

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

Національний авіаційний університет

НАУКА І МОЛОДЬ
ПРИКЛАДНА СЕРІЯ
ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Випуск 11-12

Київ 2012

УДК 001:378-057.87:009(082)

НАУКА І МОЛОДЬ. ПРИКЛАДНА СЕРІЯ: Збірник наукових праць. – К.: «НАУ», 2012. – 221 с.

У збірнику вміщено статті, в яких викладено результати наукових, експериментальних і теоретичних досліджень молодих учених. Присвячений актуальним проблемам сучасності в галузі науки і техніки.

Розрахований на науковців та інженерно-технічних працівників.

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Кулик М.С., ректор, доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

Харченко В.П., проректор з наукової роботи, доктор технічних наук,
професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР

Геращенко Л.В., завідувач сектора організації науково-дослідної діяльності студентів і молодих учених

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Технічні науки

Азарсков В.М., доктор технічних наук, професор
Яновський Ф.Й., доктор технічних наук, професор
Куц Ю.В., доктор технічних наук, професор
Дмитрієв С.О., доктор технічних наук, професор
Бойченко С.В., доктор технічних наук, професор
Конахович Г.Ф., доктор технічних наук, професор
Сидоров М.О., доктор технічних наук, професор
Литвиненко О.Є., доктор технічних наук, професор
Белятинський А.О., доктор технічних наук, професор

Друкується за постановою вченої ради Національного авіаційного університету (протокол № 9 від 21 листопада 2012 р.).

Зареєстровано Державним комітетом телебачення і радіомовлення України.

Свідectво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 7799 від 28.08.2003.

Адреса редакційної колегії: 03680, Київ-680, проспект Космонавта Комарова 1, тел. 406-76-03.

© Національний авіаційний університет, 2012

UDC 629.735.01 (045)

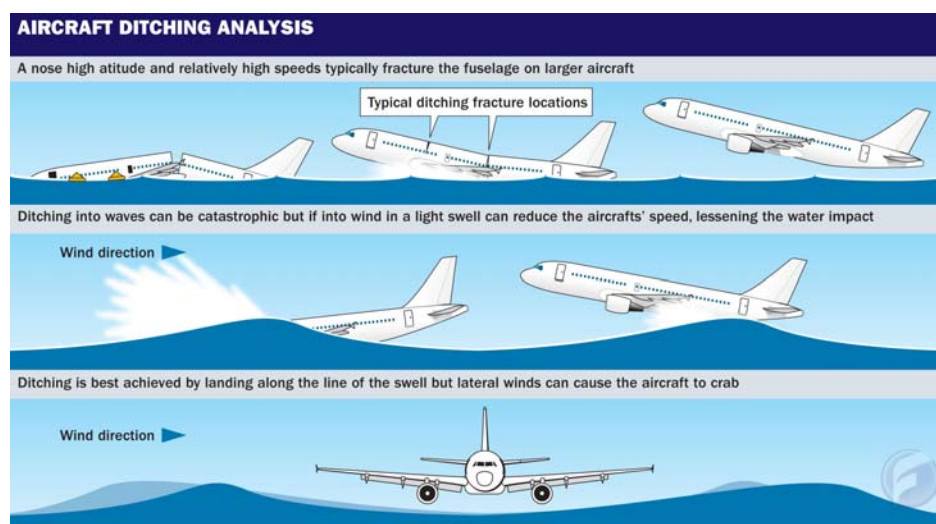
**Andzelika Grudzien, Przemyslaw Nowakowski,
Mateusz Lewandowski**
State School of Higher Education in Chelm, Poland

THE CONCEPT OF DETACHABLE ENGINE PYLONS IN JET AIRLINERS

The paper provides the new conception for improvement of safety in commercial passenger flights, especially during ditching, fuel exhaustion and engine breakdown causing irreversible impossibility of re-ignition engines during the flight. This solution is designed for jet airlines with engines mounted in pylons under the wings.

In November 1996 Boeing 767-260ER, Ethiopian Airlines Flight 961 that was previously hijacked and run out of fuel crash landed in sea. Due to drag force asymmetry caused by not simultaneous contact with water surface of both engines and plunging moment of engines beyond fuselage outline the fuselage was torn apart, killing 122 people on board. You could say that engines mounted in tail section of a plane could prevent it. For sure yes. But such mounting of engines in a plane has one particular weakness namely parts of engine rotating with high rpm in case of breakdown if they separate due to centrifugal force could damage rudder steering or, what is worse, pitch steering as for example in Il-iushyn Il-62 crash in Warsaw, 1981. Another cases of ditching are: a16 January 2002, Garuda Indonesia Flight 421 (a Boeing 737) successfully ditched into the Bengawan Solo River near Yogyakarta, Java Is-

land after experiencing a twin engine flameout during heavy precipitation and hail. The pilots tried to restart the engines several times before making the decision to ditch the aircraft. Photographs taken shortly after evacuation show that the plane came to rest in knee-deep water. Of the 60 occupants, one flight attendant was killed. The survival rate was 98 %. On 2 May 1970, ALM Flight 980 (a McDonnell Douglas DC-9-33CF), ditched in mile-deep water after running out of fuel during multiple attempts to land at Princess Juliana International Airport on the island of Saint Maarten in the Netherlands Antilles under low-visibility weather. Insufficient warning to the cabin resulted in several passengers and crew still either standing or with unfastened seat belts as the aircraft struck the water. Of 63 occupants, 40 survivors were recovered by U.S. military helicopters. The survival rate was 63 %.



Aircraft ditching analysis; Source: flightglobal.com

In case of fuel exhaustion or engine failure excluding possibility of re-ignition of engines the front surface of engines causes huge drag force seriously affecting glide ratio of a plane. For example Air Canada Flight 143, a Boeing 767-200 jet, ran out of

fuel at 26,000 feet (7,920 m) altitude, about halfway through its flight from Montreal to Edmonton via Ottawa. The crew was able to glide the aircraft safely to an emergency landing at Gimli Industrial Park Airport, a former Canadian Air Force base at

Gimli, Manitoba. So called “Gimli Glider” managed to glide safely to an airfield however part of the facility had been converted to a race track complex, now known as Gimli Motorsports Park. It includes a road race course, a go kart track, and a dragstrip. Furthermore, a CASC amateur sports car race was underway that day and the area around the decommissioned runway was full of cars and campers. Only due to lucky coincidence nobody of the 61 passengers were seriously hurt. The glide ratio was approximately 12:1. Without huge surfaces of engines giving enormous drag force the glide ratio would be much greater, giving the pilot possibility of glide flight to an airport equipped with facilities like fire fighting brigades and medical care. But not every gliding flight ended so luckily Avianca Flight 52 was a regularly scheduled flight from Bogotá to New York via Medellín, Colombia. On Thursday, January 25, 1990, the aircraft performing this flight, a Boeing 707-321B registered as HK-2016, crashed into the village of Cove Neck, Long Island, New York after running out of fuel. Eight of the nine crew members and 65 of the 149 passengers on board were killed.

The third case is when one engine breaks down and causes drag asymmetry that should be compensated by appropriate rudder deflection.

The another reason for using our invention is engine fire which would likely expand endangering the whole structure of an aircraft.

Concept description:

The solution for this problems is detachable engine pylons which after being detached could fall freely on the parachute to the surface of land. In centre of gravity of the engine pylon would be mounted a tray with component similar to available the market readymade product Ballistic Recovery System (United States Patent 4607814). The largest and most capable parachutes from BRS were originally certified on Cirrus Design's SR20 aircraft, which was certified in October 1998 as the first aircraft to have a whole-airframe parachute system installed as standard equipment. The SR22 has a slightly different design. The canopy is deployed by a solid fuel rocket motor with manual activation. Deployment occurs within one second and canopy inflation follows rapidly. The canopy is attached to the airframe via 15,000 pound (6,800 kg) and Kevlar Bridles. The Cirrus Maximum Gross Weight is about 1542 kg and the mass of the Boeing 737 engine is about 1950 kg. So that after slight redesign BRS made for Cirrus could serve for safe bringing down engine pylon without causing any harm to people on the land



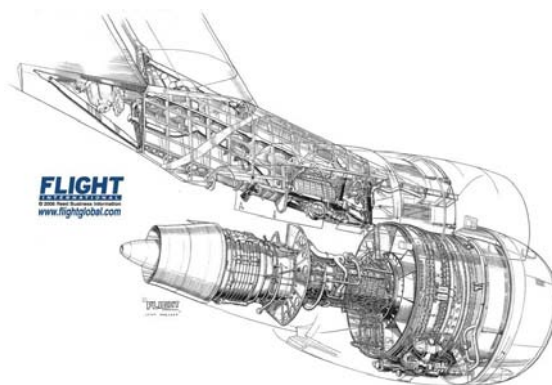
Ballistic Recovery System for light aircraft; Source: sportflyingshop.com

The engine is suspended to an aircraft's wing by bolts in which there would be an explosive material with an igniter attached to it that would break the bolt or, alternatively, bolts might be connected with the structure by a simple mechanical lock that could be open in case of an activation of the system. This is the captain who is responsible for deployment of the system. There should be appropriate checklist and procedures regulating under which circumstances the deployment would be reasonable such as because using the system would be irreversible. After deploying igniter the bolts will burn or melt causing disconnection engine pylon forced by net force

of gravity and drag force. After appropriate period of time providing safety distance from a plane the BRS equivalent would be deployed. Engine pylon would be brought down in one piece on the Earth surface so that it could be examined by air incident investigators. The cables that link engine and engine aggregates with a plane should have fittings that could be easily disconnected and fuel line as well as cables which transport liquid medium should be fitted with ball valves that would prevent possibility of leakage in case of disconnection. The cables should be screened from wing/pylon attach points by incombustible bulkheads due to prevent fire during system

activation. In further research it should be taken into account how system deployment would affect flight for example if we got rid of one pylon would it cause with the spin tendency or such a sudden loss of weight of an aircraft would lead to uncontrollable change in horizontal and longitudinal balance or stress in the wing-fuselage connection, as we can observe in firefighting planes during the waterdrop. The operation of the system is calculated for detachment of the engines only in straight and level flight, so that forces of gravity and drag make them separate straight down in the configuration not threatening the wings. The construction of an engine pylon should be designed in the way that enables using an easy-breaking material in the place, where the BRS is mounted, as in case it is fired the parachute may exit the pylon and open freely. The BRS tray must be connected with the engine by belts encircling the engine inside the pylon structure in such way that the whole unit can fall horizontally. Belts have to be high-temperature resistant to prevent them from melting or losing their strength in a hot environment of a working engine. The time between the drop of the engine and BRS ignition should be long enough to let the pylon lose its progressive speed.

The pylon should smoothly fit the wing surface in a way making it easy to detach the engine, so that after the system ignition there will not be any part of the pylon left, disturbing the airflow and creating the drag. Before mounting the system on an aircraft, an aerodynamic research should be made in the wind tunnel to designate the new polar speed (which shows speeds such as: optimal, economical, stall speeds and so on), as the aerodynamic characteristics would likely change a lot if engine pylons were removed. The installation shall have a variety of safety features preventing an accidental ignition, including a necessity of first officer confirmation that use of the system is essential, as well as technical protection, which would make sure that in case of e.g. electric fault the system would not be activated by itself. Of course, we are aware that circumstances in flight like those shown previously happen statistically rarely, but we think that any way of improving passengers safety seems to be well worth it especially when it is relatively cheap and technically easy to achieve, such as our one certainly is, because it is based on developments that already exist and are ready to use.



Aircraft's engine mount cross-section; Source: www.flightglobal.com

Advantages of a detachable engine pylons system:

- Relatively slight influence on the aircraft's overall mass increase;
- Increased survival factor of passengers and crew in cases of water-landing and loss of power;
- Low cost of developing, because of use of the already existing solution, yet available on the market;
- The system is designed for commercial jetliners with engines mounted in pylons under the wings, which are the majority of the market at the time.

Disadvantages of a detachable engine pylons system:

- Irreversibility (once used, the plane cannot be brought back to its initial configuration);
- Threat of accidental activation;
- Possibility of harming people on the ground damaging buildings;
- Use of the systems is limited only to planes with jet engines mounted under the wing;
- There is a possibility that the pylon after detachment and landing on the ground might not be found, which would make it impossible to examine by the team of air crash investigators.

After engines rejection all on-board systems essential to continue the flight, such as power to support steering or instruments could be powered by the Ram Air Turbine (RAT) or the Auxiliary Power Unit (APU) if the fuel supply is suitable.

After the crew's initiation, the system should work entirely by itself and start all of its systems automatically in a proper preset sequence (igniters, pause for detachment and braking, detonation of BRS), which would reduce pilots' workload and let them focus on finding the solution for an emergency situation they would experience.

When creating the procedures the possibility of a too hasty and unconsidered use of the system need to be excluded, as there is a possibility that engines which previously had failed or had lost power would recover and be back in use during the flight, as it have happened quite a few times in history already, like in June 1982 when British Airways flight no. 9 Boeing 747 flew into a cloud of a volcanic ash above Indonesia resulting in the failure of all four engines. The reason for the failure was not immediately apparent to the crew or ground control. The aircraft was diverted to Jakarta in the hope that enough engines could be restarted to allow it to land there. The aircraft was able to glide far enough to exit the ash cloud, and all engines were restarted (although one failed again soon after), allowing the aircraft to land safely at Halim Perdanakusuma, Jakarta's airport.

We must take under consideration that after rejecting its engines, a jetliner turns into a huge glider, which requires very good flying skills and a wise tactic of height management from the pilots, so it should become an inherent part of pilots' training (especially on flight simulators that would make it possible to check

how the crew handles the aircraft in such situations) after the system's implementation.

It might also be considered to automatically start the system under some circumstances, like sudden and irreversible damage of an engine, for example in case of a birdstrike, which occur on relatively low altitude giving pilot very little time to act. Such solution would save a few valuable seconds during which the crew would have to do a checklist and engines detach procedure. Of course, the automatic detach shall only be possible above a determined height letting the BRS to inflate and decrease the vertical speed of the pylon to a level which would let it land softly and not threaten people on the ground.

Conclusion:

In conclusion, our project is, as far, only theoretical and presents just an idea which we think might be worth to consider for use in civil aeronautical industry. But after proper calculations and expanded research we believe that detachable engine pylons can be used in practice with very good results. Of course to be completely sure we would need and access to professional laboratory facilities, such as wind tunnel and special computer programs to get complete data.

Bibliography

- en.wikipedia.org;
- “Aircraft Gas Turbine Powerplants”; Charles E. Otis, Peter A. Vosbury; JEPPESEN;
- JAA ATPL BOOK 02 – Oxford Aviation – Jeppesen - Airframes and Systems;
- www.brsaerospace.com;
- www.nts.gov;
- “Budowa Samolotu” Ryszard Cymerkiewicz WKŁ W-wa 1987;
- Air Crash InvestigationTV series.

Scientific supervisor – Tomasz Muszyński

UDC 629.047 (045)

Łukasz Sawicki, Jacek Widziszowski, Norman Płaskociński
State School of Higher Education in Chelm, Poland

THE GENERAL AIMS OF CONSRUCTING UAVs

The work includes concept of hybrid of a lighter-than-air and heavier-than-air aircraft. The following summary presents a rough idea of this solution. This allows the ship to fly quickly to the destination and then move like an airship.

From the beginning of an existence of aviation we can observe a development of reconnaissance. The idea is to provide the great number of information and monitor the situation in the area. The History starts during the First World War, when airplanes were used to determine positions and numbers of the enemy troops. Along with the technological development, surveillance aircrafts evolved as well. It is said that with the current level of knowledge about electronics, system of transmitting data and informatics, we are able to check everything we want. It is possible due to the use of satellites which are equipped with high resolution cameras.

However, there is a problem when clouds or fog appear. Then the ground is shadowed by them and the satellites become useless for a while. Their using is also difficult, because has only the country where they were made in has full access to them and it may not want to share information from the satellites with the others.

During the ages there were created a lot of UAVs which ideas are:

- a) remote controlling by the man or fly autonomously based on pre-programmed flight plans using complex dynamic automation systems
- b) penetrating areas which may be too dangerous for piloted craft
- c) continuous data transmission
- d) great endurance of a flight
- e) small dimension
- f) lower price of manufacturing and exploitation than manned aircrafts
- g) remote sensing functions include electromagnetic spectrum sensors, biological sensors, and chemical sensors

Majority of UAVs measure up above-mentioned criteria, but they are still aircraft or they are vehicles which are able to fly by being supported by the air, or in general, the atmosphere of a planet. An aircraft counters the force of gravity by using either static lift or by using the dynamic lift of an airfoil or in a few cases the downward thrust from jet engines.

Previous UAVs are being useless when the ceiling of clouds is too low. The flight close to the clouds is inefficient because they are in a zone of poor visibility and the quality of a camera image would not be good. There is a possibility to fly under the clouds, close to the ground, but the camera will not be able to record anything due to its own limitations, which result from too slow refreshing.

There are also UAVs which fly at a very high altitude but, they need much more accurate equipment and much more advanced transmitting data system than usual. All these factors result in higher cost of production and much more expensive operation.

New solution

A new way of development in UAVs is a hybrid airship. This is an aircraft that combines characteristics of heavier-than-air, (HTA), and lighter than air (LTA), aerostat technology. It uses "aerostatic" lift which is a buoyant force that does not require movement through the surrounding air mass. This contrasts with aerodynes that primarily use aerodynamic lift which requires the movement of at least some part of the aircraft through the surrounding air mass. Such properties we can obtain by constructing a variable-volume fuselage. During a take off and proceed to designating place of penetrating its characteristic is HTA, but shortly after reaching check-point, a tight crust which is situated at the top of the fuselage, is filled by the helium. That solution has the following advantages:

- a) flight with small speed
- b) high maneuverability
- c) flight at low altitudes
- d) extension of a endurance of the flight
- e) decrease in operating costs
- f) mobility

UAV which is equipped in IR camera can be used for looking for people who are lost during bad weather conditions or for patrolling border area.

Construction

Our UAV is characterized by the variable-volume fuselage. At the top, there is an envelope

which is attached with flexible carbon ribs. One of the ends is attached to the rigid part of the fuselage, however the second one to the extendable boom which allow us to change the curvature of the ribs.

Moreover in the bottom part of the fuselage there is a tank which contains compressed, gas lighter than air (about 200 m^3). We take into consideration two of them: hydrogen and helium. The first one is less dense, much cheaper but it is flammable, helium is not, so probably we will use it for safety reasons. The container is equipped with a valve which is responsible for the gas flow and it is connected via pipe with the envelope. Compression of the gas is done by compressor which is powered by battery.

It is important that the ribs have different cross sections along their length.

General description:

1) rigid part of the fuselage where the ribs are attached;

2) gas container (1300 x 60) will be made to withstand a pressure about 350 bars. The gas before it was sucked would be compressed by 3 – steps compressor;

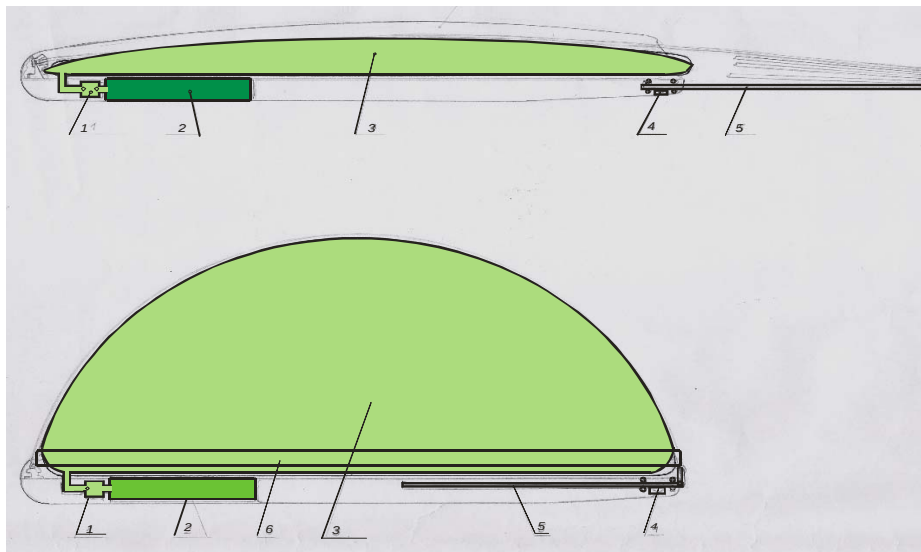
3) interior of the envelope;

4) electric motor which is responsible for compressive of the ribs;

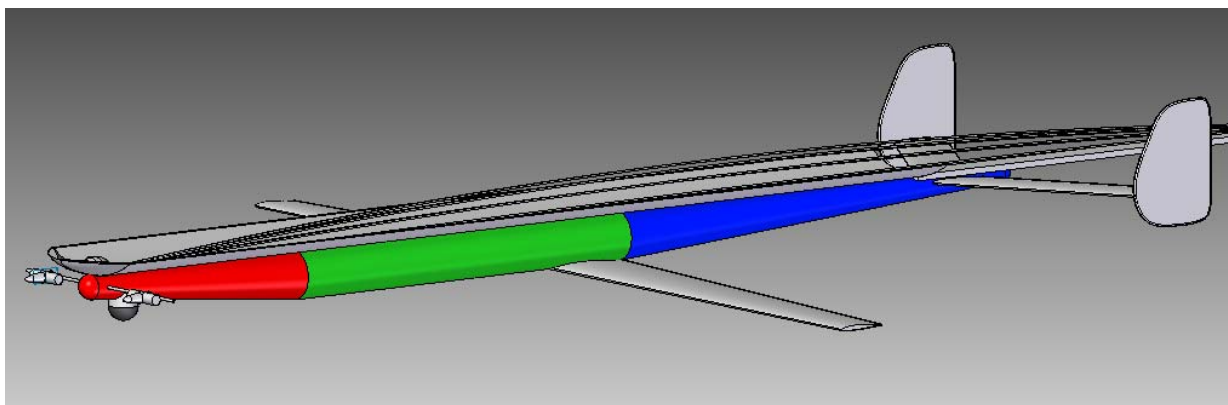
5) extendable boom;

6) brackets.

A fuselage of the UAV will be made entirely of laminate with a variable circular cross – section. Its length will depend on the phase of the flight and it will be adequately 9 and 12 metres. The structure will consist of openwork, laser-cut, carbon – glass frames in order to obtain high accuracy of development. It will be divided into 3 sections which are showed in the picture number two



Unmanned aerial vehicle with the fuselage of variable volume . Authors' own research



Fuselage. Authors' own research

Inside the first of them (red one) there will be:

- a) camera
- b) GPS
- c) autopilot with on-board computer
- d) transmitter and receiver
- e) two batteries

In the second one (green one) there will be placed container with helium and wings will be attached.

In the third section (blue one) there will be attached vertical stabilizer (slanting, span – 4000 mm and with chord 600 mm which will be made on symmetrical airfoil HQ) and dual, oval tail-plane with elliptical leading edge. Their dimensions were designed due to less effectiveness when working in aerostat configuration.

Tapered wings with 8 metres span were designed to base on RG – 15 airfoil with 600 mm chords at the fuselage and 400 mm at the end of the wing. Inside there will be stored 100 litres of fuel which will supply two internal

Specifications:

Displacement: 10.48 ci (171.8 cc)

Output: 18 hp

Weight: 7.85 lbs (3.56 kilos)

Bore: 2.0472 in (52 mm)

Stroke: 1.594 in (40.49 mm)

Length: 7.67 in (195 mm)

RPM Range: 1,000 to 6,500

RPM Max: 9200

Fuel Consumption: 4 oz/min at 6,000 RPM

Recommended propeller: 32 x 12.

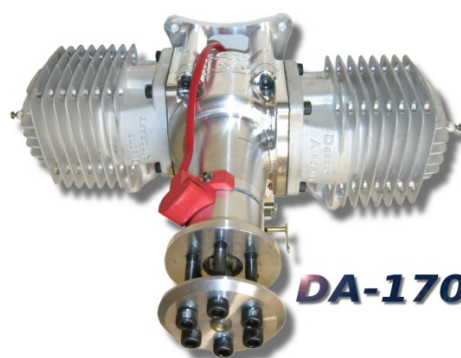
Engines were chosen with the aim of low consumption (6.1 liters / h at 6000 rpm), which will ensure the endurance of the flight about 160 hours. It will be possible thanks to the shell of gas with a variable volume, the buoyant force will allow us to reduce engine speed to minimum (about 1000 rpm) and the burning of fuel to 0.25 l/h. Because of that we will be able to fly at a cruising speed about 15 – 20 km/h.

That endurance will decrease when the wind is too strong. Fuel consumption will be about 100 liters (24 liters to proceed on target and 76 on a mission), assuming that the wind speed at 300 meters will not exceed 30 knots. In comparison, the cost of operating an aircraft that is currently used by Polish Border Guard is about 800\$ p/h, without the salaries of three crew members. Estimated hourly cost of one flight of our UAV will be oscillated between 100 – 200\$. A big part of that expenditure will be the data transfer.

combustions engines and will be transported by membrane pump. Uniform distribution of fuel will prevent changing a centre of gravity, which is located in one third of the chord.

During the selection of airfoil we took into the consideration the best C_l/C_d ratio of cruising speed. We considered seriously only two airfoils, namely RG – 15 and SD 7037. The first of them is suitable for gliders. It copes with thermal conditions and during migration from one thermal column to another. However the second one is much faster and it was made for heavier than usual constructions and motor gliders.

At carbon tube (diameter 50 mm), in the front of the fuselage, there will be two two-stroke engines with power of 18 horse power each and thrust about 120 kilos. Behind them there will be two alternators which will charge the batteries



Picture of DA – 170 engine

http://desertaircraft.com/engines_detail.php?Page=DA-170

Expected take – off weight will be about 250 kilos, of which:

lp.	Element	Mass [kilos]
1	Airframe + Gas container	120
2	Engines	7
3	Fuel	70
4	Gas	17
5	Equipment on board	15
6	Battery 2 x 5AH	3
Total		238

In the landing configuration after burning fuel, UAV will weigh about 185 kilos.

Avionics and Board Equipment

The airplane, which is presented by us, would be equipped with high-end electronics to allow the exercise of flight in autopilot mode, using a GPS system to indicate areas of the task. The autopilot works based on a gyroscopes, which provides us the correct

position of the aircraft in flight. It controls engines thrust and can also operate the thermal imaging camera. It will be switched on immediately after launching from the catapult and will be able to work,

uninterrupted, until returning home. Then it will be taken over by the ground operator.

The specifications and software of the autopilot is presented below:

AP50 Auto-Pilot

Specifications

Weight:

50 grams

Size:

144 mm

47 mm

28 mm



Photograph of autopilot AP50
<http://www.chinaga.com/>

We chose that autopilot because it is small, lightweight low cost. It has three-axis sensor module with roll, pitch, and yaw gyros. In addition there are barometric altimeter, airspeed sensor, GPS on-board, as well.

In this autopilot we are able to specify up to 24 waypoints and set speed and altitude to all of them and it has ability to change navigation and mission information during the flight. The most important thing is that the RC receiver may be disabled, then re-enabled upon return home to prevent unauthorized interference during a mission and flight data

and navigation can be constantly down-linked. It is possible through the computer for a mission setup on the ground. It is Windows based and provides us a graphical display for UAV status, map integration for displaying UAV location and waypoint entry, and command functions for sending and retrieving information from the autopilot.

At the bottom of the fuselage there will be a thermal camera. it will be suited for search and rescue, for working at night and can be captured by a recording device connected to the base station.



Printscreen of autopilot's software
<http://www.chinaga.com/>



Sample of a Small, Lightweight Gyro-Stabilized Camera Systems for UAVs
<http://www.cloudcaptech.com/gimbal.shtm>

The vision system installed on the UAV can be operated in different modes. The first mode is transmission of the image (RGB or IR) in real time to the ground station to monitor the area. The second solution is the manual searching of the target on the ground. However, this requires an additional operator, who controls the entire process from the base.

In the future the UAV should be able to create a system of automatic surveillance specified area, which is diverted to specific targets (movement of individuals, for example in the vicinity of the border) or more generally (searching outbreaks of fire).

The camera we have chosen – TAU 640 - is based on infrared technology, it allows us to look for people by the body temperature. It was constructed in order to search and rescue and for thermal building inspection. A video image is transmitting through wireless connection on 5.8 GHz frequency.

The camera will be equipped with a lens with a focal length of 100 mm which will allow to detect a man from a distance of 2.4 km, the diagnosis of 650m and a detailed identification of not more than 330m. The camera is able to observe vehicles a lot closer (just 6km), identify and recognize them from the distance of 1750 m.

The image is displayed in the following resolutions: 640 × 480 (NTSC) 640 × 512 (PAL) at 30 (NTSC) and 25 Hz (PAL) frames per second. Power consumption is approximately 1 W. The camera has digital zoom 2 ×, 4 ×, 8 × &, can operate up to 40 000 ft, is resistant for shock and moisture and has automatic stabilization. Total weight including the lens is about 475 g.

Our project involves using two data transmitting systems:

1) via satellite systems

2) over ground reference stations

The first of them works on SATCOM system. Transmission is sent via satellite on-board, and then through the SATCOM, the image (including data) is received by the ground operator. It is expensive solution and can be troublesome because the satellite must be still kept in touch with the another geostationary satellite. This generates power consumption and is based on mechanical parts which fatigue very quickly, especially during intensive work.

The second system is based on the use of reference stations positioned at the vicinity of the ground in the area of operation. Such system provides us the independence from the satellites, but requires a fairly complex ground infrastructure, masts, a station data processing and transmitting, another than by satellites – for example by Fiber Optic.

Conclusion

Nowadays, new technological solutions are determined by improving the safety and reducing costs. Therefore, we believe that hybrid airship is a perfect connection of these two factors. In result of replacing human by intelligent computer we will eliminate a risk of losing a pilot and by increase endurance our solution permits us to reduce the costs many times. To sum-up, we state that this aeroplane will be used either in civil aviation (fire brigade, border guard, police) or military aviation .

Bibliography

1. Fiszdón W. MECHANIKA LOTU, Warszawa: PWN, 1961.
2. <http://en.wikipedia.org>
3. www.desertaircraft.com/
4. <http://www.chinaga.com/>
5. <http://www.cloudcaptech.com/gimbal.shtm>

Scientific supervisor – Tomasz Muszyński

УДК 517.9:681.5.013:629.735.45-519 (045)

Бельская А. А., Артемьева О. Н., Калакура Р. Т.
 Национальный авиационный университет, Киев

ЛИНЕЙНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПАРЫ ДИСТАНЦИОННО ПИЛОТИРУЕМЫХ ВЕРТОЛЁТОВ ОДНОВИНТОВОЙ СХЕМЫ В ФРОНТАЛЬНОМ СТРОЮ С МОНОГРУЗОМ

В статье приведена линейная математическая модель (ММ), полученная в результате линеаризации ММ бокового движения дистанционно пилотируемого вертолета с учётом влияния моногруза. Линейная ММ вертолета может быть использована при моделировании собственных движений вертолета в боковом канале, а также при синтезе систем управления различными режимами работы бокового канала

Математическая модель пространственного движения вертолѐта

Дистанционно управляемый вертолѐт необходимо рассматривать как наиболее технологически простое и недорогое изделие.

В этом смысле целесообразно использовать одновинтовую компоновку с хвостовым рулевым винтом, имеющим электрический привод. Схема сил и моментов, действующих на вертолѐт, представлена на рис. 1.

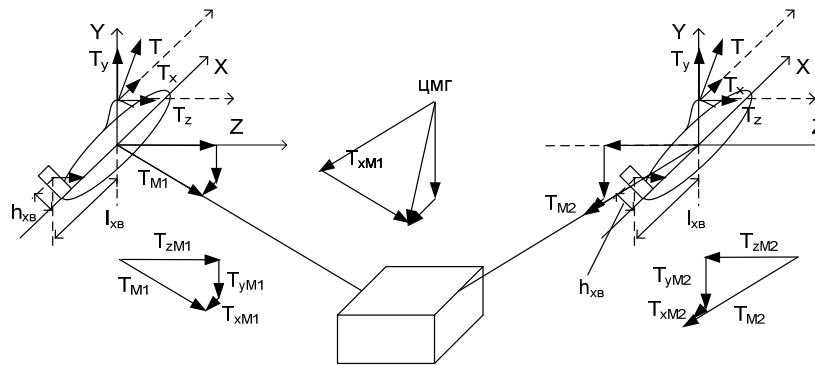


Рис. 1. Два вертолета в фронтальном строю с общей подвеской моногруза

Пренебрегая упругостью конструкции фюзеляжа, полагая, что скорость ветра равна нулю (путевая и воздушная скорости равны), а оси системы координат OXYZ направлены по главным осям инерции вертолѐта (все

центробежные моменты инерции равны нулю), составим уравнения пространственного движения (три уравнения равновесия сил и три уравнения равновесия моментов) предполагая при этом, что Земля плоская и не вращается:

$$\begin{aligned}
 m(\dot{V}_x + \omega_y V_z - \omega_z V_y) &= T_x + R_x - mg \sin \vartheta \cos \gamma - T_{xMi}; \\
 m(\dot{V}_y + \omega_z V_x - \omega_x V_z) &= T_y + R_y - mg \cos \vartheta \cos \gamma - T_{yMi}; \\
 m(\dot{V}_z + \omega_x V_y - \omega_y V_x) &= T_z + R_z + T_{xb} + mg \cos \vartheta \sin \gamma + T_{zM_i}; \\
 I_x \dot{\omega}_x + (I_z - I_y) \omega_y \omega_z &= T_z h_{hb} - T_{xb} h_{xb} + M_x^a; \\
 I_y \dot{\omega}_y + (I_x - I_z) \omega_x \omega_z &= M_{phb} - T_{xb} (b_{xb} - \Delta x) - T_z \Delta x + M_y^a; \\
 I_z \dot{\omega}_z + (I_y - I_x) \omega_x \omega_y &= M_{phb} - T_x h_{hb} + T_y \Delta x + M_z^a.
 \end{aligned} \tag{1}$$

Здесь I_x, I_y, I_z – основные моменты инерции вертолѐта; ϑ, γ – углы тангажа и крена фюзеляжа вертолѐта; $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ – угловые скорости фюзеляжа; T_x, T_y, T_z – составляющие вектора тяги несущего винта; $T_{xMi}, T_{yMi}, T_{zM_i}$ – суммарная

реакция веса и аэродинамического сопротивления моногруза; T_{xb} – тяга хвостового винта; M_{phb}, M_{phb} – реактивные моменты несущего и хвостового винтов;

M_x^a, M_y^a, M_z^a – аэродинамические моменты, действующие на фюзеляж; V_x, V_y, V_z – составляющие воздушной скорости вертолѐта V ; R_x, R_y, R_z – проекции аэродинамических сил на связанные оси.

Аэродинамические силы, действующие на фюзеляж, определяются в скоростной системе координат. Их проекции на связанные оси равны (α, β – углы атаки и скольжения вертолѐта):

$$\begin{aligned} R_x &= X_a \cos \beta \cos \alpha - Y_a \sin \alpha - Z_a \sin \beta \cos \alpha, \\ R_y &= -X_a \cos \beta \sin \alpha + Y_a \cos \alpha - Z_a \sin \beta \sin \alpha, \\ R_z &= X_a \sin \beta + Z_a \cos \beta, \end{aligned} \quad (2)$$

Так как интенсивное маневрирование при решении задач мониторинга не предполагается, то разделим пространственное движение вертолѐта на два изолированных движения – продольное и боковое. Кроме того, при линеаризации этих уравнений будем считать, что

скорость вращения несущего винта $\Omega_{\text{нв}}$ стабилизирована.

Линеаризация математической модели бокового движения вертолѐта

При отсутствии ветра земная и воздушная скорости равны. Кроме того, введем допущение, что $\omega_z = 0$ и $\mathcal{G} = \text{const}$. В таком случае уравнения бокового движения в связанной системе координат:

$$\begin{aligned} m(\dot{V}_z + V_y \omega_x - V_x \omega_y) &= Z(V_z, \omega_x, \omega_y, \eta, \varphi_{\text{хв}}), \\ I_x \dot{\omega}_x &= M_x(V_z, \omega_x, \omega_y, \eta, \varphi_{\text{хв}}), \\ I_y \dot{\omega}_y &= M_y(V_z, \omega_x, \omega_y, \eta, \varphi_{\text{хв}}). \end{aligned} \quad (3)$$

В правых частях уравнений (3) обозначены боковая суммарная сила и моменты, действующие на вертолѐт в соответствии с уравнениями (1), (2). Определим линейные приращения этих сил и момента:

$$\begin{aligned} \Delta Z &= \left(\frac{\partial Z}{\partial V_z} \right)_0 \Delta V_z + \left(\frac{\partial Z}{\partial \omega_x} \right)_0 \Delta \omega_x + \left(\frac{\partial Z}{\partial \omega_y} \right)_0 \Delta \omega_y + \left(\frac{\partial Z}{\partial \eta} \right)_0 \Delta \eta + \left(\frac{\partial Z}{\partial \varphi_{\text{хв}}} \right)_0 \Delta \varphi_{\text{хв}}, \\ \Delta M_x &= \left(\frac{\partial M_x}{\partial V_z} \right)_0 \Delta V_z + \left(\frac{\partial M_x}{\partial \omega_x} \right)_0 \Delta \omega_x + \left(\frac{\partial M_x}{\partial \omega_y} \right)_0 \Delta \omega_y + \left(\frac{\partial M_x}{\partial \eta} \right)_0 \Delta \eta + \left(\frac{\partial M_x}{\partial \varphi_{\text{хв}}} \right)_0 \Delta \varphi_{\text{хв}}, \\ \Delta M_y &= \left(\frac{\partial M_y}{\partial V_z} \right)_0 \Delta V_z + \left(\frac{\partial M_y}{\partial \omega_x} \right)_0 \Delta \omega_x + \left(\frac{\partial M_y}{\partial \omega_y} \right)_0 \Delta \omega_y + \left(\frac{\partial M_y}{\partial \eta} \right)_0 \Delta \eta + \left(\frac{\partial M_y}{\partial \varphi_{\text{хв}}} \right)_0 \Delta \varphi_{\text{хв}}; \\ \Delta(V_y \omega_x)_0 &= V_{y0} \Delta \omega_x + \omega_{x0} \Delta V_y; \quad \Delta(V_x \omega_y)_0 = V_{x0} \Delta \omega_y + \omega_{y0} \Delta V_x; \quad \omega_{x0} = 0, \omega_{y0} = 0, V_{x0} = V, V_{y0} = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь η – угол отклонения автомата перекоса в боковом канале; $\varphi_{\text{хв}}$ – шаг хвостового винта, индекс «0» определяет точку линеаризации.

Записываем исходное уравнение в нормальной безразмерной форме. Для этого делим первое уравнение на mV , второе – на $I_x L/V$, а третье – на $I_y L/V$. Обозначим $\Delta V_z/V = V_z$, $\Delta \omega_x L/V = \omega_x$, $\Delta \omega_y L/V = \omega_y$, $\Delta \eta = \eta$, $\Delta \varphi_{\text{хв}} = \varphi_{\text{хв}}$.

