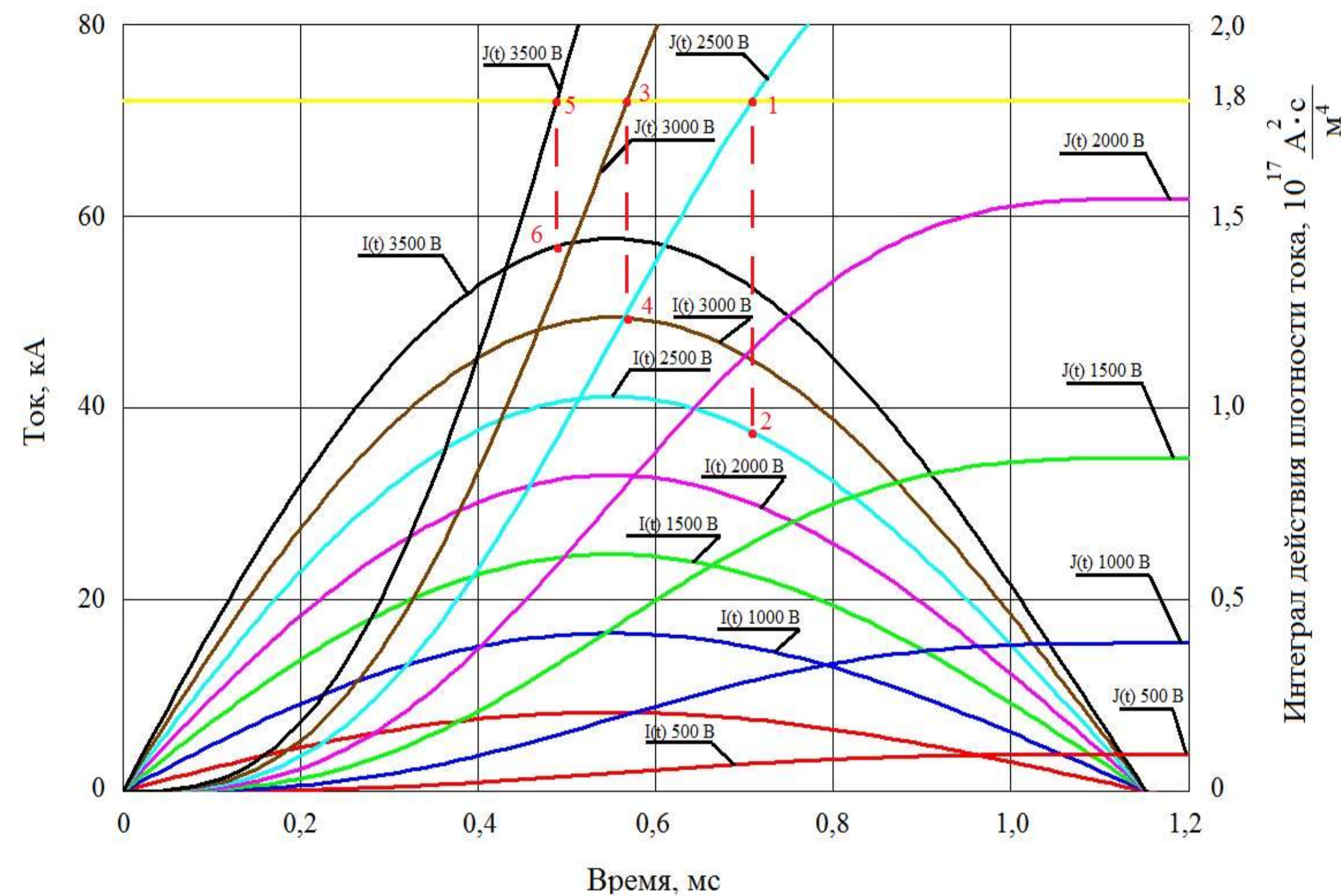
## ВЫВОД:

Таким образом, в ближайшем будущем целесообразно осваивать технологии передачи электроэнергии на ультравысоких классах напряжения, что позволит повысить пропускную способность и в целом энергоэффективность электроэнергетических систем.





Юрченко В.О., Петров Э.В. Еникеев Р.Ш. СПбГУАП.



Основные формулы

$$l = l_{cm} \pi \frac{D}{p} \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{L \times C}}$$

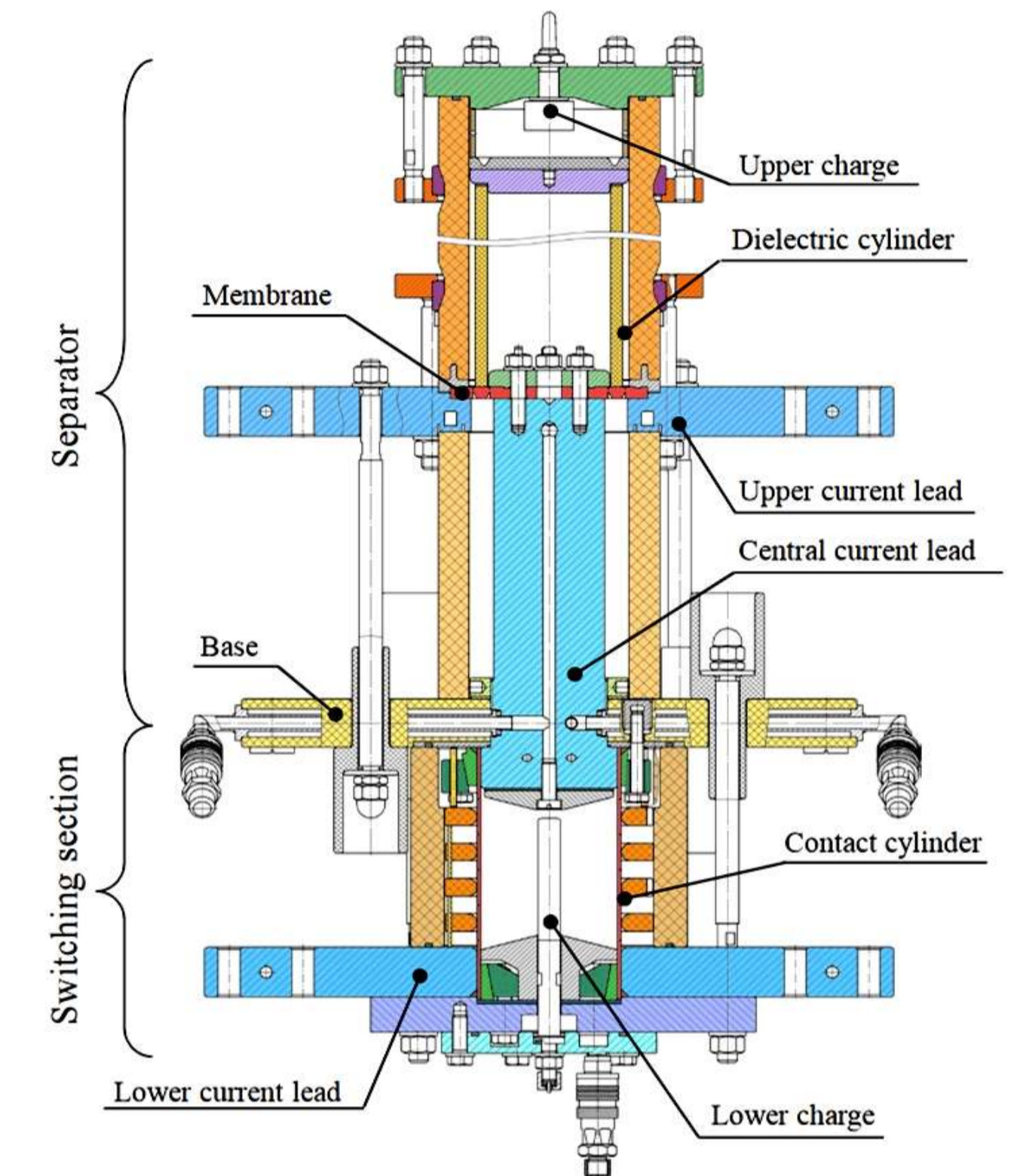
$$S = \pi \frac{d^2}{4} \quad T = 2 \frac{\pi}{\omega}$$

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad I(t) = \frac{U_0 e^{-\frac{Rt}{2L}}}{\omega L} \sin(\omega t)$$

$$I(t) = \begin{cases} \frac{U_0 e^{-\frac{Rt}{2L}}}{\omega L} \sin(\omega t), & t \leq t_m \\ I_m e^{-\frac{R(t-t_m)}{L}}, & t > t_m \end{cases}$$

$$J(t) = \frac{1}{S^2} \int_0^t I(t)^2 \cdot dt$$

$$E = \int_0^{t_{взр}} I(t)^2 R \cdot dt$$



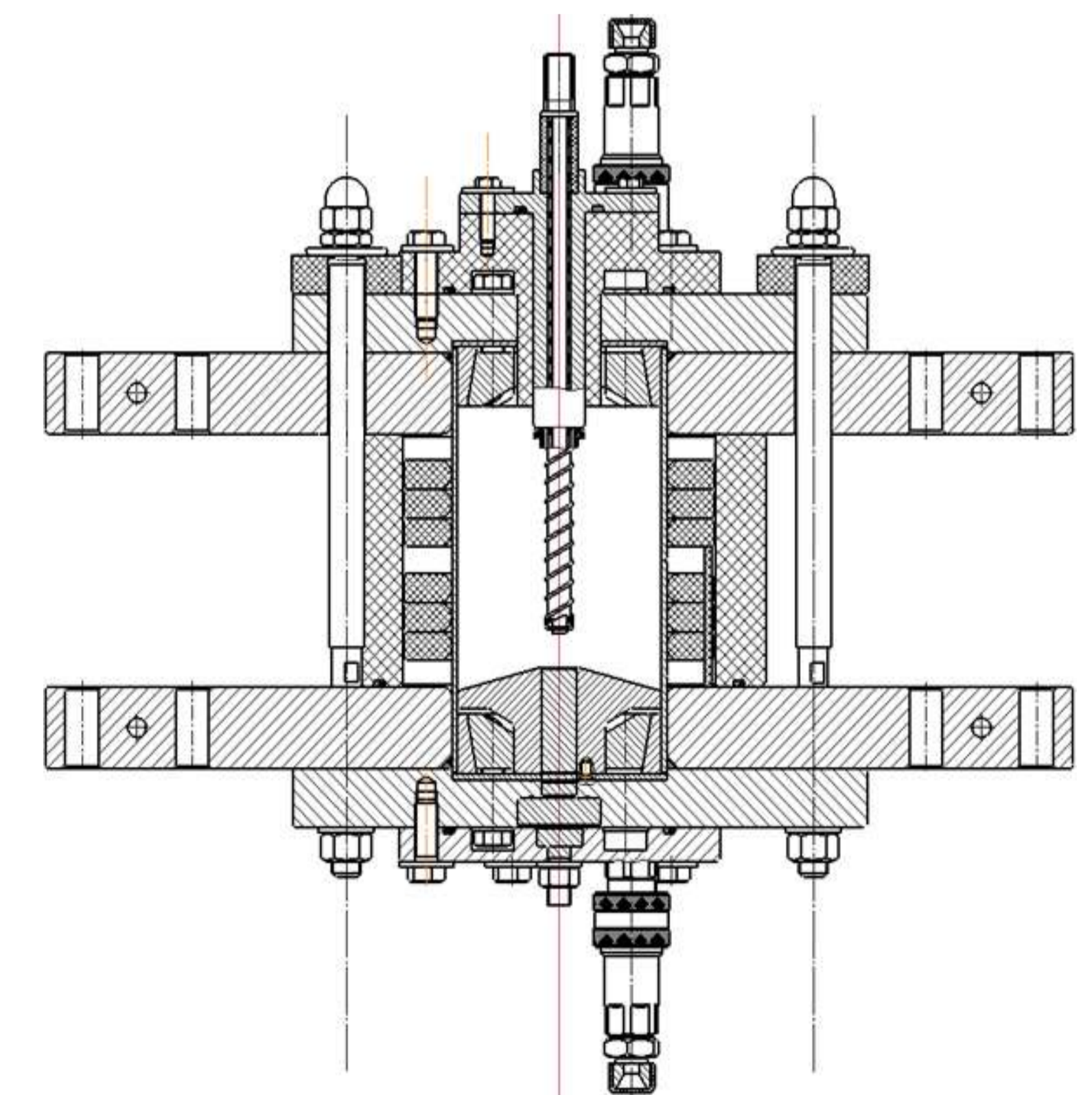
Размыкатель защитный Pirobreaker

График кривых импульса тока и интеграла действия плотности тока от времени

В данной статье были приведены конструкция и принцип работы разрабатываемого макета размыкателя постоянного тока с приводом на основе взрывающего проводника. Рассмотрены различные типы размыкателей, а также проблемы гашения электрической дуги постоянного тока. За основу макета принят защитный размыкатель Pirobreaker.

Приведен теоретический расчет энергий и времени взрыва алюминиевого проводника. Данный расчет подтверждает возможность использования электровзрыва для разрывания цепи. Из графиков можно сделать вывод что время взрыва для 2500 вольт составит  $t_{взр} = 0,7$  мс, энергии к этому моменту времени выделится в соответствии с (10)  $E = 5,41$  кДж; Для 3000 вольт -  $t_{взр} = 0,57$  мс,  $E = 5,54$  кДж; Для 3500 вольт  $t_{взр} = 0,49$  мс,  $E = 5,52$  кДж;

При зарядке конденсатора до больших значений, время до взрыва проволоочки увеличивается, но падает КПД, так как больше энергии будет уходить на создание дуги.



Чертеж макета размыкателя постоянного тока



# Разработка платформы мобильного робота для обслуживания инженерных систем и технических помещений. Итоговый вид



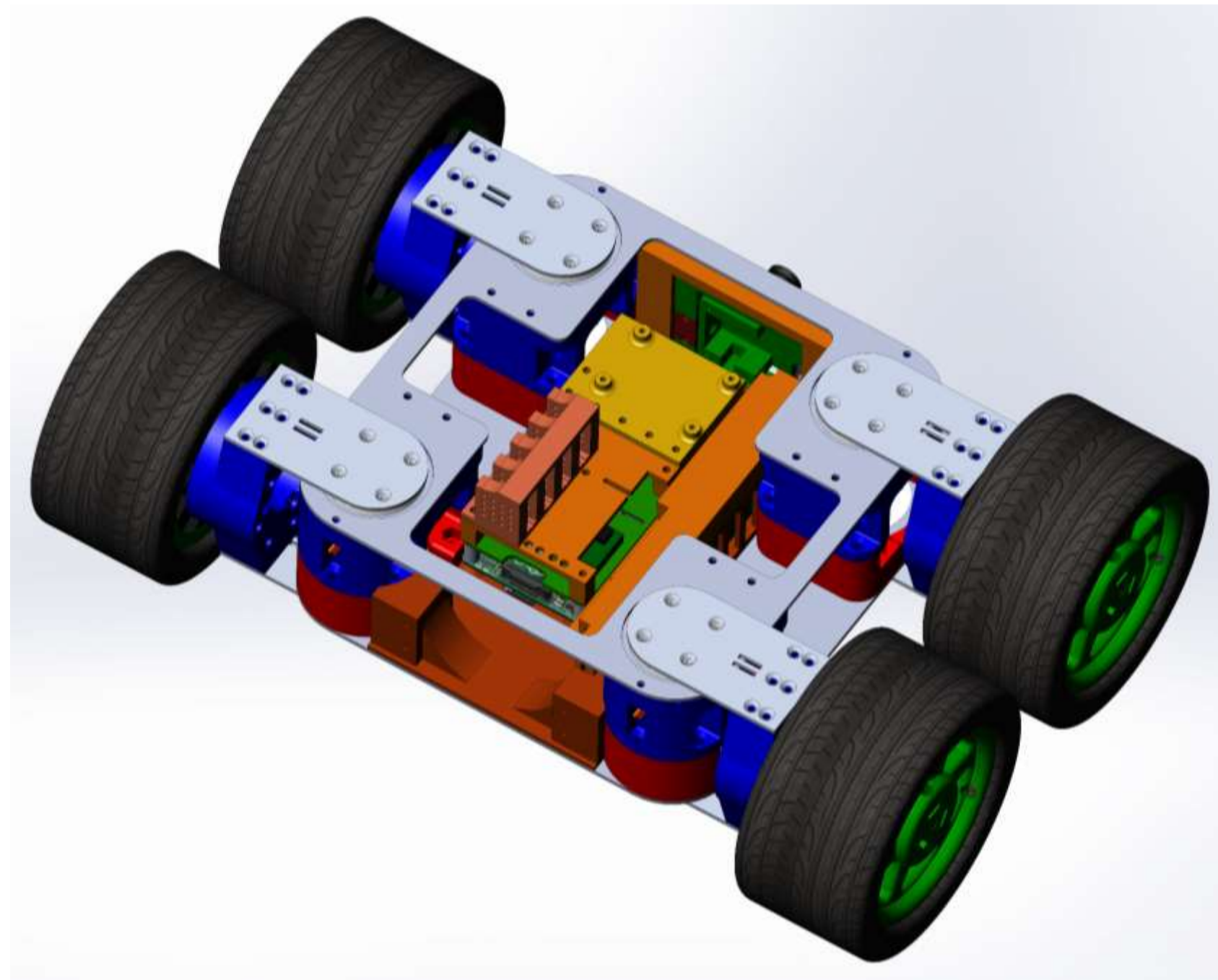
**Завалишинские чтения | 2020**

Д.Е. Попков — магистрант кафедры электромеханики и робототехники

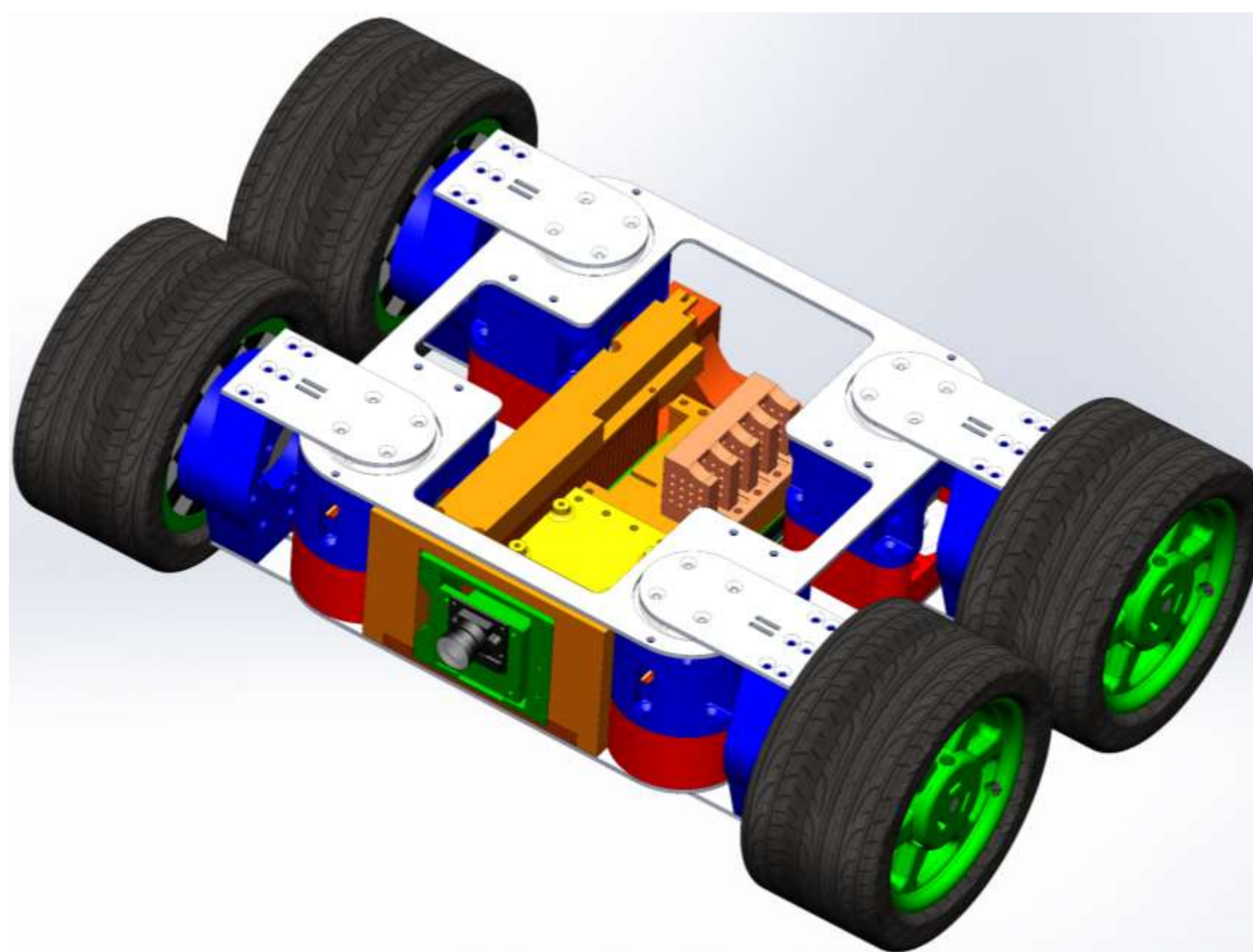
А.В. Городецкая — магистрант кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