Используя эти обозначения, систему линеаризованных уравнений бокового канала вертолѐта в отклонениях запишем в виде

$$\begin{aligned} \dot{V}_z &= a_z^V V_z + (a_z^{\omega_x} - V_{y0}) \omega_x + (a_z^{\omega_y} + V_{x0}) \omega_y + a_z^{\eta} \eta + a_z^{\varphi_{\text{хв}}} \varphi_{\text{хв}}, \\ \dot{\omega}_x &= a_x^V V_z + a_x^{\omega_x} \omega_x + a_x^{\omega_y} \omega_y + a_x^{\eta} \eta + a_x^{\varphi_{\text{хв}}} \varphi_{\text{хв}}, \\ \dot{\omega}_y &= a_y^V V_z + a_y^{\omega_x} \omega_x + a_y^{\omega_y} \omega_y + a_y^{\eta} \eta + a_y^{\varphi_{\text{хв}}} \varphi_{\text{хв}}, \quad \dot{\eta} = a_{\eta}^{\eta} \eta. \end{aligned} \quad (5)$$

Коэффициенты системы уравнений (5) обозначим следующим образом:

$$\begin{aligned} a_{11} &= a_z^V = \frac{1}{m} \left(\frac{\partial Z}{\partial V_z} \right)_0, \quad a_{12} = (a_z^{\omega_x} - V_{y0}/L) = \frac{1}{L} \left(\frac{1}{m} \left(\frac{\partial Z}{\partial \omega_x} \right)_0 - V_{y0} \right), \quad a_{13} = (a_z^{\omega_y} + V_{x0}/L) = \frac{1}{L} \left(\frac{1}{m} \left(\frac{\partial Z}{\partial \omega_y} \right)_0 + V_{x0} \right), \\ a_{14} &= a_z^{\eta} = \frac{1}{mV} \left(\frac{\partial Z}{\partial \eta} \right)_0, \quad b_{11} = a_z^{\eta} = \frac{1}{mV} \left(\frac{\partial Z}{\partial \eta} \right)_0, \quad b_{12} = a_z^{\varphi_{\text{хв}}} = \frac{1}{mV} \left(\frac{\partial Z}{\partial \varphi_{\text{хв}}} \right)_0, \quad a_{21} = a_x^V = \frac{L}{I_x} \left(\frac{\partial M_x}{\partial V_z} \right)_0, \\ a_{22} &= a_x^{\omega_x} = \frac{L}{I_x} \left(\frac{\partial M_x}{\partial \omega_x} \right)_0, \quad a_{23} = a_x^{\omega_y} = \frac{L}{I_x} \left(\frac{\partial M_x}{\partial \omega_y} \right)_0, \quad b_{21} = a_x^{\eta} = \frac{L}{I_x V} \left(\frac{\partial M_x}{\partial \eta} \right)_0, \quad b_{22} = a_x^{\varphi_{\text{хв}}} = \frac{L}{I_x V} \left(\frac{\partial M_x}{\partial \varphi_{\text{хв}}} \right)_0, \\ a_{31} &= a_y^V = \frac{L}{I_y} \left(\frac{\partial M_y}{\partial V_z} \right)_0, \quad a_{32} = a_y^{\omega_x} = \frac{L}{I_y} \left(\frac{\partial M_y}{\partial \omega_x} \right)_0, \quad a_{33} = a_y^{\omega_y} = \frac{L}{I_y} \left(\frac{\partial M_y}{\partial \omega_y} \right)_0, \quad b_{31} = a_y^{\eta} = \frac{L}{I_y V} \left(\frac{\partial M_y}{\partial \eta} \right)_0, \\ b_{32} &= a_y^{\varphi_{\text{хв}}} = \frac{L}{I_y V} \left(\frac{\partial M_y}{\partial \varphi_{\text{хв}}} \right)_0, \quad a_{43} = a_{\eta}^{\eta} = \frac{V}{L}. \end{aligned}$$

Систему уравнений бокового движения вертолѐта представим в матричной форме:

$$\dot{y} = Ay + B\Delta. \quad (6)$$

Здесь $y = (V_z \ \omega_x \ \omega_y \ \gamma)^T$ – вектор состояния;

$\Delta = (\eta \ \varphi_{\text{хв}})^T$ – вектор управления. Матрицы

A и B имеют следующий вид:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 \\ 0 & 0 & a_{43} & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \\ b_{31} & b_{32} \\ 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Коэффициенты можно получить в процессе лётных испытаний или продувки модели вертолета в аэродинамической трубе.

Можно произвести аналитический расчёт, применив принцип подобия, по известным

аэродинамическим характеристикам вертолета соответствующей компоновки.

Пусть массо-геометрические параметры вертолета в боковом канале равны: $m = 250 \text{ кг}$, $I_x = 120 \text{ Нс}^2\text{м}$, $I_y = 190 \text{ Нс}^2\text{м}$, $L = 0.5 \text{ м}$ – расстояние от передней кромки фюзеляжа до центра масс. Скорость полёта $V = 30 \text{ мс}^{-1}$.

Для дистанционно управляемого вертолета, с компоновкой известной модели МИ-1 в соответствии с принципом подобия были рассчитаны элементы матриц (7). Результаты расчётов приведены ниже:

$$a_{11} = -1.86, a_{12} = -0.196, a_{13} = -0.2, a_{14} = 0.15, a_{21} = -0.25, a_{22} = -0.7, a_{23} = -0.2, a_{24} = 0.065, \\ a_{31} = -0.55, a_{32} = -0.3, a_{33} = -0.8, a_{43} = 20, b_{11} = 1.5, b_{12} = 2, b_{21} = 0.3, b_{22} = 0.3, b_{31} = 0.25, b_{32} = 0.01.$$

Синтез системы управления

Оператор управляет ведущим вертолетом (левым), а ведомый имеет систему стабилизации своего положения относительно ведущего. Ниже будет рассмотрена система управления движением ведущего вертолёт в режиме маршрутного полёта. Для удобства оператора синтезирована система с автономным управлением автоматом перекоса и шагом

хвостового винта в боковом канале. Синтез производился с использованием программного пакета MathCad.

1. Систему уравнений (6) представим виде

$$\dot{z} = Az + B\Delta_2 + f_2 \quad (8)$$

Здесь $z = (v_3 \ \omega_1 \ \omega_2 \ \psi)^T$ – вектор состояния,

$\Delta_2 (\eta \ \varphi_2)$ – вектор управления. Матрицы равны:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 \\ 0 & 0 & a_{43} & 0 \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} -1.86 & -0.196 & -0.2 & 0.15 \\ -0.25 & -0.7 & -0.2 & 0.065 \\ -0.55 & -0.3 & -0.8 & 0 \\ 0 & 0 & 20 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \\ b_{31} & b_{32} \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1.5 & 2 \\ 0.3 & 0.3 \\ 0.25 & 0.01 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

2. Характеристическое уравнение получим, приравняв нулю определитель характеристической матрицы:

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad Q_2 = pE - A, \quad Q_2 = \begin{pmatrix} p+1.86 & .196 & .2 & -.15 \\ .25 & p+.7 & .1 & -.065 \\ .15 & .2 & p+.8 & 0 \\ 0 & 0 & -20 & p \end{pmatrix};$$

$$|Q_1| = p^4 + 3.36p^3 + 4.431p^2 + 3.558p + 1.521 = 0.$$

Корни характеристического уравнения вертолёт равны $(-1.045, -1.629, -.3432 \pm .881i)$. Вертолёт по боковому каналу находится вблизи колебательной границы устойчивости.

3. Для удобства оператора обеспечим автономное управление с помощью автомата перекоса и общего шага хвостового винта.

Замкнутая система «Вертолет+САУ» описывается матричным уравнением

$$\dot{z} = C_2 z + K_2 U_{23} + f_2 \quad (9)$$

Здесь U_{23} – вектор заданных управлений, C_2 – матрица системы «Вертолет+САУ», K_2 – матрица коэффициентов усиления каналов САУ, T_{21}, T_{22}, T_{23} – постоянные времени автономных каналов,

$$U_{23} = \begin{pmatrix} v_{33} \\ a_{13} \\ \omega_{23} \end{pmatrix}, \quad C_2 = \begin{pmatrix} c_{21} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c_{22} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c_{23} & 0 \\ 0 & 0 & a_{43} & 0 \end{pmatrix}, \quad c_{21} = c_{22} = -2, c_{23} = -1, \quad K_2 = \begin{pmatrix} k_{21} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & k_{22} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_{23} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad k_{21} = k_{22} = 1.5, \quad k_{23} = 2, \\ T_{21} = -1/c_{21} = .5c, \quad T_{22} = -1/c_{22} = 1c, \quad T_{23} = -1/c_{23} = 1c.$$

4. Приравняв правые части уравнений (8) и (9), определим вектор управлений $D_2(\eta \varphi_2)$: $M = (B^T B)^{-1} B^T = \begin{pmatrix} -0.19 & 1.138 & 3.772 & 0 \end{pmatrix}$

$$Az + B\mathbb{D}_2 + f_2 = C_2z + K_2U_{23} + f_2. \quad (10)$$

Матрица B прямоугольная, поэтому приближенное решение уравнения (10) ищем

$$M_2 = (B^T B)^{-1} B^T = \begin{pmatrix} -0.19 & 1.138 & 3.772 & 0 \\ 0.632 & -0.787 & -2.849 & 0 \end{pmatrix}.$$

Решением уравнения (10) будет

$$\mathcal{D}_1 = (B^T B)^{-1} B^T [(C_1 - A)y + K_1 U_3].$$

Законы управления соответствуют строчкам полученного выше решения:

$$\begin{aligned}\eta &= -0.2844v_{33} + 2.277\omega_{13} + 7.543\omega_{23} + 2.386v_3 + 0.7528\omega_1 - .5646\omega_2 - 0.0456\psi, \\ \varphi_2 &= 0.9485v_{33} - 1.5751\omega_{13} - 5.699\omega_{23} - 1.852v_3 - 0.4946\omega_1 + .5389\omega_2 + 0.0437\psi.\end{aligned}\quad (11)$$

Законы управления (11) были реализованы в системе Matlab-Simulink, структура модели представлена на рис. 2.

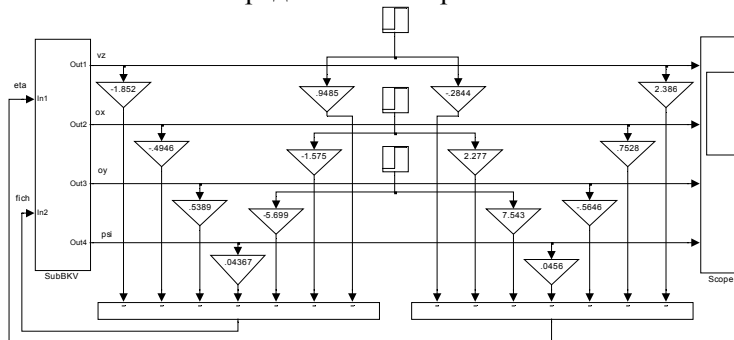


Рис.2. Структурная схема модели бокового канала системы «САУ- пара вертолетов»

В левой стороне рисунка изображен блок «SubBKV», который соответствует боковому каналу вертолёта, уравнения (6). Структурная схема модели представлена на рис.3.

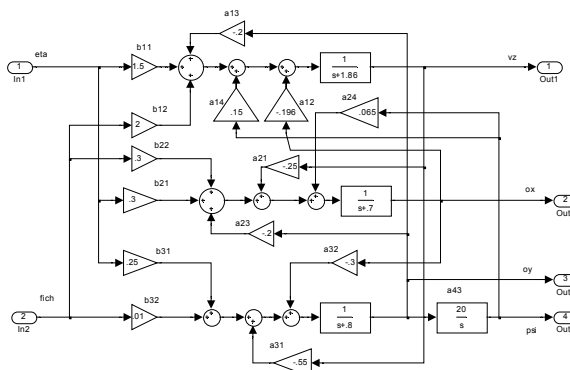


Рис.3. Структурная схема модели бокового канала вертолета

УДК 519.6:621.458.3 (045)

Єнчев С. В., Таку С. О.

Національний авіаційний університет, Київ

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ АВІАЦІЙНИМ ГТД З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

В даній статті розглянуто задачу синтезу інтелектуальної САК ГТД, описано структуру та математичну модель нейронних мереж, а також була поставлена задача ідентифікації ГТД, як об'єкта управління.

Вступ. Стійкою тенденцією у розвитку систем автоматичного керування (САК) ГТД є постійне зростання складності і числа задач які вирішуються за їх допомогою. Поряд з традиційними завданнями, САК ГТД нового покоління повинні вирішувати завдання, в яких потрібно приймати оперативні рішення на основі накопичених знань в умовах невизначеності і адаптуватися (тобто змінювати свою структуру і параметри) в випадку появи непередбачуваних нештатних ситуацій. Сучасні тенденції розвитку бортових систем управління пов'язані з їх подальшою інтелектуалізацією, заснованої на застосуванні технологій обробки знань для автоматизації функцій управління ГТД та літальним апаратом і підтримки дій екіпажу як в нормальних, так і в нештатних ситуаціях. Вимоги, що пред'являються до перспективних САК ГТД, роблять необхідним пошук альтернативних рішень побудови бортових обчислювальних систем на основі сучасних методів штучного інтелекту. Одним з перспективних напрямків в області автоматичного управління ГТД є побудова інтелектуальних систем управління на основі штучних нейронних мереж (НМ) [1, 2].

Постановка проблеми. В процесі проектування САК ГТД до них висуваються жорсткі та нерідко суперечливі вимоги. Область цих вимог звичайно обмежується заданими безліччю внутрішніх і зовнішніх параметрів системи управління. Застосування методів штучного інтелекту, і зокрема НМ, дозволяють розширити і посилити ці вимоги шляхом зняття обмежень на область зміни цих параметрів. До числа додаткових вимог, які висуваються до САК ГТД при цьому відносяться:

1. Адаптація характеристик САК ГТД до мінливих режимів роботи і умов польоту, індивідуальним особливостям конкретного двигуна;

2. Прогнозування поведінки системи з метою оперативного корегування алгоритмів керування в мінливому середовищі;

3. Забезпечення стійкості робочих процесів і працездатності САК ГТД як на розрахункових, так і на позаштатних режимах, пов'язаних з відмовами виконавчих механізмів, датчиків, пристроїв введення-виведення інформації, сильних зовнішніх обурень на вході ГТД і т. п.

Особливості проектування інтелектуальних САК. В даний час найбільший прогрес у проектуванні інтелектуальних систем керування (ІСК) досягнутий для систем управління, що мають властивість «інтелектуальності в малому». Це означає, перш за все, що керуюча система використовує в процесі свого функціонування (для досягнення поставлених цілей) знання як засіб подолання невизначеності вхідної інформації, поведінки керованого об'єкта, стану елементів системи. На рис. 1 зображена узагальнена структурна схема інтелектуальної «в малому» САК ГТД, що включає в себе, крім виконавчого контуру І – основного контуру управління (Д - датчики, ВМ - виконавчі механізми), також рівень адаптації ІІ, в якому база знань є ключовим елементом, яка бере участь у формуванні мети управління, а також алгоритмів контролю та навчання САК. До складу системи при необхідності можуть включатися засоби самонавчання, що забезпечують навички, які накопичуються в процесі роботи системи досвіду і на цій основі, поповнення знань [3].

В якості моделей і методів зберігання і обробки знань можуть бути використані НМ і правила нечіткої логіки. Наприклад, для оцінки характеру ситуації, що складається в режимі управління (в режимі on-line) та прийняття рішення про реконфігурації керуючої частини (регулятора) САК в разі виникнення відмов, появи нерозрахованих режимів і т. п., можна

використовувати нечіткі алгоритми. НМ-модель ГТД можна використовувати для оцінки поточних параметрів ГТД та адаптації параметрів НМ-регулятора і т. д. Зауважимо, що розглянута ІСК ГТД є суттєво нелінійною, тому

питання синтезу алгоритмів управління та контролю, а також дослідження стійкості даної системи в широкому діапазоні зміни режимів роботи ГТД залишаються відкритими і вимагають дослідження.

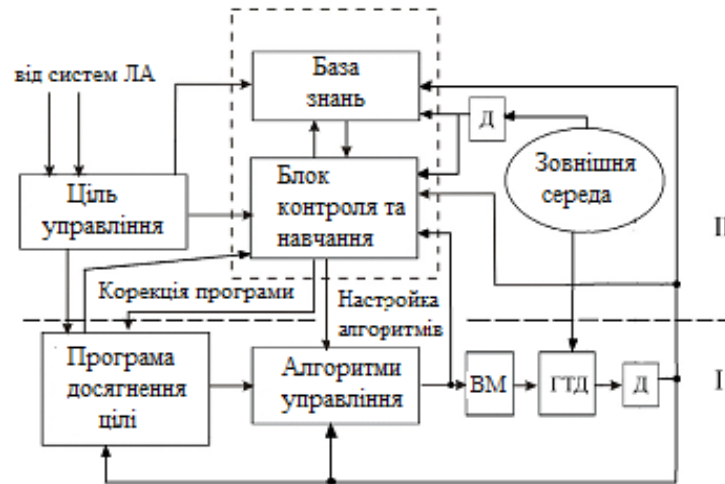


Рис. 1. Узагальнена структурна схема ІСК ГТД

Нейронні мережі. Їх структура та математична модель. Під нейронними мережами маються на увазі обчислювальні структури, що моделюють прості біологічні процеси, зазвичай асоційовані з процесами людського мозку. Вони являють собою розподілені і паралельні системи, здатні до адаптивного навчання шляхом аналізу позитивних і негативних впливів. Елементарним перетворювачем у даних мережах є штучний нейрон чи просто нейрон, названий так за аналогією з біологічним прототипом [4].

Нейрон є складовою частиною нейронної мережі. На рисунку 2 представлена його

структура. Він складається з елементів трьох типів: помножувачів (синапсів), суматора і нелінійного перетворювача. Синапси здійснюють зв'язок між нейронами, множать вхідний сигнал на число, що характеризує силу зв'язку, (вагу синапса). Суматор виконує додавання сигналів, що надходять по синаптичним зв'язках від інших нейронів і зовнішніх вхідних сигналів. Нелінійний перетворювач реалізує нелінійну функцію одного аргументу – виходу суматора. Ця функція називається функцією активації чи передатною функцією нейрона.

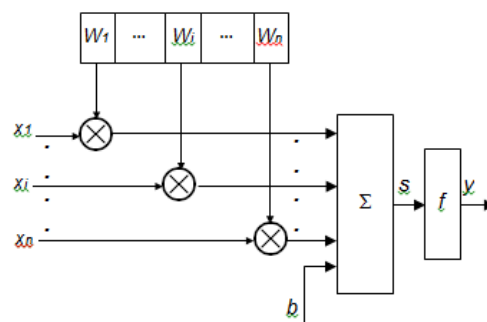


Рис. 2. Структура штучного нейрона

Математична модель штучного нейрона є наступною: $S = \sum_{i=1}^n w_i x_i + b$, $y = f(s)$

де w_i – вага (weight) синапса, $i=1 \dots n$; b – значення зсуву (bias); s – результат сумування

(sum); x_i – компонент вхідного вектора (вхідний сигнал), $i=1 \dots n$; y – вихідний сигнал нейрона; n – число входів нейрона; f – нелінійне перетворення (функція активації).

В загальному випадку вхідний сигнал, вагові коефіцієнти і зсув можуть приймати дійсні значення, а в багатьох практичних задачах - лише деякі фіксовані значення. Вихід у визначається видом функції активації і може бути як дійсним, так і цілим.

Описаний обчислювальний елемент можна вважати спрощеною математичною моделлю біологічних нейронів, щоб підкреслити відмінність нейронів біологічних і штучних, другі іноді називають нейроноподібними елементами чи формальними нейронами.

Задача ідентифікації ГТД. Метою ідентифікації є спроба відтворення реальних характеристик ГТД як об'єкта управління шляхом побудови його моделі і вироблення на її основі правильної стратегії управління об'єктом. В даний час все ширше використовується підхід до ідентифікації математичних моделей ГТД з використанням НМ [5, 6]. Загальна ідея даного підходу заснована на уявленні моделі ГТД у вигляді «чорного ящика» за допомогою НМ із заданою структурою і великим числом настроюваних коефіцієнтів. Як показує аналіз, з числа існуючих на сьогодні архітектур НМ найбільш підходящими для вирішення даної задачі є рекурентні (динамічні) мережі із затримками вхідного сигналу. Ці НМ зберігають

протягом декількох послідовних тактів попередні вхідні образи, що дозволяє їм з певною точністю апроксимувати часові залежності вихідних та вхідних даних.

Відомо часовий ряд $\{u(t), u(t-1), \dots, u(t-L); y(t), y(t-1), \dots, y(t-L)\}$, який представляє собою значення множини вхідних змінних $U(i)$ і множини вихідних змінних $Y(i)$, що відповідають реальному процесу функціонування ГТД на конкретному режимі його роботи; L – довжина часового вікна. Необхідно побудувати нейромереву модель, яка із заданою точністю відтворює залежність «вхід-вихід» на зазначеному відрізку часового ряду. Схема рішення задачі ідентифікації приймає наступний вигляд (рис. 3). Порівнюються вектор виходів об'єкта y і вектор виходів НМ $y_{\text{НМ}}$ при одному і тому ж векторі вхідних впливів u . Процедура навчання НМ полягає в зміні ваги її зв'язків таким чином, щоб зменшити суму квадратів нев'язок до прийнятної (досить малої) величини:

$$E = \sum_{ij} \varepsilon_i^2 < E_{\text{доп.}}$$

де $E_i = y_i - y_{\text{НМ}}$ нев'язка на i -му кроці;

$E_{\text{доп.}}$ – допустима величина помилки навчання.

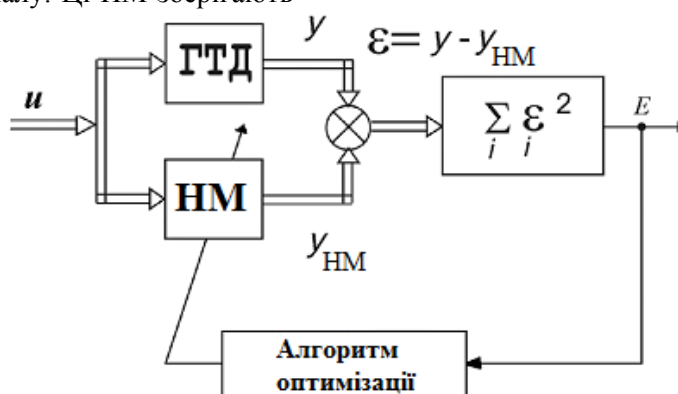


Рис. 3. Схема рішення задачі ідентифікації

Методика НМ-ідентифікації включає в себе наступні етапи:

- 1) попередня обробка даних;
- 2) нормування даних;
- 3) вибір архітектури (структури) мережі;
- 4) вибір алгоритму навчання;
- 5) тестування мережі;
- 6) оцінка якості ідентифікації.

Можливі різні способи застосування НМ в ІСК ГТД. На рис. 4 представлені найбільш розповсюджені варіанти ввімкнення НМ в САК ГТД. Кожна із цих схем має свої переваги. На рис. 4, а представлена схема замкнутої САК ГТД, в якій супервізорна НМ використовується для налаштування параметрів лінійного ПІД-регулятора в залежності від режиму роботи ГТД і зовнішніх умов.

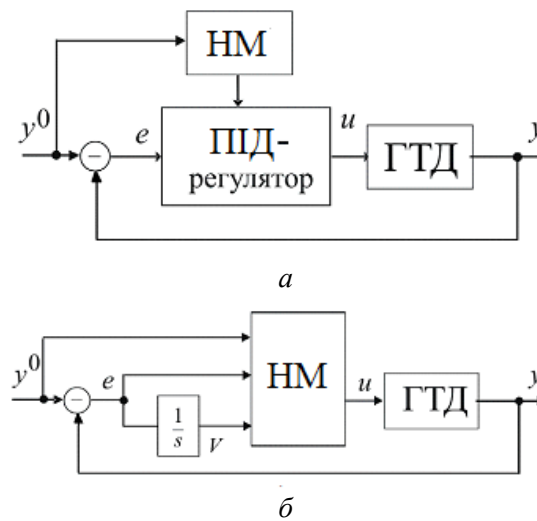


Рис. 4. Схеми включення НМ-регулятора в САК ГТД.

У порівнянні з класичним(табличним) способом апроксимації коефіцієнтів, НМ-апроксиматор забезпечує більш гнучкі можливості адаптації (навчання) до зміни зовнішніх умов і параметрів ГТД. На рис. 4, б представлена схема безпосереднього включення НМ-регулятора в канал керування ГТД. В даному випадку НМ виконує функції нелінійного багаторежимного регулятора, забезпечуючи формування необхідних управляючих впливів на виконавчі механізми ГТД на основі процедури навчання.

Висновки. Створення систем, які орієнтуються для роботи в умовах неповноти або нечіткості вихідної інформації, невизначеності зовнішніх впливів і середовища функціонування, вимагає залучення нетрадиційних підходів до управління з використанням методів і технологій штучного інтелекту. Інтерес до інтелектуальних систем управління пояснюється низкою причин. Перша з них полягає в тому, що традиційні технології вже не можуть забезпечити підвищення якості управління, оскільки не враховують всіх невизначеностей, що впливають на систему. Удосконалення відомих алгоритмів адаптивного управління не завжди дає бажаний результат. Це пояснюється як складністю самих алгоритмів, так і труднощами їхньої реалізації на сучасній елементній базі з урахуванням умов забезпечення функціональної стійкості систем управління. Другою причиною, що сприяє інтенсифікації дослідження в області інтелектуальних технологій управління, є наявність фундаментальної теоретичної бази, застосування якої в сполученні з розумінням теорії управління, можна й потрібно очікувати

позитивних результатів в обґрунтованій інтелектуалізації систем управління на основі застосування сучасних методів і технологій обробки знань. Таким чином, проблема розробки моделей, алгоритмів і програмно-апаратної реалізації інтелектуальних систем управління ГТД з використанням сучасних нейромережових технологій є актуальною.

Список літератури

1. Сигеру, О. Нейроуправление и его приложения / О.Сигеру. - М.:ИПРЖР, 2000. - 272 с.
2. Нейрокомпьютеры в авиации (самолеты) /под ред. В.И. Васильева, Б. Г. Ильясова, С.Т. Кусимова. Кн. 14. М. : Радиотехника, 2003. - 496 с.
- 3.Макаров, И.М. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления / И. М. Макаров, В. М. Лохин , С. В. Манько, М. П. Романов.М. : Наука, 2006. - 333 с.
- 4.Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Горячая линия - Телеком, 2001. – 382 с.
- 5.Кусимов С. Т. Проблемы проектирования и развития систем автоматического управления и контроля ГТД / С. Т. Кусимов, Б. Г. Ильясов, В. И. Васильев. М.: Машиностроение, 1999. – 120 с.
- 6.Васильев, В.И. Применение нейросетевых моделей реального времени в системах управления ГТД / В. И. Васильев, С. С. Валеев, А. А. Шилоносов, И. А. Каримов // Научная сессия МИФИ-2000. 2-я Всерос. науч.-техн. конф. «Нейроинформатика-2000» : сб. науч. тр. Ч. 1. - М. :МИФИ, 2000. С. 236–242.

УДК 621.891(045)

Зайчукова О. В., Васільєва А. В., Антонова В. О.
Національний авіаційний університет, Київ

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИСАДОК

Розглянуто різні види присадок та охарактеризовано їх вплив на експлуатаційні властивості паливно-мастильних матеріалів. Запропоновано можливості покращення палив за допомогою розробки нової присадки, що містить сополімери етилену з вінілацетатом та зменшену кількість сірки.

Вступ. Удосконалення конструкцій двигунів внутрішнього згорання висувають все більш високі вимоги до паливно-мастильних матеріалів (ПММ). Ці вимоги неможливо задовольнити за рахунок покращення методів очистки палив. Сьогодні до палив додаються спеціальні присадки, що покращують їх експлуатаційні властивості. Присадки повинні добре розчинятись в ПММ, не затримуватись фільтрами і не погіршувати інші експлуатаційні властивості [1]. Всі ці вимоги призвели до того, що вже в першій половині ХХ століття почали розробляти нові спеціальні присадки до моторних олиव, які покращують їх властивості. З часом компанії-виробники об'єднали їх у пакет присадок до моторних палив. На початку 50-х років ХХ століття вдалося вирішити проблему сезонності олив. Так, з'явилися згущені або всесезонні оливи і був сформований основний пакет присадок, що доходив до 20% від об'єму моторного палива. Але вже в 50-х роках ХХ століття якість мінеральних моторних палив, які включали в себе складні пакети присадок все ж не задовольняла всіх користувачів, особливо тих, що працювали у важких умовах експлуатації.

На сьогодні на ринку України пропонується широкий спектр нових марок ПММ і різноманітних присадок до них, які виробляють як вітчизняні так і зарубіжні підприємства. Застосування новітніх технологій під час розроблення палив та олив з надефективними присадками призводить до суттєвого зменшення зношення трибосистеми, навіть за зростання контактних напружень. Проте існуючі технології виробництва присадок мають значну низку недоліків. Тому розробка методів покращення ПММ за допомогою присадок є надзвичайно важливою, як з наукового, так і з практичного погляду. Якість оцінки головних експлуатаційних властивостей новітніх ПММ і розроблюваних протизносних і антифрикційних ефективних присадок до них – актуальна науко-

во-прикладна проблема сучасної трибології граничного змащення.

Постановка завдання. Метою даної роботи було дослідження протизносних характеристик існуючих присадок та розробка нової присадки методом збільшення вмісту сополімеру етилену з вінілацетатом.

Аналіз досліджень та публікацій. На сьогодні досить актуальним є використання різноманітних присадок для покращення властивостей палив. Отримання високоякісного палива та інших олив без застосування складних технологій та затрати великої кількості коштів є нагальною потребою в наш час. Як відомо, зараз в нашій країні існує багато паливних компаній, що пропонують різні види палива. Всім відомий бензин А-95 також виробляється вітчизняними НПЗ. Фракційний склад, кількість бензолу, ароматичних вуглеводнів і смол повністю відповідає нормам 2001 року. Паралельно, з 2007 року в Україні діє новий стандарт на бензин – ДСТУ 4839:2007, який відповідає європейському EN 228:2004, що відомий як Євро-4. Цей стандарт свідчить про те, що це паливо має більш високі екологічні норми. Але наші заводи не можуть виробляти бензин, що відповідав би таким вимогам – потрібна дорога реконструкція. Тому доводиться або купувати дешевий бензин середньої якості, або завозити імпортований. Сьогодні паливо імпортується з Польщі, Румунії та Литви. Практично все фірмове паливо виробляється за однаковою схемою. Як відомо, беруть імпортоване або наше паливо, що відповідає ДСТУ 2007 або 2001 року і розбавляють присадками в певних пропорціях (приблизно 0,85 % від об'єму палива). Присадками називають синтетичні хімічні сполуки, що містять органічні з'єднання.[1]. Більшість промислових присадок і їх композицій містять у своєму складі кисень, сірку, фосфор, азот, цинк, магній, стронцій і такі функціональні групи, як карбоксильна, гідроксильна, сульфогрупа, дитіофосфатна, трихлорметильна та деякі інші. [2].

Для фірмового автомобільного палива найчастіше застосовують миючі присадки. Як доведено автором праці [2], миючо-диспергуючі речовини зменшують відкладення продуктів окислення, знижують корозійний знос, нейтралізують кислі продукти згорання палива. Чим кращі миючо-диспергуючі властивості, тим більше нерозчинних речовин може утримуватися в працюючому паливі без випадання в осад, менше відкладень і нагару утворюється на гарячих деталях і підвищується межа допустимої температури деталей (ступінь форсування двигуна). За своєю дією миючі присадки поділяють на детергенти і дисперсанти. Детергентами є поверхнево-активні речовини (ПАР), що мають миючі властивості і захищають поверхню від накопичення на ній продуктів окислення. Дисперсанти зменшують агломерацію і злипання продуктів окислення, а також осадження різних відкладень на поверхні деталей [3]. Застосовують високолузні сульфонати натрію, кальцію, барію, цинку (СК-11, СБ-3, ПМС, С-150, Хайтек Е-632, Лубрізол 65, Паранокс 24, ІХП-215, С-300Е, М-300Е), алкілсаліцилати, кальцію, літію, барію (АСК, АС-60С), алкілфеноляти (Паранокс 51), сукциніміди (дипол – 40 і 45, ЛЗ-325, С-5А, ІХП-476) та інші.[1].Окрім основних властивостей вони також проявляють антиокиснювальну, антикорозійну і протизношувальну активності.

За функціональним призначенням розрізняють ще такі групи присадок:

Протизносні і протизадирні присадки – речовини, які перешкоджають (або зменшують) швидкість чи інтенсивність зношування та обмежують заїдання поверхонь тертя. Протизносні властивості палив та олив залежать від хімічного складу і полярності базової оливи, складу композиції присадок і в'язкісно-температурної характеристики ПММ з присадками, яка зумовлює температурні межі його використання [2].

Встановлено [1-3], що більшість протизносних присадок являють собою сполуки алкідитіофосфату цинку або інших елементів із групи фосфатних похідних. Активними компонентами їх молекул є сірка, хлор. Відомі також присадки, які містять свинець, сурму, молібден (у поєднанні з сіркою і фосфором). Автором праці [1] доведено, що більшість присадок цієї групи проявляють і антифрикційні властивості. Протизадирні присадки покращують ковзання ПММ і захищають поверхню від великих навантажень [3]. До протизносних і протизадирних присадок відносяться: ДФ-1, ЛЗ-309/2, ДФ-11, ТР-17В, ЕФО, АБЕС, трикрезилфосфат, совол, Англамол 99.

Депресорні присадки здатні знижувати температуру застигання рідкого змащувального матеріалу. Як відомо, найбільш широко застосовуються депресори поліметакрилатного типу – LZ-7745, ПМА «Д», Плексол 102, Плексол 704, Плексол 1455.

Присадками, що поліпшують індекс в'язкості є зазвичай полімери, що зменшують залежність в'язкості від температури. У зв'язку з цим збільшується індекс в'язкості олив. На сьогодні досить поширеним є використання наступних типів в'язкістних присадок: поліізобутени (LZ 7065, паратон 2225, гліссопал-2300, КП), поліметакрилати (віскоплекс, плексол, ПМА «Д»), поліолефіни, полімери диєнів (бутадієни, ізопрени) [2].

Антикорозійні присадки – це присадки, які перешкоджають або затримують час розвитку корозії металевих поверхонь, що змащуються. У праці [3] показано, що антикорозійні присадки захищають антифрикційні матеріали (свинцеву бронзу), утворюючи на їх поверхні міцну захисну плівку. Антикорозійними властивостями характеризуються: лужні азотні похідні, сірчані сполуки, похідні фосфорної і азотної кислот, аміді жирних кислот. Антиокислювальні присадки – речовини, які обмежують або затримують час окислення змащувального матеріалу. Антиокислювальні речовини перешкоджають утворенню агресивних кислот. Процеси окислення ПММ призводять до зростання їх в'язкості, корозійності, схильності до утворення відкладень, забруднення фільтрів та інших несприятливих наслідків (ускладнення холодного пуску двигуна або ж погіршення прокачуємості олив). Аналіз літературних джерел [2-3] показав, що антиокислювальними властивостями характеризуються такі органічні сполуки: з'єднання сірки, селену, фосфору, похідні амінів та фенолу, глюконова кислота. В сучасних ПММ можуть міститись антиоксиданти: диалкідитіофосфати барію і цинку, агідол, іонол, борин, дифеніламін, алкілфеноли.

Для поліпшення експлуатаційних властивостей палив та олив використовують також протипінні, деемульгуючі, припрацювальні та інші групи присадок [1].

Протипінні присадки перешкоджають спінюванню олив і прискорюють руйнування піни, що утворилася. У праці [3] встановлено, що в складі протипінних присадок містяться силіконові оливи (поліалкілсилоксани) та полімери. Силіконові оливи руйнують стінки пупирків піни, а полімери зменшують їх кількість.

Модифікатори в'язкості (згущуючі присадки) підвищують індекс в'язкості ПММ, що сприяє економії палива. Як відомо, їх додають у всесезонне паливо, в'язкість якого залежить не тільки від температури, але і від градієнта швидкості зрушення – відношення швидкості руху однієї поверхні тертя щодо іншої до величини зазору між ними, заповненого маслом.

Доведено, що для покращення експлуатаційних властивостей ПММ використовують також добавки. Ці речовини підвищують змащувальну здатність палив та олив. Добавки розрізняються за принципом своєї дії. Умовно їх поділяють на такі групи: антифрикційні, модифікатори тертя і спрацювання, кондиціонери металу, анамегатори, реметалізанти.

Антифрикційні добавки – це дрібнодисперсні частинки спеціальної речовини або сполуки: дисульфід молібдену, тefлону тощо. Антифрикційні добавки зменшують коефіцієнт тертя та спрацювання поверхонь. Їх мастильні властивості ґрунтуються на шаруватій, пластинчастій структурі. Як встановлено автором праці [1], до твердих антифрикційних добавок відносяться графіт, дисульфід молібдену, нітрид бору, деякі селеніди, сульфіди і йодиди металів, високодисперсні порошки та їх оксиди. З літератури [8] відомо, що перевагою твердих нерозчинних добавок є те, що їх дія проявляється як при низьких, так і при високих температурах.

Автори праці [5,6] встановили, що сірка негативно впливає на експлуатаційні властивості палив. Відповідно до європейських стандартів Євро-4 максимальний вміст сірки в бензині та дизельному паливі у 2005–2011 рр. повинен становити 10 мг/кг [5]. Аналіз літературних джерел [2, 5, 7] показав, що позитивним є вміст органічних сполук у присадках. Сополімери етилену з вінілацетатом крім депресорної дії і зниження динамічної в'язкості палива, можуть покращувати протизадирні властивості ПММ. Автори праці [4] встановили, що використання сополімерів етилену з вінілацетатом для покращення експлуатаційних властивостей олив є досить перспективним. Велике значення мають і концентрації елементів у присадці.

За проведенням аналітичним дослідженням нами гіпотетично встановлено, що покращити дію присадок для ПММ можливо за рахунок зменшення концентрації сірки, збільшення вмісту фосфатних похідних, а також додавання сополімерів етилену з вінілацетатом. Сополімери етилену з вінілацетатом дозволяють покращити

термоокиснювальну стабільність палива, підвищити теплоту згорання, покращити гідродинамічні властивості олив в умовах низьких температур. Фосфатні похідні металів дають можливість поліпшити протизносні властивості. Розробка присадки із зміненими концентраціями сірки, збільшеним вмістом фосфатів та сополімерів етилену з вінілацетатом значно покращить експлуатаційні властивості ПММ.

Висновки. Після оглядового дослідження присадок та обґрунтування можливостей розробки нової покращеної присадки встановлено, що:

- введення присадок та різноманітних добавок у ПММ дозволяє розширити галузь їх застосування за рахунок підвищення в'язкісно-температурних, антифрикційних, протизносних та термоокислювальних властивостей;
- для покращення експлуатаційних властивостей палив за допомогою присадок дуже важливо враховувати концентрації складових речовин цієї присадки;
- вміст сірки в присадках негативно впливає на властивості палив, зокрема і протизносні;
- сополімери етилену та інші органічні речовини позитивно впливають на роботу присадок в паливі та оливах;
- збільшення вмісту фосфатних похідних металів та сополімеру етилену з вінілацетатом у протизносних присадках можливо дозволить значно покращити дію цієї присадки на ПММ.

Список літератури

1. *Сушко О.В.* Компоненти змащувальних масел та вплив фракційного складу на їх фізико-хімічні і трибо технічні показники. Таврійський державний агротехнологічний університет. – С. 2-3.
2. *Marchenko A.P.* Alternative bioduel from rape oil derivatives /A.P. Marchenko, V.G. Semenov //Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 2001. – Р. 30-36.
3. *Кулиев А.М.* Химия и технология присадок к маслам и топливам / А.М.Кулиев. – Л; Химия. 1985. – 312 с.
4. *Кондрашева Н.К., Кондрашев Д.О., Попова С.В., Станкевич К.Е.* Разработка судовых топлив с депрессорными присадками. Уфимский государственный нефтяной технический университет
5. *Бойченко С.В., Новікова В.Ф., Турчак В.М., Медведєва Т.В.* Екологічні аспекти визначення вмісту сірки в нафтопродуктах. □К.: НАУ, 2010 -№1-с. 1-3
6. *Костюкович Г.Я., Саскевич А.А.* Методология создания смазочных материалов с наномодификаторами. Трение и износ. – М.: 2002. Т. 23, № 4. – С. 411-423.
7. *Агаева Р.А.* Смазочные свойства отдельных групп углеводородов и их композиций. Азербайджанское нефтяное хозяйство. 1967. – № 1. – С. 8-13.

Науковий керівник – Голего М.М., канд. техн наук

УДК 004.451: 338.364: 629.73 (045)

Захарченко Ю. А., Степанюк О. А.
Національний авіаційний університет, Київ

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИБОРУ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ АВІАЦІЙНО-РЕМОНТНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ НА ОСНОВІ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ

В статті сформульована та вирішена задача створення методичних основ вибору програмних засобів для автоматизації управління авіаційно-ремонтним підприємством на основі міжнародних стандартів управління ресурсами

Вступ

Підвищення ефективності функціонування авіаційно-ремонтного підприємства (АРП) пов'язано з автоматизацією його технологічних процесів та процесів організаційного управління і потребує створення відповідного проекту.

Планування та проведення такого проекту автоматизації АРП базується на отриманні максимуму ефекту від автоматизації при мінімізації витрат ресурсів. Саме тому необхідно використовувати сучасні комплекси програмних засобів на основі міжнародних стандартів управління ресурсами (MRP/ERP) [1,2].

Під стандартами управління ресурсами MRP/ERP розуміють сукупність комп'ютерних програм, алгоритмів, критеріїв, визначаючих правил, які призначені для реалізації всіх функцій управління виробництвом продукції (послуг) (облік, контроль, планування і управління) на заданий період. Впровадження таких програмних комплексів дає можливість автоматизувати процес проведення ремонту, уникнути помилок при його проведенні, зменшити витрати широкої номенклатури ресурсів підприємства, які включають: інформаційні, трудові, часові, фінансові, виробничі що надає змогу знизити собівартість проведення ремонту та підвищити якість виконання робіт.

Постановка задачі

У сучасних умовах на ринку існує множина програмних продуктів, кожний з яких характеризується відповідними рівнями функціональних можливостей, ефекту від впровадження та витрат на закупку й експлуатацію (які можуть досягати сотень тисяч доларів). При цьому частина цих продуктів не відповідає вимогам міжнародних стандартів управління ресурсами (MRP/ERP), що створює проблеми з подальшою їх експлуатацією,

приводить до необґрунтованих витрат та знижує ефективність функціонування автоматизованих систем управління. Крім того програмний продукт, що використовується для автоматизації авіаційно-ремонтних підприємств повинен враховувати його особливості.

У зв'язку з цим виникає задача з вибору на базі міжнародних стандартів управління ресурсами (MRP/ERP) таких варіантів комплексів програмних продуктів для автоматизації управління ресурсами авіаційно-ремонтних підприємств, що надають максимальний ефект від їх впровадження, та мінімізують витрати на впровадження та експлуатацію.

Результатами її вирішення є розробка відповідних методичних основ для вибору комплексу програмних засобів.

Існує ряд методичних підходів для вирішення задач порівняльної оцінки та вибору широкого класу складних технічних систем [3,4]. Для їх вирішення успішно застосовуються методи багатокритеріальної оцінки, наприклад, метод аналізу ієрархій (MAI) [3,5] та метод згортки [4], кожний з яких має особисті недоліки та переваги.

У роботі для вирішення задачі досліджень запропонований методичний підхід на основі застосування комплексної методики, що базується на сумістному використанні методів аналізу ієрархій та методу згортки. Тоді задачу вибору комплексу програмних засобів на основі стандартів управління (MRP/ERP) можливо вирішити за допомогою комплексного оцінювання основних показників цих стандартів, відповідного методичного підходу для порівняльної оцінки програмних продуктів та методики (алгоритму) їх вибору з урахуванням показників економічної ефективності та технічної досконалості.

Результати досліджень.

Для вирішення задачі досліджень запропонований такий алгоритм вирішення задачі:

1 етап. Визначення порівнювальних характеристик зразків програмних продуктів в відповідності з вимогами міжнародних стандартів управління ресурсами (MRP/ERP) та проведення їх аналізу;

2 етап. Вибір показників та інтегрального критерію;

3 етап. Структуризація поставленої задачі та її вирішення на основі МАІ;

4 етап. Проведення розрахунків за методом згортки, визначення показника функціональних можливостей комплексу програмних засобів;

5 етап. Проведення попарного порівняння варіантів на основі обраних показників та визначення вагових показників;

6 етап. Визначення векторів пріоритетів нижчих рівнів;

7 етап. Обчислення глобальних пріоритетів та отримання результатів вибору програмних продуктів

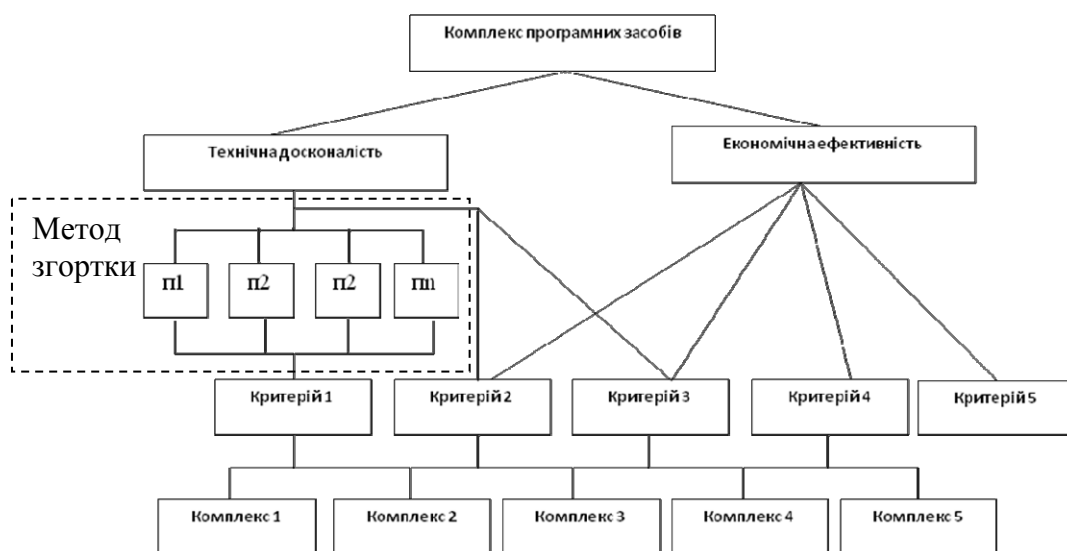


Рис. 1. Структурна схема зв'язків показників при виборі комплексів програмних засобів на основі МАІ та методу згортки

В якості порівнюваних програмних продуктів були обрані наступні програмні продукти: BAAN IV з галузевим функціональним розширенням Aerospace&Defense (BAAN IV A&D); "IC: TOiP Управління ремонтами і обслуговуванням обладнання"; IFS Applications.

В якості критеріїв були обрані наступні: критерій 1 – ступінь функціональності комплексу програмних засобів (інтегральний критерій);

критерій 2 – показник надійності комплексу програмних засобів;

критерій 3 – витрати на супровід та обслуговування програмного продукту;

критерій 4 – термін окупності впровадженого проекту автоматизації;

критерій 5 – відносна вартість програмного продукту.

Метод згортки базується на визначенні коефіцієнта потенційних можливостей, який визначається з урахуванням вимог теорії кваліметрії у відповідності з виразом 1:

$$K_{\text{ПМ}} = \mu \sum_{q=1}^Q \eta_q \sum_{kq=1}^{M_q} \alpha_{kq} \frac{X_{kq} - X_{kq}^{\text{баз}}}{X_{kq}^{\text{баз}}} \quad (1),$$

де α_{kq} – ваговий коефіцієнт k -ї технічної характеристики q -го функціонального блоку комплексу програмних засобів; M_q – кількість технічних характеристик q -го функціонального блоку; M_q – кількість технічних характеристик q -ї функціональних систем ЕКО;

η_q – ваговий коефіцієнт q -го функціонального блоку; Q – кількість функціональних блоків комплексу програмних засобів; X_{kq} , $X_{kq}^{баз}$ – значення k -ї технічної характеристики q -го функціонального блоку порівнюваного та базового комплексу програмних засобів, відповідно.

Таблиця 1

Показники порівняння для комплексів програмних засобів

Показники	Комплекс програмних засобів		
	IFS	1C	BAAN IV
Ступінь функціональності комплексу програмних засобів	1,101	0,803	0,984
Показник надійності	0,9	0,9	0,9
Витрати на супровід та обслуговування, тис. дол./рік	6	4	5
Відносна вартість, тис. дол	30	20	25

Таблиця 2

Показники функціональності комплексів програмних засобів

№ з/п	Найменування показника	ваговий коефіцієнт показників	Значення показників			
			IFS	1C	BAAN	базового
1	Здатність до проведення планування ремонтів	0,033	1	0,7	0,8	0,9
2	Здатність до управління попитом	0,033	0,8	0,7	0,6	0,7
3	Здатність до створення основного виробничого плану	0,033	1	0,7	0,7	0,9
4	Здатність до планування матеріальних потреб	0,100	0,9	0,7	0,9	0,9
5	Здатність до ведення специфікацій номенклатури	0,033	1	0,7	0,8	0,9
6	Здатність підтримувати всі типи ремонту	0,033	1	0,7	0,7	0,9
7	Здатність до управління запасами	0,033	0,9	0,7	0,8	0,9
8	Ступінь функціональності модуля матеріально технічного забезпечення	0,100	0,9	0,7	0,8	0,9
9	Здатність до планування виробничих потужностей	0,033	1	0,7	0,7	0,7
10	Ступінь функціональності модуля статистики та аналізу	0,033	1	0,8	0,7	0,9
11	Функціональні можливості модуля оцінки фінансових показників	0,033	1	0,8	0,9	0,9
12	Ступінь зрозумілості і зручності інтерфейсу користувача	0,200	1	0,7	0,9	0,9
13	Ступінь функціональності блоку управління проектами, програмами	0,033	1	0,8	0,8	0,8
14	Можливість інтеграції з CAD системами	0,100	1	0,6	0,9	0,9
15	Здатність до підтримки ієрархічної структури робіт за проектом	0,070	1	0,7	0,7	0,9
16	Здатність до бюджетування та визначення планів-графіків по кожному проекту окремо	0,033	1	0,7	0,8	0,9
17	Здатність до взаємодії з іншими системами планування та обліку	0,033	1	0,8	0,8	0,9
18	Відкритість архітектури	0,033	1	0,8	0,8	0,9

В результаті реалізації запропонованого алгоритму вирішення задачі отримані результати розрахунків:

- за методом згортки для показника функціональності комплексів програмних засобів: IFS – 1,101; 1C–0.803; BAAN–0,98;
- інтегральних критеріїв за MAI (табл.3, рис.2);
- результатів вибору програмних продуктів (табл.4, рис.3.).

Таблиця 3

Значення інтегральних критеріїв

Програмний комплекс	Технічна досконалість	Економічна ефективність
IFS	0,329	0,325
1C	0,337	0,401
BAAN IV	0,333	0,274

Таблиця 4

Результат порівняння комплексів програмних засобів

IFS	1C	BAAN IV
0,328	0,363	0,304

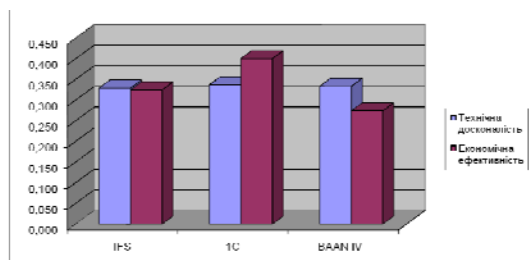


Рис. 2. Глобальні пріоритети для ІК технічна досконалість та економічна ефективність

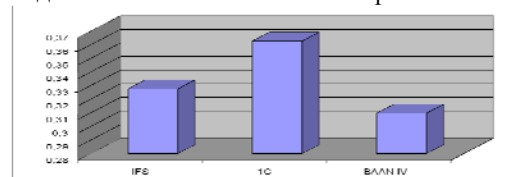


Рис. 3. Результати порівняння зразків комплексів програмних засобів

З аналізу отриманих результатів випливає, що серед порівнюваних зразків перевагу має зразок продукту фірми 1C за рахунок меншої вартості та доволі широких функціональних можливостей.

Висновки

1. Сформульована та вирішена задача порівняльної оцінки та вибору кращих комплексів програмних засобів для автоматизації авіаційного ремонтного підприємства на основі сучасних стандартів управління підприємством.

2. Для вирішення задачі дослідження запропонований комбінований метод на основі MAI та методу згортки.

3. Проведена апробація запропонованої методики, яка підтвердила її працездатність, та виконана порівняльна оцінка комплексів програмних засобів.

Список літератури

1. Колесников С.Н. Планирование деятельности производственного предприятия. – М.: 1C – Паблишинг, 2006.– 280с.
2. SAP ERP. Построение эффективной системы управления/Пер. с англ.– М.: Альпина Бизнес Букс, 2008.– 346с.
3. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем/ Т.Саати, К. Кернс//под ред.И.А. Ушакова.– М.: Радио и связь, 1991.– 224с.
4. Семенов С.С.Оценка технического уровня образцов вооружения и военной техники/ С.С. Семенов, В.Н.Харчев, А.И. Иоффин – М.: Радио и связь, 2004.– 552с.
5. Корнієнко О.В. Методика порівняльного оцінювання авіаційних тренажерів // Вестник Херсонского национального технического университета/О.В.Корнієнко, Ю.А. Захарченко, А.С. Височанський, О.В.Самков [и др.] – Херсон: ХНТУ, 2008. – № 3 (32). – С. 138 – 142.

Науковий керівник – Самков О.В., д-р техн. наук, проф.

УДК 629.735.083.025.1.004.58:681.518.54 (045)

Казак В. М., Бабенко А. Є.

Національний авіаційний університет, Київ

ДІАГНОСТИКА ЗОВНІШНЬОГО ОБВОДУ КРИЛА НА ОСНОВІ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПЛОЩИНИ КРИЛА

Стаття присвячена питанню підвищення безпеки руху літаків в повітрі і на землі за допомогою неперервної діагностики зовнішніх обводів літака і його крил зокрема при зіткненні літака зі сторонніми формуваннями. Неперервна діагностика зовнішніх обводів літака і його крил дає можливість передбачити чи попередити аварійні ситуації.

Вступ. Літак є складною системою багаторазового використання, на яку діють зовнішні умови і внутрішні процеси деградації під впливом яких змінюється його технічний стан. Для реєстрації вказаних змін в процесі експлуатації здійснюється постійний контроль параметрів, що характеризують технічний стан літака. Найбільш неосвоєною на цей час є діагностика стану зовнішньої поверхні (обводів) літака у польоті, яка більше всього зазнає впливу зовнішніх механічних, біологічних, електромеханічних та електричних деградуючих факторів. На зльоті і при здійсненні посадки літака найбільший вплив зазнає крило літака.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз досліджень і публікацій країн СНД показав, що дослідження по даній темі в країнах СНД не проводилися. Аналіз зарубіжних джерел показав, що в дослідженнях даної проблеми найбільшого успіху досягла компанія «Боїнг», а також

дослідження ведуться в інституті ім. Джона Хопкінса в м.Балтімор, США.

Постановка задачі. Враховуючи те, що зіткнення літака зі сторонніми формуваннями у польоті не тільки викликають погіршення характеристик літака а й несуть пряму загрозу безпеці екіпажу і пасажирів літака, виникає необхідність в розробці системи неперервної діагностики зовнішніх обводів літака і його крил, що дала б можливість передбачити чи попередити аварійні ситуації

Вирішення поставленої задачі. Розроблено систему та метод, що вирішують задачу діагностики стану зовнішнього обводу крила на основі температурного поля площини крила у реальному часі, а також дають можливість визначити місце, момент та ступінь пошкодження.

Система побудована за наступною функціональною схемою (рис. 1):

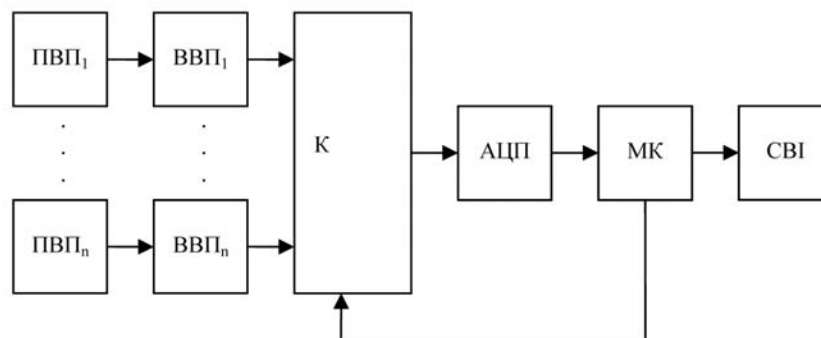


Рис. 1. Функціональна схема системи діагностування зовнішнього обводу крила на основі температурного режиму площини крила

ПВП₁ ... ПВП_n – первинні вимірювальні перетворювачі.

ВВП₁ ... ВВП_n – вторинні вимірювальні перетворювачі.

К – комутатор.

АЦП – аналого-цифровий перетворювач.

МК – мікроконтролер.

СВІ – система відображення інформації.

Практично реалізувати запропонований метод можна, якщо організувати вимірювання в центрі кожної комірки матриці крила (рис. 2) зміну температури за допомогою термодатчиків, застосувавши теорію теплового поля.

Нагрів зовнішніх обводів літака у польоті відбувається головним чином по двом причинам: від аеродинамічного гальмування повітряного потоку і від тепловиділення силової установки. Обидва ці явища складають процес взаємодії між середовищем (повітрям та вихлопними газами) та обтікаємим твердим тілом (планер, двигун). При появі раптових пошкоджень зовнішніх обводів літака в залежності від їх степені зростає коефіцієнт опору пошкодженої ділянки поверхні крила, що у свою чергу призводить до збільшення локального аеродинамічного гальмування повітряного потоку, а отже й до збільшення температури обшивки літака у місці виникнення пошкодження на величину Δt відносно непошкоджених ділянок [1].

Однак введення значної кількості додаткових вимірювальних пристроїв на зовнішній поверхні крила літака не тільки створює додаткову вагу, але й може порушити повітряний потік над крилом, тим самим призвести до зниження швидкості польоту та значної перевитрати пального [2]. Новітні розробки в галузі авіаційних вимірювальних пристроїв дозволяють уникнути цих негативних моментів.

Вперше в якості первинного вимірювального перетворювача, тобто датчика, пропонується використати термопару обшивка-заклепка для вимірювання локальної зміни температури на зовнішній поверхні літака для визначення області та степені раптового пошкодження. Ця термопара вбудовується в заклепку обшивки повітряного судна згідно з матрицею (рис. 2) із приєднанням до протягнутих термопарних проводів всередині конструкції крила. Оскільки заклепки використовуються для закріплення обшивки, то така конструкція не вносить яких-небудь поверхневих змін, які б могли порушити повітряний потік.

Застосування такого виду термодатчика є одним з запропонованих методів, однак можливе використання також інших датчиків температури. Основними характеристиками, що впливатимуть на їх вибір повинні залишатися мініатюрні розміри та висока чутливість до зміни температури.

Таким чином, організувавши вимірювання зміни температури в кожній окремій комірці розробленої матриці крила можна вирішити задачу виявлення моменту і місця пошкодженої області, а також степінь цього пошкодження, що дозволить зробити точну оцінку технічного стану зовнішнього обводу крила літака у польоті [3].

Теплове поле характеризується просторовим розподілом температури й щільності потоку теплової потужності. Рівняння теплового поля в диференціальній формі мають вигляд [4]:

$$\operatorname{div} \rho_T = Q - \frac{\partial U}{\partial t}, \quad (1)$$

$$\rho_T = -k \cdot \operatorname{grad} T, \quad (2)$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial(\rho C T)}{\partial t} = \rho C \frac{\partial T}{\partial t}, \quad (3)$$

де ρ_T – щільність потоку теплової потужності; Q – об'ємна щільність потужності сторонніх джерел тепла; U – об'ємна щільність внутрішньої теплової енергії речовини; k – теплопровідність речовини; T – температура; C – питома теплоємність речовини.

Вираз (1) є фундаментальним рівнянням теплового поля; (2) – рівняння, що описує теплопровідні властивості речовини; (3) – рівняння, що описує динамічні теплові властивості речовини.

Підставивши (2) і (3) в (1), одержимо рівняння теплопровідності відносно поля температур:

$$\rho C \frac{\partial T}{\partial t} - \operatorname{div}(k \cdot \operatorname{grad} T) = Q. \quad (4)$$

Це рівняння описує динамічний режим теплового поля. У статичному режимі $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$, тому рівняння теплопровідності набуває наступний вид:

$$-\operatorname{div}(k \cdot \operatorname{grad} T) = Q. \quad (5)$$

Вираз (4) називають параболічним рівнянням, а (5) – еліптичним.

Визначення степені пошкодження зовнішнього обводу крила літака у польоті за допомогою математичного програмного продукту MathLab (в PDETool) можливо після знаходження температурного розподілу по крилу. Температурні поля можна визначити вирішуючи крайову задачу, що базується на виразах (4)-(5) методом кінцевих елементів (наближений метод), тобто для початку необхідно повести трингуляцію консолі крила (розбиття на кінцеві елементи) (рис. 2).

Рішення крайової задачі – знаходження величин температур в точках, які являються вершинами кінцевих елементів, з врахуванням початкових і крайових умов. Якщо розмістити в вузлах кінцевих елементів термопари та врахувати відомі крайові умови то вирішення цієї задачі не потребує рутинної роботи. Тобто зчитуючи показання з датчиків температур, які наперед пронумеровані з відомими координатами та знаючи

граничні умови ми отримуємо матрицю температур, а отже і температурне поле.

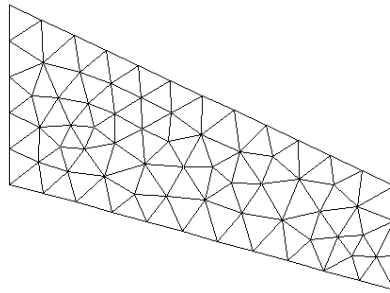


Рис. 2. Трингуляція консолі крила

1. На висоті 5000м передня кромка крила нагрівається за рахунок тертя приблизно до 100°C , а задня кромка має температуру яка відповідає температурі навколишнього середовища (-50°C). При виникненні пошкодження в місці пошко-

дження за рахунок тертя температура буде наростати і картина розподілу тепла набуватиме іншої форми з характерним викидом в місці пошкодження (рис. 3-5).

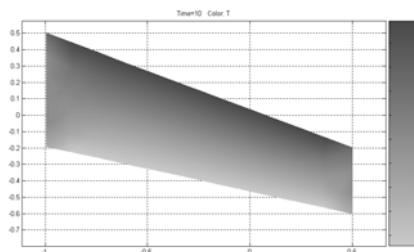


Рис. 3. Розподіл температури по правій консолі літака в польоті (на висоті 5000 м) без пошкодження зовнішнього обводу

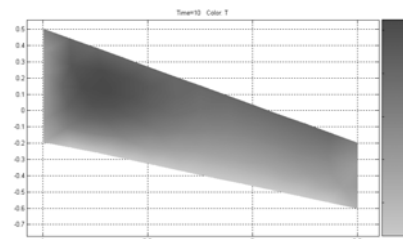


Рис. 4. Розподіл температури по правій консолі крила літака в польоті (на висоті 5000м) з пошкодженням в корні крила

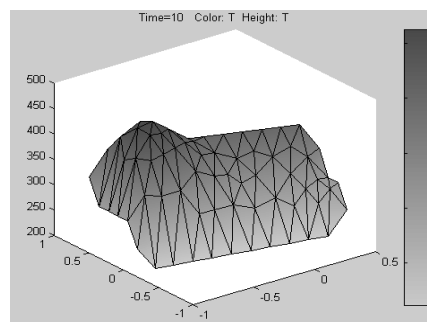


Рис. 5. Трьохвимірна картина розподілу температури при виникненні пошкодження

Висновки: в ході даного дослідження розроблено систему та метод, що вирішують задачу діагностики стану зовнішнього обводу крила на основі температурного поля площини крила у реальному часі, а також дають можливість визначити місце, момент та ступінь пошкодження. В якості датчиків в системі використовуються термопари обшивка-заклепка.

Список літератури

1. Ударцев Е.П. Динамика пространственного сбалансированного движения самолета. – К.: КИИГА, 1989. – 116 с.
2. Гальченко С.М., Бикус Л.В., Бугрій К.М. Методика виявлення стану зовнішнього обводу крила літака у польоті. – К., Вісник НАУ, №1 2006. – С. 83-87.
3. Казак В.М. Системні методи відновлення живучості літальних апаратів в особливих ситуаціях у польоті: монографія. – К., НАУ-друк, 2010. – 284 с.
4. Яворський Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. 3-е изд. – М.:Наука, Физматгиз, 1990. – 624 с.

Науковий керівник – Голего М. М., канд. техн. наук

Конишев Д. В., Кулаєнко С. О.

Харківський національний університет будівництва та архітектури, Харків

ЦИФРОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ КРАЙОВОГО КУТА ЗМОЧУВАННЯ

Стаття присвячена розробці алгоритму побудови растрового зображення краплі і визначення кута змочування з метою можливості оцінки методик його визначення.

Перед вильотом літак проходить протишледнену обробку: de-icing ("де-айсінг"), суть якої полягає у видаленні снігу і льоду з поверхонь літака за допомогою спеціальних машин. Існує також процедура, що запобігає утворенню льоду - "анти-айсінг" (anti-icing), яка полягає в обприскуванні поверхонь спеціальними протиобмерзними рідинами. Обробка поверхонь завжди відбувається перед зльотом тому, що рідини, які використовуються діють всього 10-15 хвилин.

Мірою змочування служить крайовий кут θ - це кут між площиною, дотичною до поверхні рідини, і стінкою (площиною поверхні твердого тіла). Усередині крайового кута завжди знаходиться рідина.

Для побудови автоматизованої системи визначення кута змочування по зображенню краплі на поверхні доцільно провести моделювання цифрового зображення, що

дозволить визначити передбачувані методичні та випадкові помилки.

Оскільки крапля має форму еліпса, використовуватимемо стандартне рівняння еліпса: в координатах, обраних відповідно до рис. 1:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1,$$

де a і b - півосі. При такому виборі системи координат абсциса крайової точки буде визначатися таким чином:

$$x_d = a \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{d}{b}\right)^2},$$

де d - ордината крайової точки.

В цьому випадку кут змочування можна визначити за допомогою виразу:

$$\Theta = \frac{(\pi + a \tan \cdot (tg \Theta(x_d, d))) \cdot 180}{\pi}.$$

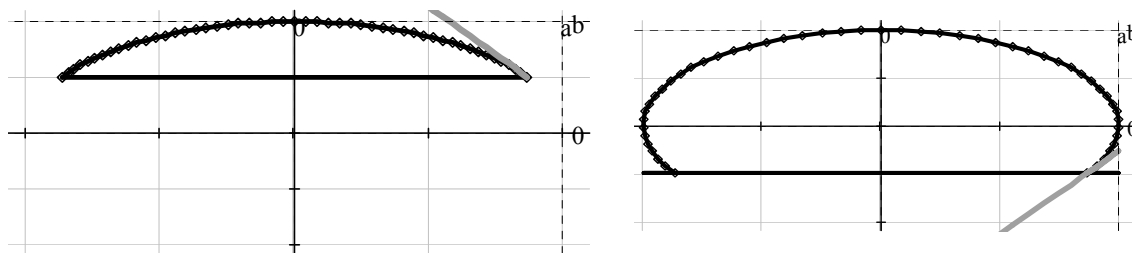


Рис.1. Зображення крапель з більшим (а) або меншим кутом змочування

Для отримання растрового зображення краплі, виберемо систему координат, представлену на рис. 2. Растрове зображення буде визначатися розміром пікселя (квадратного) - Δ та їх кількістю по вертикалі - n і по горизонталі - m . Задача моделювання полягає у виділенні пікселя, який потрапляє в зображення краплі. На першому етапі була прийнята графічна модель зображення, що припускає затемнення пікселя в незалежності від довжини

дуги еліпса, що потрапляє в цей піксел. Для аналізу розташування зображення еліпса в обраній растровій системі координат доцільно її розбити на 4 квадранта, в яких перетин еліпсом того чи іншого пікселя буде визначатися положенням кутових точок, позначених на рис. 3. p, q, r, s . При такому виборі кутових точок нескладно визначити розташування пікселя щодо прямокутника, що описує еліпса (рис.3).

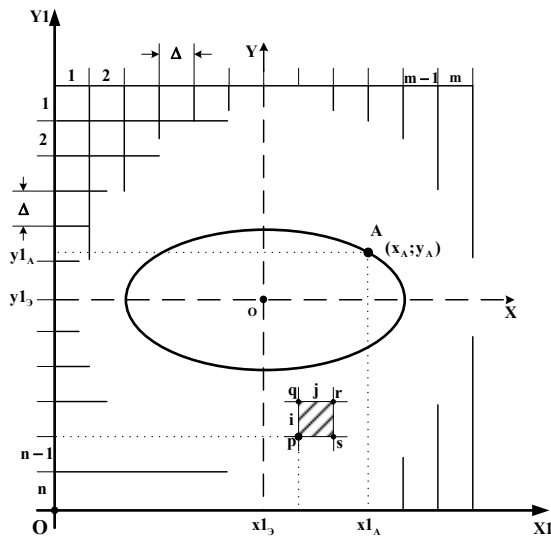


Рис. 2. Накладення зображення еліпса на растрову площину

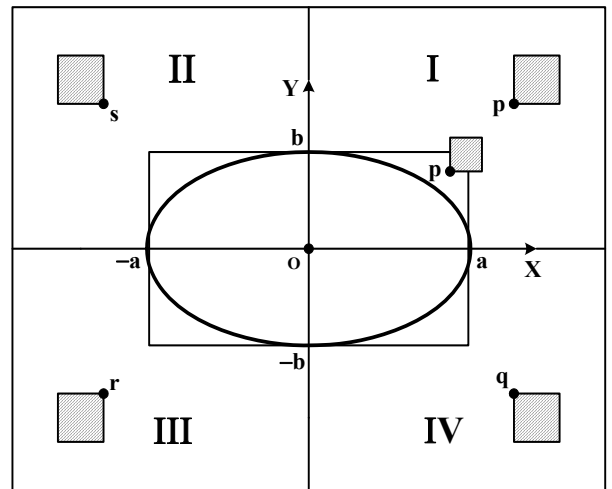


Рис. 3. Поділ растрової площини на квадранти.

Співвідношення абсциса - ордината і ордината - абсциса довільних точок еліпса для кожного з обраних квадрантів наведені на рис.4.

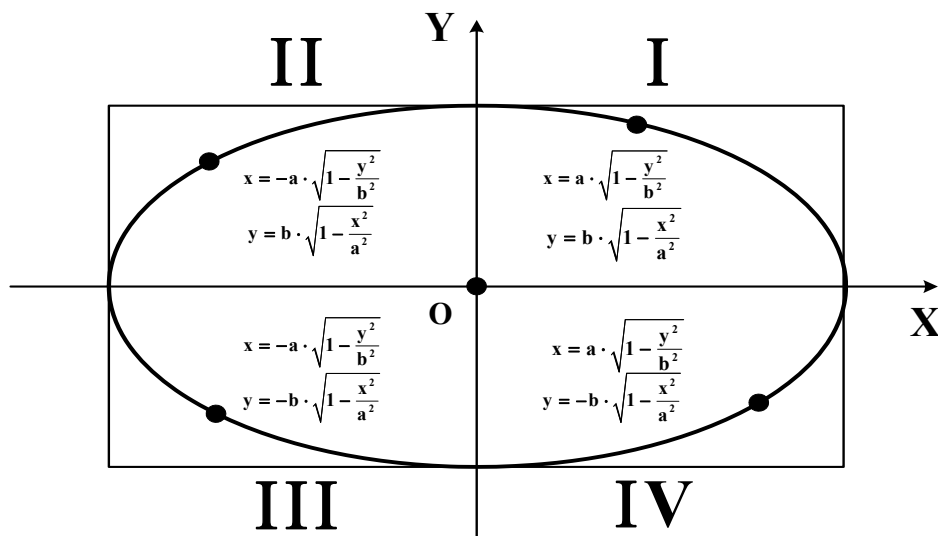


Рис. 4. Рівняння еліпса для різних квадрантів

Для створення дискретного зображення еліпса, розробляємо алгоритм його побудови, написаний на псевдомові програмування.

BEGIN

D:= FOR i = 0 TO n DO

$y_p \leftarrow (n - i) \cdot \Delta - Y1_e$,

$y_q \leftarrow (n - i + 1) \cdot \Delta - Y1_e$ обчислення ординат

$y_r \leftarrow (n - i + 1) \cdot \Delta - Y1_e$,

$y_s \leftarrow (n - 1) \cdot \Delta - Y1_e$ елементів матриці;

FOR j = 0 TO m DO

обчислення абсцис елементів матриці

$x_p \leftarrow (j - 1) \cdot \Delta - X1_e$, $x_q \leftarrow (j - 1) \cdot \Delta - X1_e$,

$x_r \leftarrow \Delta \cdot j - X1_e$, $x_s \leftarrow \Delta \cdot j - X1_e$ -

абсциси і ординати точок еліпса елемента цифрової матриці

$$\left\{ \begin{array}{l} x_k \leftarrow a \cdot \sqrt{1 - \frac{Y_p^2}{b^2}} \quad , \quad x_g \leftarrow a \cdot \sqrt{1 - \frac{Y_q^2}{b^2}} \quad , \\ y_k \leftarrow b \cdot \sqrt{1 - \frac{X_p^2}{a^2}} \quad , \quad y_g \leftarrow b \cdot \sqrt{1 - \frac{X_q^2}{a^2}} \end{array} \right.$$

$$y_k \leftarrow b \cdot \sqrt{1 - \frac{X_p^2}{a^2}} \quad , \quad y_g \leftarrow b \cdot \sqrt{1 - \frac{X_q^2}{a^2}}$$

IF $x_p \geq 0$ **AND** $y_p \geq 0$ **THEN** $D[i, j] \leftarrow 0$

вибір 1-го квадранта

IF $x_p < a$ **AND** $y_p < b$ **THEN** $x_1 \leftarrow x_k$,

$y_1 \leftarrow y_k$

перетин кривої еліпса з елементами
цифрової матриці

IF $y_p \leq y_1 \leq y_q$ **OR** $x_p \leq x_1 \leq x_s$ **THEN**
 $D[i, j] \leftarrow 1$ затемнення елемента

IF $x_p < 0$ **AND** $y_p \geq 0$ **THEN** $D[i, j] \leftarrow 0$

вибір 2-го квадранта

2-й квадрант описує прямокутника

IF $x_s > -a$ **AND** $y_s < b$ **THEN** $x_1 \leftarrow -x_k$,

$y_1 \leftarrow y_k$

перетин кривої еліпса з елементами
цифрової матриці

IF $y_p \leq y_1 \leq y_q$ **OR** $x_p \leq x_1 \leq x_s$ **THEN**
 $D[i, j] \leftarrow 1$ затемнення елемента

вибір 3-го квадранта цифрової матриці

IF $x_p < 0$ **AND** $y_p < 0$ **THEN** $D[i, j] \leftarrow 0$

3-й квадрант описує прямокутника

IF $x_r > -a$ **AND** $y_s < -b$ **THEN** $x_1 \leftarrow -x_g$

, $y_1 \leftarrow -y_g$

перетин кривої еліпса з елементами
цифрової матриці

IF $y_p \leq y_1 \leq y_q$ **OR** $x_p \leq x_1 \leq x_s$ **THEN**
 $D[i, j] \leftarrow 1$ затемнення елемента

вибір 3-го квадранта цифрової матриці

IF $x_p \geq 0$ **AND** $y_p < 0$ **THEN** $D[i, j] \leftarrow 0$

4-й квадрант описує прямокутника

IF $x_r < a$ **AND** $y_s > -b$ **THEN** $x_1 \leftarrow x_g$,

$y_1 \leftarrow -y_g$

перетин кривої еліпса з елементами
цифрової матриці

IF $y_p \leq y_1 \leq y_q$ **OR** $x_p \leq x_1 \leq x_s$ **THEN**
 $D[i, j] \leftarrow 1$ затемнення елемента

END.

Для математичного моделювання визначення кута змочування був використаний програмний модуль. У цифровій матриці D елемент зі значенням 0 - порожня область, 1 - зафарбована область, яка відповідає еліпсу (рис. 4).

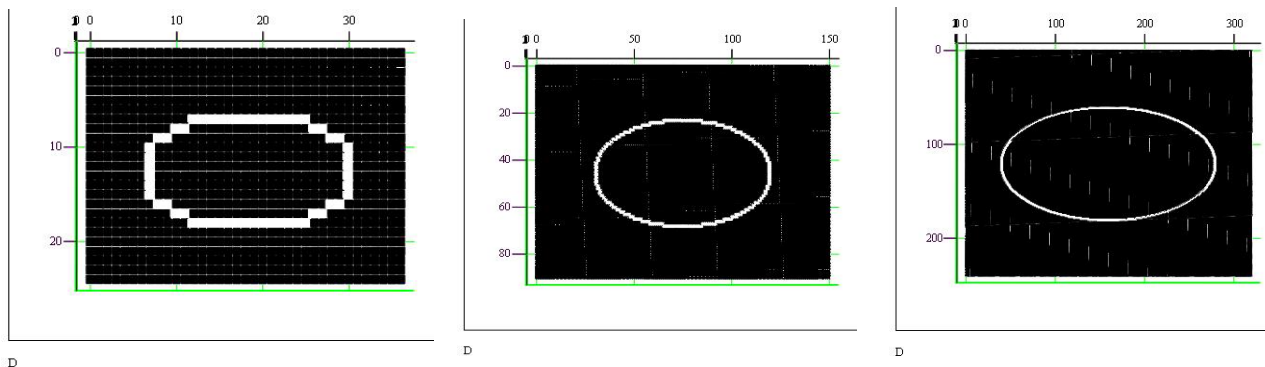


Рис.5. Змодельоване растрове зображення еліпса

Для визначення параметрів еліпса за растровим зображенням необхідна побудова регресійної залежності, процес створення якої допускає найрізноманітніші способи і підходи. Був апробований один з можливих варіантів побудови регресійної залежності, заснований на використанні мінімізуючих властивостей псевдооберненої матриці.