А.А. Мартынов — кандидат технических наук, доцент — научный руководитель

СПбГУАП

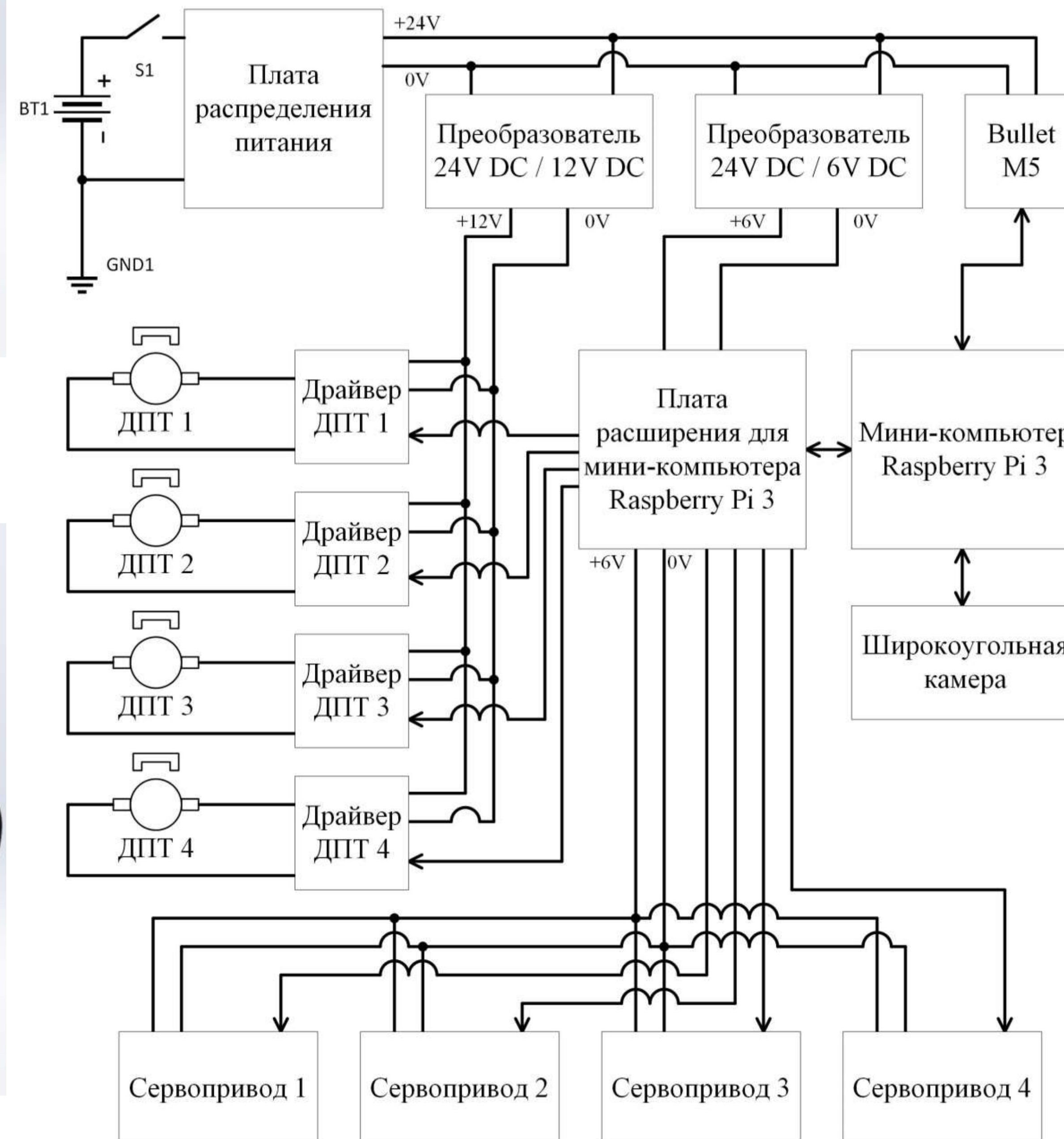


**Рисунок 1 — Модель платформы (прямоугольная изометрическая проекция фронтальной части)**

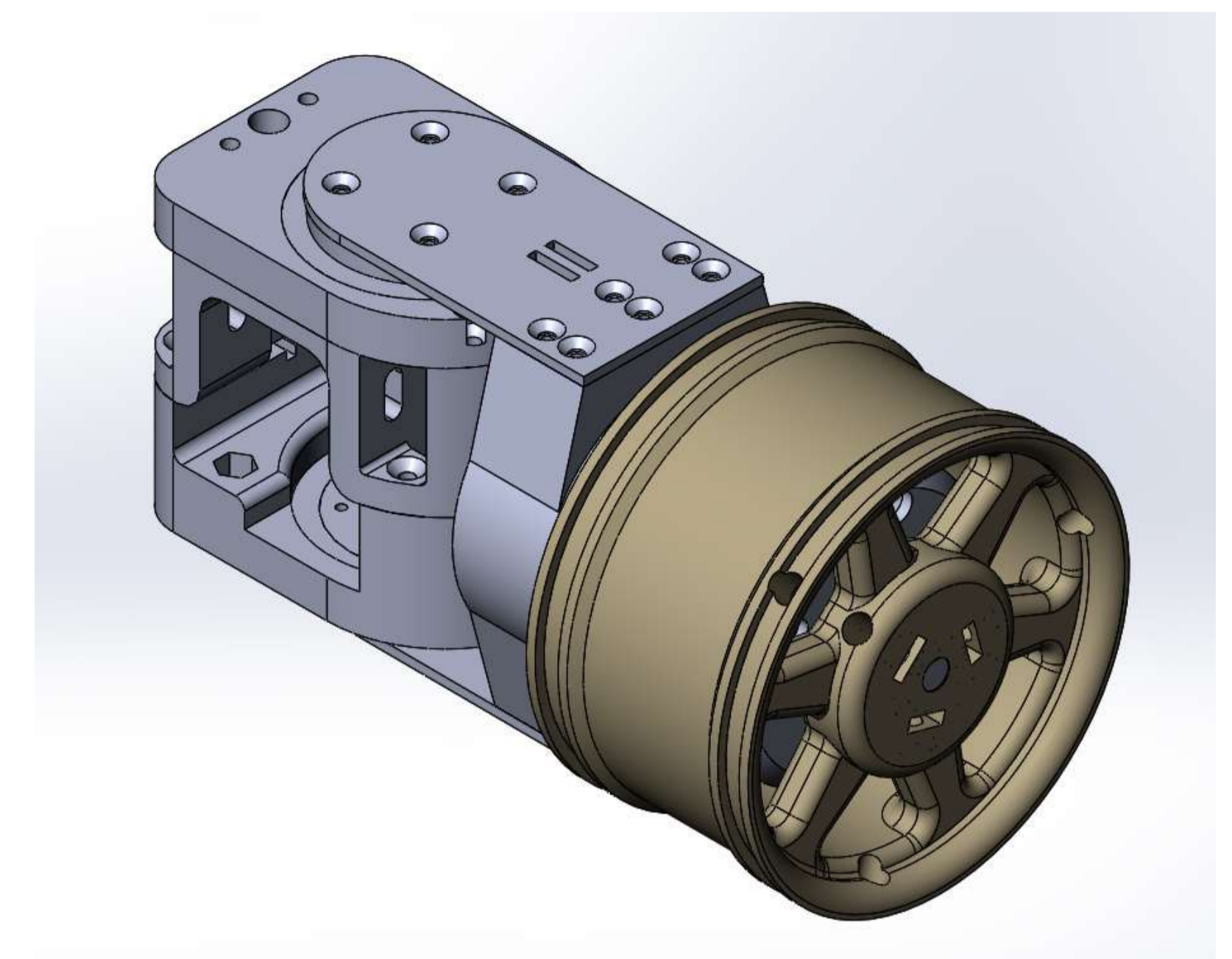


**Рисунок 2 — Модель платформы (прямоугольная изометрическая проекция задней части)**

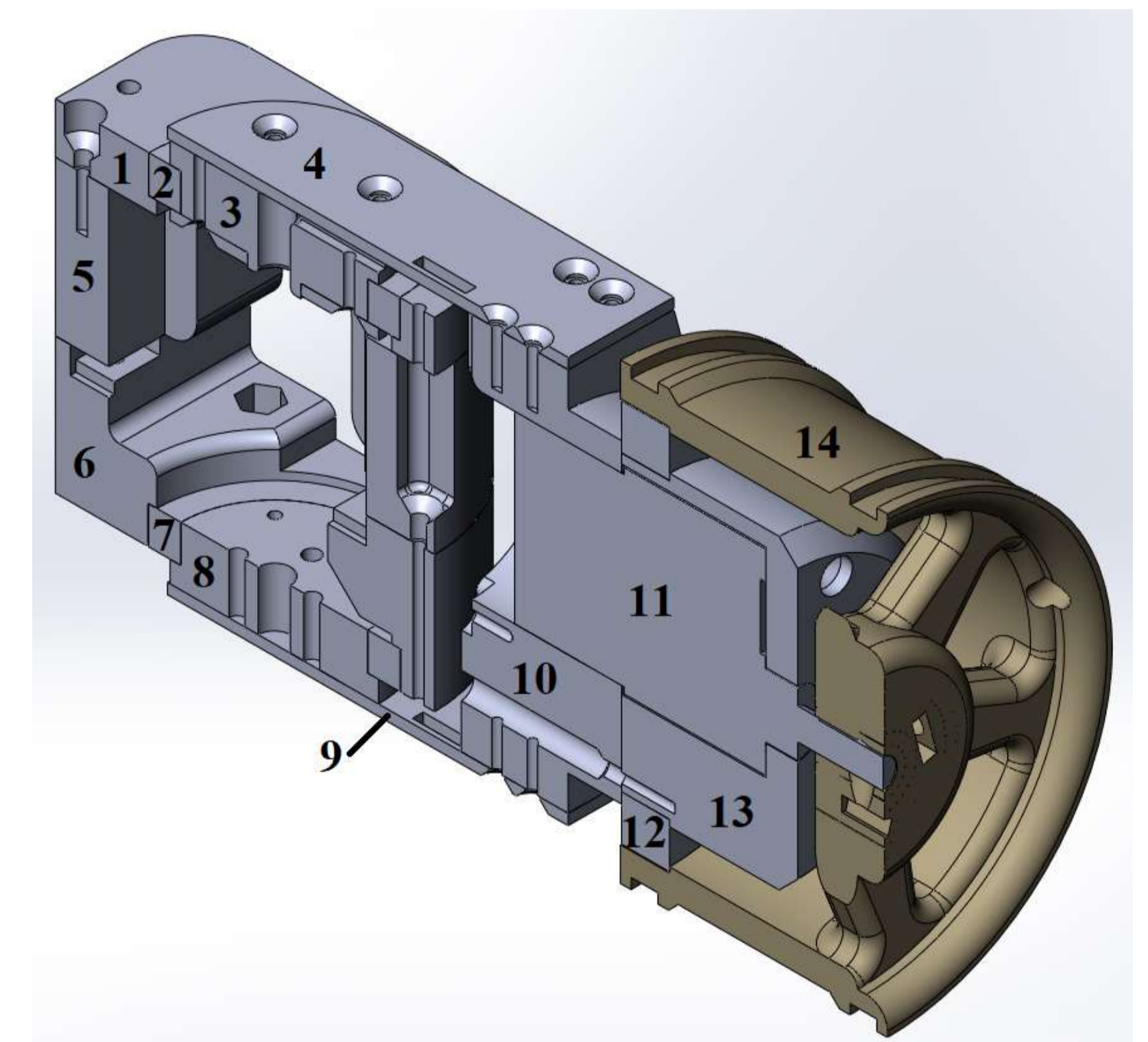
**Назначение: обслуживание инженерных систем и технических помещений – мониторинг состояния оборудования в автоматическом режиме или в режиме реального времени под управлением оператора.**