Для визначення параметрів еліпса за растровим зображенням була складена система лінійних рівнянь: $A \cdot z = g$, де

$$A = \begin{bmatrix} x_1^2 & y_1^2 \\ x_2^2 & y_2^2 \\ \vdots & \vdots \\ x_m^2 & y_m^2 \end{bmatrix}, m - \text{кількість точок, } z -$$

квадрати зворотних величин напівосей **a** та **b**.

Рішення буде відшукуватися в наступному вигляді:

$$Z = A^+ \cdot g, \text{ де}$$

A^+ - псевдообернена матриця.

Псевдообернена матриця може бути обчислена за допомогою рекурентного алгоритму Гревілья, або, враховуючи

невиродженність матриці, складеної системи рівнянь:

$$A^+ = (A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T.$$

Тоді півосі еліпса можуть бути визначені наступним чином:

$$\begin{pmatrix} a & b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{z_0}} & \frac{1}{\sqrt{z_1}} \end{pmatrix}.$$

Крім того, побудова регресійної залежності може бути здійснена засобами пакета MathCAD, а саме:

- регресія з використанням одного полінома, яка реалізується вбудованими функціями регресії - **regress (X, Y, N)** - апроксимує набір даних (X, Y) та інтерполяції - **interp**;

- регресія з використанням декількох відрізків полінома, що реалізується вбудованими функціями регресії - **loess (X, Y, L)** - апроксимує набір даних (X, Y) відрізками ступеневих поліномів та інтерполяції - **interp**;

- підбір коефіцієнтів лінійної комбінації функцій за допомогою функції **linfit**;

- нелінійна регресія загального вигляду за допомогою функції **genfit**;

- поліноміальна регресія.

На рис.6. представлена апроксимація згенерованого растрового зображення, що дозволяє за параметрами апроксимуючої залежності визначити кут змочування.

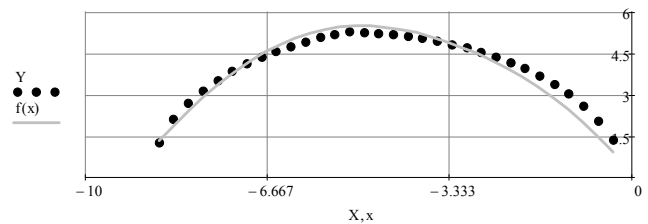


Рис. 6. Найкраща апроксимація параметрів еліпса

Використовуючи моделювання зображення в поєднанні з накладенням адитивних або мультиплікативних завад оцінювати точність визначення кута змочування різними методами.

УДК 629.7.022

Конотоп Д. І.

Національний технічний університет України "Київський Політехнічний Інститут", Київ

ВПРОВАДЖЕННЯ КЕРУЮЧОЇ БАЗОВОЇ МОДЕЛІ В ПРОЦЕС ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДНОГО ТЕХНІЧНОГО ОБ'ЄКТА

Пропонується методика параметричного проектування складного технічного об'єкта, використовуючи базову керуючу модель, яка підвищує ефективність проектування складного технічного об'єкта на всіх етапах життєвого циклу виробу та вводить можливість оптимального керування при створенні віртуальної моделі літака за допомогою сучасних комп'ютерних інформаційних технологій.

Вступ

Дана стаття вводить поняття керуючої базової моделі (КБМ) в процес проектування складного технічного об'єкта (СТО). Керуюча базова модель є сукупністю вихідних конструкторських даних для розробки СТО на прикладі віртуального макета (ВМ) літака в CAD/CAM/CAE-середовищі та є основою для подальшого створення СТО, використовуючи комп'ютерні інформаційні технології.

В статті розглянуті існуючі основні етапи проектування складного технічного об'єкту та описано місце, яке займає КБМ в цьому процесі та значення цієї моделі при подальшому проектуванні та виробництві СТО на прикладі літака. Дана стаття показує процес керування створеним ВМ літака на всіх подальших етапах проектування літака і є основою для подальшого параметричного проектування літальних апаратів з метою швидкого внесення змін в процес проектування на будь-якій стадії створення СТО.

Стаття наводить приклад проектування керуючої базової моделі частини ВМ літака та застосування даної моделі при створенні тривимірних моделей на наступних етапах проектування СТО, використовуючи CAD/CAM/CAE-середовище CATIA.

Основні етапи проектування СТО

Процес проектування літака із застосуванням комп'ютерних інформаційних технологій (ІТ) включає чотири основні етапи [1-5].

Перший етап – формулювання технічного завдання (ТЗ), що включає вимоги та рекомендації до основних технічних даних літака.

Другий етап – розробка моделі майстер-геометрії (ММГ) літака формується на підставі вимог, визначених у ТР та призначена для

визначення базових систем координат, теоретичних поверхонь і місць установки основних силових елементів конструкції літака. МГ однозначно визначає теоретичні поверхні і положення основних силових елементів конструкції планера літака.

Третій етап – проектування моделі розподілу об'єктів (МРО) літака, яка містить у собі твердотільні моделі компонентів конструкції, систем та устаткування відповідно до ММГ літака. МРО включає стадії ескізного та технічного проектування. Результатом процесу проектування етапу МРО є віртуальний макет літака з компонувальною ув'язкою компонентів конструкції, силової установки, систем і устаткування літака.

Четвертий етап – розробка моделі повного визначення виробу (МПВВ) літака, що відповідає етапу робочого проектування. Основними вихідними даними для розробки даної моделі є МРО.

При проектуванні етапів ММГ, МРО і МПВВ застосовується технологія паралельного проектування, яка забезпечує прямий і зворотний зв'язок поточних і попередніх етапів. Кінцевим результатом проектування моделі МПВВ літака є автоматизована підготовка робочої документації і формування програм для виробничого обладнання, наприклад для верстатів із числовим програмним управлінням (ЧПУ).

Місце керуючої базової моделі в процесі проектування СТО

Керуюча базова модель є сукупністю вихідних даних, які є основою для розробки електронного макету літака на будь-якій стадії проектування і представляє собою ієрархічну структуру в CAD/CAM/CAE-середовищі та є сукупністю базової технічної інформації

в електронному вигляді, на основі якої ведеться розробка виробу (об'єкту проектування) у відповідності з тематичними напрямками проекту СТО.

Керуюча базова модель є управляючою структурою у форматі складальної одиниці, яка призначена для забезпечення спадковості вихідних даних на усіх етапах проектування.

При побудові КБМ використовується допоміжна геометрія, яка передається з

попередніх етапів проектування – формулювання ТЗ та розробки ММГ і представляє собою сукупність геометричних елементів, які використовуються в процесі створення геометричної моделі виробу, але не є елементами даної моделі.

На рис. 1 представлено місце, яке займає керуюча базова модель в процесі проектування СТО, включаючи в себе розроблену ММГ.

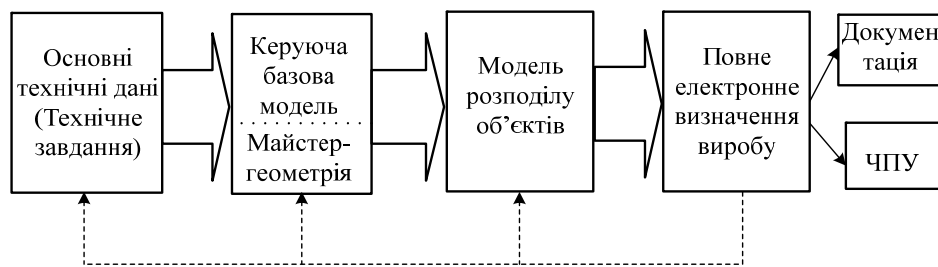


Рис.1. Місце керуючої базової моделі в процесі проектування СТО

Призначення та склад керуючої базової моделі

Керуюча базова модель літака призначена для:

- створення складу та структури виробу;
- завдання зовнішніх ободів та внутрішніх об'ємів агрегатів, які використовуються в процесі проектування;
- резервування внутрішніх об'ємів літака;
- попередньої компоновки;
- взаємної ув'язки компонентів конструкції, систем та устаткування;
- попереднього кінематичного аналізу рухомих частин агрегатів, вагового аналізу та аналізу на міцність та інших станів об'єкту проектування;
- побудови на своїй основі електронного макету виробу.

Керуюча базова модель літака включає в себе наступні основні компоненти:

- схему ділення літака на складові частини;
- ММГ літака або зовнішнього простору по відношенню до об'єкту проектування;
- схеми конструкції;
- схеми простору, який займається в середовищі об'єкту проектування;
- компоновальні схеми систем та устаткування.

Додатково КБМ може включати в себе й інші види схем, які необхідні для розробки виробу на відповідному етапі проектування.

Приклад реалізації керуючої базової моделі

Підхід до проектування СТО з використанням КБМ може бути реалізований у різних CAD/CAM/ CAE-середовищах. Автор брав участь у розробці ВМ літака з використанням КБМ в середовищі CATIA V5.

На рис. 2 показана КБМ рампи літака, в якій представлено розташування основних частин даної частини літака, зокрема:

- площа балки;
- теоретична лінія балки;
- теоретична лінія настилу рампи;
- теоретична лінія осей замків;
- площини рампи (шп. 37 – 43);
- площини обрізки лампи;
- настил підлоги рампи;
- вісь обертання кронштейнів рампи та вісь обертання трапу.

Усі перелічені параметри зав'язані за існуючу майстер-геометрію літака. Зокрема, за теоретичну площину підлоги, площину симетрії, площину відповідного шпангоуту та теоретичний контур літака.

При зміні будь-яких параметрів даних частин в ММГ літака відбувається попередження в деталі КБМ про дані зміни в

ММГ та при оновленні цієї деталі відповідні зміни в КБМ вступають в силу.

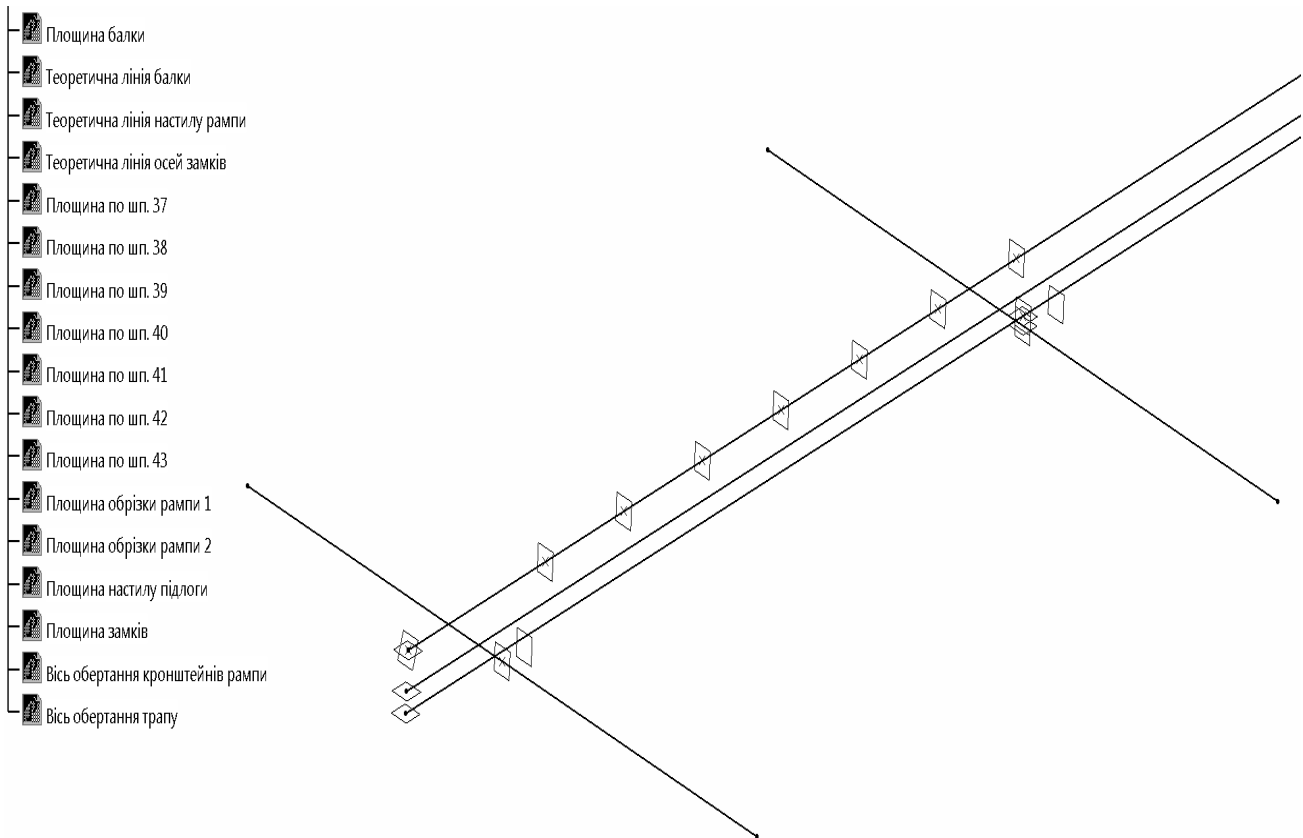


Рис.2. Керуюча базова модель рампи літака

На рис. 3 показана твердотільна модель рампи літака на етапі розробки МРО, в якій представлено розташування основних частин даної частини літака, зокрема:

- настил підлоги;
- обшивка рампи;
- поперечні ребра рампи (шп. 37 – 43).

На основі даної моделі можна в першому наближенні провести розрахунки маси та координат центра мас рампи літака та використовувати дану модель як на стадії створення МРО для узгодження з проектуванням

систем та устаткування та проведення їх компонування, так і на етапі розробки МПЕВВ для подальшого уточнення даної моделі.

Усі параметри твердотільної моделі рампи літака зав'язані за створену КБМ, яка представлена в дереві спроектованої деталі рампи. При зміні будь-яких параметрів даних частин в деталі КБМ літака відбувається попередження в деталі МРО про дані зміни в КБМ та при оновленні цієї деталі відповідні зміни в МРО вступають в силу.

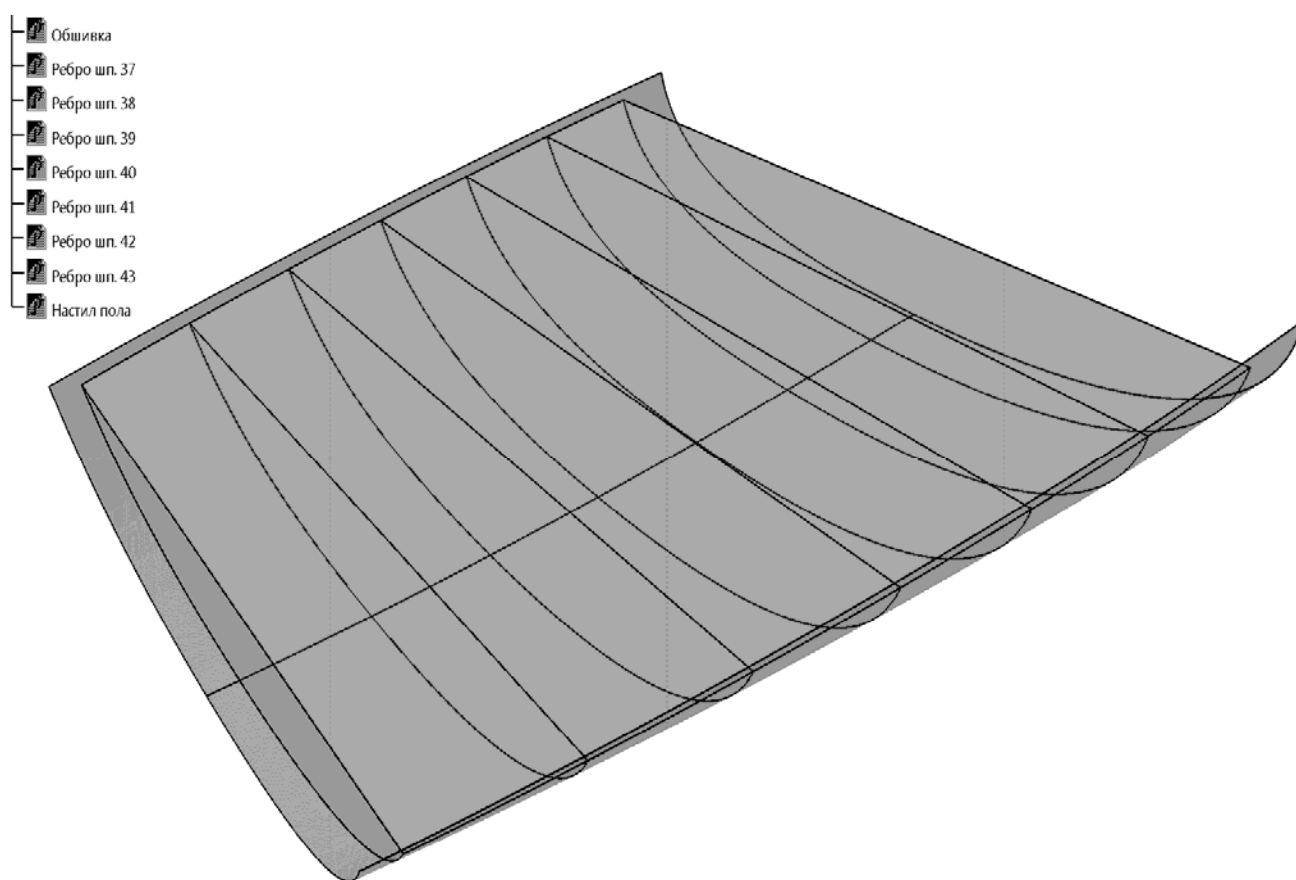


Рис.3. Модель рампи літака

Висновки

Дана методика дозволяє оперативно реагувати на зміни в структурі ВМ літака, відслідковувати прийняті в ході проектування технічні розв'язки на всіх етапах проектування шляхом керування геометричними параметрами БКМ. Метод обробки проектних даних може бути успішно застосований для вирішення низки інших задач. Ефективність використання цієї методики забезпечує скорочення строків проектування, зниження собівартості розробки СТО й підвищення його якості.

Список літератури

1. Егер С. М. Проектирование самолетов: учебник для вузов/ С. М. Егер, В. Ф. Мишин, Н. К. Лисейцев и др. Под ред. С. М. Егера. – М.: Машиностроение, 1983. – 616 с.

2. Информационные технологии в наукоемком машиностроении: Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса/ Под общ. ред. А.Г. Братухина.- К.: Техніка, 2001. - 728 с.

3. Зинченко В.П. Проектные исследования сложных технических объектов как система управления // Засоби комп'ютерної техніки з віртуальними функціями і нові інформаційні технології. - К.: НАН України Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова, 2002. – Т. 2. – с. 28 – 36.

4. Зинченко В.П., Зинченко С.В., Борисов В.В., Абрамов Ю.В. Электронный документооборот: средства и методы // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Харьков: Гос. Аэроком. Ун-т “ХАИ”, 2001. – Вып. № 10. – с. 165 – 177.

5. Зинченко В. П., Конотов Д.І. “Використання сучасних комп'ютерних інформаційних технологій при проектуванні складного технічного об'єкту” // Збірник тез конференції “Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія”, 2010, Вінниця, с. 50–51.

УДК 62-68:629.73(045)

Кухарчук А. В., Гаченко К. Ю.

Національний авіаційний університет, Київ

ВПРОВАДЖЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ЕНЕРГІЇ В АВІАЦІЙНИЙ ТРАНСПОРТ

Стаття присвячена актуальній темі – знаходження альтернатив авіаційному паливу та перспектив їх використання. Для цього у роботі проведено аналіз можливостей використання альтернативних видів енергії в авіаційному транспорті.

Вступ. В умовах глобалізації світової економіки транспорт виконує роль необхідного двигуна економічного зростання і розвитку. Екологічні норми мають значний вплив на подальший розвиток світової транспортної системи. Дослідженням стану і тенденцій розвитку світової транспортної системи присвячено роботи багатьох вчених, таких як Дроздова Г.М., Єдін О., Цветов Ю., Соколов Л., Карпинский Б., Осоченко І. та ін. Транспортний сектор на 95 % залежить від нафти, а його частка в загальному споживанні нафти складає 60 %. Транспорт все більше залежить від впливу змін цін на нафту і порушень постачань.

Необхідним заходом є від'єднання зростання транспортного руху від попиту на енергію і тим самим початок сприяння декарбонізації транспортного сектору.

Постановка проблеми. Залежність транспортного сектору від кон'юнктури цін на нафту повинна стимулювати використання біологічних видів палива. Необхідно терміново знаходити варіанти довгострокового забезпечення транспорту енергією, вони включають: розвиток і впровадження на ринку альтернативних видів палива і ефективних двигунів. Між класичним і альтернативним газовим паливом в авіації в недалекому майбутньому буде йти чимала боротьба.

Очікується, що протягом найближчого часу вартість нафти буде залишатися на досить високому рівні. Вже сьогодні деякі авіакомпанії підвищують вартість паливних зборів при продажу квитків, щоб компенсувати втрати від швидкого зростання цін на паливо. З огляду на такі перспективи, перевізники змушені шукати нові види альтернативного авіаційного палива.

Висновок очевидний - застосування в авіації альтернативних видів палива сприяє вирішенню таких проблем, як енергетичні, транспортні, екологічні та економічні.

Воднева енергетика на авіаційному транспорті. Подальший інтенсивний розвиток сучасної енергетики і транспорту веде людство до великомасштабної енергетичної та екологічної кризи. Стрімке скорочення запасів викопного

палива примушує розвинені країни приймати серйозні зусилля з пошуку альтернативних поновлюваних екологічно чистих джерел енергії.

Але в останні роки намітився інноваційний поворот до використання більш ефективного енергоресурсу - водню. Сучасні авіаційні, ракетні та автомобільні двигуни, паливні елементи все частіше починають повертатися до часткового або повного використання водню.

Водень володіє цілим набором якостей, що роблять сьогодні його застосування вигідним: він має велику енергоефективність і хімічну активність, у результаті його згоряння утворюється вода, яка не володіє токсичністю і не завдає шкоди навколишньому середовищу. Водневі паливні елементи вважаються майбутнім світової енергетики завдяки своїй ефективності та екологічній безпеці.

12 липня 2010 компанія Boeing представила подробиці проекту Phantom Eye. Phantom Eye - безпілотний літак з водневим двигуном, здатний перебувати 4 дні на висоті близько 20 км. В кінці літа 2011 року новий водневий літак пройде випробування в одному з дослідницьких центрів NASA в Каліфорнії. Ключовою перевагою Phantom Eye розробники називають водневу рухову установку літака, яка відрізняється високою економічністю та ефективністю, крім того абсолютно нешкідлива для навколишнього середовища, так як на вихід видає чисту воду, що робить Phantom Eye воістину «зеленим» літаком.

Вперше в історії авіації в небо злетів пілотований літак на водневих паливних елементах (рис. 1).

Boeing виконав політ пілотованого літака з 20-кіловатною батареєю з водневих паливних елементів. В якості корпусу був використаний двомісний мотопланер Dimona з розмахом крил 16,3 м. Планер побудований австрійською Diamond Aircraft Industries. На мотопланері встановили гібридну систему з паливних елементів з протонно-обмінною мембраною (PEM) і іонно-літєвою батареєю, що приводять у рух електричний мотор зі стандартним гвинтом.



Рис. 1. Пілотований літак на водневих паливних елементах

На думку дослідників з Boeing, паливні елементи РЕМ можуть встановлюватися на невеликі пілотовані і безпілотні літальні апарати. У перспективі твердооксидні паливні елементи можуть бути додані до вторинних джерел електропостачання у великих пасажирських лайнерах. Boeing не бачить паливні елементи в якості основного джерела енергії в пасажирських літаках, але компанія продовжує досліджувати їх потенціал, а також інші серйозні альтернативні джерела палива та енергії, що дозволяють поліпшити екологічні показники повітряного транспорту.

Літаки на сонячній енергії. Сьогодні фотоелементи вже широко використовуються в альтернативній енергетиці, електроніці, автомобілебудуванні і космонавтиці. Але ось в авіабудівній

галузі застосування «сонця» в якості джерела живлення робить лише свої «перші» кроки.

Незважаючи на скромні досягнення у цій сфері, сучасній авіації в останні роки, все ж таки вдалося дещо досягти. І найбільших успіхів змогла домогтися команда дослідників, які працюють над європейським проектом Solar Impulse.

Їх дослідний зразок HB-SIA (рис. 2) – пілотований літак приводиться в рух виключно за рахунок енергії сонця - нещодавно (22 вересня) здійснив показові польоти над Швейцарією. Розмах крил Solar Impulse становить 63,4 метра, його вага – 1,6 тонни. Близько 12 тисяч фотогальванічних елементів забезпечують сонячною енергією чотири електромотори літака потужністю 10 кінських сил.



Рис.2. Проект пілотованого літака на сонячній енергії

Зрозуміло, подібний проект спрямований насамперед на те, щоб показати широкий громадський інтерес до можливостей сонячної енергетики. У липні 2010 року безпілотний апарат з кумедною назвою Zephyr, зумів «затриматися» у небі на цілих два тижні. За цей час апарат з розмахом крил 22,5 метрів і масою близько 50 кг піднімався на максимальну висоту в 18 км. Розробник Zephyr (британська оборонна компанія QinetiQ), незважаючи на свою не зовсім мирну спрямованість, використовує апарат для дослідження атмосфери

і спостереження за поверхнею планети. Ще один розробник, також має відношення до оборонної промисловості, а саме американська корпорація Boeing, зайнята в даний момент створенням Solar Eagle. Безпілотний апарат, поки що знаходиться на стадії проектування, буде мати набагато більший розмах крил (120 м) і вага (450 кг). Але як і європейський Zephyr його двигуни будуть живитися енергією від сонячних панелей. Хоча, початок льотних випробувань американського апарату Solar Eagle заплановані тільки на 2013 рік, на-

міри у творців більш ніж амбіційні. Як заявляють офіційні представники Boeing, майбутній безпілотний апарат буде здатний провести в безпосадочну «режимі» до 5 років. Якщо ж повернутися до проекту Solar Impulse і його подальшим планам, то найближчим часом передбачається здійснити на ньому перший трансатлантичний переліт. Але для цих цілей буде створена друга модель літака з кодовою назвою HB-SIB. нова модель буде мати дещо більші розміри (розмах крил - 80 м), підвищену вантажопідйомність, а також герметичну кабіну, яка дозволить підніматися на висоту до 12 км.

Використання біопалива. Гарні новини для любителів авіації та біопалива. Компанія Airlines (найбільший перевізник у Бразилії) спільно з компанією Airbus нещодавно провели перший випробувальний політ на біопаливі з ятрофи. Політ був здійснений на літаку A320, який був заправлений сумішшю, що складається на 70% з біопалива і 30% звичайного авіаційного гасу.

Також British Airways і Airbus планують налагодити масовий випуск водоростей для біопалива.

British Airways і Airbus, підтримують проект в Cranfield University у Великобританії для дослідження способів переробки водоростей в авіа-

ційне паливо в комерційних кількостях. Проект, який розпочався невдовзі після конференції Міжнародної організації цивільної авіації, не тільки шукає способи промислового виробництва водоростей, а й способи вирощування їх близько до аеропортів з метою запобігання екологічних витрат. Дослідники з Cranfield заявили, що водорості зможуть вирощуватися на комерційній основі через чотири роки. За їх словами, водорості являють собою найкращий варіант з усіх видів біопалива, оскільки вони не конкурують з продуктами харчування за землю. Великим плюсом водоростей є набагато більший вміст олії, ніж в інших рослинах, а також здатність активно поглинати вуглекислий газ з атмосфери.

Це не перший випадок, коли British Airways почала «зелену» ініціативу, раніше цього року, авіаційний гігант оголосив про створення об'єкта у східному Лондоні, який буде перетворювати 500.000 тонн відходів на рік на 16 мільйонів галонів палива для реактивних двигунів.

Літак, розроблений компаніями EADS, Composites Saintonge і Green Cri-Cri Association, є першим у світі повністю електричним пілотажним літаком (рис. 3).



Рис. 3. Перший у світі повністю електричний пілотажний літак

Маленький літак, що отримав прізвисько Cri-Cri, з'єднав безліч інноваційних технологій, таких як легкі композитні конструкції, які зменшують вагу планера і компенсують додаткову вагу батарей, 4 безщіточні електродвигуна, ефективні літєві батареї, гвинти протилежного обертання.

Cri-Cri може летіти 30 хвилин зі швидкістю 110 км/год, протягом 15 хвилин виконувати фігури вищого пілотажу зі швидкостями до 250 км/год і швидкопідйомність близько 5,3 м / сек.

Фактично електrolітак є стендом для випробування нових гібридних технологій, які можуть застосовуватися в різних літальних апаратах, але і сам по собі Cri-Cri - вельми цікавий недорогий і надійний транспортний засіб з великими перспективами. Це екологічно чистий літак з нульовим викидом CO₂, низьким рівнем шуму, простий в обслуговуванні та ремонті. Він цілком може стати літаючим «автомобілем» в регіонах, де перевезення по повітрю є чи не єдиним способом швидкого пересування.

Структура аеропорту майбутнього. На цьому людство не зупиняється. Запропоновано проєкт терміналу Airbaltic, який може з'явитися в найближчому майбутньому в Ризі, Латвія. Що вдає із себе традиційний аеропорт? Це ланцюг нескінченних проходів, коридорів, зон для торгівлі і так далі. А чим повинен бути аеропорт? Напевно, переходом на посадку в літак. Тому, дизайнери зосередилися на порталній структурі, щоб пасажирів відчували якомога менше труднощів (рис. 4).

У центрі аеропорту знаходиться термінал, що має просту форму розміром 20м x 20м (рис. 5).

Дах терміналу складається з 18 паралельних порталних форм, кожна з яких виконана вздовж кривої, що створює «хвилясту дах», який буде мати фотоелементи, які будуть акумулювати сонячну енергію, що буде використовуватися для освітлення та обігріву аеропорту. Модулі північного і південного країв будівлі виходять за рамки основної конструкції і формують входи для пасажирів шенгенських та нешенгенських рейсів відповідно. Аеропорт буде виконаний з екологічно чистих матеріалів.



Рис. 4. Портальна структура аеропорту майбутнього

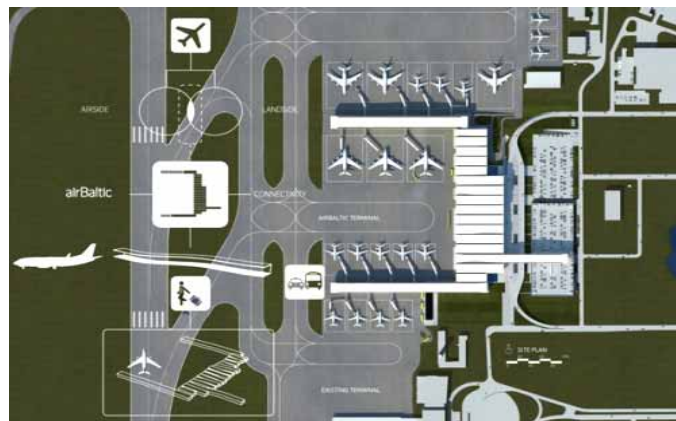


Рис. 5. Вигляд у плані терміналу аеропорту майбутнього

Висновки. Отже, можна зробити висновок, що екологічна авіація – майбутнє авіаційної промисловості, і деякі компанії експериментують з різними видами екологічно чистих видів палива. Найперспективнішими видами майбутнього авіаційного палива є водень та біопаливо на основі морських водоростей. І хоча в інших напрямках авіація робить лише свої перші кроки можна ви-

словити надію, або навіть впевненість у тому, що людина досягне грандіозного успіху у цій сфері.

Список літератури

1. Пашаев А.М., Байрамов А.А. Воздействие авиационного транспорта на окружающую среду. //Ученые Записки НАА., Баку, 2001, т. 3, № 1. – С. 14.
2. Охрана окружающей среды. / Под ред. С.В. Белова. – М.: Высш. Шк., 1991. – 320 с.

Науковий керівник – Єнчев С. В., канд. техн. наук, доц.

УДК 519.722:620.9 (045)

Плахова М. О.

Національний авіаційний університет, Київ

БЕЗПЕКА АКТИВНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Стаття присвячена питанням безпеки активних енергетичних систем, дослідженню аварій в енергосистемах з позицій суб'єктивного аналізу, ознайомленню та висвітленню елементів проблемно-ресурсного аналізу з встановленням основних понять, категорій, функцій переваг та визначення структури множини можливих станів, ресурсів і цілей, які будуть нами задіяні в подальших дослідженнях.

Поняття «безпека активних систем» докорінним чином відрізняється від поняття безпеки техногенних, екологічних, економічних, соціальних та інших систем. Не дивлячись на те, що у всіх цих системах присутня людина, її роль зазвичай постає під іншим кутом зору в порівнянні з тим, як це робиться у рамках підходу методів суб'єктивного аналізу із врахуванням ентропії суб'єктів навчання як центрального елемента активної системи.

Безпека активної системи – це безпека суб'єкта – ядра активної системи.

Активною системою в свою чергу називають систему, що існує у певних просторово-часових межах та включає у себе суб'єкта, який приймає участь у функціонуванні системи, керуванні системою, а також задіяні ресурси.

Якщо суб'єкт може потрапляти у ситуації різного ступеня безпеки, то безпека буде розумітися як його захищеність від потрапляння у ці ситуації. Найбільш негативною є та ситуація, яка може привести до «загибелі» суб'єкта.

Оскільки безпека активної системи, з одного боку, – об'єктивна характеристика, а, з іншого, при виборі стратегії підтримки безпеки сприймається суб'єктом на суб'єктивному рівні, то, в решті-решт, і рішення, що сприймаються ним з приводу безпеки, носять суб'єктивний характер.

Актуальність проблеми забезпечення безпеки дуже зросла на сьогоднішньому етапі розвитку суспільства, коли в силу непередбачених техногенних та екологічних наслідків надзвичайних випадків поставлено під сумнів саме існування людського суспільства.

Аварійні режими сучасних об'єднаних енергосистем неминучі, як неминучі інфекційні епідемії у сучасному суспільстві. Аварія у енергосистемі – порушення нормального режиму всієї чи значної частини енергетичної системи, яке пов'язане з ушкодженням устаткування, тимчасовим недопустимим погіршенням якості електроенергії або пошкодженням безперебійного

електропостачання споживачів. Аварії у енергосистемах часто називають словом блекаут або системними аваріями.

В усіх відомих аваріях, як показав проведений аналіз, задіяний вплив так званого «людського фактору», тобто помилок проектування, недостатньої уваги до норм технічного забезпечення роботи енергосистеми, невідповідних експлуатаційних дій персоналу на різних етапах розвитку аварії. Одним з таких факторів є хронічне неприйняття енергетиками західних країн ідей про необхідність постійного вдосконалення систем протиаварійного управління, які повинні розвиватися паралельно, а краще за все випереджаючими темпами по відношенню до інших систем режимного регулювання, перспективність яких може дозволити більш ефективно функціонування енергосистем.

Метою даної статті є дослідження безпеки активних енергетичних систем з позицій суб'єктивного аналізу, ознайомлення та визначення основних елементів проблемно-ресурсного аналізу, його основних категорій та понять.

На сьогодні забезпечення безпеки енергосистем відіграє велику роль у житті суспільства, адже у наш сповнений різноманітними досягненнями науки й техніки час, у час, коли людина не може уявити своє життя без телевізора, мікрохвильової печі, простого світла від звичайних ламп, будь-яка проблема з поставкою енергії до осель зводиться до рангу катастрофи. Тим паче глобальним лихом вважається більш крупна аварія на підстанції, оскільки вона може призвести не лише до нездатності людини забезпечити свої побутові потреби, але й виходячи на більш високий рівень, призведе до економічних, промислових, екологічних втрат.

Із зазначеного вище можна зробити висновок, що проблема забезпечення безпеки енергосистем і активних систем тісно ув'язані між собою з впливом одна на одну у таких важливих галузях: як екологія, економіка, промисловість, соціоло-

гія, політологія, електропостачання та ін. У статті зроблена перша спроба розглянути це питання з позицій методів суб'єктивного аналізу, який на нашу думку може надати у сукупності з традиційними методами оцінки технічного стану обладнання, і впливу на нього задіяних суб'єктів, більш об'єктивну оцінку в цілому.

На базі проведеного аналізу відомих аварій у енергосистемах було виявлено, що їх безпосередньою причиною став вплив або ж бездіяльність суб'єктів цих систем. Так, серед причин аварії у США 1965 р., відзначають окремо помилки проєктувальників, серед причин аварії у США 1977 р., відомої під назвою «Ніч жахів», окремо наголошують на помилках з боку диспетчерського персоналу. США також постраждало від й від найбільшого в історії людства збою в енергосистемі 14 серпня 2003 року, результатом якого стали збитки у розмірі 6 млрд. доларів. Серед причин «Великого блекауту – 2003» називають помилки обслуговуючого персоналу та надмірне покладання надій на спрацювання комп'ютерного обладнання. Стосовно країн Європи, то найяскравішим прикладом впливу суб'єктивного фактору на розвиток аварії у енергосистемі, є «Великий італійський блекаут 2003 р.». У той день лінії виявилися перевантаженими, тому швейцарські та італійські диспетчери почали по телефону вияснити відносини. Поки вони сперечались, лінії почали аварійно вимикатися, й 56 млн. італійців залишились без електрики. Повністю електропостачання відновили через 16 годин. Слід також згадати, що серед причин найбільшої аварії у енергосистемі РФ – аварії на підстанції «Чагіно», яка трапилась 25 травня 2005 р., відзначають помилки диспетчерського персоналу, який приступив до управління режимами електростанцій замість відключення споживачів.

З наведеного вище очевидно, що всі аварії в енергосистемах повинні розглядатися не лише з позицій суто технічних, а й з урахуванням суб'єктивного фактору, який безперечно має вплив на виникнення, розвиток та тривалість аварії. Саме від кваліфікованості персоналу, його досвідченості та здатності швидко приймати рішення у непередбачуваних, критичних ситуаціях залежить безпека енергосистеми, тому й безпека країни в цілому.

Термін «суб'єктивний аналіз» тісно пов'язаний із поняттям «активної системи», системи, в якій головним елементом є людина – суб'єкт.

Існування активних систем та існування і діяльність суб'єктів – факт об'єктивний. Таким чином таке евристичне розуміння дозволяє зробити висновок про необхідність при розв'язуванні проблемно-ресурсної ситуації враховувати суб'єктивність як об'єктивний фактор.

Для з'ясування, що розуміється під терміном «проблемно-ресурсна ситуація» слід звернути увагу, що проблемно-ресурсний аналіз базується в першу чергу на понятті «проблеми».

Проблема нами розуміється як усвідомлена невідповідність між існуючим станом активної системи і бажаним станом. Іншими словами, «проблема» – усвідомлене бажання суб'єкта, або усвідомлена перевага як наслідок бажання.

В цьому значенні присутні як мінімум 2 стани: σ_e – існуючий і σ_d – бажаний, а також «носії» цього «усвідомленого бажання» – суб'єкт.

Передбачається, що бажання суб'єкта розподілені на деякій множині S_a (або W_a , якщо до бажання суб'єкта відноситься альтернативність шляхів чи стратегій руху у просторі станів).