**Рисунок 3 — Электрическая принципиальная схема робототехнической платформы**



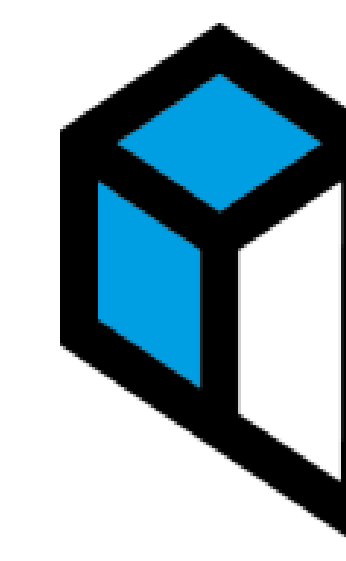
**Рисунок 4 — Внешний вид модели поворотного узла**



**Рисунок 5 — Модель поворотного узла в разрезе, где:**

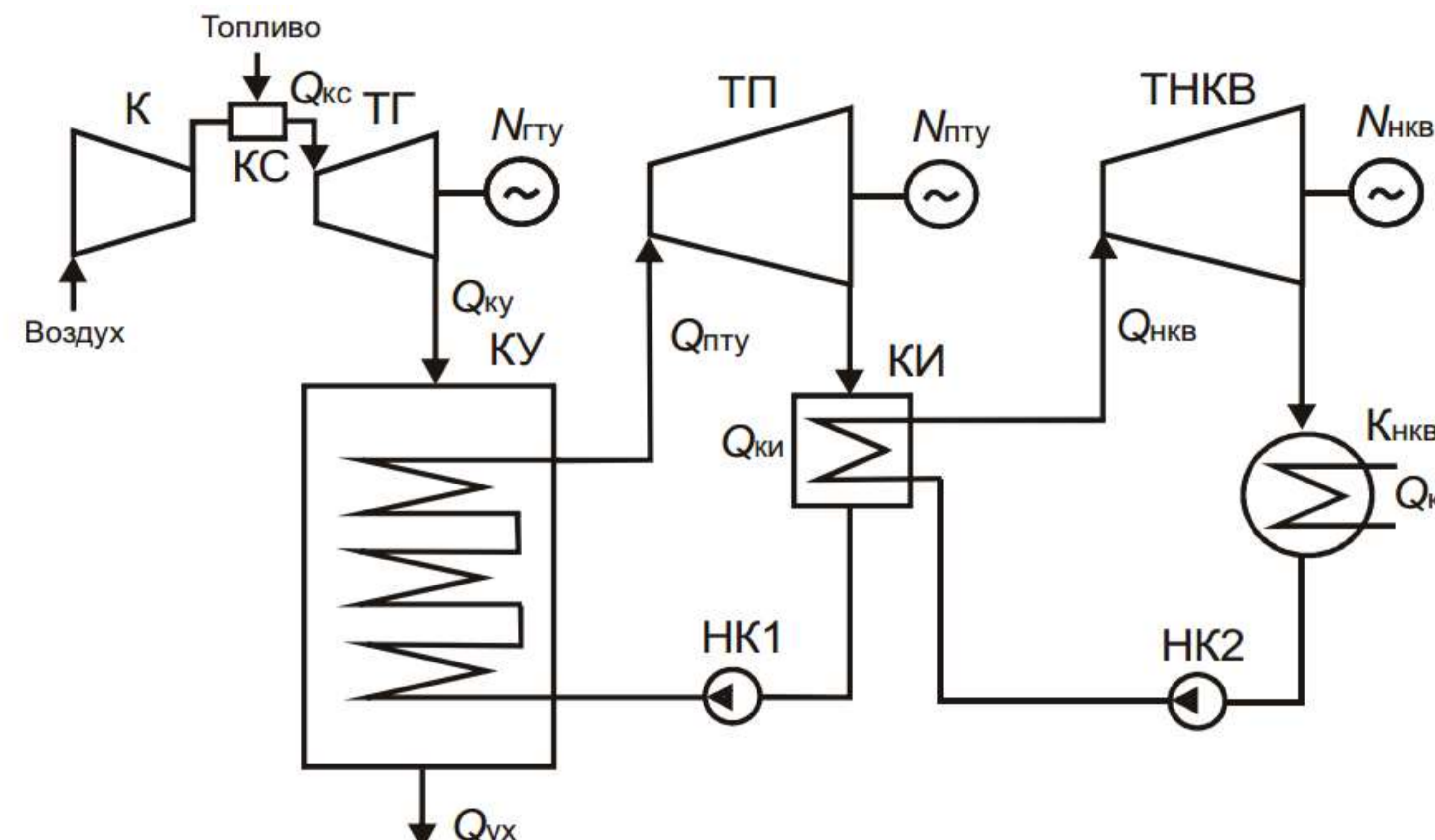
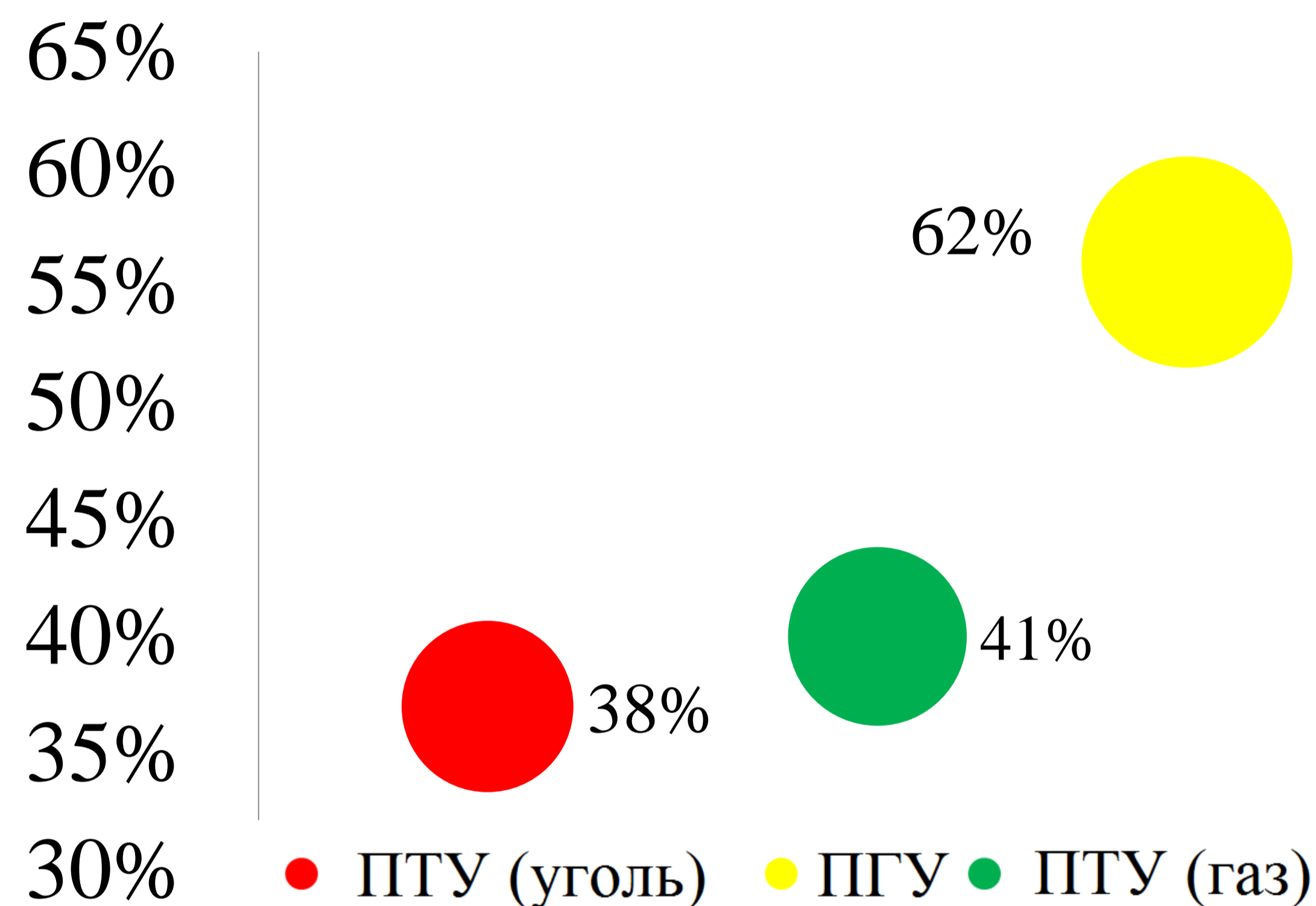
- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1 — крышка оболочки сервопривода; | 8 — нижняя втулка;               |
| 2 — верхний подшипник;            | 9 — нижняя балка;                |
| 3 — верхняя втулка;               | 10 — колено мотор-колеса;        |
| 4 — верхняя балка;                | 11 — двигатель постоянного тока; |
| 5 — корпус оболочки сервопривода; | 12 — подшипник мотор-колеса;     |
| 6 — кроватка сервопривода;        | 13 — стакан ДПТ;                 |
| 7 — нижний подшипник;             | 14 — диск мотор-колеса           |





Работу выполнил: студент гр. 3820М Степаненко Е.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Волохов М.А.



Сравнение коэффициентов полезного действия

Упрощённая схема триарной парогазовой установки

Вывод: использование растительной биомассы как топлива для ПГУ позволит повысить энергообеспечение децентрализованных потребителей производственными мощностями, используя либо специально разработанные технологические решения, либо по примеру других стран; использование ПГУ на АЭС положительно скажется на количестве производимой электроэнергии, вариативности диапазона нагрузки и экономичности станции в целом.



# РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

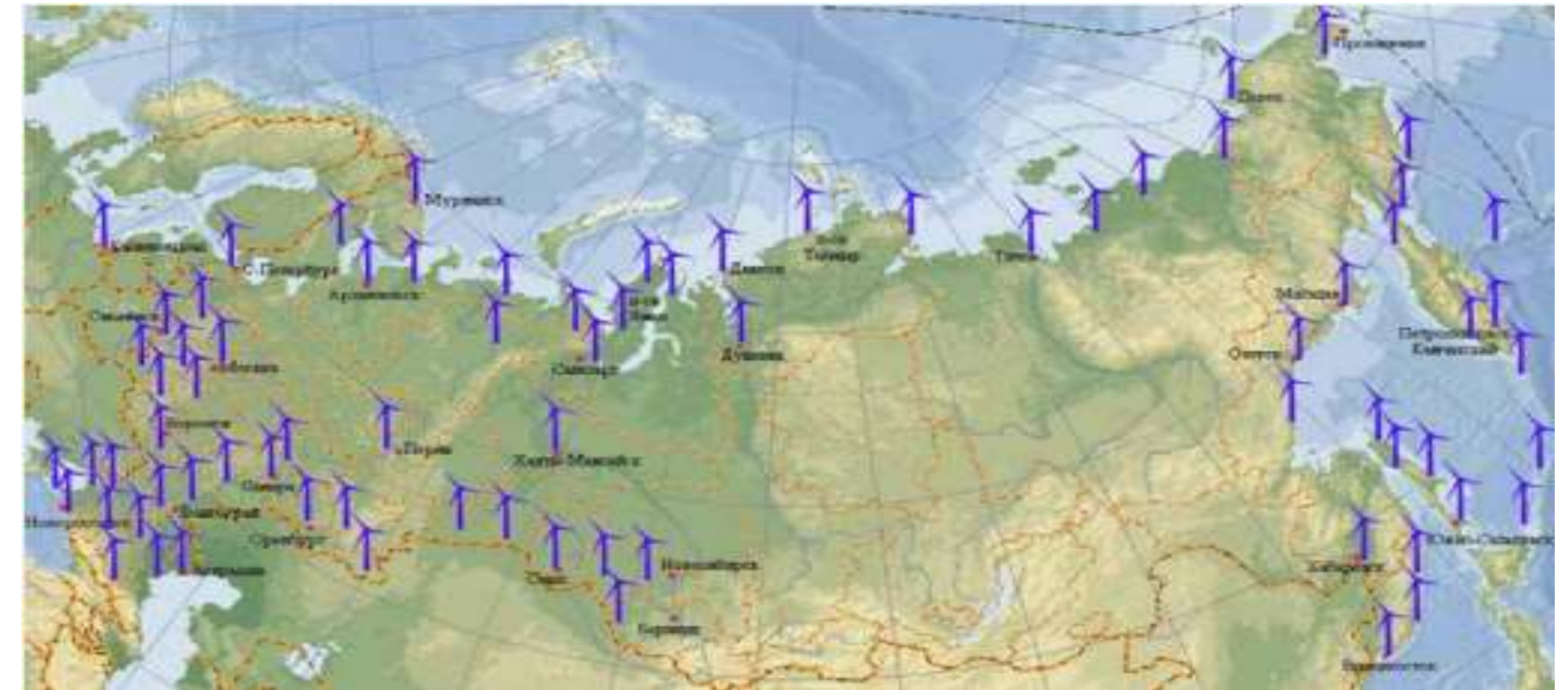
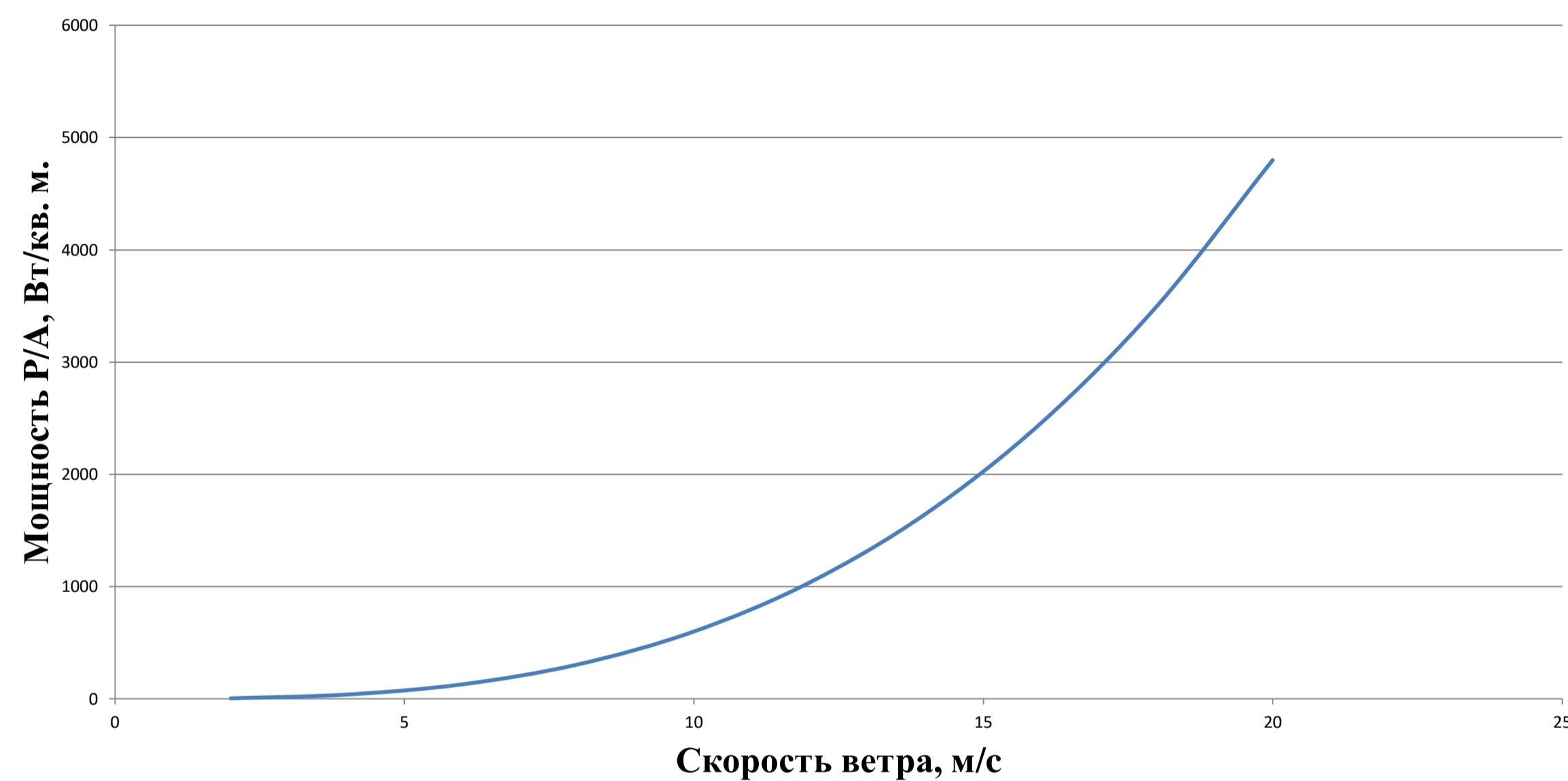


**Завалишинские  
чтения | 2020**

**А. В. Щербинин**

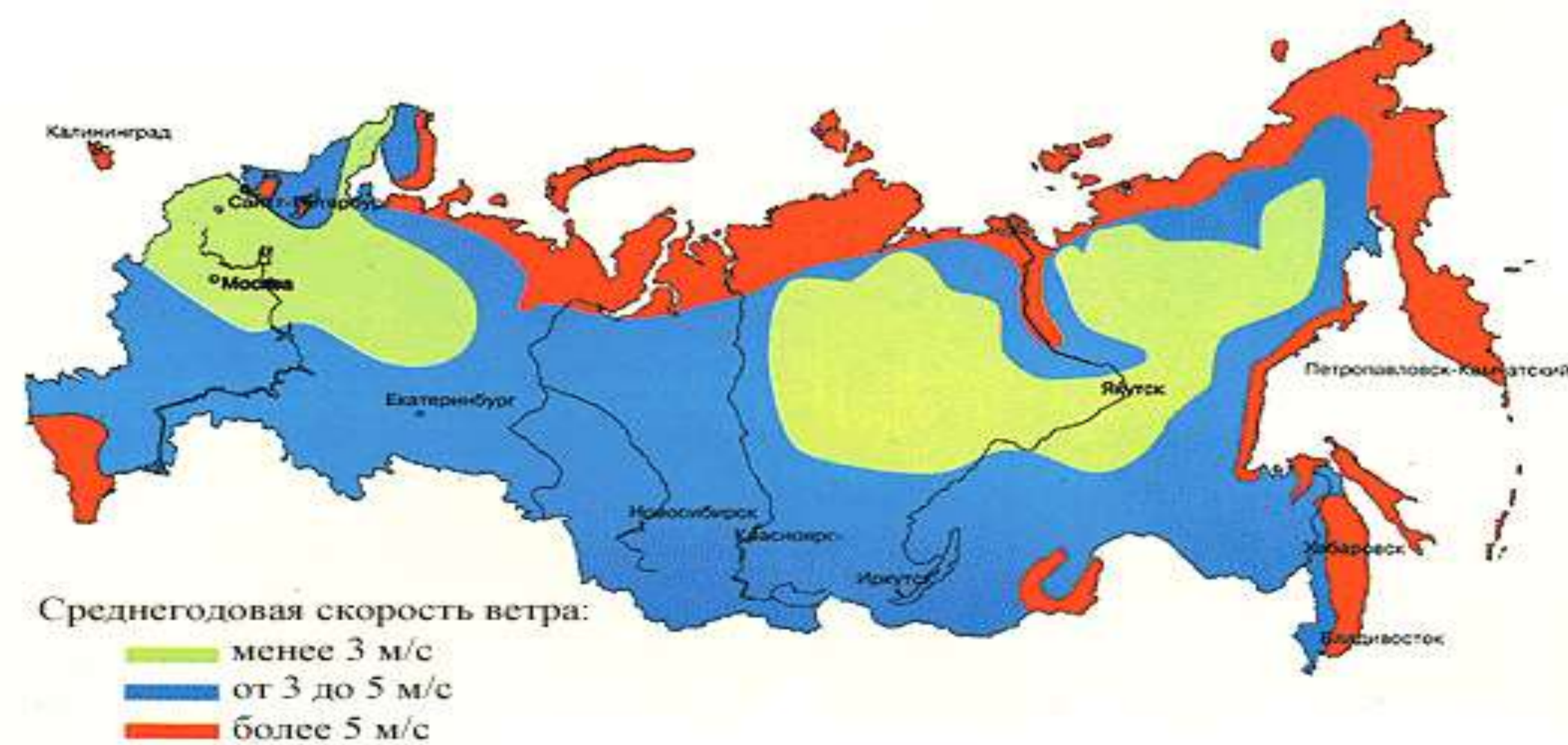
Магистрант кафедры электромеханики и робототехники