Тоді проблема може інтерпретуватися як упорядкована пара символів:

$$P: \sigma_e < \sigma_d \text{ або } P: \sigma_e < \forall \sigma_d \in S_d \subset S_a.$$

Проблема ув'язана з існуючим станом σ_e суб'єкта навчання, а множина проблем – з множиною $S_a \subset S_\sigma$. Вибір S_a з S_σ є компетенцією суб'єкта, а отже він є суб'єктивним.

Після проблеми ресурси складають другу найважливішу категорію проблемно-ресурсного аналізу.

У проблемно-ресурсній ситуації до ресурсів відносяться будь-які засоби та фактори, які свідомо використовує або має намір використовувати суб'єкт особисто для розв'язання своїх проблем, чи розглядає їх як очікуваний результат розв'язання проблем. З точки зору «належності» ресурсів нами уведено поняття активних ресурсів R_a та пасивні R_p , де R_a – це особисті ресурси суб'єкта системи (інтелектуальні, фізичні, часові) – внутрішні (ендогенні) ресурси, що дозволяють суб'єкту діяти, управляти системою, виконувати усі операції для того, щоб система існувала, функціонувала і розвивалась, була інструментом для вирішення «його» перманентно виникаючих потреб.

Пасивні ресурси R_p – це ресурси, що знаходяться у системі у межах компетенції суб'єкта, які він може направляти на рішення «його» проблем. Визначаючи поняття «проблемно-ресурсної ситуації» можна сказати, що вона представляє собою упорядковану пару подій, в

якій пізніша подія характеризується більш переважним станом у порівнянні з попереднім станом і відповідними ресурсами, що мають, у початковий момент часу, поєднаними з даною проблемою Р. Таким чином визначення «проблемно-ресурсної ситуації» можна здійснити за наступним математичним формулюванням:

М: (Р: $(\sigma_1, \sigma_2 \in S' \subset S)$; $t_1, t_2 \in \tau' \subset \tau, R$).

Вивчення структури множини М і її властивостей складають задачу проблемно-ресурсного аналізу.

У цій множині можна виділити деякі характерні підмножини еквівалентних ситуацій, ситуації, що не вирішуються, підмножини «без входу» та «без виходу» і підмножину «катастрофічних ситуацій» М, яке веде до руйнування системи та її ліквідації в цілому.

Окрім активної системи має місце пасивна система, яка нами розуміється як система (наприклад, суто технічна або природна), що не включає активних елементів.

При проведенні принципової межі між активною та пасивною системами головним і найважливішим робочим постулатом є принцип суб'єктивної оптимальності. В його формулюванні під час оперування розподілами переваг головна роль відводиться введеній ентропії переваг на множині альтернатив S_a – суб'єктивній ентропії.

Введена ентропія може виражатись через суб'єктивні переваги, що розподілені на множині альтернатив, результат яких є суб'єктивні уявлення, попереднього аналізу різних кількісних та якісних характеристик віртуального суб'єкта.

Для того, щоб надати множині проблем та множині S деяку кількісну характеристику, яка установлює в якій мірі один стан переважливіший іншого, на множину S введемо функцію переваг $\pi(\sigma, \dots)$.

Функція переваг, у якій величина не залежить від того, в якому стані знаходиться система в даний момент ми тлумачимо як функцію абсолютної переваги (або безсумнівної переваги) нами позначається через $\pi(\sigma)$, $\sigma \in S$.

Нами передбачається, що функція переваг визначена для всіх $\sigma \in S$ і нормована на S.

Якщо S містить кінцеву (або рахункову) множину станів, покладемо, що:

$$\sum_{i=1}^N \pi(\sigma_i) = 1; \pi(\sigma_i) > 0; (\forall \sigma_i \in S).$$

У найпростішому випадку S містить тільки два можливих стани σ_1 і σ_2 . Визначимо відношення переваг $\sigma_1 \geq \sigma_2$. Функція абсолютної переваги:

$$\pi(\sigma) = \begin{cases} \pi_1, \sigma = \sigma_1 \\ \pi_2, \sigma = \sigma_2 \end{cases}; \pi_1 + \pi_2 = 1.$$

Якщо $\pi_1 > \pi_2$, то $\sigma_1 > \sigma_2$; якщо $\pi_1 < \pi_2$, то $\sigma_1 < \sigma_2$ і якщо $\pi_1 = \pi_2$, то $\sigma_1 \approx \sigma_2$.

Функція переваг, яка залежить від стану, в якому знаходиться система на даний момент, чи знаходилась в минулому, називається відносною (або умовною) і позначається через $\pi(\sigma_j/\sigma_i)$, де σ_i – стан, в якому знаходиться система (актуальний стан), або знаходилась у минулому.

Таким чином вищенаведене нами розглядається, як спроба розробити інструмент для вирішення питань впливу суб'єктивного фактору на прийняття рішення суб'єктами навчання.

Запропонована робота носить початковий характер у питаннях дослідження безпеки активних енергетичних систем з позицій суб'єктивного аналізу, ознайомлення та висвітлення елементів проблемно-ресурсного аналізу, його основних понять, категорій, функцій переваг та визначення структури множини можливих станів, ресурсів і цілей.

Список літератури

1. Стратанович Р.Л., Гришанин Б.Л., Ценность информации при невозможности наблюдения оцениваемой случайной величины // Техническая кибернетика. № 3. – М.: АН СССР, 1966. – 137 с.
2. Хакен Г. Информация и самоорганизация. – М.: Мир, 1991. – 240 с.
3. Адрианов И.В., Баранцев Р.Г., Малевич Л.И. Асимптотическая математика и синергетика. – М.: Мир, 1992. – 286 с.

Науковий керівник – Касьянов В. О., д-р техн. наук, проф.

УДК 629.735.017.1.401:681.586(045)

Поникарчук А. А., Краснопольский В. С.
Національний авіаційний університет, Київ

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЫРАБОТКИ РЕСУРСА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Введение. Воздушные суда, находящиеся в эксплуатации, постоянно находятся под влиянием различных нагрузок, деформационных и усталостных напряжений, которые приводят к изменению их конструкции. Такие деформации в большинстве случаев образуются в наиболее нагруженных участках, либо же в случае жесткой посадки, удара хвостовой части, соударении с землей и др.

Контроль развития таких деформационных участков металлических и композитных аэрокосмических конструкций сегодня осуществляется во время различных видов контроля: периодического, сезонного, предполетного, контроля после определенного числа часов налета. Методами инспекции могут быть такие традиционные методы, как визуальный осмотр, рентген или токовихревой метод. Они обладают такими недостатками, как трудоемкость, наличие человеческого фактора, что может объяснить неточность и ненадежность проведения инспекции, а также их значительная дороговизна, что связано с длительным временем простоя воздушного судна во время контроля и следовательно его неприбыльностью в данном временном интервале. Негативным аспектом также является невозможность контроля труднодоступных участков конструкции, что ограничивает локацию его применения.

1. Использование автоматизированных систем SHM

SHM (Structural Health Monitoring) – системы непрерывного контроля состояния конструкции. Они представляют собой сеть встроенных сенсоров, расположенных в наиболее «опасных», нагруженных частях конструкции. Информация, поступающая в таких датчиков, считывается компьютером и дает возможность оператору проводить диагностику работоспособности наблюдаемого объекта. Такое прогнозирование технического состояния и работоспособности объекта позволяет осуществлять организацию технологического обслуживания и дальнейшее управление целостностью всей системы. Сегодня такие системы применяются для мониторинга

целостности ответственных механизмов, зданий и мостов.

2. SHM в авиации

Особое место системы непрерывного контроля состояния конструкции занимают в авиации. Целью использование данной технологии является имитация нервной системы человека, т.е. осуществление чувствительного и активного мониторинга технического состояния. Система сенсоров устанавливается в наиболее нагруженных местах конструкции и с помощью данных, снятых с них, производится контроль усилий нагруженности и поврежденности. Блоки диагностики по показаниям технического состояния позволяют осуществлять принятие решений об эксплуатации или ремонте конструкции на будущее. Так как ресурс определенного материала ограничен его прочностными характеристиками, границы которых четко установлены, непрерывный контроль с помощью систем SHM позволяет не только наблюдать структурные изменения определенных участков, но и прогнозировать целесообразность эксплуатации данного узла.

В этой сфере основной целью выступает контроль выработки индивидуального и прогнозирование остаточного ресурса конструкции. Это осуществимо благодаря параллельному мониторингу и сравнению полученных данных с прочностными характеристиками материала.

1. На первом шаге (0-е и 1-е поколение) SHM будет использоваться для получения эффекта при тестировании конструкций, их обслуживании и ремонтпригодности. Например, исследования предсказывают сокращение стоимости обслуживания на 75 % на уровне Бюллетеня Обслуживания (Service Bulletin - SB) и очевидное увеличение пригодности самолета.

2. На втором шаге (2-е и 3-е поколение) SHM будет использоваться для получения новых концепций для конструирования самолетов, которые обеспечат сокращение веса для металлических и композитных конструкций до 15 % на уровне отдельных деталей.

1. Для получения объективной информации о техническом состоянии конструкции необходимо

производить инспекции с помощью автоматизированных систем, которые за рубежом получили название SHM (дословно – «Мониторинг здоровья конструкции»).

2. За рубежом SHM находит самое широкое применение: контроль технического состояния сложных конструкций (мостов, небоскребов), сложных и ответственных машин. Особое место занимают авиационные конструкции как одни из самых сложных и ответственных объектов.

3. Для большего понимания работы системы SHM можно сравнить с нервной системой человека. Чувствительные датчики устанавливаются в самых нагруженных и ответственных составных узлах конструкции самолета. Данные, снимаемые с них, обрабатываются бортовым компьютером и поступают оператору, который на основе измеренных показателей нагруженности и деформируемости может осуществить принятие решений об эксплуатации или ремонте конструкции. Так как ресурс определенного материала ограничен его прочностными характеристиками, границы которых четко установлены, непрерывный контроль с помощью систем SHM позволяет не только наблюдать структурные изменения определенных участков, но и прогнозировать целесообразность эксплуатации данного узла.

4. Почти четверть всех эксплуатационных расходов выделяется именно на техническое обслуживание самолета. По данным зарубежных исследований внедрением системы SHM конструкцию летательного аппарата позволит сократить эти расходы на 75 %, что окажет значительное влияние на экономическую выгоду эксплуатации. Это станет возможным благодаря следующим преимуществам систем SHM:

- исключение дорогостоящих осмотров, которые необходимо проводить по установленному графику, что заменяется постоянным наблюдением за состоянием конструкции и оперативным получением данных по ее техническому состоянию в данный момент;
- возможность непосредственного контроля труднодоступных участков и прогнозирование его остаточного ресурса в эксплуатации;
- исключение человеческого фактора, которое способствует обеспечению достоверности информации и снижает оплату на работу обслуживающего персонала;
- в случае повреждения конструкции возможным становится прогнозирование развития деформации, что обеспечивает продление срока службы.

5. По данным зарубежной статистики развития повреждения в металлических конструкциях наибольшее их количество наблюдается вследствие развития усталостных трещин, коррозии и нарушения заклепочных и стыкованных соединений. Благодаря установке датчиков в наиболее опасных узлах конструкции возможно получать оперативные данные об их текущем состоянии и прогнозировать остаточный ресурс.

6. Существует целый ряд подходов к построению таких систем. Общими принципами однако являются схемы их эксплуатации. Установленная в определенном узле, система SHM будет учитывать необходимые технические характеристики материала: его прочность, условия нагружения и деформируемости. Дальнейшим этапом является аттестация системы, затем следует ее внедрение в конструкцию, что обеспечит большую безопасность полетов, снижение затрат на эксплуатацию воздушного судна и большую его эффективность.

7. Системы SHM обеспечивают выполнение двух фундаментальных задач: диагностику текущего технического состояния объекта и прогнозирование изменения в его конструкции.

8. Таким образом, реализация мониторинга состояния конструкции невозможна без использования датчиков (сенсоров) регистрации повреждения.

Существует ряд направлений по конструированию датчиков, которые в данный момент разрабатываются. Такими методами являются методы акустической эмиссии, датчики на основе оптического волокна и решетки Брэгга, датчики на основе волн Лэмба, акустические ультразвуковые методы и пьезоэлектрические датчики, беспроводные датчики, реагирующие на магнитное поле, датчики, основанные на углеродных нанотрубках, различные электрохимические методы инспекции.

Одним из первых индикаторов усталости является датчик, запатентованный Де Форестером в 1948 году [1]. Этот датчик представляет собой провод или ленту малого сечения, имеющий свой ресурс, который составляет определенную долю ресурса контролируемой конструкции. Целостность индикатора определяется путем непрерывного измерения его электрического сопротивления. Резкое увеличение сопротивления свидетельствует о разрушении индикатора и выработки определяемой датчиком доли ресурса конструкции. Подобные индикаторы также использовались для обнаружения трещины [2]. Однако эти методы имели низкую надежность даже при испытаниях в лабораторных условиях.

Дальнейшее развитие идея ДеФорестера получила при создании сигнализаторов усталости – серии датчиков [3], изготовленных из того же материала, что и конструкция, к которой они крепятся. При этом датчики имели различного вида концентраторы напряжения. Поочередное разрушение датчиков с различными типами концентратора свидетельствует об определенной выработке ресурса конструкции [4].

В 1966 году Хартинг предложил использовать датчики [5] контроля исчерпания ресурса конструкции, принцип работы которых основывается на контроле изменения электрического сопротивления датчика. Материалом для датчиков-свидетелей служил никелево-медный сплав. Со временем, при совместной работе датчика и контролируемой конструкции, происходит увеличение удельного сопротивления датчика. Такая зависимость объясняется появлением кластеров в материале датчиков.

Для полимерных датчиков [6] используется композитный материал на основе графита с матрицей из эпоксидной смолы. В отличие от никелево-медных датчиков с наработкой происходит уменьшение электрического сопротивления. Используя эквивалентные зависимости, возможно определять значение накопленных усталостных повреждений и прогнозировать ресурс конструкции.

Датчики мартенситного преобразования Скотта [7] – это датчики из серебряно-цинкового сплава, которые в процессе нагружения из-за преобразования структуры материала меняют свой цвет (с розового на серебряный). Для точного определения цвета используется спектрометр.

Метод оксидной пленки (Бакстре 1977) позволяет количественно оценивать уровень накопленных повреждений путем анализа разрушений оксидной пленки на металлической поверхности. Для предотвращения окисления образовавшегося разрыва используется гель, который под действием электрического тока в месте разрыва оксидной пленки меняет свой цвет.

Измерение шероховатости поверхности также используется для измерения усталости поверхности, и может быть положена в основу работы датчика. Пластическая деформация тщательно полированного образца может часто приводить к возникновению заметной шероховато-

сти поверхности, в процессе выхода дислокаций на поверхность образца. В данном случае, наблюдаемое изменение шероховатости на поверхности использовалось для регистрации размеров пластически деформированной зоны. Однако, явление было также предложено как полезный способ для характеристики усталости. В свежей статье Негаши (1995), тонкая алюминиевая фольга была прикреплена к работающей на усталость конструкции с видимым представлением корреляции между развитием шероховатости поверхности фольги и истории усталости образца. При нагрузке с постоянной амплитудной напряжением зависимость между величиной шероховатости поверхности R_a , амплитудой напряжения σ , и числом циклов нагрузки N , выражается как

$$R_a = \frac{1}{k_\sigma} \sigma^{\frac{\alpha}{2}} N^{\frac{1}{2}} + m,$$

где α, k_σ, m – постоянные материала. Измерение шероховатости поверхности осуществлялось с использованием инфракрасного профилометра.

На рис.1 показано ряд S-N кривых при постоянных величинах R_a . Чтобы применить измерения для переменной амплитуды напряжения, авторы разработали концепцию «эквивалентного» напряжения, которое определяется как постоянная амплитуда напряжения, которое приводит к той же самой степени шероховатости поверхности, и может быть выражено как,

$$\sigma_{eq} = \left(\frac{\sum \sigma_i^\alpha N_i}{\sum N_i} \right)^{\frac{1}{\alpha}},$$

где N_i – число циклов в блоке нагружения при амплитуде эквивалентного напряжения, которое определяется из эксперимента в соответствии с уравнением

$$\sigma_{eq} = \left[\frac{(R_{an} - m)^2 k_0^2}{\sum N_i} \right]^{\frac{1}{\alpha}}$$

где R_{an} – шероховатость, измеренная после $\sum N_i$ циклов.

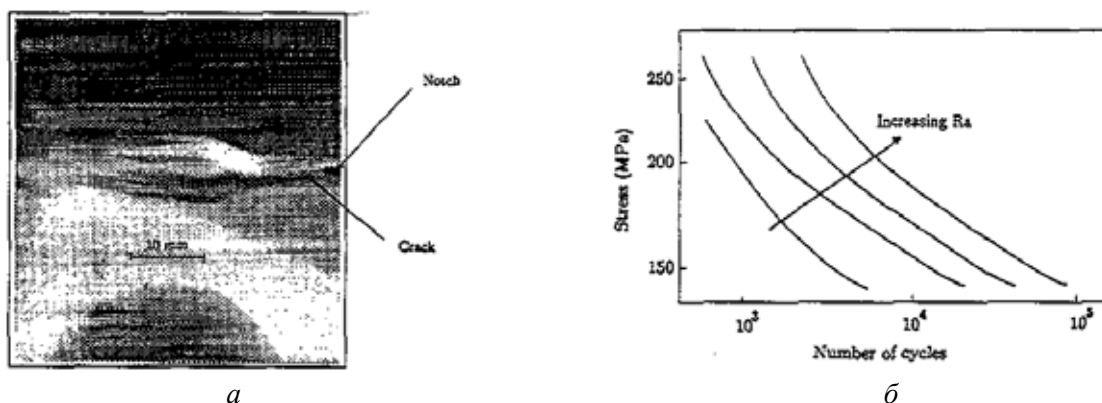


Рис. 1

Это выражение было применено к экспериментальным данным со смешанными результатами. В испытаниях с несколькими изменениями амплитуды напряжения, выражение было не в состоянии хорошо описать поведение шаблона из-за отсутствия его реакции на эти изменения

(то есть высоко-низкий и низко-высокий). Однако, с увеличением числа циклов нагружения, эффект упорядочивания уменьшается и выражение при этих условиях обеспечивало удовлетворительное описание поведения шаблона

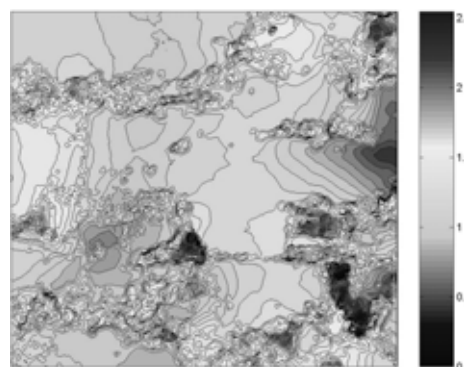
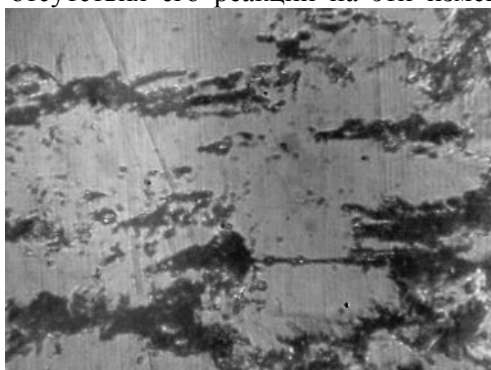


Рис. 2. Цифровая фотография ($\times 500$) и 3D топография участка поверхности со следами деформационного рельефа, полученные с использованием интерференционного профилометра

Вывод. Технологии SHM уже используются в программах испытания материалов производителями авиационной техники. Например, материал GLARE (упрочненный стекловолокном алюминий) и – композиционный материал сэндвичного типа, разработанный Airbus, использовавшийся в верхней части внешней обшивки A380. Прежде, чем датчики SHM будут задействованы на самолете в полете, они должны пройти контроль для определения их надежности и надежности обнаружения дефектов. Такие тесты проводились на самолетах A320 и A380 и включали процедуры, которые будут использоваться станцией технического обслуживания датчиков.

Список литературы:

1. Baxter, W. J. (1977), Metallurgical Transactions, 8A, p. 899–904.

2. Baxter, W. J. (1979). Exoelectron Measurement of the Rate of Development of Fatigue, Fatigue of Engineering Materials and Structures, 1, p. 343–350.

3. Baxter, W. J. (1982). Oxide films: Quantitative Sensors for Metal Fatigue, General Motors Report GMR-3958.

4. Baxter, W. J. (1983). Gel Electrode Imaging of Fatigue Cracks in Aluminium Alloys, Int. J. Fatigue, January, p. 37–42.

5. Baxter, W. J. (1984). Repeatability of Gel Electrode Measurements of Fatigue Deformation in 6061-T6 Aluminium, Int. J. Fatigue, 6, p. 243–252.

6. Burke, S. K., Rose, L. R. F., Scala, C. M., (1994). Novel Approach for Detecting Distributed Surface-Breaking Cracks, Appl. Phys. Lett., 65, p. 1349–1351.

7. Caskey, G. R. Jr., (1981). Tritium Autoradiography, Advanced Techniques for Characterizing Hydrogen in Metals, Ed. N.F. Fiore and B.J. Berkowitz, (1981), p. 61–75.

Научный руководитель – Игнатович С. Р., д-р техн. наук, проф

Савицкая И. В., Бельская А. А., Мазуркевич В. Б.
 Национальный авиационный университет, Киев

ЛИНЕЙНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗОЛИРОВАННОГО ПРОДОЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ПАРЫ ДИСТАНЦИОННО ПИЛОТИРУЕМЫХ ВЕРТОЛЁТОВ ОДНОВИНТОВОЙ СХЕМЫ С МОНОГРУЗОМ

Линейная математическая модель (ММ) получена в результате линеаризации ММ изолированного продольного движения, выделенного при определенных допущениях из модели пространственного движения с учётом влияния моногруза в уравнениях сил. Линейная ММ продольного канала вертолета может быть использована при моделировании собственных движений вертолетов в продольном канале с моногрузом, а также при синтезе систем управления различными режимами работы

Пространственное движение пары вертолётов в кильватерном строю с моногрузом на общей подвеске

Дистанционно управляемый вертолет необходимо рассматривать как наиболее технологически простое и недорогое изделие. В таком случае целесообразно использовать

одновинтовую компоновку с хвостовым рулевым винтом, имеющим электрический привод. Схема сил и моментов, действующих на вертолеты с общей подвеской в кильватерном строю при стабилизации барометрической высоты, представлена на рис. 1.

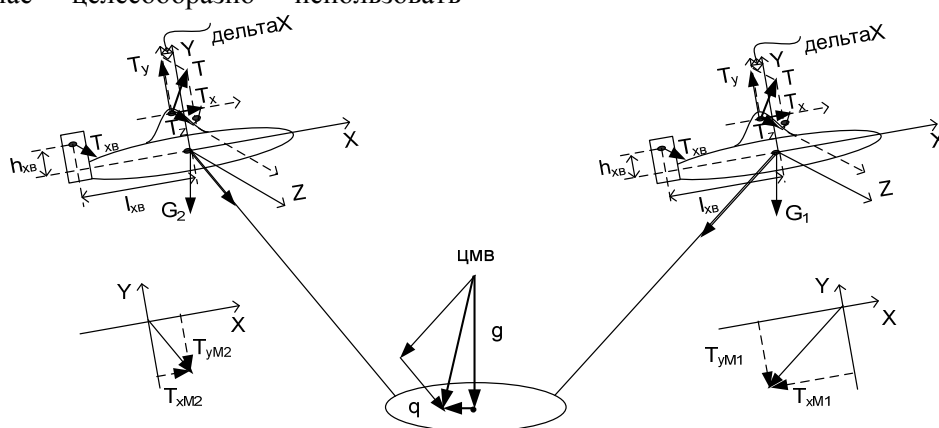


Рис.1. Два вертолета в кильватерном строю с моногрузом

Пренебрегая упругостью конструкции фюзеляжа, полагая, что скорость ветра равна нулю (путевая и воздушная скорости равны), а оси системы координат OXYZ направлены по главным осям инерции вертолёта (все центробежные моменты инерции равны нулю), составим уравнения пространственного движения (три уравнения равновесия сил и три уравнения равновесия моментов) предполагая при этом, что Земля плоская и не вращается:

$$\begin{aligned} m(\dot{V}_x + \omega_y V_z - \omega_z V_y) &= T_x + R_x - mg \sin \vartheta \cos \gamma - T_{xM1}; \\ m(\dot{V}_y + \omega_z V_x - \omega_x V_z) &= T_y + R_y - mg \cos \vartheta \cos \gamma; \\ m(\dot{V}_z + \omega_x V_y - \omega_y V_x) &= T_z + R_z + T_{xв} + mg \cos \vartheta \sin \gamma - T_{yM1}; \\ I_x \dot{\omega}_x + (I_z - I_y) \omega_y \omega_z &= T_z h_{нв} - T_{xв} h_{хв} + M_x^a; \\ I_y \dot{\omega}_y + (I_x - I_z) \omega_x \omega_z &= M_{pнв} - T_{xв} (b_{хв} - \Delta x) - T_z \Delta x + M_y^a; \\ I_z \dot{\omega}_z + (I_y - I_x) \omega_x \omega_y &= M_{pхв} - T_x h_{нв} + T_y \Delta x + M_z^a. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь I_x, I_y, I_z – основные моменты инерции вертолёта; ϑ, γ – углы тангажа и крена фюзеляжа вертолёта; $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ – угловые скорости фюзеляжа; T_x, T_y, T_z – составляющие вектора тяги несущего винта; $T_{xв}$ – тяга хвостового винта; $M_{pнв}, M_{pхв}$ – реактивные моменты несущего и хвостового винтов; M_x^a, M_y^a, M_z^a – аэродинамические моменты, воздействующие на фюзеляж; V_x, V_y, V_z – составляющие воздушной скорости вертолёта V ; R_x, R_y, R_z – проекции аэродинамических сил на связанные оси;

T_{xMi}, T_{yMi} – суммарная реакция веса и аэродинамического сопротивления моногруза.

Аэродинамические силы, действующие на фюзеляж, определяются в скоростной системе координат. Их проекции на связанные оси равны:

$$\begin{aligned} R_x &= X_a \cos \beta \cos \alpha - Y_a \sin \alpha - Z_a \sin \beta \cos \alpha; \\ R_y &= -X_a \cos \beta \sin \alpha + Y_a \cos \alpha - Z_a \sin \beta \sin \alpha; \\ R_z &= X_a \sin \beta + Z_a \cos \beta. \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь α, β – углы атаки и скольжения вертолѐта. Так как интенсивное маневрирование при решении задач мониторинга не предполагается, то разделим пространственное движения вертолѐта на два изолированных движения – продольное и боковое. Кроме того, при линеаризации этих уравнений будем считать,

что скорость вращения несущего винта Ω_{nv} стабилизирована

Линеаризация математической модели продольного движения вертолѐта

При отсутствии ветра земная и воздушная скорости равны. Поэтому уравнения продольного движения в связанной системе координат имеют вид:

$$\begin{aligned} m(\dot{V}_x - V_y \omega_z) &= X; \\ m(\dot{V}_y + V_x \omega_z) &= Y; \\ I_z \omega_z &= M_z. \end{aligned} \quad (3)$$

В правых частях уравнений (3) обозначены продольные суммарные силы и момент, действующие на вертолѐт в соответствии с уравнениями (1) и (2).

Определим линейные приращения этих сил и момента

$$\begin{aligned} \Delta X &= \left(\frac{\partial X}{\partial V_x} \right)_0 \Delta V_x + \left(\frac{\partial X}{\partial V_y} \right)_0 \Delta V_y + \left(\frac{\partial X}{\partial \omega_z} \right)_0 \Delta \omega_z + \left(\frac{\partial X}{\partial \vartheta} \right)_0 \Delta \vartheta + \left(\frac{\partial X}{\partial \chi} \right)_0 \Delta \chi + \left(\frac{\partial X}{\partial \varphi_0} \right)_0 \Delta \varphi_0; \\ \Delta Y &= \left(\frac{\partial Y}{\partial V_x} \right)_0 \Delta V_x + \left(\frac{\partial Y}{\partial V_y} \right)_0 \Delta V_y + \left(\frac{\partial Y}{\partial \omega_z} \right)_0 \Delta \omega_z + \left(\frac{\partial Y}{\partial \vartheta} \right)_0 \Delta \vartheta + \left(\frac{\partial Y}{\partial \chi} \right)_0 \Delta \chi + \left(\frac{\partial Y}{\partial \varphi_0} \right)_0 \Delta \varphi_0; \\ \Delta M_z &= \left(\frac{\partial M_z}{\partial V_x} \right)_0 \Delta V_x + \left(\frac{\partial M_z}{\partial V_y} \right)_0 \Delta V_y + \left(\frac{\partial M_z}{\partial \omega_z} \right)_0 \Delta \omega_z + \left(\frac{\partial M_z}{\partial \vartheta} \right)_0 \Delta \vartheta + \left(\frac{\partial M_z}{\partial \chi} \right)_0 \Delta \chi + \left(\frac{\partial M_z}{\partial \varphi_0} \right)_0 \Delta \varphi_0. \end{aligned} \quad (4)$$

$$\Delta(V_y \omega_z)_0 = V_{y0} \Delta \omega_z + \omega_{z0} \Delta V_y; \Delta(V_x \omega_z)_0 = V_{x0} \Delta \omega_z + \omega_{z0} \Delta V_x; \omega_{z0} = 0, V_{x0} = V, V_{y0} = 0.$$

Здесь χ – угол отклонения автомата перекоса в продольном канале; φ_0 – общий шаг несущего винта, индекс «0» определяет точку линеаризации.

Записываем исходное уравнение в нормальной безразмерной форме. Для этого делим первое и второе уравнение на mV , а третье – на $I_z L/V$. Обозначим $\Delta V_x/V = V_x$, $\Delta V_y/V = V_y$, $\Delta \omega_z L/V = \omega_z$,

$\Delta \chi = \chi$, $\Delta \varphi_0 = \varphi$. Используя эти обозначения, систему линеаризованных уравнений

$$\begin{aligned} a_{11} &= a_x^{V_x} = \frac{1}{m} \left(\frac{\partial X}{\partial V_x} \right)_0, a_{12} = a_x^{V_y} = \frac{1}{m} \left(\frac{\partial X}{\partial V_y} \right)_0, a_{13} = \left(a_x^{\omega_z} + \frac{V_{y0}}{L} \right) = \frac{1}{L} \left(\frac{1}{m} \left(\frac{\partial X}{\partial \omega_z} \right)_0 + V_{y0} \right)_0, a_{14} = a_x^{\vartheta} = \frac{1}{mV} \left(\frac{\partial X}{\partial \vartheta} \right)_0, \\ a_{21} &= a_y^{V_x} = \frac{1}{m} \left(\frac{\partial Y}{\partial V_x} \right)_0, a_{22} = a_y^{V_y} = \frac{1}{m} \left(\frac{\partial Y}{\partial V_y} \right)_0, a_{23} = \left(a_y^{\omega_z} - \frac{V_{x0}}{L} \right) = \frac{1}{L} \left(\frac{1}{m} \left(\frac{\partial Y}{\partial \omega_z} \right)_0 + V_{x0} \right)_0, a_{24} = a_y^{\vartheta} = \frac{1}{mV} \left(\frac{\partial Y}{\partial \vartheta} \right)_0, \\ a_{31} &= a_{m_z}^{V_x} = \frac{L}{I_z} \left(\frac{\partial M_z}{\partial V_x} \right)_0, a_{32} = a_{m_z}^{V_y} = \frac{L}{I_z} \left(\frac{\partial M_z}{\partial V_y} \right)_0, a_{33} = a_{m_z}^{\omega_z} = \frac{1}{I_z} \left(\frac{\partial M_z}{\partial \omega_z} \right)_0, a_{34} = \frac{L}{I_z V} \left(\frac{\partial M_z}{\partial \vartheta} \right)_0, a_{43} = \frac{V}{L}, \\ b_{11} &= a_x^{\chi} = \frac{1}{mV} \left(\frac{\partial X}{\partial \chi} \right)_0, b_{12} = a_x^{\varphi} = \frac{1}{mV} \left(\frac{\partial X}{\partial \varphi} \right)_0, b_{21} = a_y^{\chi} = \frac{1}{mV} \left(\frac{\partial Y}{\partial \chi} \right)_0, b_{22} = a_y^{\varphi} = \frac{1}{mV} \left(\frac{\partial Y}{\partial \varphi} \right)_0, \\ b_{31} &= a_{m_z}^{\chi} = \frac{L}{I_z V} \left(\frac{\partial M_z}{\partial \chi} \right)_0, b_{32} = a_{m_z}^{\varphi} = \frac{L}{I_z V} \left(\frac{\partial M_z}{\partial \varphi} \right)_0. \end{aligned}$$

Систему уравнений продольного движения вертолѐта представим в матричной форме

$$\dot{y} = Ay + B\Delta. \quad (6)$$

продольного канала вертолѐта в отклонениях запишем виде

$$\begin{aligned} \dot{V}_x &= a_x^{V_x} V_x + a_x^{V_y} V_y + \left(a_x^{\omega_z} + V_{y0}/L \right) \omega_z + a_x^{\vartheta} \vartheta + a_x^{\chi} \chi + a_x^{\varphi} \varphi, \\ \dot{V}_y &= a_y^{V_x} V_x + a_y^{V_y} V_y + \left(a_y^{\omega_z} - V_{x0}/L \right) \omega_z + a_y^{\vartheta} \vartheta + a_y^{\chi} \chi + a_y^{\varphi} \varphi, \\ \dot{\omega}_z &= a_{m_z}^{V_x} V_x + a_{m_z}^{V_y} V_y + a_{m_z}^{\omega_z} \omega_z + a_{m_z}^{\chi} \chi + a_{m_z}^{\varphi} \varphi, \\ \dot{\vartheta} &= \omega_z. \end{aligned} \quad (5)$$

Коэффициенты системы уравнений (5) обозначим следующим образом:

Здесь $y = (V_x V_y \omega_z \vartheta)^T$ – вектор состояния;

$\Delta = (\chi \varphi)^T$ – вектор управления. Матрицы

A и B :

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 \\ 0 & 0 & a_{43} & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \\ b_{31} & b_{32} \\ 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Коэффициенты можно получить в процессе лётных испытаний или продувки модели вертолета в аэродинамической трубе. Можно произвести аналитический расчёт, применив принцип подобия, по известным

$$a_{11} = -1.38, a_{12} = -0.196, a_{13} = -0.2, a_{14} = -0.058, a_{21} = -0.05, a_{22} = -0.9, a_{23} = -0.1, a_{24} = -0.065,$$

$$a_{31} = -0.15, a_{32} = -0.2, a_{33} = -0.8, a_{43} = 60, b_{11} = 1.0, b_{12} = 2, b_{21} = -0.8, b_{22} = 0.3, b_{31} = 0.25, b_{32} = 0.01.$$

Синтез системы управления

Оператор управляет ведущим вертолетом, а ведомый имеет систему стабилизации своего положения относительно ведущего. Ниже будет рассмотрена система управления продольным движением головного вертолѐта в режиме маршрутного полѐта. Для удобства оператора синтезирована система с автономным управлением автоматом перекоса и общим

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 \\ 0 & 0 & a_{43} & 0 \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} -1.38 & -0.196 & -0.2 & -0.058 \\ -0.050 & -0.9 & -0.1 & -0.065 \\ -0.150 & -0.2 & -0.8 & 0 \\ 0 & 0 & 60 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \\ b_{31} & b_{32} \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1.0 & 2. \\ .6 & .3 \\ .25 & .01 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

2. Характеристическое уравнение получим, приравняв нулю определитель характеристической матрицы:

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad Q_1 = pE - A, \quad Q_1 = \begin{pmatrix} p+1.38 & .196 & .2 & -.058 \\ .05 & p+.9 & .1 & -.065 \\ .15 & .2 & p+.8 & 0 \\ 0 & 0 & -60 & p \end{pmatrix};$$

$$|Q_1| = p^4 + 3.08p^3 + 3.006p^2 + 2.238p + 1.397 = 0.$$

Корни характеристического уравнения вертолѐта равны

$$(-1.058, -1.927, -.04762 \pm .8252i).$$

Вертолѐт по продольному каналу находится вблизи колебательной границы устойчивости.

3. Для удобства оператора обеспечим автономное управление с помощью автомата перекоса и общего шага несущего винта

аэродинамическим характеристикам вертолета соответствующей компоновки.

Пусть параметры вертолета равны: $m = 250$ кг, $I_z = 200$ Нс²м, $L = 0.5$ м – расстояние от передней кромки фюзеляжа до центра масс. Скорость полѐта $V = 30$ мс⁻¹.

Для дистанционно управляемого вертолета, с компоновкой известной модели МИ-1 в соответствии с принципом подобия были рассчитаны элементы матриц (7). Результаты расчётов:

шагом несущего винта в продольном канале. Синтез производился с использованием программного пакета MathCad.

1. Систему уравнений (6) представим виде

$$\dot{y} = Ay + B\Delta_1 + f_1. \quad (8)$$

Здесь $y = (v_1 v_2 \omega_3 \vartheta)^T$ – вектор состояния,

$\Delta_1 (\chi \varphi_1)$ – вектор управления. Матрицы равны:

Замкнутая система «Вертолѐт+САУ» описывается матричным уравнением

$$\dot{y} = C_1 y + K_1 U_{13} + f_1. \quad (9)$$

Здесь U_{13} – вектор заданных управлений, C_1 – матрица системы «Вертолѐт+САУ», K_1 – матрица коэффициентов усиления каналов САУ, T_{11}, T_{12}, T_{13} – постоянные времени автономных каналов,

$$U_{13} = \begin{pmatrix} v_{13} \\ v_{23} \\ \omega_{33} \end{pmatrix}, \quad C_1 = \begin{pmatrix} c_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c_{13} & 0 \\ 0 & 0 & a_{43} & 0 \end{pmatrix}, \quad c_{11} = c_{12} = -2, c_{13} = -1, \quad K_1 = \begin{pmatrix} k_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & k_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_{13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$k_{11} = k_{12} = 1.5, k_{13} = 2; T_{11} = -1/c_{11} = .5c, T_{12} = -1/c_{12} = .5c, T_{13} = -1/c_{13} = 1c.$

4. Приравняв правые части уравнений (8) и (9), определим вектор управлений $D_1(\chi \varphi_1)$:

$$Ay + BD_1 + f = C_1 y + K_1 U_3 + f_1. \quad (10)$$

Матрица B прямоугольная, поэтому приближенное решение уравнения (10) ищем через псевдообратную относительно B матрицу

$$M_1 = (B^T B)^{-1} B^T = \begin{pmatrix} -0.286 & 1.868 & 1.235 & 0 \\ .712 & -1.38 & -.958 & 0 \end{pmatrix}.$$

Решением уравнения (10) будет

$$D_1 = (B^T B)^{-1} B^T [(C_1 - A)y + K_1 U_3].$$

Законы управления соответствуют строчкам полученного выше решения:

$$\begin{aligned} \chi &= -.4296v_{13} + 2.802v_{23} + 2.469\omega_{33} + .4562v_1 - 1.864v_2 - .1174\omega_3 - .1059, \\ \varphi_1 &= 1.0686v_{13} - 2.071v_{23} - 1.916\omega_{33} - .6541v_1 + 1.466v_2 + .196\omega_3 + .048799. \end{aligned} \quad (11)$$

Законы управления (11) были реализованы в системе Matlab-Simulink, структура модели представлена на рис. 2.