**В. В. Булатов** – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель  
СПб ГУАП

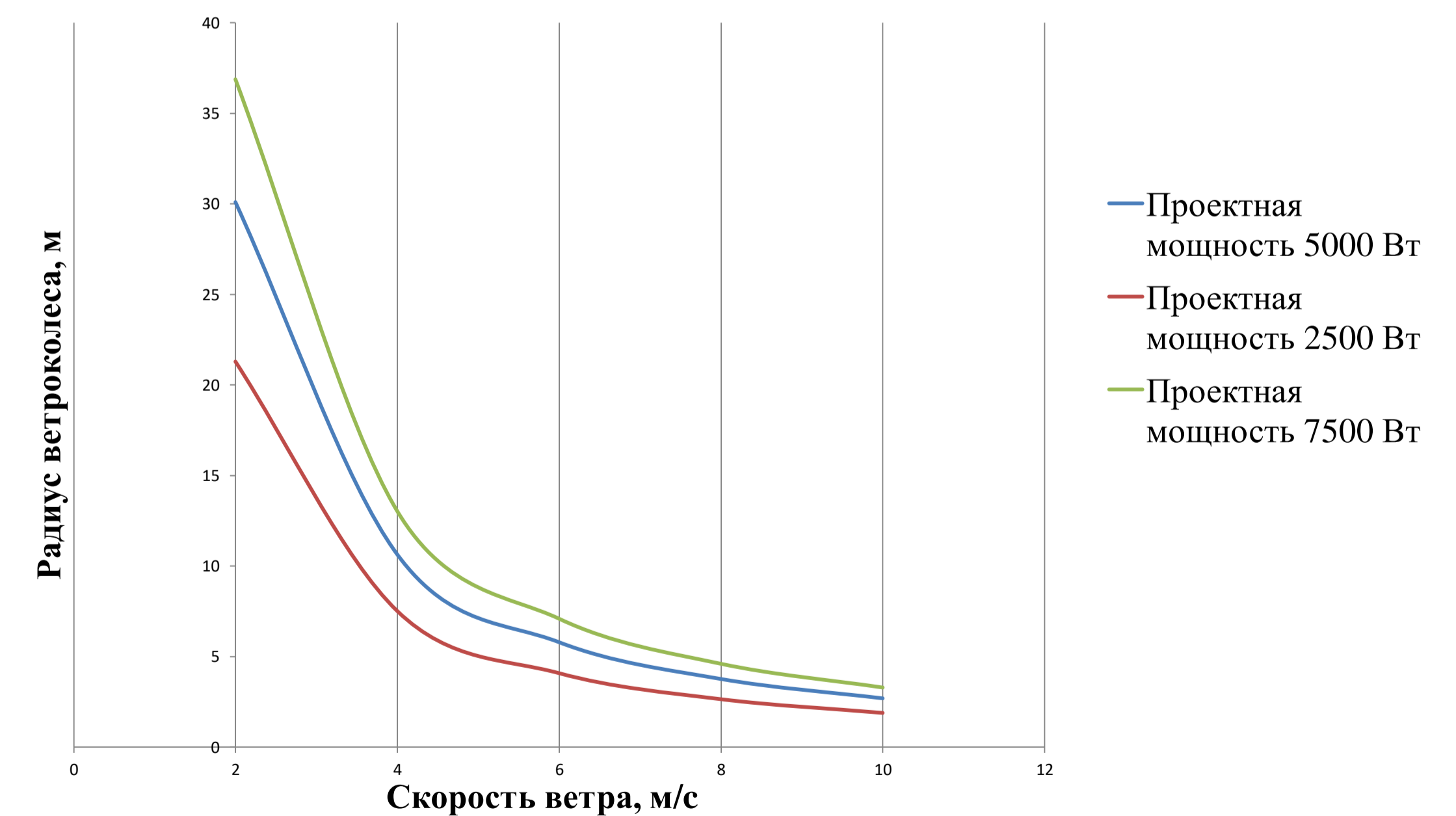


Перспективные районы размещения экономически эффективных ВЭС

Зависимость удельной мощности ветрового потока от его скорости



Распределение среднегодовой скорости ветра на территории Российской Федерации



Зависимость радиуса ветроколеса от скорости ветра





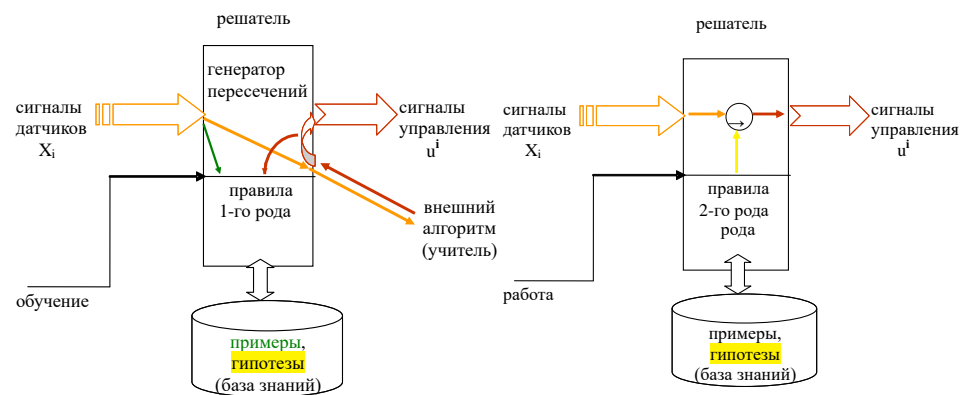
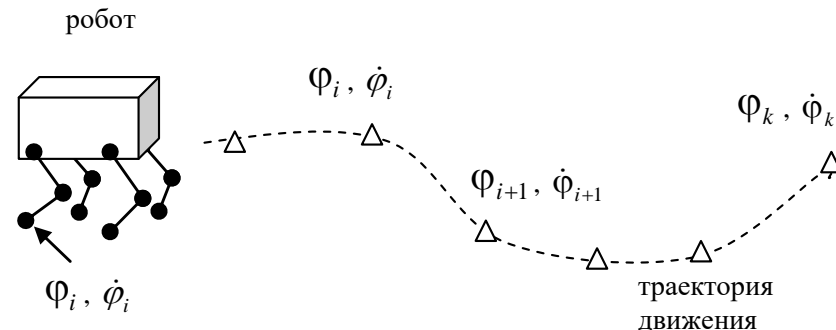
Д.А. Добрынин, к.т.н., с.н.с.  
ВЦ ФИЦ ИУ РАН, РГГУ г. Москва

**Проблема:** при увеличении количества степеней свободы механизма робота резко увеличивается сложность управления, неизвестные силы в уравнениях динамики (трение и пр.) приводят к невозможности получить точное решение, ограничения на время получения решения для управления звеньями робота в реальном времени

**Предлагаемое решение:** использовать методы ИИ для обучения движению.

Используется динамический ДСМ-метод для построения обучаемой с помощью учителя системы управления. ДСМ-система выявляет и обобщает законы перемещения звеньев робота, которые после обучения используются для управления роботом.

**Результаты:** обучаемая система управления на основе динамического ДСМ-метода требует небольших вычислительных ресурсов и обладает высокой скоростью обучения.



Режим обучения и рабочий режим ДСМ-системы



ФГАОУ ВО ГУАП

Т.А. Бобович. Магистр кафедры программно-целевого управления в приборостроении

Г.С. Армашова-Тельник. Кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

В последнее время у крупных компаний прослеживается тенденция создания собственных учебных центров. Так, например, Tokyo Electric Power Co (Япония), «Royal Dutch Shell» (Нидерланды), Exxon Mobil Corp (США), CNOOC Ltd (Китай) имеют целый ряд учебных центров.

По данным Росстат за период 2015-2019г. в России на обучение сотрудников, занятых в сфере электроэнергетики, выделяют на 30% больше средств, чем в период с 2010 по 2014г., но показатель не превышает 4-5% от общих расходов на персонал (рис.1).

Для переподготовки своих кадров американские фирмы тратят огромное количество ресурсов, это необходимо так как прибыль компании напрямую связана с квалификацией персонала. Японские корпорации инвестируют в обучение кадрового состава в три раза больше ресурсов чем американские, это связано с тем, что для Японии широко применима концепция «гибкого сотрудника».

В России наблюдается тенденция увеличения расходов на образовательную функцию развития сотрудников отрасли электроэнергетики. Это обусловлено достижением определенных целей (рис.2).

Обучение персонала играет значимую роль для большинства электроэнергетических предприятий. Это детерминировано возрастающими требованиями рынка к качественно новому уровню квалификации персонала.

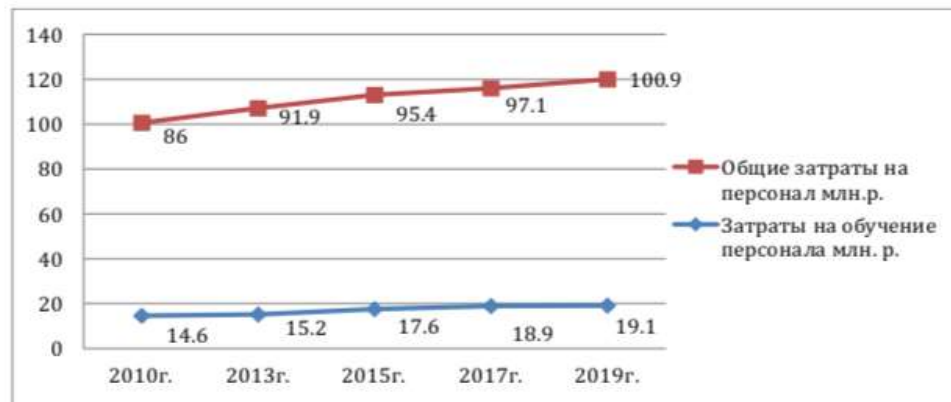


Рисунок 1. Расходы на персонал на предприятиях сферы электроэнергетики в России

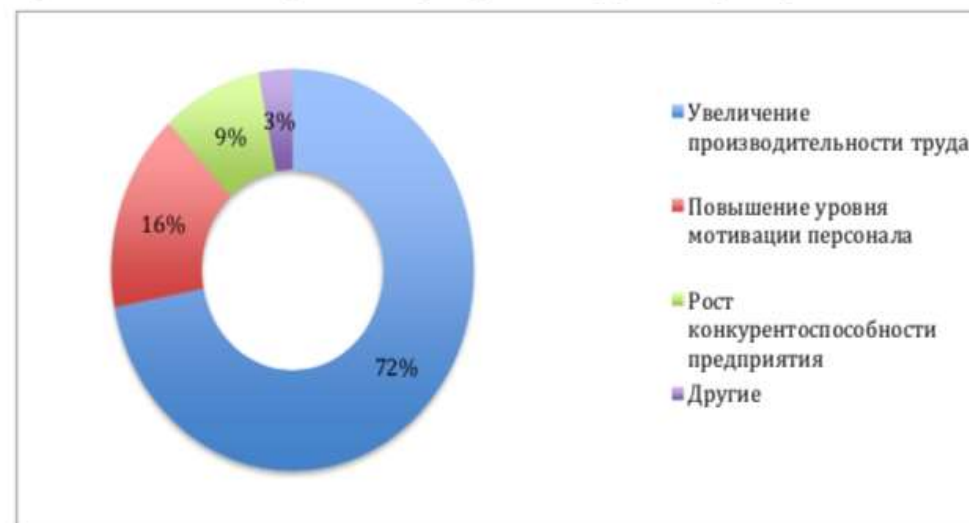


Рисунок 2. Цели обучения кадров

Л.Р Гизатуллина – магистр института инновационных технологий в электромеханике и робототехнике

В.А Семенова- кандидат экономических наук- научный руководитель

Мотивация- это процессом побуждения себя и других к работе, чтобы, достичь личные цели или цели организации.