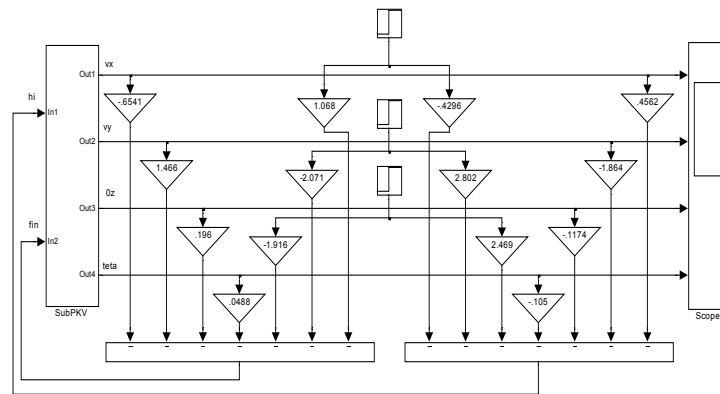


Рис.2. Структурная схема модели продольного канала системы «САУ- пара вертолетов»

В левой стороне рисунка изображен блок «SubPKV», который соответствует продольному

каналу вертолѣта, уравнения (6). Структурная схема модели представлена на рис.3

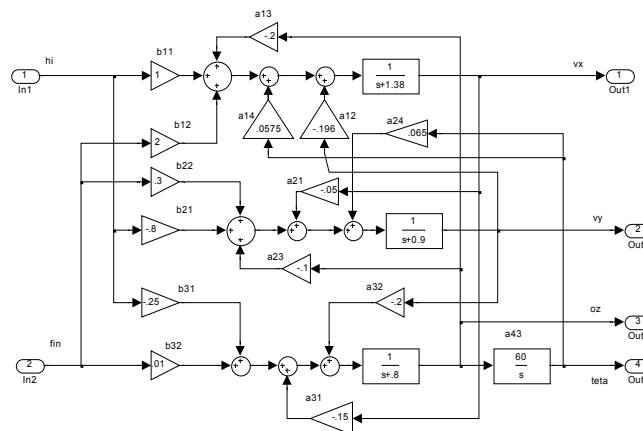


Рис.3. Структурная схема модели продольного канала вертолѣта

УДК 519.6:621. (045)

Товкач С. С., Єнчев С. В.

Національний авіаційний університет, Київ

АДАПТИВНИЙ ВЕЙВЛЕТ-ФІЛЬТР ДЛЯ АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЇ В ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

Стаття присвячена питанням вейвлет-фільтрації сигналів отриманих з датчиків електронних систем керування авіаційними газотурбінними двигунами. Розглядається задача побудови адаптивного фільтра на основі вейвлету Добеші. Наводяться оцінені середньоквадратичні значення похибки фільтрації пропонованого фільтра на основі вейвлету Добеші

Вступ. В останні роки актуальним стало питання модернізації авіаційної техніки, у тому числі шляхом модернізації двигунів та їх систем автоматичного керування (САК). Задача полягає в отриманні максимального ефекту з мінімальними матеріальними затратами. Зокрема, при збереженні тих же функцій, вартість САК вдається скоротити шляхом застосування сучасної дешевшої елементної бази і скорочення числа електронних блоків, задіяних в САК. Поряд з цим з'являється можливість поліпшити якість роботи САК шляхом доопрацювання і ускладнення алгоритмів управління, вдосконалення системи діагностики, ввести облік напрацювання та технічного стану двигуна. Розробка нових і адаптація наявних математичних методів в процесі створення САК газотурбінних двигунів (ГТД) є актуальною задачею. Вона комплексна і зводиться на різних етапах до вирішення різних математичних та інженерних задач. Відомо, що отримані дані з реальних двигунів найчастіше зашумлені, виникає питання обробки даних, виділення корисного сигналу.

Постановка проблеми. З огляду на це пропонується новий підхід, заснований на перевагах вейвлет-аналізу зашумленого сигналу з перешкодою і використанням адаптивно-порогової техніки, що дає можливість встановити поріг на основі параметрів, що характеризують статистичні властивості сигналу з шумом. Адаптивні пристрої обробки даних відрізняються наявністю певного зв'язку параметрів передавальної функції з параметрами вхідних, вихідних та інших додаткових сигналів. Ці властивості адаптивних систем дозволяють приймальній системі «самій» настроюватися на оптимальну обробку сигналів. В основному адаптивна фільтрація застосовується для

очищення даних від нестабільних заважаючих сигналів і шумів, що перекриваються спектром зі спектром корисних сигналів. Також адаптивна фільтрація може застосовуватися, коли смуга заважаючих частот невідома, змінна і не може бути задана заздалегідь для розрахунку параметричних фільтрів. Ці властивості роблять адаптивні системи найбільш придатними для обробки сигналів з малим відношенням сигнал / шум [1]. Проте результати застосування адаптивної фільтрації для аналізу сигналів в значній мірі залежать як від відношення сигнал / шум, так і від властивостей самого сигналу. Крім того, найбільш слабким місцем є вибір порогу при необхідності усунення перешкоди і діагностики корисного сигналу.

Розробка адаптивного вейвлет-фільтра. Вейвлет-перетворення широко застосовують для аналізу сигналів та стиску інформації. Вейвлети необхідні у багатьох дослідженнях. Їх використовують у тих випадках, коли результат аналізу деякого сигналу повинен містити не лише просте перелічення його характерних частот (масштабів), але і відомості про визначені локальні координати, при яких ці частоти себе виявляють. Отже, аналіз і обробка нестационарних (в часі) або неоднорідних (в просторі) сигналів різних типів є основним полем застосування вейвлет-аналізу. Область використання вейвлетів не обмежується аналізом властивостей сигналів і полів різноманітної природи, отриманих чисельно, в експерименті або при спостереженні. Вейвлети починають застосовуватися і для прямого чисельного моделювання як ієрархічний базис [1], який добре пристосований для опису динаміки складних нелінійних процесів, що характеризуються взаємодією збурень у широких діапазонах просторових і часових частот.

Розглянемо адаптивну фільтрацію спостережуваного сигналу, одержуваного на виході вимірювального пристрою (ВП).

Припустимо, що на вхід адаптивного фільтру (АФ) на основі вейвлету Добеші надходить корисний сигнал на $x(t)$, на який накладається похибка ВП $v(t)$, так що вхідний спостережуваний сигнал $y(t)$ має вигляд:

$$y(t) = x(t) + v(t). \quad (1)$$

Детермінований корисний сигнал $x(t)$ описується виразом

$$x(t) = A \sin(2\pi f_0 t), \quad (2)$$

де $f_0 = \frac{1}{T_0}$. Тут A – невідома амплітуда; f_0 – відома частота, Гц; T_0 – період гармонічних коливань.

Кореляційна функція $v(t)$ описується співвідношенням

$$K_v(\tau) = C \cdot \delta(\tau), \quad (3)$$

де $\delta(\tau)$ – узагальнена дельта-функція; C – невідома інтенсивність білого шуму. Таким чином, невідомі параметр A сигналу $x(t)$ і параметр C кореляційної функції $K_v(\tau)$.

Необхідно шляхом відповідної обробки (фільтрації) зменшити вплив похибки ВП $v(t)$. Зі співвідношення (1) маємо

$$y[i] = x[i] + V[i], \quad i = \overline{1, n_2}, \quad (4)$$

де $y[i] = y(t_i)$; $x[i] = x(t_i)$; $V[i] = V(t_i)$; $t_i = i\Delta t$; Δt – інтервал дискретності вимірювання сигналу $y(t)$.

Сигнал $V[i]$ є дискретний білий шум з нульовим математичним сподіванням і дисперсією σ_v^2 [2,3]:

$$\sigma_v^2 = \frac{C}{\Delta t}. \quad (5)$$

Отже, $V[i]$ є послідовність незалежних нормально розподілених випадкових величин з параметрами $(0, \sigma_v^2)$.

Розглянемо побудову АФ на основі ортогонального вейвлету Добеші. Вейвлет-перетворення застосовується, зокрема, для фільтрації сигналів. У вейвлетному перетворенні в якості вагових коефіцієнтів значень сигналу виступають вейвлетні функції [3]. Вейвлети характеризуються своїм часовим і частотними образами. Часовий образ визначається деякою

psi-функцією $\psi(t)$ часу. А частотний образ визначається її Фур'є-образом $\psi(\omega)$, який задає огинаючу спектра вейвлету [4]. Фур'є-образ визначається виразом:

$$\psi(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} \psi(t) e^{-i\omega t} dt. \quad (6)$$

Вибираємо для адаптивної фільтрації сигналу $y[i]$, $i = \overline{1, n_2}$ вейвлет Добеші. АФ на основі вейвлета Добеші будемо будувати на базі пакету розширення системи MatLab 7.0 Wavelet Toolbox [4].

Функція $m = wden(y, tptr, sorh, scal, N, 'wname')$ повертає очищений від шуму сигнал m , отриманий обмеженням вейвлет-коефіцієнтів перетворення вхідного сигналу y . Рядок $tptr$ задає правило вибору порогу. Було вибрано правильно 'heursure', що означає евристичний варіант алгоритму Штейна незміщеної оцінки ризику. Параметр $sorh$ приймав значення 's', що відповідає вибору гнучкого порогу для видалення шумів шляхом обмеження вейвлет-коефіцієнтів. Рядок $scal$ визначає мультиплікативне порогове перемасштабування (якщо шум поза межами $[0,1]$ або не білий). Було вибрано значення 'sln', що відповідає перемасштабу з використанням єдиної оцінки рівня шуму, заснованого на коефіцієнтах першого рівня. Параметр 'wname' задає ім'я вейвлета. Було вибрано значення 'db10', що відповідає вейвлету Добеші. Параметр N означає рівень декомпозиції або кількість коефіцієнтів вейвлет-перетворення. Було вибрано $N = 8$.

Таким чином, АФ на основі вейвлета Добеші в системі MatLab 7.0 реалізується програмно у вигляді команди:

$$m = wden(y, 'heursure', 's', 'sln', 8, 'db10').$$

Сигнал на виході АФ $m[i]$, $i = \overline{1, n_2}$ – являє собою сигнал $y[i]$, $i = \overline{1, n_2}$ на вході фільтра, очищений від шуму.

Процедура видалення шуму полягає у видаленні складової шуму в сигналі $y[i]$, $i = \overline{1, n_2}$ і відновленні складової $x[i]$, $i = \overline{1, n_2}$ і включає в себе три кроки [4]:

1. Розкладання. Вибір вейвлета та рівня декомпозиції N . Вейвлет-розклад сигналу $y[i]$, $i = \overline{1, n_2}$.

2. Деталізація. Для кожного рівня від 1 до N вибирається певний поріг і застосовується гнучкий поріг для деталізуючих коефіцієнтів.

3. Відновлення. Вейвлет-відновлення, засноване на вихідних коефіцієнтах апроксимації на рівні N , модифікація детальних коефіцієнтів на рівнях від 1 до N .

Визначимо помилку фільтрації для АФ на основі вейвлету Добеші. Маємо:

$$\varepsilon[i] = m[i] - x[i], i = \overline{1, n_2}. \quad (7)$$

Позначимо через $\mathcal{E}_\varepsilon$ оцінку середньоквадратичного значення помилки фільтрації для АФ на основі вейвлету Добеші. Величина $\mathcal{E}_\varepsilon$ обчислюється за формулою:

$$\mathcal{E}_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} \varepsilon^2[i]}. \quad (8)$$

Величина $\mathcal{E}_\varepsilon$ характеризує якість роботи АФ на основі вейвлету Добеші.

АФ на основі вейвлету Добеші був змодельований на ЕОМ за допомогою програмного продукту MatLab 7.0 [5]. Були прийняті наступні значення параметрів: $\Delta t = 0,01$; $f_0 = 0,5$; $T_0 = 2$; $n_2 = 1000$; $A = 5$. Параметр σ_v приймав значення 1, 2, 3, 4, 5, 10. Результати моделювання наведені в табл. 1 і на рис. 1-4.

Таблиця 1

Результати моделювання

σ_v	wname	N	$\mathcal{E}_\varepsilon$	$\sigma_v / \mathcal{E}_\varepsilon$
1	'db10'	8	0,06	16,67
2	'db10'	8	0,09	22,22
3	'db10'	8	0,23	13,04
4	'db10'	8	0,33	12,12
5	'db10'	8	0,45	11,11
10	'db10'	8	2,08	4,81

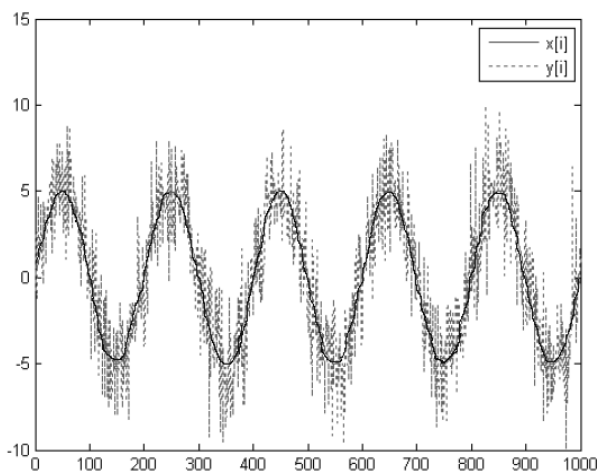


Рис.1. Графіки $x[i], y[i], i = \overline{1, n_2}$ для $\sigma_v = 2$

На рис. 1 для $\sigma_v = 2$ приведені графіки $x[i], y[i], i = \overline{1, n_2}$.

На рис. 2 для $\sigma_v = 2$ показані графіки $x[i], m[i], i = \overline{1, n_2}$.

На рис. 3 для $\sigma_v = 5$ наведені графіки $x[i], y[i], i = \overline{1, n_2}$.

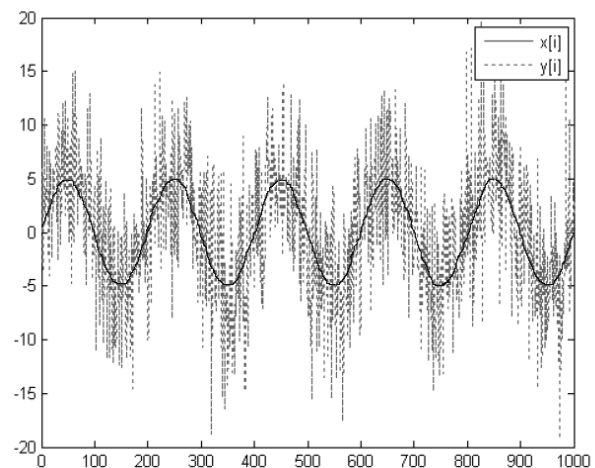


Рис.3. Графіки $x[i], y[i], i = \overline{1, n_2}$ для $\sigma_v = 5$.

На рис. 4 для $\sigma_v = 5$ показані графіки $x[i], m[i], i = \overline{1, n_2}$.

На рис. 5 показана пропонується блок-схема адаптивної вейвлет-фільтрації. Фільтрація сигналу виконується наступним чином:

- збір даних зразкового сигналу, розклад (декомпозиція) сигналу по базисним вейвлет-функціям;

• обчислення порогів функції для кожної смуги розкладу в залежності від статистичних властивостей сигналу за даними дисперсії відповідно до формули $T_{adn,j} = \sigma_j \sqrt{2 \log n}$, де

$\sigma_j^2 = Dx_j$ – дисперсія вейвлет-коефіцієнтів у j -й смугі;

- порогова обробка коефіцієнтів;
- зворотнє вейвлет-перетворення.

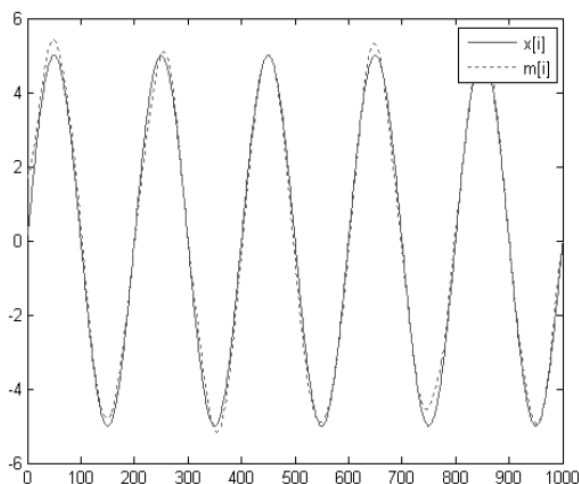


Рис.2. Графіки $x[i], m[i], i = \overline{1, n_2}$ для $\sigma_v = 2$

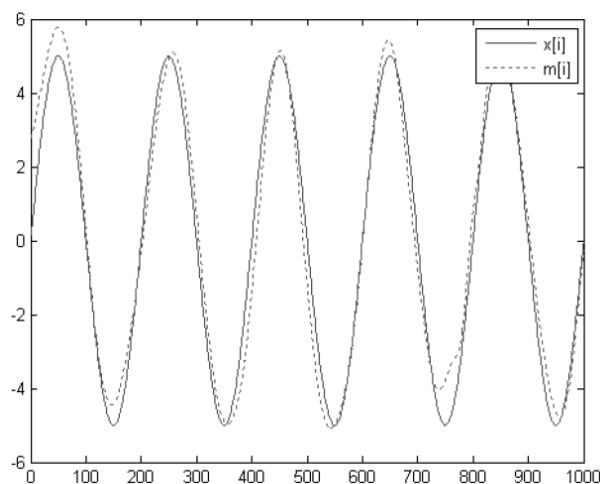


Рис.4. Графіки $x[i], m[i], i = \overline{1, n_2}$ для $\sigma_v = 5$.

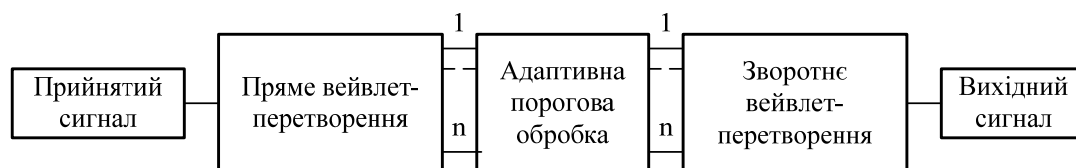


Рис.5. Блок-схема адаптивної вейвлет-обробки сигналу

Висновок

Таким чином, виконано побудову АФ на основі вейвлету Добеші, зроблена оцінка якості роботи цього фільтра. Розроблений вейвлет-фільтр дозволяє проводити спектральний аналіз реальних сигналів, отриманих в результаті проведення експериментальних досліджень. Застосування вейвлет-перетворення дозволяє детально розглядати сигнал, досліджувати ті області сигналу, які можуть містити інформацію про пошкодження. Цей метод дозволяє діагностувати пошкодження на ранніх стадіях, коли вони не помітні при зовнішньому огляді. Подальший розвиток цієї області дозволить виявляти дефекти і місця їх дислокації, знижуючи експлуатаційні витрати та дозволить найбільш ефективно використовувати двигуни.

Список літератури

1. Малла С. Вэйвлеты в обработке сигналов: Пер. с англ. / С. Малла – М.: Мир, 2005. – 671 с.
2. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем / В.И. Тихонов, В.Н. Харисов. – М.: Наука, 1991. – 100 с.
3. Пахомов Г.И., Пахомов Ю.Г. Применение вейвлетов для обработки сигналов // Вестник ПГТУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления / Г.И. Пахомов, Ю.Г. Пахомов. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 86 с.
4. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практики / В.П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-Р, 2002. – 440 с.
5. Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н. MatLab 7.0 / И.Е. Ануфриев, А.Б. Смирнов, Е.Н. Смирнова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.
6. Гуревич О.С. Управление авиационными газотурбинными двигателями / Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ, 2001. – 100 с.

Ivanenko M. S., Lobanov R. I.
National Aviation University, Kyiv

MODELING OF ADS-B MESSAGES TRANSMISSION VIA IRIIDIUM SATELLITES COMMUNICATION CHANNEL

In this article the idea of ADS-B message transmission via communication channel by means of Iridium satellites was considered. The transmission model based on real parameters was created and investigated.

With the continuous aviation development amount of flights through the Poles and regions with reduced radar coverage grows annually due to its economic efficiency. So aviation met the challenge that consists mainly in conversion from ground-based CNS systems that are not available at any point of the globe and expensive at service to satellite-based systems that are cheap at service and cover 100% of the Earth. This conversion will be beneficial for either airspace users due to decreased air navigation service cost and air navigation service providers due to low cost of equipment maintenance and constant awareness of air traffic situation in any point over the globe.

1. General formulation of the problem

An ADS-B-equipped aircraft determines its own position and periodically broadcasts (about once a second) this position and other relevant information to ground stations and other aircraft equipped with ADS-B technology. Position and velocity vector are derived

from the Global Positioning System (GPS) or a Flight Management System (FMS). The special interest consists in ADS-B messages transmission via the Iridium satellite constellation, because there are 66 satellites at an altitude of 780 km that cover 100 % of the Earth surface. These significantly result in elimination of message transmission delay and high satellites availability. Iridium satellites are able to perform intersatellite connection with 4 satellites simultaneously transmitting data at a rate of 10 Mbit/s.

2. Communication channel modeling

For modeling of ADS-B message transmission via communication channel by means of Iridium satellites the computer program NetCracker® Professional is used [1]. Communication channel model (fig.1) consists of the following components: airborne stations that are aircraft ADS-B systems, Iridium satellite and ground ATC center. The model parameters are set according to the real parameters of the Iridium satellites and ADS-B system [2].

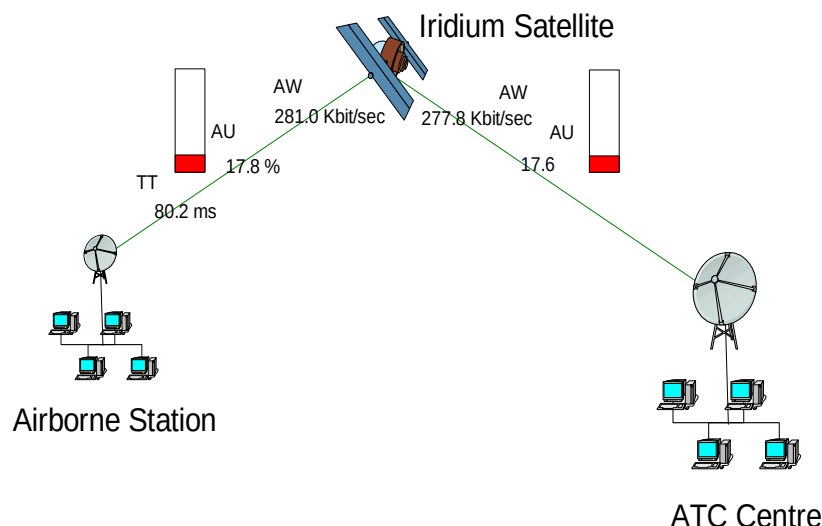


Fig. 1. ADS-B message transmission via communication channel by means of Iridium satellites modeling

For model analysis the parameters of average workload (AW) of the link, its average utilization (AU) and travel time (TT) of traffic between airborne station and ground ATC station were chose. Analysis of this

model reveals that connection of each additional ACFT involves increase of average workload (fig. 2, a) and average utilization (fig. 2, b) of the link.

The saturation point of the link is reached when 13 ACFT are connected. It means that communication channel constructed with a given parameters is able to

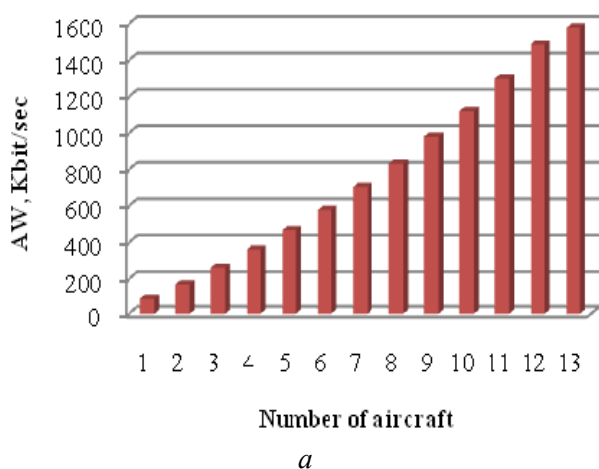
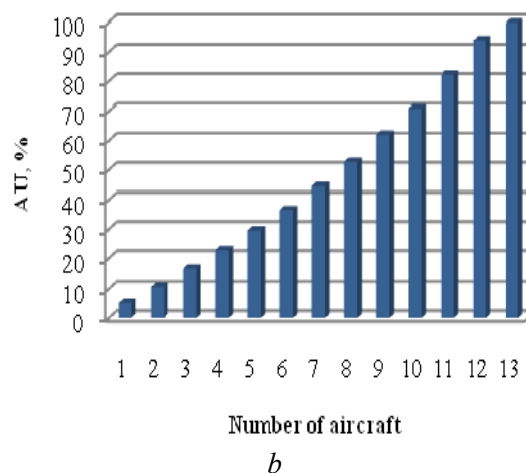


Fig. 2, AW/Number of ACFT dependence (a)

serve 13 ACFT simultaneously. That is not enough for aviation purposes. So the problem is how link capacity can be increased.



AU/Number of ACFT dependence (b)

3. Investigation of modeling results

For solution of the problem it is important to highlight what average workload, average utilization and travel time influence and depend on. For this purpose the simplified model with one airborne ADS-B system is investigated. Analysis reveals that average workload, average utilization and travel time depend on: Transaction Size, Time Between Transactions, Link Latency and Link Bandwidth. In its turn, average workload, average utilization and travel time influence Bit Error Rate and Packet Fail Chance.

Such parameters as transaction size, link latency, bit error rate and packet fail chance are the subjects of profound analysis in this article.

Transaction Size (TS)

The transaction size of airborne ADS-B system – Iridium satellite – ATC center link influences the investigated parameters. Average workload and average utilization increase constantly with transaction size increasing (fig. 3, a, b). Their marginal values are achieved when transaction size equals to 90 Kbits. The Travel Time rapidly increases in the beginning. As from 1000 bytes moderate growth is observed with increasing of transaction size (fig. 3, c). Models of 1000 bytes transaction size and 3500 bytes transaction size are compared in fig. 3, d.

Link Latency (LL)

Latency of airborne ADS-B system – Iridium satellite link affects travel time in a way represented on fig. 4, a. Average workload and average utiliza-

tion don't depend on link latency. One the engineer's purpose should be the reduction of latency as far as it is possible to decrease travel time as this parameter influences the message transmission effectiveness. Changes of models' indicators during the latency increase are shown in the fig. 4, b.

Bit Error Rate (BER)

Average workload influenced by transaction size, time between transactions, link latency and link bandwidth affects bit error rate (fig. 5, a). This impact causes the average utilization and travel time changing (fig. 5, b, c). The analysis reveals that pattern of change of investigated parameters doesn't depend on the type of protocol. The models' comparison (fig 5, d) shows the disability of the link – at BER equals 0,07 % average utilization is already 100% that means that link is not available for message transmission any more.

Packet Fail Chance (PFC)

The Packet Fail Chance of Iridium satellite is affected by average workload as well (fig. 6, a), that causes the changes in average workload of the link and travel time of transmission (fig. 6, b, c). Packet Fail Chance shows up the reliability of the satellites, that's why the AW should be held on a suitable level for refusal number decreasing.

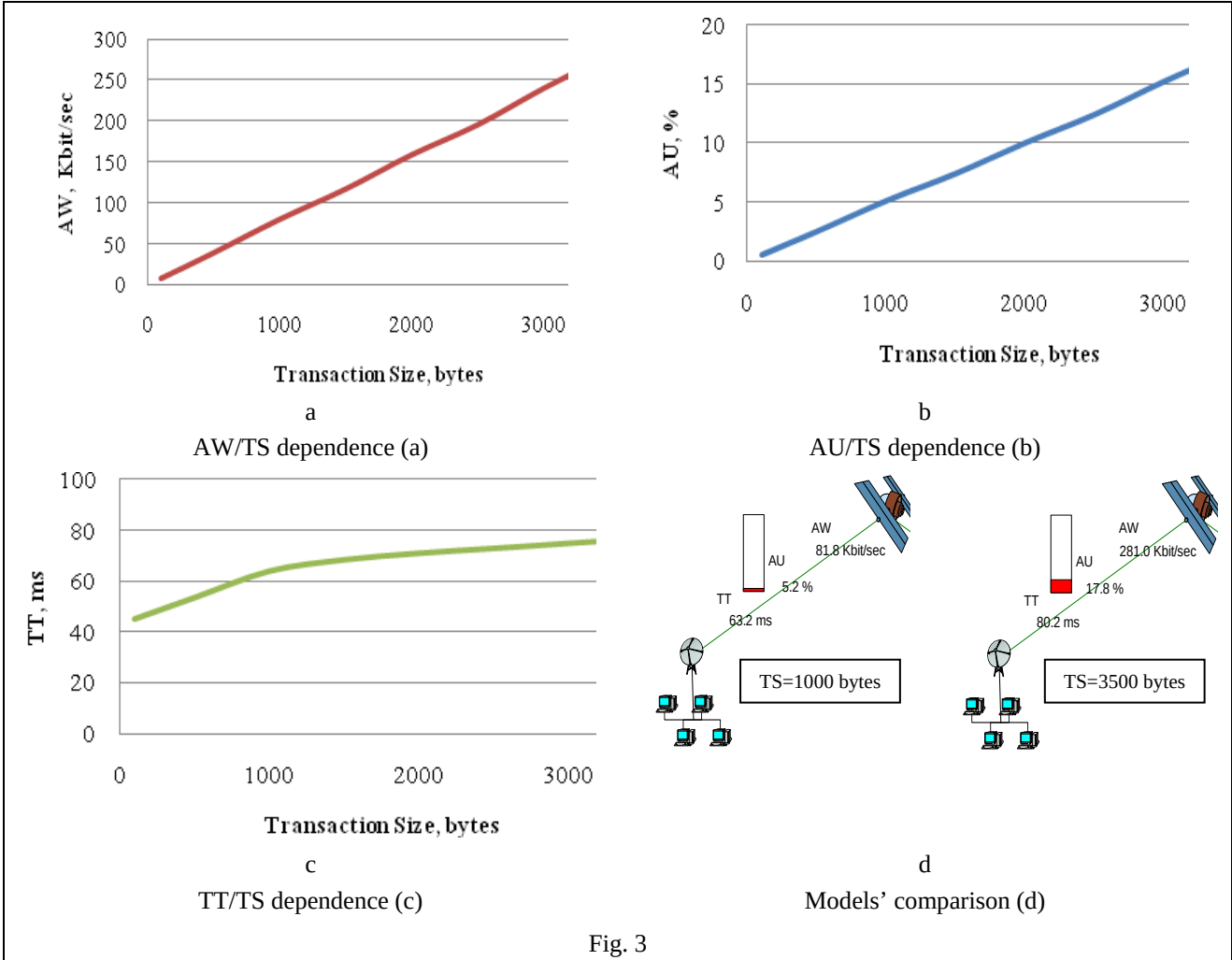


Fig. 3

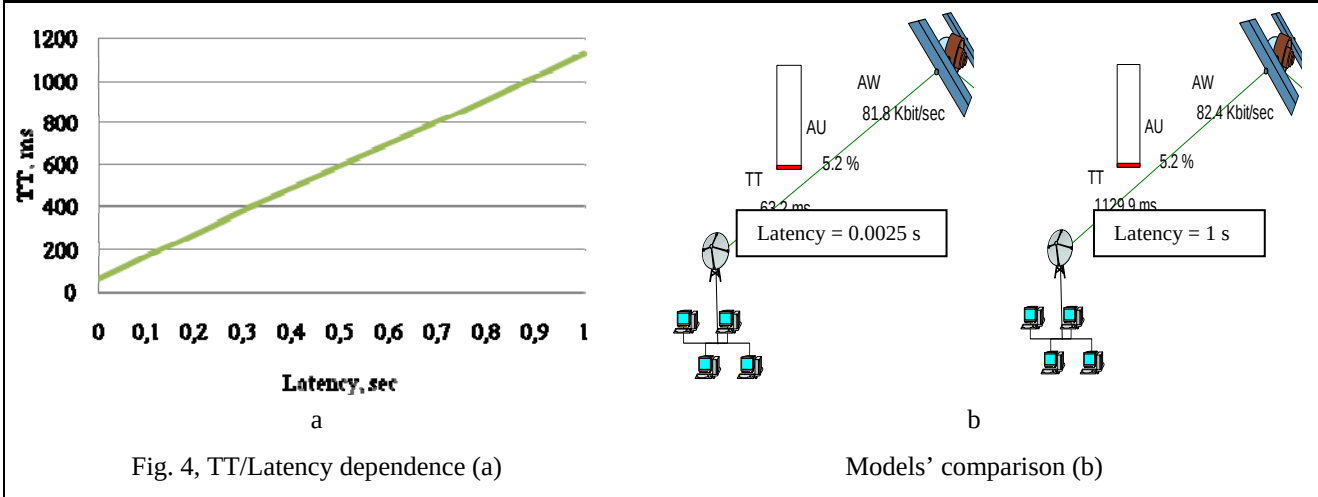


Fig. 4, TT/Latency dependence (a)

Models' comparison (b)

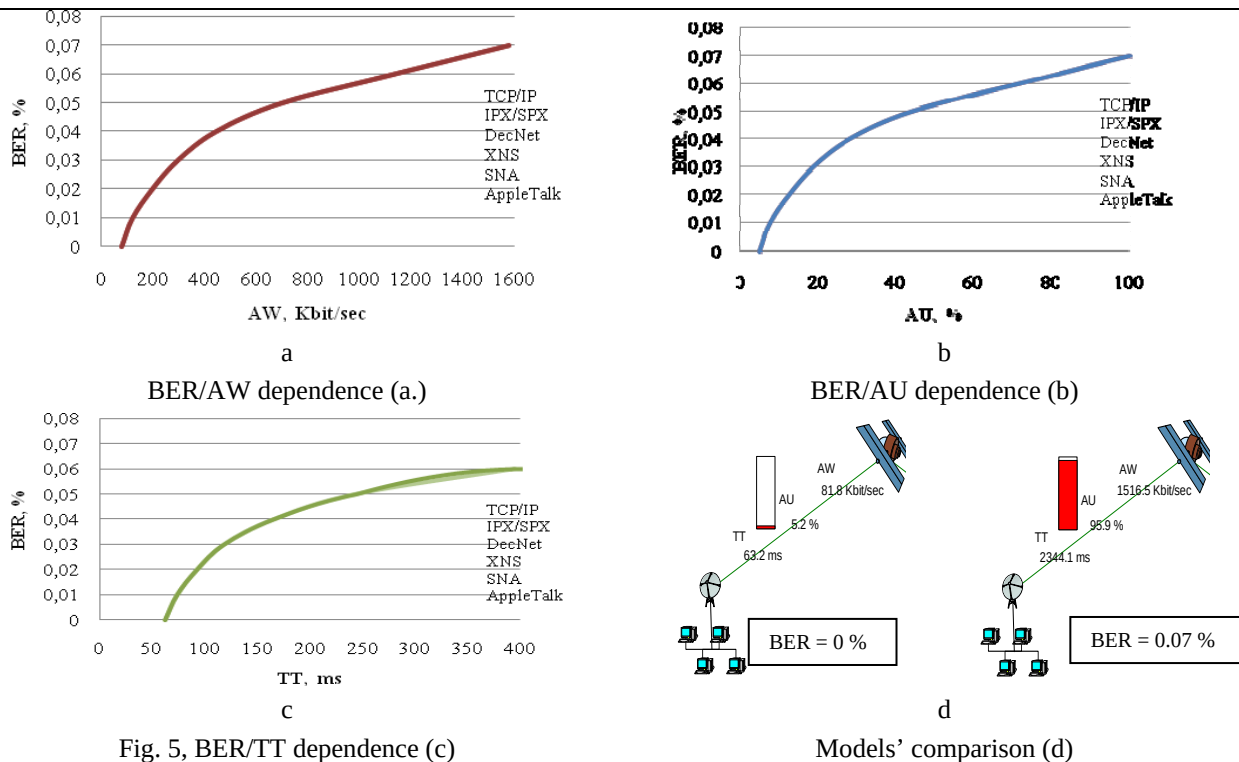


Fig. 5, BER/TT dependence (c)

Models' comparison (d)

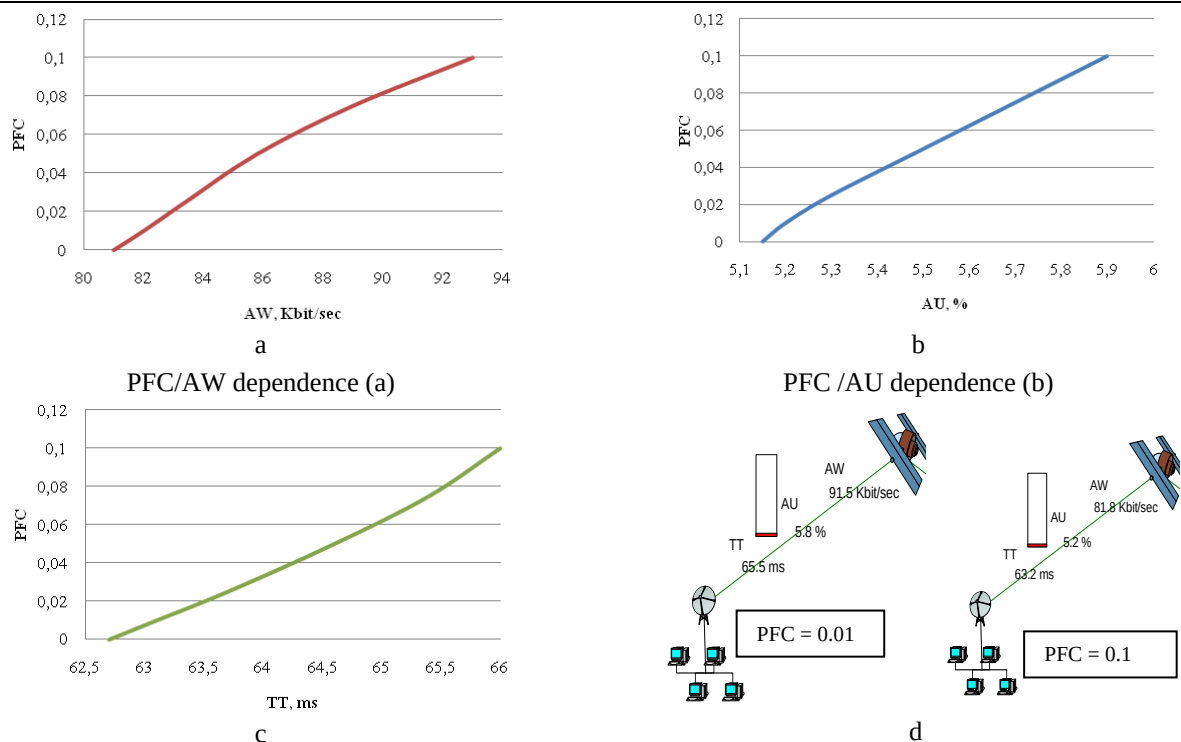


Fig. 6, PFC/TT dependence (c)

Models' comparison (d)

Conclusion

In future usage of Iridium satellites will be beneficial due to great productivity and availability. And the preliminary research is very important for choosing the optimum parameters of the link to ensure the best capacity, efficiency and reliability of it.

Scientific supervisors – Grekhov A. M., professor, Barabanov Y. M., assistant professor

References

1. *Netcracker Technology*. NetCracker User's and Reference Manual. – 2006.
2. *Manual for ICAO Aeronautical Mobile Satellite Service*. Iridium. – 2007.

УДК 629.735.05 (045)

Мельніков Д. Є., Кіреєв М. Е., Смолич Д. В.
Національний авіаційний університет, Київ

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КУТОВОГО ПОЛОЖЕННЯ ЛІТАКА В ПРОСТОРІ НА ОСНОВІ МЕМС-АКСЕЛЕРОМЕТРА ТА ГІРОСКОПА

В даній роботі проводиться дослідження можливості використання МЕМС-акселерометра та -гіроскопа низької цінової категорії для визначення кутового положення ЛА (кутів крену та тангажу). Ця задача виконується за допомогою мікроконтролера AVR ATmega16 та реалізованому в ньому алгоритму оптимального рекурсивного фільтра Калмана.

Для того щоб безпечно виконувати польот за необхідним маршрутом пілот повинен чітко знати положення свого літака в просторі. Це положення визначається трьома кутами: кутом крену, кутом тангажу та кутом ролу. Для того щоб визначати кути крену та тангажу, на літаках використовують авіагоризонти, які можуть мати або механічний (АГБ-3, АГР-74) або оптичний (LCR) принцип дії. Механічні гіроскопи є громіздкими, складними в виготовленні та потребують джерела 3-фазної змінної напруги, якого немає, наприклад, на літаках малої авіації та БПЛА. Оп-

тичні гіроскопи – на основі лазерного гіроскопу – також складні у виготовленні та мають, до того ж, дуже високу ціну. Тому у даній роботі досліджується застосування дешевих та надійних МЕМС-акселерометра та -гіроскопа.

Акселерометр вимірює прискорення, що діє вздовж певної осі. На Землі на всі об'єкти постійно діє прискорення вільного падіння, що обумовлене гравітацією. Таким чином, за допомогою акселерометра ми можемо виміряти значення цього прискорення (рис. 1.).

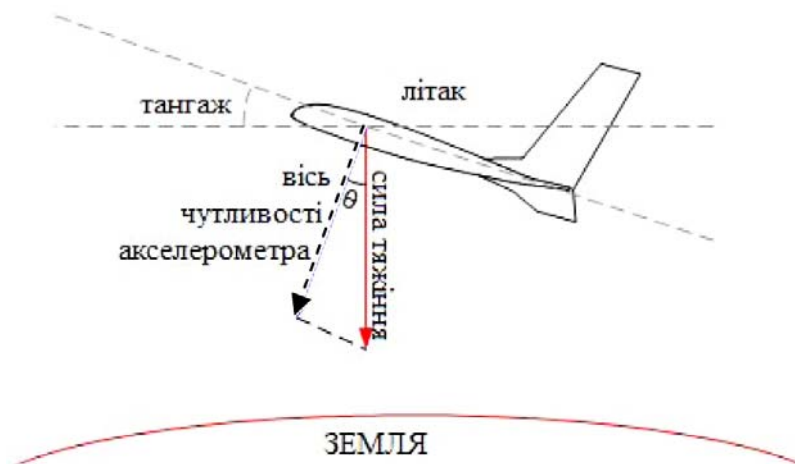


Рис. 1.

Суцільна лінія показує напрям дії сили тяжіння. Пунктирна лінія показує вісь чутливості акселерометра. Ця вісь перпендикулярна повздовжній вісі літака. Кут θ між напрямом дії сили тяжіння та віссю чутливості акселерометра зв'язаний з кутом тангажу залежністю:

$$\delta = \theta + 90^\circ \quad (1)$$

де δ – кут тангажу.

Якщо ми знаємо θ – ми знаємо значення тангажу. Так як нам відомо значення прискорення вільного падіння ($g = 9.81 \text{ м/с}^2$), то за допомогою простих обчислень ми отримаємо кут тангажу.

$$a = \cos(\theta) \cdot g, \quad (2)$$

$$\theta = \arccos\left[\frac{a}{g}\right], \quad (3)$$

де a – це прискорення, що діє вздовж осі чутливості акселерометра.

Беручи до уваги (1) отримаємо значення кута тангажу:

$$\delta = \arcsin\left[\frac{a}{g}\right]. \quad (4)$$

Обчислення кута крену виконується таким же чином, однак для цього необхідний додатковий акселерометр з віссю чутливості, що перпендикулярна до вісі чутливості акселерометра, який

використовується для визначення кута тангажу. Однак, функція арксинусу видає значення кутів лише в діапазоні від -90° до $+90^\circ$. Для того щоб отримувати інформацію про кути в діапазоні від -180° до $+180^\circ$, необхідно використовувати функцію двохаргументного арктангенсу, але для цього необхідно мати ще один акселерометр з віссю чутливості, яка перпендикулярна до осей чутливості двох вищезгаданих акселерометрів.

$$\delta = \arctg 2 \left[\frac{a}{g}, \frac{z}{g} \right], \quad (5)$$

де z – прискорення вздовж осі, що перпендикулярна вісі по якій діє прискорення a , та знаходиться з нею в одній площині обертання. Таким чином, задля визначення кутів крену та тангажу необхідно використовувати акселерометр з трьома взаємоперпендикулярними осями чутливості.

Однак в процесі польоту на літак та його системи діє не тільки сила тяжіння. Лінійні прискорення при розгоні, центробіжні прискорення при розвороті, вібрації – все це вводить суттєві похибки у визначенні кутового положення літака вищеописаним методом, тому, для запобігання цьому необхідно корегувати інформацію від акселерометрів використовуючи інші датчики – гіроскопи.

Гіроскопом називаються пристрій, що вимірює кутову швидкість обертання. Кутова швид-

кість є першою похідною від кута повороту за часом. Тому, інтегруючи сигнал від гіроскопа, можна отримати значення кута на який він повернувся.

$$\int \omega dt = \alpha + C, \quad (6)$$

де ω – кутова швидкість оберту навколо відповідної вісі, α – кут повороту, C – стала, початкове значення кута.

Однак, при тривалому часі використання, гіроскоп страждає від явища, що називається «відхід нульового значення». Це означає, що значення сигналу від гіроскопа, який знаходиться в сталому стані (нульове значення), зміщується відносно свого початкового значення. Це зміщення може досягати до 30° за 20 секунд. Це вносить суттєву помилку у визначені кута повороту. MEMS-акселерометри не піддані такому явищу. Тому для отримання достовірних значень кутів крену та тангажу, необхідно комплексувати інформацію, яка отримується від обох датчиків – гіроскопа та акселерометра.

Вихідними сигналами вищезгаданих датчиків – акселерометра та гіроскопа – є значення напруги, яка пропорційна відповідно прискоренню та кутовій швидкості обертання. Для подальшої обробки інформації ця напруга подається на аналогово-цифровий перетворювач вбудований в мікроконтролер.

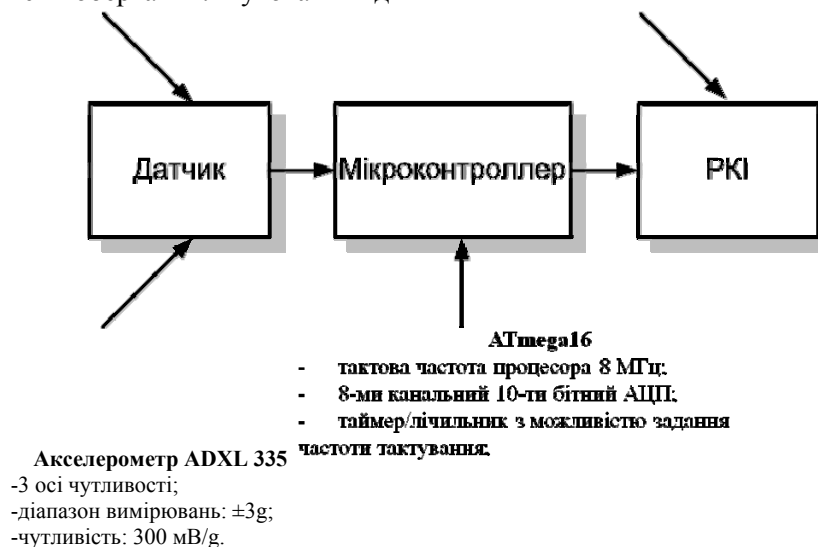


Рис. 2. Структурна схема приладу

В даній роботі комплексування інформації виконується за алгоритмом оптимального рекурсивного фільтра Калмана [1, 2, 3]. Фільтр Калмана – це ефективний рекурсивний фільтр, який оцінює стан лінійної динамічної системи за сері-

єю неточних вимірювань. Він використовується в широкому спектрі технічних задач та є важливою частиною теорії управління системами. Фільтри Калмана засновані на системах, які дискретизовані за часом. Станом системи вважається

ся вектор з дійсних чисел. При кожному кроці за часом, лінійний оператор застосовується до вектора стану системи, додається деяка похибка та опціонально деяка інформація щодо керуючих впливів на систему, якщо вона відома. В даній роботі використовується алгоритм неперервно-дискретного розширеного фільтра Калмана, в якому не обов'язково щоб модель стану системи і модель спостережень були лінійними функціями, замість цього, необхідно щоб вони були диференційовними за станом системи.

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= f(x(t), u(t)) + W(t), \quad W(t) \square N(0, Q(t)) \\ z_k &= h(x_k) + V_k, \quad V_k \square N(0, R_k) \end{aligned}, \quad (7)$$

В такій моделі функція f відповідає моделі перетворення системи з часом, і використовується для розрахунку передбачуваного оціночного стану системи з попереднього неперервно; та аналогічно функція h відповідає моделі спостережень, і використовується для передбачуваного результату вимірювання з передбаченого стану системи, але в певні, дискретні моменти часу. Ми не маємо інформації щодо керуючих впливів на систему, тому $u(t) = 0$ $W(t)$ – функція, або вектор похибки, яка має нульове математичне очікування, нормальний розподіл та матрицю коваріацій $Q(t)$. V_k – вектор похибки вимірювань, яка

має нульове математичне очікування, нормальний розподіл та матрицю коваріацій R_k .

Ітерація фільтра Калмана ділиться на дві фази: передбачення та врахування спостережень. Фаза передбачення використовує обчислений на попередньому кроці стан для отримання через модель системи оціночного стану на поточному кроці. У фазі врахування спостережень, інформація про вимірювання, які проведені на поточному кроці, використовується для уточнення інформації про стан системи.

Задача полягає в тому, щоб оцінити значення кута повороту та відхід нульового значення гіроскопу. Вектор стану системи: $x = \begin{bmatrix} \alpha \\ \varepsilon \end{bmatrix}$ де α – кут повороту, ε – зміщення (відхід нульового значення гіроскопу). Вихідними для заданої системи є такі рівняння:

$$\begin{aligned} \dot{\alpha} &= \omega - \varepsilon + Q, \\ \dot{\varepsilon} &= 0, \\ z &= \alpha_a + R, \end{aligned} \quad (8)$$

де α_a – це кут повороту, який обчислюється по інформації від акселерометрів за формулою (5).

З урахуванням всього вищесказаного, складемо алгоритм роботи мікроконтролера для обробки, фільтрації та візуалізації інформації.

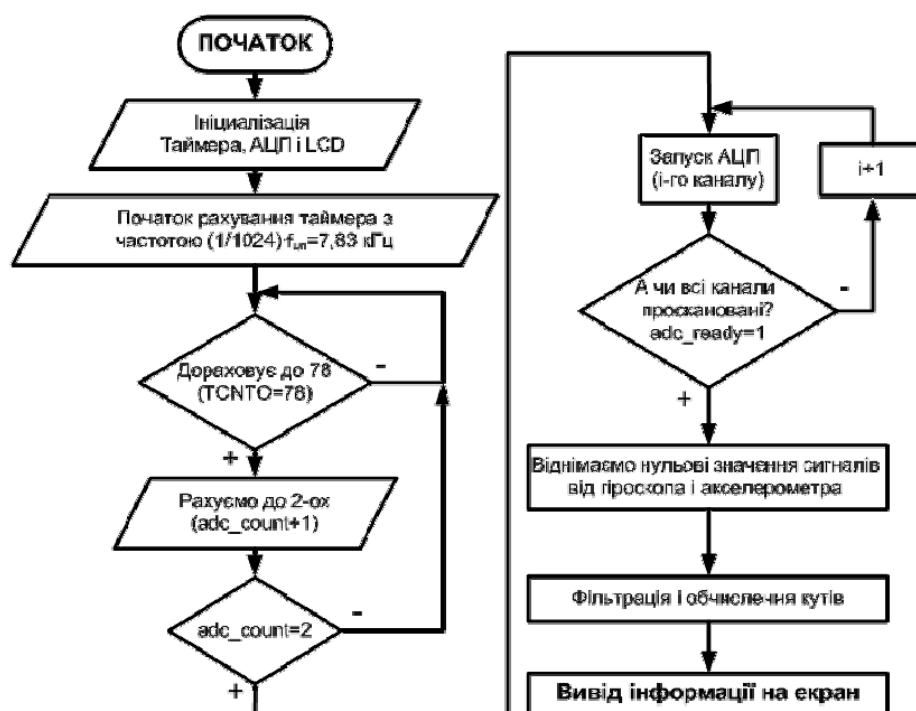


Рис. 3. Блок-схема алгоритму роботи мікроконтролера

Після програмування мікроконтролера на виконання програми, яка реалізує алгоритм,

показаний на рис.3, отримаємо виміряні та оцінені значення кута крена (рис. 4).

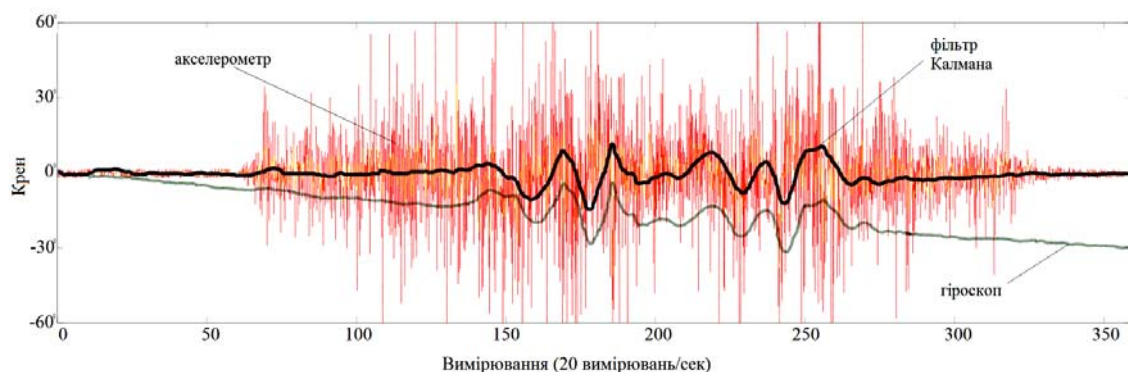


Рис. 4. Значення кута крену отримані від гіроскопу, акселерометра, та оцінені за допомогою фільтра Калмана

Даний прилад визначає кути крену та тангажу з похибками $\pm 1^\circ - 3^\circ$ у сталому режимі, та $\pm 3^\circ - 10^\circ$ у динамічному. Діапазон вимірювання кутів крену – $\pm 175^\circ$, кутів тангажу – $\pm 90^\circ$.

Слід зазначити, що близько 60 % польотів малої авіації виконується по правилам візуальних польотів, тому, беручи до уваги низьку ціну

(~100\$), використання запропонованого в роботі приладу є дуже перспективним з точки зору підвищення безпеки польотів. Прилад у поєднанні з ПІД-регулятором може застосовуватись для стабілізації кутового положення об'єктів – наприклад робота або БПЛА.

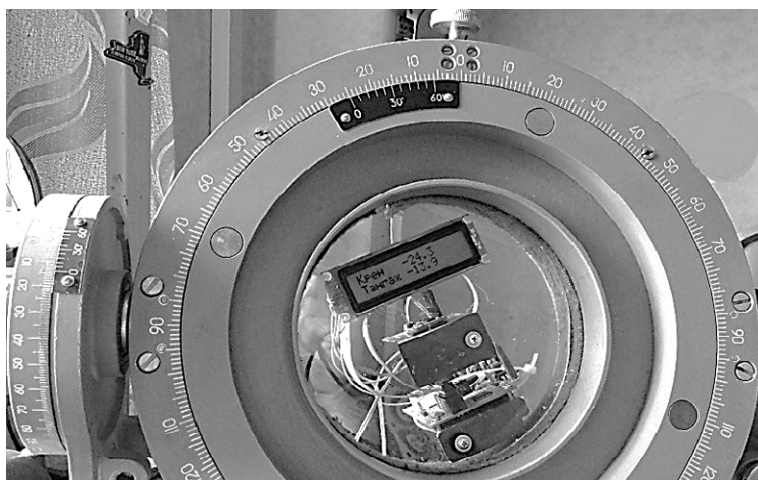


Рис. 5. Зовнішній вигляд приладу та експериментальної установки

Список літератури

1. Філяшкін М.К., Рогожин В.О., Скрипеч А.В., Лукінова Т.І. Інерціально-супутникові навігаційні системи: навч. посіб. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. – 272 с.
2. Dan Simon Optimal state estimation, 2006. – 526 с.
3. Балакришнан А. Теория фильтрации Калмана: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 168 с.
4. Синицин И.Н. Фильтры Калмана и Пугачева: Учеб. пособие. – М.: Университетская книга, Логос, 2006. – 640 с.

УДК 629.735.072.8.08:004(045)

Соломіна Н. О., Остроумов І. В.
Національний авіаційний університет, Київ

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОЇ ІНДИКАЦІЇ

Представлено результати розробки електронного навчального комплексу системи попередження зіткнень літаків у повітрі. Наведено структурну схему та пояснено принцип побудови підпрограми моделювання відображення системи електронної індикації літака.

Системи електронного навчання на сьогоднішній день є дуже поширеними. Наочність, легкість у сприйнятті нових знань та простота у користуванні привертають все більше користувачів до електронних засобів навчання. Комп'ютерна мережа Інтернет дозволяє користуватися сучасними навчальними матеріалами у будь якому місці та у будь який час. Сучасному студенту доступна будь-яка навчальна інформація у різних формах.

Дистанційне навчання – це тип навчання який дає змогу поєднувати того хто навчається, викладача та джерела інформації, які знаходяться у різних регіонах, країнах, континентах. Функцією такого навчання - є навчання студента не маючи постійного зв'язку з ним. Дана технологія дуже поширено використовується у світі, наприклад:

- в університетах, що використовують як очну, так і заочну форму навчання (New Jersey Institute of Technology і New York Institute of Technology (США));

- у програмах для осіб, що бажають одержати додаткове навчання (Connected Education і NovaUniversity (США), Deakin University (Австралія), Tele-Universite du Quebec (Канада));

- у міжнародних проектах, що поєднують студентів вищих навчальних закладів (наприклад, Kidnet);

- при проведенні соціальних програм, пов'язаних з навчанням (наприклад, National Telecomputing Network, Big Sky Telegraph (США)).

- в університетах, що спеціалізуються на заочній формі навчання (наприклад, в British Open University при вивченні курсу «Введення в інформаційні технології»);

- у навчальних закладах, де студенти можуть вибирати очну або заочну форму навчання по окремим курсам (Ontario Institute for Studies in Education).

Дистанційне навчання також знайшло застосування у авіаційній сфері. Застосування у навчанні

електронних програм, моделююючих роботу навігаційних систем, сприяє швидкому опануванню навичками роботи з системою та дозволяє дослідити алгоритми їх функціонування.

Система попередження зіткнень літаків (TCAS) є однією з основних на борту літака. Її призначення – це допомога пілоту повітряного судна у запобіганні зіткнень літаків. Присутність даної системи на борту є однією з вимог для виконання польотів[1, 2].

TCAS формує навколо літака деяку ділянку повітряного простору та забезпечує захист цієї зони від вторгнення в неї іншого літака. TCAS постійно спостерігає за повітряним простором навколо літака і стежить за сигналами відповідачів інших літаків. Шляхом відстеження цих відповідей складається прогноз траєкторії польоту кожного виявленого літака.

Кожний пілот та диспетчер з управління повітряним рухом повинні чітко уявляти будову та принцип дії системи TCAS. Тому доречно розроблювати та використовувати електронні навчальні комплекси при підготовці фахівців.

На сьогоднішній день користувачам запропоновано декілька навчальних комплексів, основними з них є:

- Sun flight avionics TCAS training (навчання ґрунтується на основі роботи консультативної системи TCAS I);

- Arinc TCAS Training (навчальний комплекс компанії ARINC, розроблений для підготовки пілотів, головних інспекторів, персоналу Федерального авіаційного агентства (США);

- Автоматизована система дистанційного навчання и контролю знань TCAS 2000 (АСДОиКЗ TCAS 2000);

- Aviation Communication and Surveillance Systems (ACSS).

Аналіз електронних навчальних засобів з вивчення системи попередження зіткнень TCAS вказує на недосконалість існуючих систем, оскільки

усі вони уявляють собою електронні підручники, що містять деталізований опис системи у той час, як дієвий тренажерний комплекс відсутній.

Враховуючі недоліки існуючих систем було розроблено структуру електронного навчального комплексу (ЕНК), що складається з таких основних модулів: графічний інтерфейс користувача; ресурсне забезпечення у вигляді необхідних баз даних та баз знань; модуль обчислення[3]. Графічний інтерфейс виконано за принципом побудови Web-інтерфейсів з використанням стандартних системних Інтернет браузерів [4].

Ресурсне забезпечення ЕНК розміщується на спеціально виділеному сервері, що забезпечує доступ великої кількості користувачів до ресурсів ЕНК. За запитом необхідні модулі завантажуються на ПК клієнта. Розроблений електронний навчальний комплекс складається з: електронного підручника TCAS; інтерактивного тренажера TCAS; системи контролю набутих знань (тестування); системи реєстрації користувачів; глосарія ЕНК; корисних посилань; відомостей про авторів; рекомендацій користувачу (рис. 1).

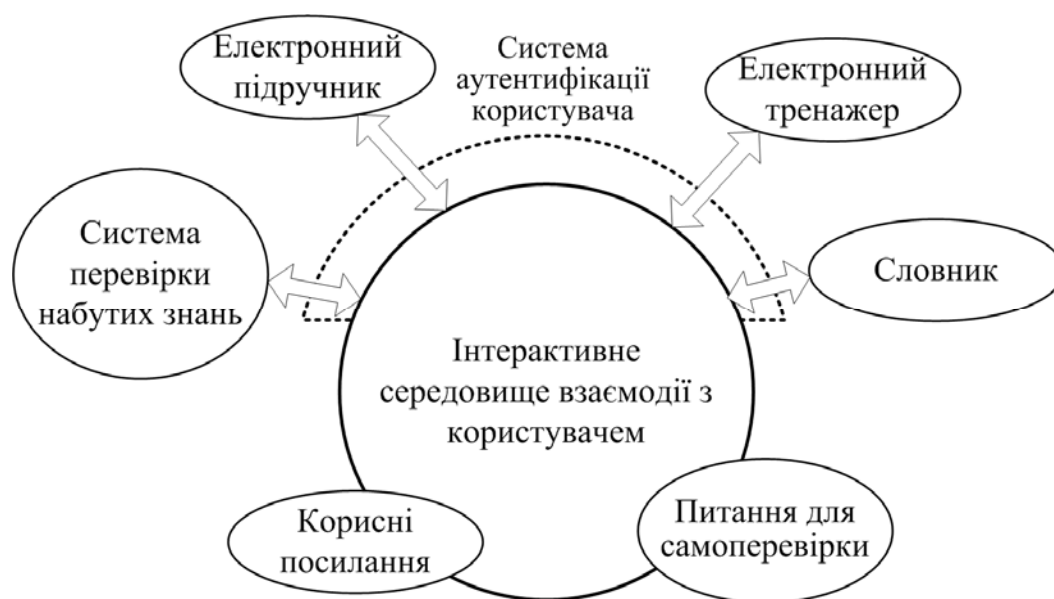


Рис. 1. Структура електронного навчального комплексу

Доступ до інтерактивних засобів ЕНК забезпечується через модуль аутентифікації користувачів, що дозволяє системі розпізнати користувача та налаштувати зовнішній інтерфейс під конкретні потреби. Вся інформація, що надається користувачем зберігається у спеціалізованій базі даних користувачів, яка захищена від доступу сторонніх осіб. Ця інформація необхідна для збору статистичних даних, щодо процесу навчання та користування ЕНК. Весь процес навчання контролюється та фіксується.

Після ознайомлення користувача з принципами побудови та функціонування системи користувачу пропонується закріпити набуті знання завдяки відпрацюванню вправ на електронному тренажері. У основі розробленого електронного тренажера закладені алгоритми функціонування системи. Однією з основних задач тренажера є формування розуміння пілотом ситуації, що склалася у повітрі на основі інформації від TCAS та відпрацювання реакцій на команди системи. Електронний тренажер

надає можливість користувачу побачити принцип дії системи та навчитися сприймати і виконувати рекомендації TCAS[5].

Графічний інтерфейс ЕНК відтворює пульт керування TCAS та систему відображення інформації.

Інтерактивна побудова інтерфейсу пульта керування дозволяє виконувати налаштування необхідні для роботи системи та дозволяє керувати режимами роботи.

Модуль моделювання зустрічного повітряного руху відтворює простий сценарій конфліктної ситуації з вибором випадкової траєкторії руху, що дозволяє користувачу стикатися кожен раз з різною ситуацією та відпрацьовувати реакцію на різні повідомлення TCAS. Інтерактивний інтерфейс тренажера дозволяє набути навичок роботи з системою TCAS та відпрацювати різні варіанти відмов системи.

Універсальність та гнучкість розробленого тренажерного комплексу забезпечується різними

можливими варіантами індикації інформації системи TCAS. Загалом TCAS передбачає індикацію на модифікованому дисплеї вертикальної швидкості, на дисплеї метеорадіолокатора та на дисплеях системи електронної індикації (Electronic Flight Instrument System, EFIS).

У якості EFIS для електронного тренажера була обрана система аналогічна до відображення інформації на літаках Airbus. У загальному випадку EFIS складається з певної кількості дисплеїв, що за функціональною ознакою розділяють на три основних типи: пілотажний, навігаційний та системний дисплеї.

Пілотажний дисплей відображає основні пілотажно-навігаційні параметри, що необхідні пілоту для керування літаком та виконання польоту. Навігаційний дисплей містить аеронавігаційну карту (з позначенням усіх радіомаяків, зон повітряного простору та аеропортів), індикатор магнітного курсу, запланований план польоту та

іншу інформацію необхідну для потреб навігації. Крім того на навігаційному дисплеї відображаються відмітки літаків, що знаходяться у зоні спостереження системи TCAS.

Моделювання вимірювання навігаційних параметрів є однією з основних задач при побудові моделі відображення EFIS. Проте будова підпрограми моделювання відображення EFIS складається з модулів відображення певних параметрів польоту літака:

- курс літака;
- авіагоризонт (індикатор крену та тангажу літака);
- приладова швидкість літака;
- вертикальна швидкість;
- абсолютна висота польоту.

Загальна структура побудови підпрограми моделювання відображення EFIS наведена на рис. 2.

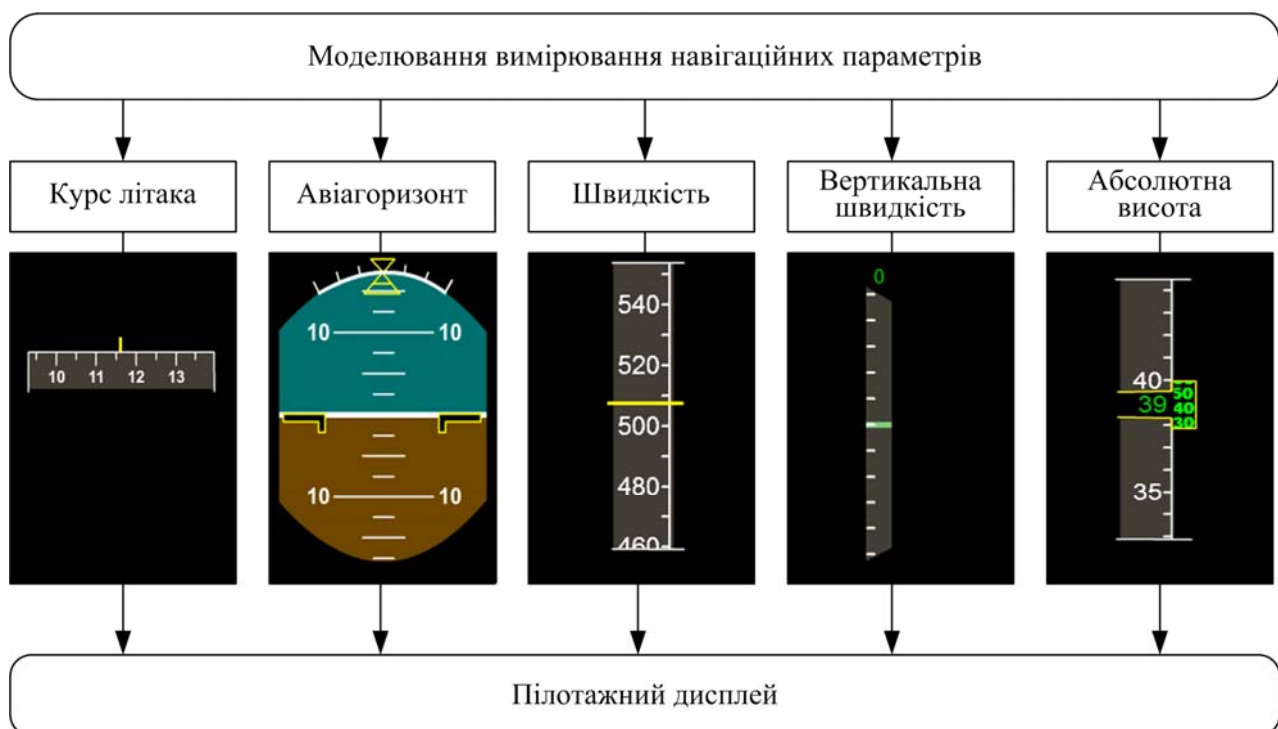


Рис. 2. Загальна структура побудови підпрограми відображення параметрів польоту

Після дії користувача на органи керування пілотажні параметри починають змінюватись відповідно. Закладена спрощена модель руху літака виховує похибки вимірювального обладнання.

Відображення кожного з пілотажних параметрів є результатом виконання відповідного програмного модуля. Приклад відображення інформації на дисплеях EFIS наведено на рис. 3.

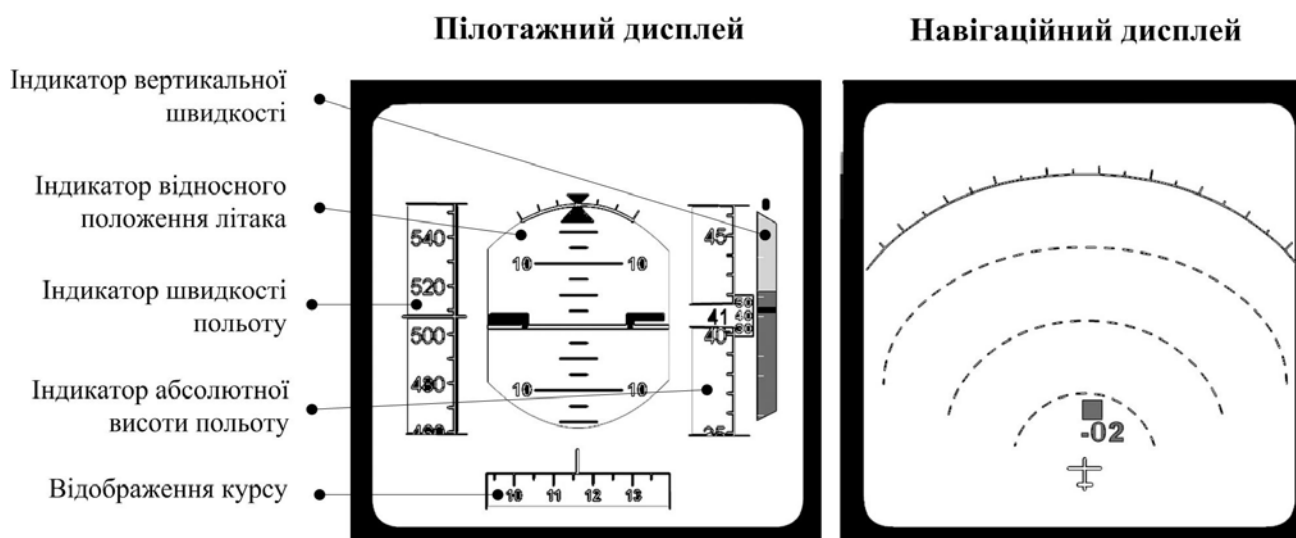


Рис. 3. Візуалізація системи електронної індикації літака

Електронний комплекс системи попередження зіткнень літаків спрямований на вивчення системи та набуття навичок взаємодії з системою управління і відображення інформації. Під час проектування і розробки середовища, інтерфейсу програми електронного навчального комплексу, були прийняті до уваги ергономічні характеристики, такі як правила застосування оптимального розміщення елементів управління, теорії кольору та оптимальний вибір для читання тексту. Однією з основних переваг цієї системи є доступ через Інтернет, що дозволяє використовувати його великої кількості людей, без встановлення додаткового програмного забезпечення на комп'ютері користувача.

Список літератури

1. *Остроумов І.В.* Електронний тренажер системи попередження зіткнень літаків / І. В. Остроумов // Вісн. НАУ. – 2011. – Т. 46, № 1. – С. 46–51.
2. *Solomina N.O.* E-learning software of TCAS / N.O. Solomina, I.V. Ostroumov // Problems of navigation and Air traffic management. International Scientific-Practical Conference of Researches and Students, November 23 – 24, 2010 : theses. – K., 2010. – 36 p.
3. *Остроумов І.В.* Електронний навчальний комплекс системи попередження зіткнень літаків у повітрі / І.В. Остроумов, Ю.В. Чинченко, // Сучасні інформаційні технології в управлінні та професійній підготовці операторів складних систем : Міжнародна науково-практична конференція, 27-28 жовтня 2010 р.: матеріали конференції. – Кіровоград, 2010. – С. 19–22.
4. *Електронний навчальний комплекс з вивчення системи попередження зіткнень літаків:* www.ANS.nau.edu.ua/tcas
5. *Introduction to TCAS II Version 7* / Federal Aviation Administration – U.S. department of transportation – 2000. – 45 p.

Науковий керівник – Харченко В.П., д-р. техн. наук., проф.

УДК 629.735.051.56(045)

Тимошенко Т. М., Пономарева А. Ю.
Національний авіаційний університет, Київ

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ БОРТОВЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ ИСПРАВНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ С ВОДНОЙ И ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТЯМИ

В статье обобщается опыт эксплуатации систем предупреждения приближения земли, доказывается, что они являются системами принятия решения, дается обобщение статистики типовых авиапроисшествий категории CFIT. В статье также предлагается новый метод аппроксимации существующих зон срабатывания, а также устройство, учитывающее недостатки существующих систем.

Международная организация гражданской авиации (ИКАО) придает большое значение решению проблем авиационных происшествий (АП) категории CFIT (Controlled flight into terrain) – столкновению исправных воздушных судов с земной или водной поверхностью. Согласно мировой статистике АП данная категория занимает одно из первых мест по количеству аварий (катастроф) и количеству погибших. Именно поэтому появилась необходимость в создании системы, которая бы своевременно предупреждала экипаж о попадании в ситуацию, развитие которой может привести к такому непреднамеренному столкновению.

Такие системы появились в начале 70-х годов 20-го века, и к настоящему времени существует достаточно большое количество моделей и модификаций систем предупреждения приближения земли как западного, так и восточного производства. Условно их можно разделить на две группы:

- системы I поколения, работающие в вертикальной плоскости – вертикальные экстраполяторы (например, CCOC, GPWS, СППЗ);
- системы II поколения, работающие в горизонтальной плоскости – горизонтальные экстраполяторы (например, СРПБЗ, EGPWS, TAWS).

Общепринято считается, что данные бортовые системы безопасности относятся сенсомоторным системам. Это означает, что в случае появления аварийной сигнализации, пилот (экипаж) должен среагировать на нее в течение 3-4 секунд. Но это нереально и данное время не обеспечивает положительный исход аварийной ситуации.

Согласно требованиям инженерной психологии по продолжительности времени принятия решений в сложных условиях минимальная (нижняя) граница этого времени – 20 секунд. Это объясняется тем,

что принятие решения – сложный логико-психологический процесс, который состоит из следующих задач: определение сигнала, отличие (идентификация) сигнала, опознание (декодирование) ситуации, выбор стратегии и построение плана действий. Кроме того продолжительность времени принятия решений увеличивается с ростом числа логических условий и при наличии зон сомнений. Необходимо также отметить, что данные системы обладают большим количеством ложных срабатываний, в связи с чем пилоты, зная это, могут отложить какие-либо действия в ответ на сигнализацию пока не дождутся двойного или тройного подтверждения сигнала.

Следует заметить, что характеристики систем I поколения, которые даются в руководствах по летной эксплуатации имеют ложную область применения – полет над горной или холмистой местностью. Ложность эта подтверждается номограммой определения максимально располагаемого времени у экипажа до столкновения с горными препятствиями (рис.1). Данная номограмма построена только для систем предупреждения I поколения.

Время, оставшееся у экипажа для принятия решений до столкновения ВС с земной поверхностью зависит от таких показателей, как скорость ВС и крутизна склона гор. Из номограммы видно, что чем круче склон горы (сопки, скалы и т.д.) и чем выше скорость воздушного судна, тем меньше времени на принятие решения остается у экипажа. Следовательно, применение систем предупреждения I поколения в горной местности является потенциальной опасностью и может привести к авиационному происшествию или катастрофе.