Мотив- это то, что принадлежит самому субъекту поведения, является его устойчивым личностным свойством, изнутри побуждающим к совершению определенных действий.

Принципы формирования кадровой политики:

- научность;
- комплексность;
- системность;
- эффективность.

В таблице рассматривается количественный подход к кадровой политики предприятий.

### Методы формирования кадровой политики

Количественный подход

- Основан на стоимостных и натуральных показателях

Качественный подход

- SWOT-анализ
- KPI
- Экспертная оценка и тд.

Стратегические задачи предприятия	Основные направления кадровой политики	Показатели эффективности кадровой политики
Ежегодный прирост прибыли	Привлечение квалифицированных специалистов	Укомплектованность кадрового состава; Затраты на подбор персонала.
Эффективное функционирование предприятия	Развитие персонала	Семинары по обучению персонала; Ежегодный тест на профпригодность; Наличие преемников для замещения ключевых должностей.
Операционная эффективность	Эффективность персонала	Коэффициент производительности труда.

А.Е. Керс – магистр института инновационных технологий в электромеханике и робототехнике

Ю. Г. Терентьева - доцент, кандидат экономических наук – научный руководитель

Системы управления предприятием сегодня помогают автоматизировать множество процессов, но существует ряд недостатков данных систем и рекомендаций к модернизации.

Основные недостатки:

- Системы не комплексны
- Требуется доработка модулей
- Нехватка мобильности контроля
- Сложный язык взаимодействия

Ветви модернизации:

- Технологии сегодня требуют большей степени мобильности контроля данных и состояния системы
- Требуются новые методы внедрения и контроля систем управления предприятием
- Главная необходимость в разработке мобильной платформы, которая позволит осуществлять мобильный контроль с помощью персональных устройств на понятном языке

Основные показатели внедрения ERP-систем на предприятии



ФГАОУ ВО ГУАП

А.А. Медведев. Магистр кафедры программно-целевого управления в приборостроении

В.А Сердитов. Кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

Бесперебойное снабжение потребителей электроэнергией является первоочередной задачей энергетического сектора. Перебои с поставкой электроэнергии могут нанести ощутимый экономический ущерб и стать причиной возникновения техногенных катастроф. Исходя из этих последствий, от энергетиков требуют обеспечения высокой надежности электроснабжения. Главные факторы надежности электроэнергетических систем представлены на рисунке 1.

К показателям надежности относятся:

Наработка на отказ - усредненное время между двумя соседними отказами.

Безотказность – свойство объекта сохранять работоспособное состояние в течении заданного времени.

Ремонтопригодность – способность предотвращать и выявлять причины отказов.

Живучесть – это свойство системы противостоять крупным возмущениям, не допуская отключения.

Главными негативными тенденциями в обеспечении надежности в России, по данным Росстат за 2015-2018 г., становятся такие факторы как устаревание электроэнергетического оборудования, отсутствие единой базы для мониторинга состояния оборудования, недостаточное финансирование, неудовлетворительное техническое обеспечение. Для обеспечения решения вышеизложенных проблем, необходимо выделить основные цели и задачи. Так как решить все проблемы и сразу невозможно, нужно мероприятия по обеспечению надежности разбить на стратегические, среднесрочные, экстренные (рис.2).



Рисунок 1. Факторы надежности ЭЭС

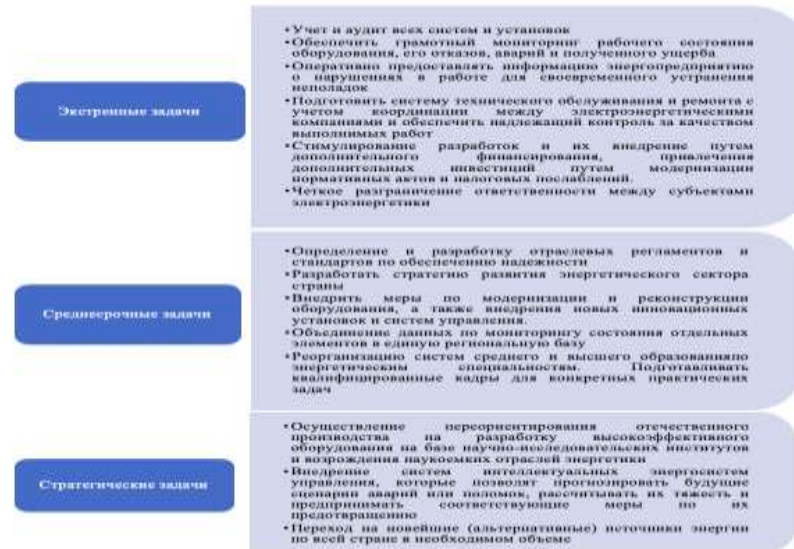


Рисунок 2. Классификация задач ЭЭС





## ФГАОУ ВО ГУАП

Д.А. Мезенцева. Магистр кафедры программно-целевого управления в приборостроении

Г.С. Армашова-Тельник. Кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

На сегодняшний день появилась необходимость глобальных модернизаций в энергетической отрасли – развития промышленности в России. Стратегические вопросы по цифровизации энергетического сектора поставлены и Президентом РФ в рамках программы «Цифровая экономика». Для выполнения данной программы необходимо решить ряд проблем в сфере электроэнергетики.

Российской государственной политике в энергетическом секторе необходимо обратить внимание на следующие приоритетные направления:

- Переход к возобновляемым источникам энергии;
- Разработка интеллектуальных систем управления;
- Перераспределение производства энергии;
- Внедрение технологий умных сетей (smart grids);
- Цифровизация инфраструктуры предприятий;
- Развитие и внедрение технологий «Интернета вещей» (цифровые датчики, сенсоры и средства коммуникации);
- Формирование цифровых клиентских сервисов;
- Формирование единой цифровой энергетической платформы.

Таким образом, переход организаций хотя бы по одному из направлений позволит России повысить эффективность использования генерирующих и сетевых мощностей, сократить потребности в новых мощностях, сократить потери энергии и снизить стоимость владения базовой инфраструктурой – сдерживание роста цен на электроэнергию.

### Ключевые проблемы энергетической отрасли в России



# Концептуальные подходы к формированию конкурентно-рыночной среды в регионе



Завалишинские  
чтения | 2020

**Ключевая проблематика формирования конкурентно-рыночной среды региона:**

- 1.Общехозяйственные и отраслевые кризисы;
- 2.Массовая безработица и нехватка квалифицированных специалистов;
- 3.Потребность в инвестировании;
- 4.Отсутствие нормативно-правовой базы;
- 5.Усиливающаяся конкуренция на мировых рынках.



Рис 1 – Базовые подходы по созданию рыночной среды в регионе



Рис 2 – Факторы влияния конкурентной среды региона

Н.М. Никитина. Магистр кафедры программно-целевого управления в приборостроении Г.С. Армашова-Тельник. Кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель



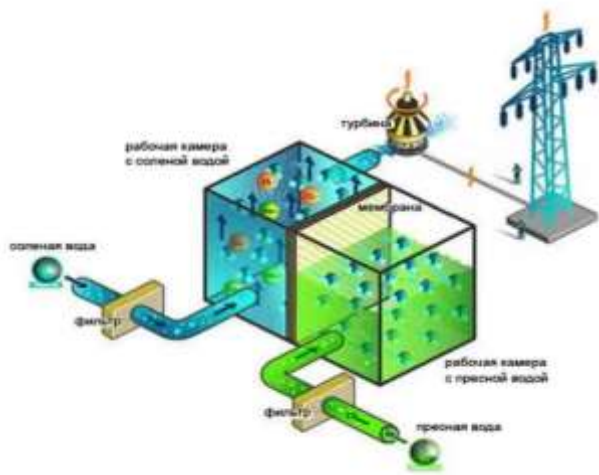
# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОСМОТИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Е. А. Сапронова – магистрант кафедры программно-целевого управления в приборостроении  
Г. С. Армашова-Тельник – кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

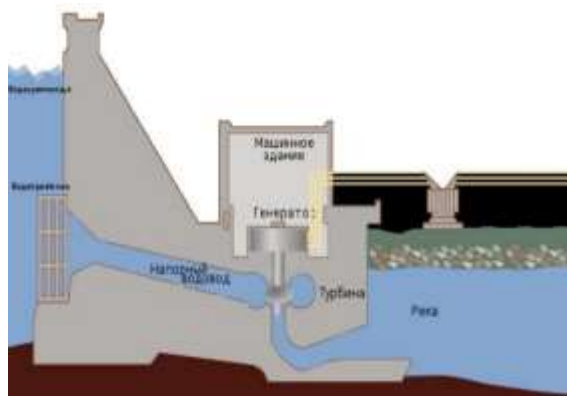
К возобновляемым источникам энергии относятся: энергия солнца, геотермальная энергия, энергия ветра и воды, а также энергия приливов.

С 2009 г. по 2019 г таким инновационным направлением является осмотическая энергия. Принцип работы подобной электростанции основан на осмотическом давлении. Специальная мембрана, пропускающая воду, но ограничивая проход соли, ставится между двумя резервуарами, наполненных водой. В один из резервуаров наливается пресная вода, в другой – соленая. Поскольку такая система стремится к равновесию, соленая вода «вытягивает» пресную воду из резервуара. Если перед мембраной поставить генератор, то избыточное давление будет вращать лопасти генератора и вырабатывать электричество

На гидроэлектростанциях (далее ГЭС) гидравлическая энергия преобразуется в электрическую энергию. Вода под действием силы тяжести движется через здание ГЭС из водохранилища в русло реки за плотиной и вращает рабочее колесо турбины, на одном валу с которым находится ротор электрогенератора. Турбина вместе с генератором образуют гидроагрегат, который и вырабатывает электроэнергию.



Процесс выработки электроэнергии на ОЭС



Процесс выработки электроэнергии на ГЭС

	ОЭС	ГЭС
Вырабатываемая мощность	От 4кВт до 10кВт	От 5МВт до 25МВт
Затраты на строительство	5 млрд руб.	1 млрд руб.
Стоимость электроэнергии	2,3 руб. за кВтч	3,17 руб. за кВтч
Плюсы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Непрерывный источник энергии;</li> <li>2) Отсутствие парникового эффекта;</li> <li>3) Стабильное качество очистки</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Дешевая электроэнергия;</li> <li>2) Применение ВИЭ;</li> <li>3) Регулировка частоты, покрывающая пиковые нагрузки;</li> <li>4) Лёгкость вложения и окупаемости генераторов</li> </ol>
Минусы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Низкие показатели выработки энергии;</li> <li>2) Возможно использование только в устьях рек, где пресная вода вливается в солёную</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Затопление площадей;</li> <li>2) Размыв берегов;</li> <li>3) Качество воды;</li> <li>4) Влияние водохранилищ на микроклимат;</li> <li>5) Влияние водохранилищ на фауну</li> </ol>

Можно заметить, что для большого города выгоднее и энергетически эффективно использование ГЭС, так как вырабатываемая мощность в разы выше, чем у осмотической электростанции. В свою очередь можно сказать, что использовании осмотической электростанции достаточно эффективно в удаленной от центрального электроснабжения местности.

# ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ РОССИИ



Завалишинские чтения | 2020

**А.В. Фахрутдинова**

магистрант кафедры программно-целевого управления в приборостроении

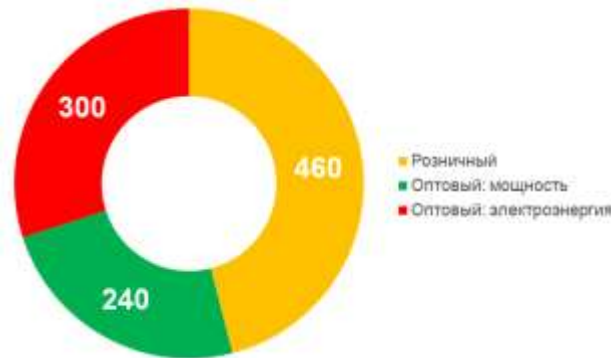
**В.А. Семенова** – кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

Основной целью реформирования отрасли является повышение эффективности предприятий отрасли, создание условий для развития за счет стимулирования инвестиций, а также надежного и бесперебойного энергоснабжения потребителей.

Основной целью новой тарифной политики является постепенное привлечение государственных предприятий к эталонному доходу государственных предприятий. Все потребители, находящиеся на территории субъекта Российской Федерации, делятся на 3 категории:

1. Население и приравненные к нему потребители;
2. Сетевые организации покупают электроэнергию для компенсации ее потерь;
3. Другие потребители.

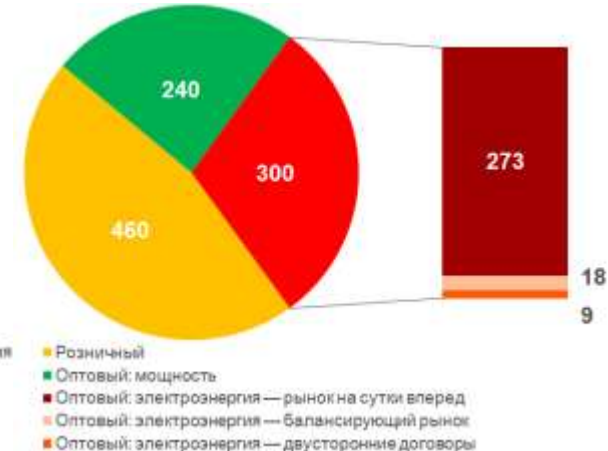
Премии для этой категории потребителей устанавливаются дифференцированно в зависимости от максимальной мощности приемных устройств (менее 670 кВт, от 670 кВт до 10 МВт и не менее 10 МВт).



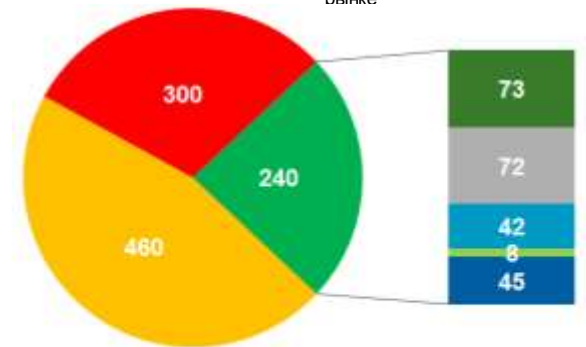
Уточненная структура стоимости электроэнергии в части оптового рынка

Регулируемые тарифы на розничных рынках неценовых зон (кроме населения и эквивалентных категорий потребителей) устанавливаются властями российских регионов тремя различными способами:

- однотарифный тариф,
- двухставочный тариф,
- трехчастный тариф.



Компоненты стоимости электроэнергии на оптовом рынке



Компоненты стоимости мощности на оптовом рынке

**А.А.Федоров**

магистрант кафедры программно-целевого управления в приборостроении

**В.А. Сердитов** – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

Под термином «вертикальное сельское хозяйство» принято понимать размещённый в специальном сооружении агропромышленный

комплекс. Одним из важнейших путей повышения энергоэффективности на вертикальных фермах является использование автономного энергоснабжения городских вертикальных ферм за счет:

- Централизованного электроснабжения;
- Солнечной энергии;
- Ветровой энергии;
- Мини-ТЭЦ.



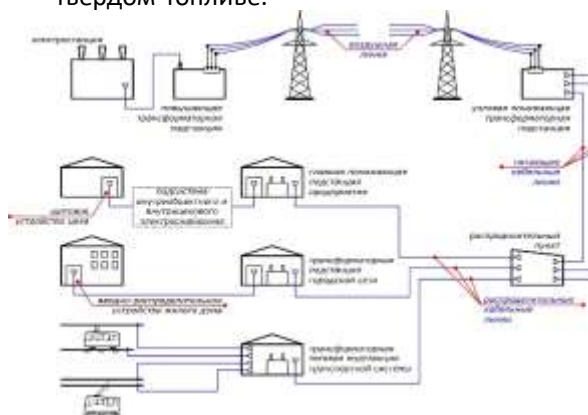
Вертикальная ферма

### Централизованное электроснабжение

Использование данного вида электроснабжения не всегда целесообразно по причине зависимости данного оборудования от поставщика оборудования и услуг.

### Преимущества централизованного электроснабжения :

- Возможность функционирования системы на различных видах топлива;
- Более высокий уровень КПД больших ТЭЦ и тепловой КПД котельных, работающих на твердом топливе.



Централизованное электроснабжение

### Солнечная энергия

Ключевыми преимуществами данного вида альтернативной энергетики являются:

- Высокий уровень перспективности, доступности и неисчерпаемости источника энергии.
- Высокий уровень экологичности.

### Ветровая энергия

#### Преимущества использования ветроэнергетики:

- Общедоступность.
- Лёгкость в работе и управлении.
- Перспективность.

#### Мини-ТЭЦ

#### К ключевым достоинствам мини-ТЭЦ можно отнести:

- Малая себестоимость вырабатываемой энергии;
- Показатель КПД мини-ТЭЦ приближается к 87-91 %;
- Быстрая окупаемость;
- Малый расход топливного ресурса и высокая долговечность;
- Экологическая безопасность.

#### Расчет мини-ТЭЦ для вертикальной фермы площадью 500 кв.м.

Мини-ТЭЦ модели Siemens SGE-56SM	
Итоговая себестоимость складывается из суммы всех затрат на производство электроэнергии (газ, масло, сервис, работы, налоги, амортизация) и экономии средств за счет утилизации тепла.	
Без учета утилизируемого тепла	2,622 руб. на 1 кВт*ч. с НДС 20%
С учетом утилизируемого тепла	2,622 руб. на 1 кВт*ч. с НДС 20%

# Проблемы и перспективы развития цифрового суверенитета РФ



Завалишинские чтения | 2020

А.П.Морозов - студент кафедры управления в технических системах

Г.Ю. Пешкова - доктор экономических наук, доцент, профессор - научный руководитель

"Цифровая экономика - это не отдельная отрасль, по сути это уклад жизни, новая основа для развития системы государственного управления, экономики, бизнеса, социальной сферы, всего общества." - Президент Российской Федерации **Владимир Путин**.

Ущерб от кибератак, который понесла Россия в 2017 году, составил **600 млрд рублей**.

В мае 2019 года по инициативе Центрального банка Российской Федерации (ЦБ РФ) для всех банков РФ начал действовать стандартный уровень защиты информации.

## Ключевые требования ЦБ РФ к банкам:

- внедрение усиленной электронной подписи клиента;
- выполнение всех требований ФСБ при работе со средствами криптозащиты;
- уведомление ЦБ обо всех инцидентах информбезопасности;
- регистрация действий клиента и работников банка при обработке платежной информации;

Некоторые банки тратят на обеспечение кибербезопасности до **150 млн рублей**, но этого всё равно недостаточно!

**Киберпреступники объединяются в АРТ-группировки** (advanced persistent threats - развитая устойчивая угроза), а кибератаки, в свою очередь, состоят из множества этапов и тщательно планируются.

Основной  
Основной  
Основной  
Основной  
Основной  
Основной  
Основной  
Основной  
Основной



ОсновнойОсновнойОсновной

Для обеспечения независимости РФ в цифровой среде необходимо:

- Ликвидировать цифровую безграмотность среди граждан;
- Повысить квалификацию специалистов в сфере кибербезопасности;
- Эффективнее использовать имеющиеся средства информационной защиты.





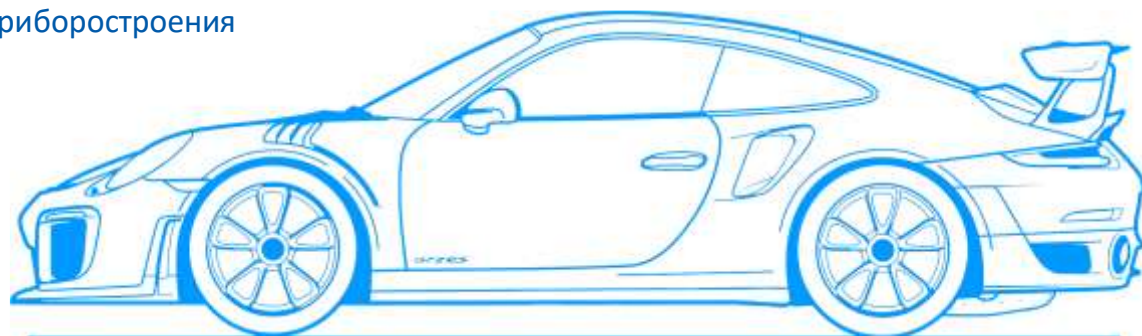
Е.С. Ходырев

Студент кафедры защиты информации

Т.Н. Елина

Кандидат экономических наук, доцент, научный руководитель

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения



## РЫНОК ЛИМОНОВ



### Архитектура

- Изменяемый тип информации, хранимой в цепочке блоков
- Изменяемый размер блоков
- Структура хранилища - линейная цепочка блоков
- Протокол децентрализованного консенсуса - PBFT-протокол

### Управление

- Сеть поддерживается консорциумом участников
- Участники идентифицируются для взаимодействия в сети
  - Данные хранятся в зашифрованном виде
  - Доступ предоставляют владельцы данных

### Сервис

- Smart-контракты
- Разрешенный blockchain
- Механизм децентрализованной идентификации
- Конфиденциальные транзакции
- Основная цепочка блоков
- Возможность создания конфиденциальных цепочек блоков (каналов)

### Функционал

- Определение подлинности узлов ТС
- Создание отчетов технического обслуживания и эксплуатации ТС
  - Обеспечение договорных отношений между участниками сети
  - Сопровождение ТС производителями и автосервисами



## Данные о ТС:

- Идентификационный номер
- Модель и комплектация
- Информация генерируемая в ТС
- Информация о владельцах ТС
- Сведения о тех. обслуживании
- Сведения о ДТП
- Сведения о страховке

Распределённый реестр



Смарт-контракты

Приватность



Консенсус