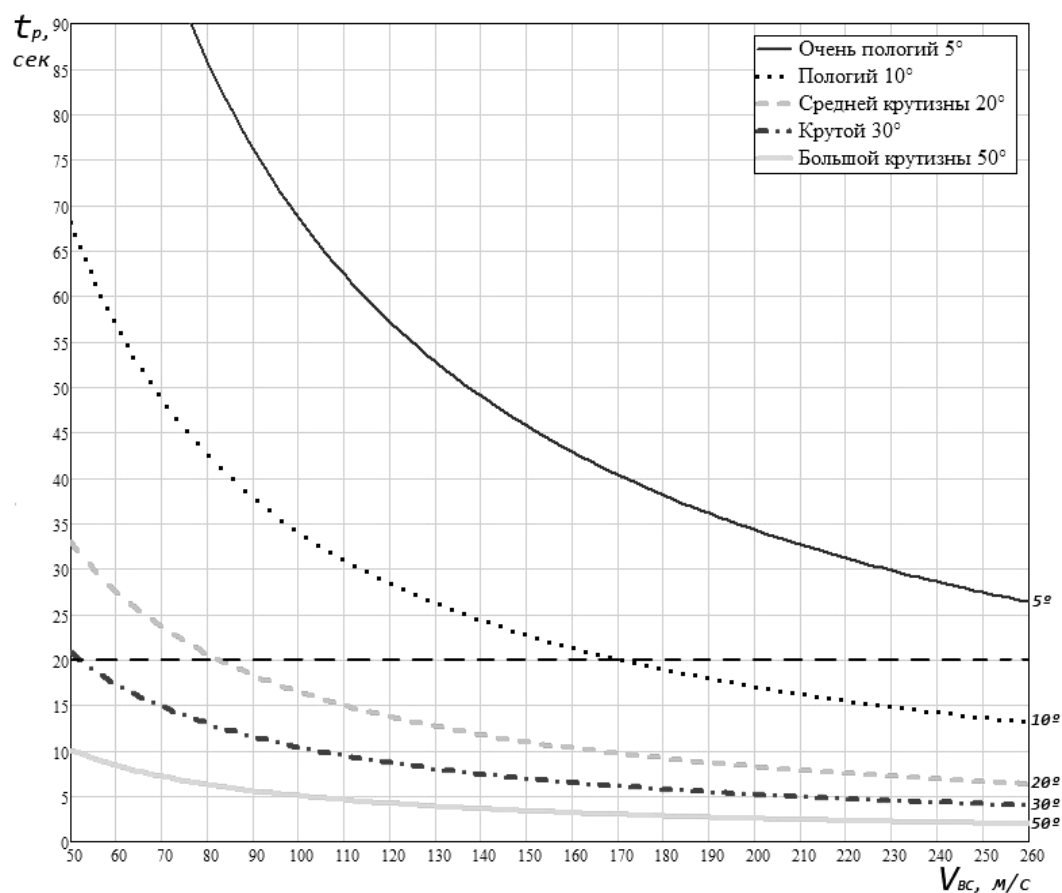


Рис. 1. Номограмма определения максимально располагаемого времени у экипажа до столкновения с горными препятствиями (горы, сопки, скалы и т.д.) в зависимости от крутизны склона гор

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что системы предупреждения приближения земли относятся к системам принятия решений, и ни в коем случае нельзя рассматривать их как сенсомоторные системы, а нормативной областью применения этих систем являются этапы взлета и посадки по полным взлетной и посадочной дистанциям. Следует добавить также, что данные системы должны применяться только в многоконтурной системе управления,

где функцию горизонтальной экстраполяции выполняют посадочные радиолокаторы.

Эти выводы подтверждаются практическими данными — статистикой типовых авиационных происшествий категории CFIT за последние 30 лет (табл. 1). Из таблицы видно, что все АП произошли при крутых склонах ($\approx 38^\circ$) гор и при недостаточном времени на принятие решение ($t_{рр} \approx 12$ секунд), которое значительно меньше нижней границы, определенной нами согласно требованиям инженерной психологии.

Таблица 1

Статистика типовых авиaproисшествий категории CFIT

Год	Тип ВС	Горы	Угол склона горы α	Имеющееся время до столкновения t_p
1992	A320	Вогезы	Больше 30°	15 сек (GPWS)
15.01.1993	АН-124	Иран Керман	30° - 50°	1 раз — 49 сек 2 раз — 13 сек (CCOC)
12.12.1995	Ил.-76 Су-27 — 3шт.	Вьетнам Камрань	Больше 30°	Меньше 15 сек (CCOC)
7.01.1989	Ил.-76	Ленинакан	Больше 60°	3-5 сек (CCOC)

Продолжение табл. 1

Год	Тип ВС	Горы	Угол склона горы α	Имеющееся время до столкновения t_p
3.04.1996	Б-737	Дубровник	Больше 40°	10 сек (GPWS)
28.08.1996	Ту-154М	Шпицберген	Больше 50°	9 сек (CCOC)
декабрь 1995	Б-757	Колумбия Кали	Больше 35°	9 сек (GPWS)
23.12.2003	АН-140	Иран Исфахан	Больше 50°	7-10 сек (СППЗ)
1998	Як-42	Салоники	Больше 30°	15-17 сек (CCOC)
28.11.1979	ДС10-30	Эребус	Больше 30°	15 сек (GPWS)
Средние α , t_p			$\alpha_{cp} \approx 38^\circ$	$t_{p,cp} \approx 12$ сек
Вывод:	Типичные катастрофы CFIT произошли в условиях большой крутизны склона гор за последние 25 лет			Очень мало времени для принятия сенсомоторного решения КВС

Для повышения безопасности полетов и решения проблемы АП категории CFIT конструктора разработали усовершенствованные системы предупреждения столкновения ВС с землей, такие как: СРППЗ – система раннего предупреждения приближения земли, СРПБЗ – система раннего предупреждения близости земли, TAWS – Terrain Awareness Warning System, EGPWS – Enhanced Ground Proximity Warning System. Данные системы хорошо работают в горизонтальной плоскости в горах при крутых склонах. Они являются эффективными во время крейсерского полета, но применение их на пологих склонах или во время взлета и посадки имеет некоторые сложности.

По проведенному анализу работы данных систем мы выявили такие сложности в их эксплуатации:

1) проектные: недостаточное участие при проектировании специалистов по авионике, неиспользование инженерно-психологических стандартов, общая сложность конструкции, демонтаж GPWS без обоснования нормативных областей применения и замена запчастей (1994-1996 г.), многоконтурность управления «борт-земля», системы предупреждения только ручные;

2) технологические: полирежимность, ложные срабатывания; отсутствие автоматов увода при $t \leq t_{кр}$, отсутствие применения новейших разработок в области СВЧ технологий, отсутствие перехода от ручных систем к автоматам, слож-

ность принятия решений лётными экипажами в горах;

3) организационные: сложность формирования базы данных по GPS/Глонасс, сложность согласования с работой УВД (ОВД), большой объем данных об аэродромах, отсутствие зоны защиты по $t_{кр}$ и автоматов увода, статистика АП категории CFIT ВС, оборудованных СРПБЗ фактически без аналитики, сложность внедрения концепции «свободный полет» при предотвращении АП, одноконтурные системы управления и их недостатки;

4) инженерно-психологические: отсутствие анализа характеристик, как интерполяторов, так и экстраполяторов, отсутствие инженерно-психологического анализа характеристик систем, сложность использования сигнализации, ограничения по порогам восприятия, $t_{кр}$ по человеку-оператору при отсутствии автомата увода на безопасную высоту с учётом границ по эшелонированию работы системы TCAS, перегрузка пилотов.

Чтобы подтвердить наши доводы, мы построили номограмму для систем второго поколения (рис. 2). По номограмме четко видно, что такие системы эффективны при крутых склонах гор. При пологих склонах воздушные суда попадают в зону «фатальности», другими словами – в зону авиационных происшествий. В качестве примера на номограмму нанесены катастрофы, подтверждающие неэффективность применения систем при полетах в местности с пологим релье-

ефом – авиакатастрофа 23 декабря 2002 года самолета А-320 под Сочи и авиакатастрофа 10 апреля 2010 г. с самолетом ТУ-154М в Смоленске.

Принцип работы систем раннего предупреждения основан на «алгоритме впередсмотрящего». В данных системах имеются зоны: предупредительной и аварийной сигнализации, а опасная зона эксплуатации не рассматривается, как

того требуют авиационные документы (РЛЭ и РУБП). Зоны основаны на принципе «пирога» или по-научному – являются закрытыми торами (у закрытого тора центр производящей меридиональной окружности не находится на оси вращения, расстояние от центра O окружности до оси вращения i меньше радиуса r окружности).

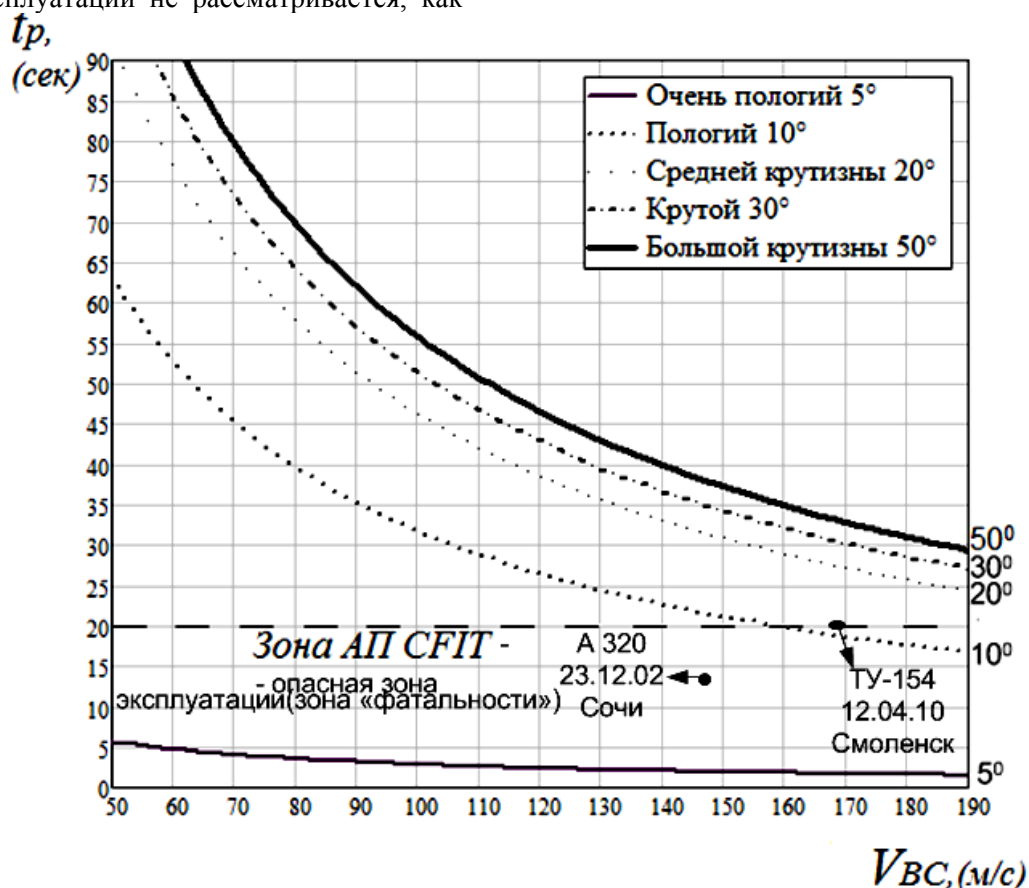


Рис. 2. Номограмма опасных зон эксплуатации и времени t_p для принятия решения летными экипажами при алгоритме «впередсмотрящего» («горизонтальная экстраполяция») для предупреждения АП CFIT

Научный руководитель – Скрипец А. В., проф.

УДК 656.7.052 (045)

Чинченко Ю. В., Пігур Я. А.

Національний авіаційний університет, Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕБЕЗПЕК ТА РИЗИКІВ ПРИ ВИНИКНЕННІ ІНТЕРФЕРЕНЦІЇ НАВИЧОК В ДІЯЛЬНОСТІ АВІАДИСПЕТЧЕРІВ

Розглянуто проблеми формування навичок авіадиспетчера. Проаналізовано можливість виникнення інтерференції навичок авіадиспетчера при зміні умов професійної діяльності. Обґрунтовано принципи побудови та застосування алгоритмів зменшення впливу втрати знань, навичок та вмінь авіадиспетчерів.

Виявлення факторів небезпеки і управління факторами ризику є основними процесами керування безпекою польотів в системі ОПП. Небезпека визначається як стан системи, що має потенційну можливість нанесення пошкоджень персоналу, викликати знищення обладнання або знизити здатність виконувати призначену функцію. Таким чином, безпека розглядається як процес, що полягає у постійному контролі ризику в ході професійної діяльності авіаційного персоналу. При цьому важливо приділяти увагу дослідженню потенційних небезпек, пов'язаних з інтерференцією навичок людини-оператора. Ця потенційно небезпечна вада в діяльності людини-оператора проявляється переважно при зміні робочого місця, встановленні нового обладнання на робочому місці або в ході професійного навчання.

Питання, пов'язані з керуванням безпекою польотів нормативно врегульовані відповідними нормативними документами, а саме «Положенням про систему управління безпекою польотів на авіаційному транспорті» [1] та «Положенням про нагляд за безпекою польотів у системі організації повітряного руху» [2]. Слід відзначити, що національна нормативна база України відповідає міжнародним стандартам ІКАО, викладених у ДОС 9859 «Керівництво з керування безпекою польотів» [3] та ДОС 9734 «Керівництво з організації контролю за забезпеченням безпеки польотів» [4].

Актуальність

Відповідно до положень нормативних документів система управління безпекою (СУБ) визначає діяльність організації, спрямовану на управління безпекою польотів у системі організації повітряного руху (ОПП). Провайдер аеронавігаційних послуг, як інтегрована частина системи ОПП, повинен мати СУБ. Тому **актуальним питанням** є дослідження та опис факторів небезпеки, які можуть виникнути в діяльності людини-оператора в системі ОПП.

В рамках даної статті розглядається **актуальне питання** дослідження інтерференції навичок за допомогою стандартних методик ІКАО щодо керування безпекою польотів, а саме матриці небезпек та ризиків та із застосуванням комплексного підходу до оцінки ризиків в системі ОПП.

Мета роботи

Основним завданням із нагляду за безпекою польотів у системі ОПП є отримання доказів того, що система ОПП відповідає визначеним рівням безпеки польотів, стандартам і рекомендованій практиці міжнародних авіаційних організацій, членом яких є Україна, вимогам законодавства України та національним нормативно-правовим актам в частині, що стосується системи ОПП.

Оцінка факторів ризику для безпеки польотів, пов'язаних з наслідками факторів небезпеки, дозволяє організації прийняти обґрунтоване рішення про те, чи зможе вона взяти під контроль фактори ризику для безпеки польотів і тим самим продовжити даний вид діяльності.

В статті наведено основні нормативні вимоги до СУБ, докладно розглянуто принципи контролю факторів небезпеки та ризику в умовах інтерференції навичок. Розглянуто шляхи подолання інтерференції навичок в типових ситуаціях в ході професійної діяльності авіадиспетчерів.

Постановка задачі

СУБ повинна чітко розмежовувати регуляторні функції, а також функції контролю та функції здійснення ОПП. Функціонування кожної СУБ здійснюється відповідно до Державної програми з безпеки польотів, яка розробляється повноважним органом відповідно до стандартів і рекомендацій ІКАО. СУБ має бути організованою та впорядкованою в межах структури системи ОПП як на вищому рівні, так і на рівні надання безпосередньо послуг з ОПП.

Відповідно до вимог Євроконтролю визначається мінімальний перелік подій, які мають від-

ношення до системи ОрПР і передбачають доповіді, аналіз та, за потреби, розслідування. Ці події можуть бути викликані інтерференцією навичок авіадиспетчера на робочому місці:

1. Зіткнення ПС у повітрі.
2. Зіткнення справного ПС, що виконує політ, із наземними перешкодами чи земною поверхнею.
3. Зіткнення між ПС на площі маневрування аеродрому.
4. Зближення ПС через порушення мінімумів ешелонування.
5. Немоżliвість забезпечити стандартні процедури з організації повітряного руху.
6. Порушення функції зв'язку.
7. Порушення функції спостереження.
8. Порушення в обробці даних та їх розповсюдженні.

Принципи оцінки безпеки в системі ОрПР

Процедура оцінки безпеки польотів у системі ОрПР базується на принципах прогнозування, припущень, аналізу та використання теоретичних методів визначення впливу змін на безпеку польотів. Оцінка не може давати повної упевненості в безпечності впровадження змін, враховуючи різноманітність факторів, обставин чи умов, які можуть мати непередбачуваний та не прогнозований характер, враховуючи особливості, пов'язані з людським фактором, надійністю технічних систем та засобів, методами їх дизайну та експлуатації.

Основним призначенням оцінки безпеки польотів є визначення прийнятності ризиків, які можуть бути ідентифіковані під час впровадження змін у складові системи ОрПР, їх аналіз з метою запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, наслідком яких можуть бути авіаційні події, інциденти та інші події, пов'язані з безпекою польотів у системі ОрПР.

Фактори безпеки можна поділити на три характерні групи: природні фактори безпеки, технічні фактори безпеки і економічні фактори безпеки. Природні фактори безпеки включають екстремальні погодні явища, несприятливі погодні явища, геофізичні явища (землетруси, виверження вулканів, цунамі) та географічні умови. Технічні фактори безпеки являються результатом дії джерел енергії (електроенергії, палива) або функцій, що мають критичне значення для безпеки польотів (відмова обладнання, збої в програмному забезпеченні і т.д.).

З типових факторів безпеки в діяльності авіадиспетчера можливі втрата зображення повітряної ситуації на екрані в результаті неякісного

програмного забезпечення, збоїв в електромережі чи інших технічних неполадках. Результатом збою може бути велика кількість ПКС чи навіть аварій.

Відмова зв'язку з технічної сторони особливо небезпечна при вирішенні ПКС. Тому при вирішенні таких ситуацій диспетчеру необхідно враховувати взаємне розміщення двох ПС, щоб в разі втрати зв'язку хоча б з одним із них був мінімізований ризик зіткнення. Відмова радіозв'язку вимагає збільшення інтервалів між ПС, веде за собою збільшення навантаження на диспетчера. Наслідки: можливі ПКС, зіткнення.

До факторів небезпек також відноситься навколишній шум і вібрація, температура, освітлення. Невідповідність цих факторів вимогам може призвести до погіршення самопочуття авіадиспетчера і, як наслідок до ПКС чи навіть зіткнення ПС.

Інтерференція навичок в діяльності авіадиспетчера

Кожен навик складається в системі навичок, якими авіадиспетчер вже володіє. Одні з них допомагають новим навичкам формуватися і функціонувати, інші – заважають. Це явище називається взаємодія навичок. Коли говорять про взаємодію навичок, зазвичай мають на увазі два питання - інтерференцію і перенесення навичок.

Під інтерференцією розуміють взаємодію навичок, при якій вже сформовані навички ускладнюють утворення нових навичок або знижують їх ефективність. Виявлення умов *інтерференції навичок* в діяльності авіадиспетчера становить певний практичний інтерес. Розрізняють два випадки інтерференції навичок. [8-10] Один з них – інтерференція при перебудові навичок, коли при виконанні певної дії потрібно замінити раніше засвоєний спосіб її виконання іншим, більш досконалим або відповідним нових умов дії. При цьому новий спосіб засвоюється нерідко з великими труднощами через тенденції виконувати знову освоєну дію старим, раніше засвоєним способом. Таку інтерференцію навичок, що спостерігається при перебудові певного навичку або оволодінні новим, називають асоціативним гальмуванням.

Однак стара навичка може чинити негативний вплив і після оволодіння новим. У цих випадках вже після оволодіння новим способом виникають або затримки у застосуванні нового способу дії, або повторення старих прийомів. Таку інтерференцію навичок, що спостерігається вже після оволодіння обома навичками, назива-

ють репродуктивним гальмуванням [9].

Однією з причин інтерференції навичок є велика міцність раніше утворених зв'язків порівняно з тими, що пізніше виникають, а також збереження старих зв'язків всупереч утворенню нових. Ці міцні, раніше утворені зв'язки актуалізуються при опануванні новою дією. Інша причина інтерференції навичок – наявність в нових діях деяких спільних компонентів зі старими діями (в цілях, умовах та способах їх виконання) та недостатнє розрізнення відмінності кожної дії.

Тому одним з найважливіших засобів усунення та попередження інтерференції навичок є чітке розрізнення і протиставлення старого і нового способів дії (при тренувальних вправах), старих і нових умов дії, старих і нових цілей дії.

Позитивний вплив засвоєних навичок на оволодіння іншою дією називається **перенесенням навичок**. Перенесення навичок спостерігається передусім тоді, коли нові дії мають багато спільного з уже засвоєними. При виконанні нових дій людина опирається на свій колишній досвід, і велика кількість вмінь сприяє більш швидкому оволодінню новими навичками.

При тривалій відсутності вправ навик починає руйнуватися. Чим складніше навик, тим більше позначається на ньому ця перерва. У результаті недостатнього тренування може виникнути деавтоматизація навичку, тобто такий стан дії, коли необхідний

свідомий контроль [10]. У зв'язку з цим авіадиспетчери, успішність діяльності яких значною мірою залежить від ступеня автоматизації досвіду, змушені постійно підтримувати свою професійну форму, виконуючи необхідні дії.

Інформаційна модель в діяльності авіадиспетчера

Інформаційна модель в діяльності авіадиспетчера (Рис. 1) є основою успішного управління повітряним рухом. Тому інтерференція навичок, пов'язаних з інформаційною моделлю може суттєво вплинути на ефективність діяльності авіадиспетчера. До інформаційної моделі, відносяться концептуальні об'єкти і візуальні відображення.

Концептуальний об'єкт – це інформація, яка доступна на CWP, і готова до подальшої обробки і/або надається диспетчеру у відповідній формі. Доступна за формою, щоб ефективно використовуватися диспетчером, відображена інформація будується з концептуального об'єкта.

Концептуальні об'єкти розподіляються на чотири категорії:

1. Класи даних руху:

Дана ситуація руху, тобто рушення, як воно зараз, і в межах наступної хвилини, засновується на локаційній інформації співвіднесеній з інформацією про план польоту, і короткостроковою екстраполяцією.

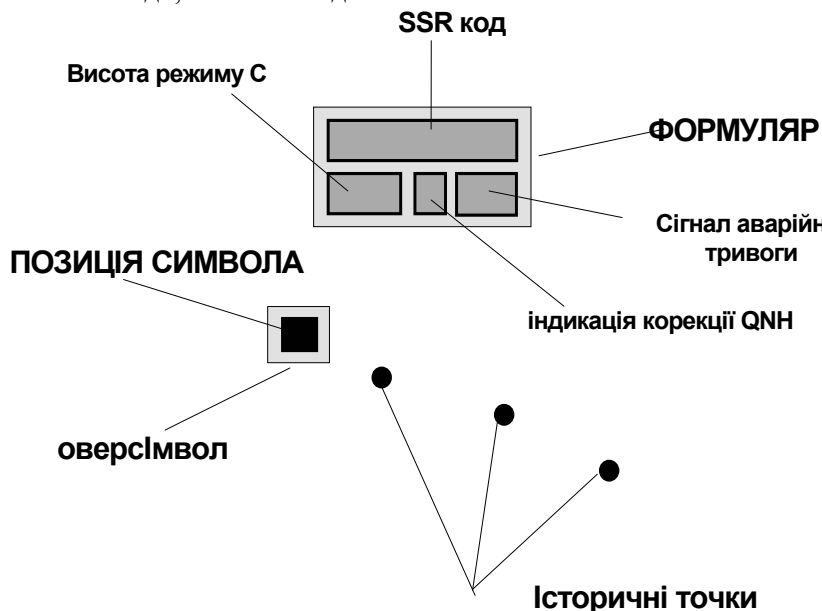


Рис. 1. Елемент інформаційної моделі авіадиспетчера

Наступні дані пов'язані з актуальною ситуацією руху:

- локаційні дані (плоти, треки);
- дані про політ (на формулярах, переліках,

паперових стріпах);

- попередження (повідомлення, отримані від TCA, або від FDP, якщо доступні);
- радіопеленгатор;

– необроблене відео.

Передбачувана ситуація руху, засновується на розвитку програмного забезпечення траєкторії прогнозування, яка дозволяє середньострокове прогнозування руху, яке буде розвиватися в проміжку між наступною хвилиною і подальшими 10-20 хвилинами. Наступні дані пов'язані з ситуацією передбаченого руху: траєкторія, що прогнозується.

2. Дані по повітряному простору, включають:

- цифрові карти;
- курсори (несучі або дистанційні).

3. Метеорологічні дані включають:

- переліки метеоданих;
- локаційні метеодані.

4. Дані спостереження включають:

- місцеві дані управління НСІ (Людина-Комп'ютер Інтерфейс);
- місцеві локаційні дані контролю;
- дані системного контролю;
- різні контрольні дані.

Висновки

Оцінка ризику, пов'язаного з впровадженням змін у системі ОрПР, є невід'ємною складовою в процесах нагляду та управління безпекою польотів. Відповідно до вимог міжнародних авіаційних стандартів зміни в системі ОрПР є предметом оцінки ризиків до їх впровадження. З цією метою зміни мають бути класифіковані на етапах їх проектування, розроблення, впровадження для визначення відповідних методів і підходів для оцінювання ризиків.

Оцінка ризиків, пов'язаних із впровадженням змін, здійснюється провайдером за допомогою процедури оцінки безпеки польотів за проектом змін, оформленим в установленому порядку. При цьому розглядаються лише ризики, пов'язані з впливом нововведень на безпеку польотів. Інші

види ризиків, такі як: фінансові, страхові, соціальні, адміністративні, індивідуальні та інші – в процедурі оцінки безпеки польотів не розглядаються. Оцінка ризиків, пов'язаних із впровадженням змін, повинна виконуватися на етапі їх проектування і до впровадження. Тому в Аеронавігаційній системі важливо враховувати потенційні небезпеки та ризики, пов'язані з інтерференцією навичок в ході професійної діяльності авіадиспетчера.

Список літератури

1. *Положення* про систему управління безпекою польотів на авіаційному транспорті. Наказ Державіаслужби №895 від 25.11.2005 р. – К.: Державіаслужба, 2005. – 36 с.
2. *Положення* про нагляд за безпекою польотів у системі організації повітряного руху. Наказ Мінтрансу №320 від 31.05.2010 р. – К.: Мінтранс, 2010. – 34 с.
3. *DOC 9859*. Керівництво з керування безпекою польотів. – Монреаль: ICAO, 2009. – 318 с.
4. *DOC 9734*. Керівництво з організації контролю за забезпеченням безпеки польотів. – Монреаль: ICAO, 2006. – 51 с.
5. *Керівництво* з проведення оцінки безпеки в системі організації повітряного руху України. Наказ Державіаслужби №478 від 05.07.2006 р. – К.: Державіаслужба, 2006. – 53 с.
6. *Методы и системы поддержки принятия решений* / В.Г. Тоценко. – К.: Наукова думка, 2002. – 382 с.
7. *Cir. 241*. Человеческий фактор при управлении воздушным движением. – Монреаль: ICAO, 1993. – 39 с.
8. *Выготский Л.С.* Лекции по психологии. – СПб.: Союз, 1997. – 144 с.
9. *Психология*. Словарь / Под общ. ред. А.В. Петровского, М.Г. Ярошевского. – М.: Политиздат, 1990. – 494 с.
10. *Головин С.Ю.* Словарь практического психолога. – Минск: Харвест, 1998. – 800 с.

Науковий керівник – Харченко В.П., д-р техн. наук, проф.

Dolgorukov S. O., Roman B. V.
National Aviation University, Kyiv

ELECTROPNEUMATIC AUTOMATION EDUCATIONAL LABORATORY

The article reflects current situation in education regarding mechatronics learning difficulties. Complex of laboratory test benches on electropneumatic automation are considered as a tool in advancing through technical science. Course of laboratory works developed to meet the requirement of efficient and reliable way of practical skills acquisition is regarded the simplest way for students to learn the basics of mechatronics.

The word mechatronics originated in Japan around 1970 to describe the integration of mechanical and electronic components in consumer products. Today it has come to mean multidisciplinary systems engineering and it has never been more important.

The traditional boundaries of classical engineering disciplines have become indistinct following the advent of information technology and computer science. The development of computer science and information technology has broadened the scope of the discipline of electropneumatics giving birth to an interdisciplinary field of engineering as mechatronics. Nowadays, engineering systems, involving a combination of fields, require multidisciplinary engineers to be able to maintain efficient systems. Mechatronic engineers and technicians are those who qualified to do so. Their engineering problems are getting harder, broader, and deeper. They are multidisciplinary and require a multidisciplinary engineering systems approach to solve them. Multidisciplinary engineering systems, in addition to the physical system with its sensors and actuators, have as integral parts electronics, computers, and controls. Performance, reliability, low cost, robustness, energy efficiency, and sustainability are absolutely essential.

1. Mechatronics system properties

Mechatronics has become a key to many different products and processes. Modern systems have reached a level of sophistication, which would have been hard to imagine using traditional methods. Mechatronics integrates the classical fields of mechanical engineering, electrical engineering, computer engineering and information technology to establish basic principles for a contemporary engineering design methodology. Mechatronics is the synergistic integration of physical systems, sensors, actuators, electronics, controls, and computers through the design process, from the very start of the design process, thus enabling complex decision making. Integration is the key element in mechatronic design as complexity has been transferred from the mechanical domain to the electronic and computer software domains.

Mechatronics is an evolutionary design development that demands horizontal integration among the various engineering disciplines as well as vertical integration between design and manufacturing. It is the best practice for synthesis by engineers driven by the needs of industry and human beings.

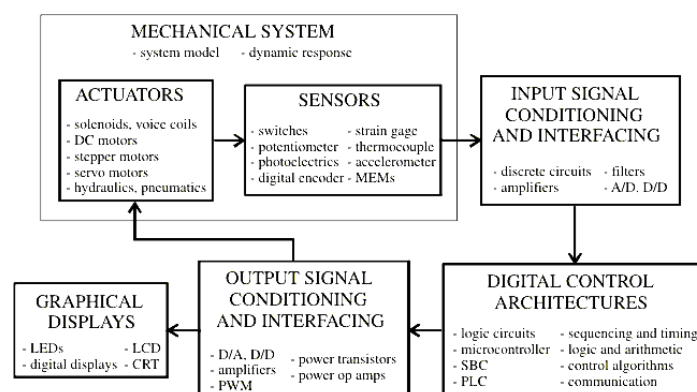


Fig. 1. Mechatronics system components

Mechatronic system design deals with the integrated and optimal design of a physical system, including sensors, actuators, electronic components,

and the embedded digital control system. The integration is respect to both hardware components and information processing, both on-line and off-line. In

evaluating concepts, a modeling-and-analysis approach must replace any design-build-and-test approach, but this modeling is multidisciplinary and crosses domain boundaries. Every controlled physical system is not a mechatronics system, as controls can be just an add-on in a sequential design process. A real mechatronics approach requires that an optimal choice be made with respect to the realization of the design specifications in the different domains. Mechatronics system design requires simultaneous optimization of the system as a whole.

2. Electropneumatic educational test bench

Engineering education face intimidating challenges. The preparation of new engineers is inadequate for the challenge. Sometimes, it seems that memorization has replaced understanding. Students focus on facts, tests, and grades and fail to understand concepts and processes. They are unable to integrate knowledge, processes, techniques, and tools, both hardware and software, to solve an engineering

problem. Indeed, one of the great failures in engineering education has been the inability of graduating students to integrate all they have learned – science, mathematics, engineering fundamentals – in the solution of a real-world engineering problem.

What is the best way to educate students to become practicing engineers?

Only through industrial interaction – knowing the types of problems engineers face, the concepts, processes, and tools they use to solve those problems, and the personal and professional attributes essential to be an engineer leader – not a follower – but an independent-thinking leader in our technological society.

An example of this type of interaction is the complex of educational stands that was created in the department of aviation computer-aided integrated complexes to study fundamentals of computer automation systems on the basis of electropneumatic automation (see Fig. 2).

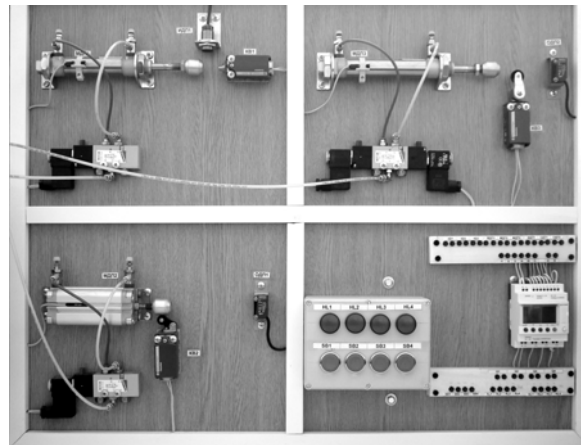


Fig. 2. Laboratory test bench

Educational laboratory on electropneumatic automation combines units of precision mechanics and electronic, electrical and computer components that provide designing of new systems and machines with predictive control of functional movements. Such systems are usually called mechatronics. Predictive control is provided by programmable logic controllers (PLC). A PLC is an example of a real time system since output results must be produced in response to input conditions within a bounded time. PLCs used in educational stands are manufactured by Schneider Electric, industry leader in electrical equipment. Devices have handy control panels, LCD displays and can be programmed directly using available keyset or through the provided PC software.

These test benches are simple and multifunction and allow rather high range of objects to simulate,

for instance, conveyor press. Students do not need to mess about meters of wires for successful execution of laboratory work – they need to connect four or five small wires to available input-output board – all other connections are made by PLC according to the program. Simplicity of construction provides higher reliability of the test bench, and even if there will be some failure, the broken device is easy to replace. Important advantage is the application of pneumatic elements which consume less energy, and are much safer than hydraulic ones. Moreover PLCs, optical position sensors used in the laboratory test bench are practically safe because they consume no more than 24 volts DC instead of industrial PLCs, which require more than 120 volts.

Thus, laboratory test bench is safe and energy efficient.

3. Laboratory teaching methods

In order to use the complex of stands with an educational purpose there was developed the course of laboratory works. Laboratory works introduce basics of mechatronics systems construction with the PLC control and electropneumatic devices. There were considered methods of direct and indirect control, pneumatic devices control by speed and position, implementation of logical functions in mechatronics systems, means of real time control using PLC and simultaneous movement of cylinders.

Reasons for using PLCs as the heart of the system are simple. Firstly, less wiring is required to assemble the desired scheme, because wiring between devices and relay contacts are done in the PLC program. Secondly, it is easier and faster to make changes due to programming nature of PLC and available keyset on the front panel. Thirdly, reliable components make these likely to operate years without maintenance before failure.

PLC programs are written in ladder diagram programming language, which is one of the five currently available programming languages for programmable control systems according to interna-

tional standard IEC 61131-3. Ladder logic diagram programming is a model which emulates electromechanical control panel devices, such as contacts, timers and coils of relays. The actual logic of the control system is established inside the PLC by means of a computer program. This program dictates which output gets energized under which input conditions. Although the program itself appears to be a ladder logic diagram, with switch and relay symbols, there are no actual switch contacts or relay coils operating inside the PLC to create the logical relationships between input and output. These are imaginary contacts and coils. This programming language has an important advantage in educational application – any student is able to understand and use it without much additional training, because of the similarity to familiar hardware systems.

Let us consider abstract from the laboratory work about time control. As an example we consider time delay control using PLC – cylinder rod must remain 5 seconds retracted after releasing the button. The pushbutton SB1 is connected to the smart relay input I1. The timer T1 function block, set for a five second duration, controls output Q1. Output Q1 is connected to the cylinder RH1. The Ladder diagram lines are represented on the Fig. 3.

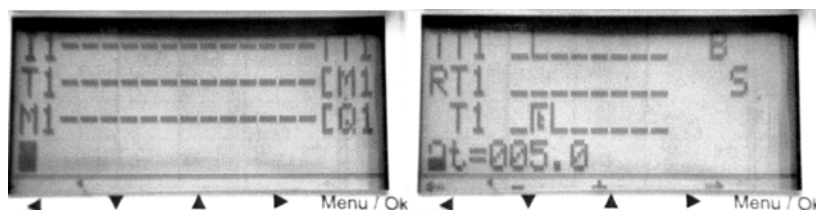


Fig. 3. PLC programming

The schedule of learning curriculum is developed from simple to more complicated. At the start of the course students study methods of direct and indirect control and main principles of ladder diagram programming. And after that they begin to acquire control by velocity, position and simultaneous work of two or more cylinders.

4. FluidSIM Pneumatics training software

FluidSIM Pneumatics is a teaching tool for simulating pneumatics basics. It can be used in combination with the educational laboratory training hardware, but also independently. A major feature of FluidSIM is its close connection with CAD functionality and simulation. FluidSIM allows DIN-compliant drawing of electropneumatic circuit diagrams and can perform realistic simulations of the drawing based on physical models of the components. Simply stated, this eliminates the gap between

the drawing of a circuit diagram and the simulation of the related pneumatic system.

The CAD functionality of FluidSIM has been specially designed for fluidity. For example, while drawing, the program will check whether or not certain connections between components are permissible. In FluidSIM each component found in the component library is assigned a physical model. Based on a circuit diagram, FluidSIM takes all relevant separate component models and creates a total model of the system, which is then processed and simulated.

Another feature of FluidSIM results from its well thought-out concept: FluidSIM supports learning, educating, and visualizing pneumatic knowledge. Pneumatic components are explained with textual descriptions, figures, and animations that illustrate underlying working principles; exercises and educational films mediate knowledge about both important circuits and the usage of pneumatic components.

The development of FluidSIM included special emphasis on both an intuitive and easy-to-learn user in-

terface (see Fig. 4). The student will quickly learn to draw and simulate electro-pneumatic circuit diagrams.

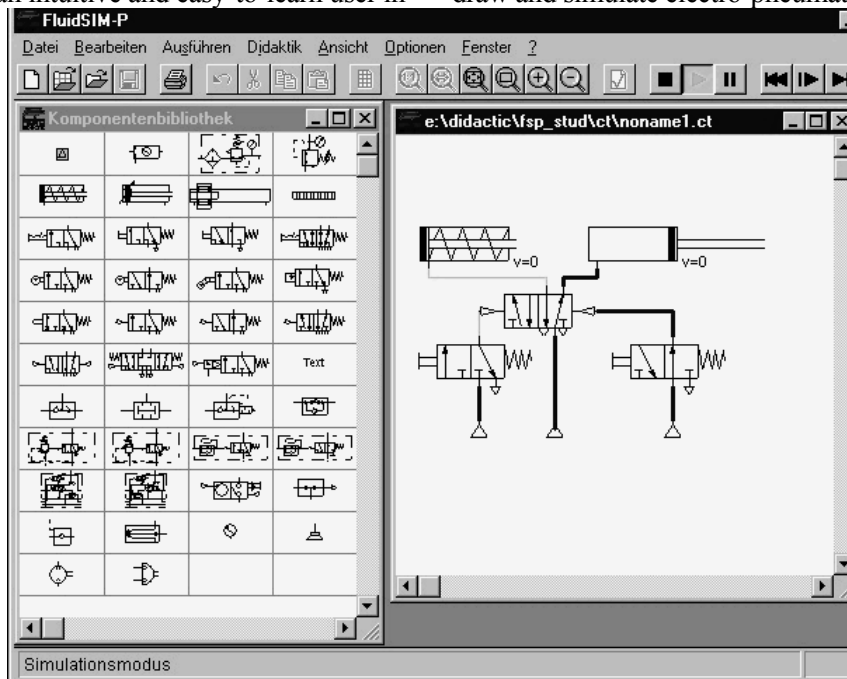


Fig. 4. FluidSIM educational software user interface

Conclusion

Mechatronics is rather new branch of science and technology, which has already come into the professional sphere as well as in our everyday life. Domestic machines, transmissions of new cars, digital cameras and computer disk drives are based on mechatronics principles. Pneumatic devices are widely used in aviation. Electropneumatic drives are used to solve many tasks of various levels of complexity, such as landing gear drive system in training aircrafts Yak-18T, Yak-52, etc. Electropneumatic automation with embedded microprocessor control is where the innovations come from. The importance of mechatronics will further increase due to consumer demands, which will yield excellent job opportunities for skilled workers, technicians and engineers.

Basic engineering skills have become commodities worldwide. Other countries have a competitive advantage in low-cost manufacturing and services, with excellent engineers available at one-fifth of the cost of an engineer with advanced skills and progressive mind. To be competitive, engineers must provide high value by being immediate, innovative, integrative, conceptual, and multidisciplinary. It is generally agreed that engineers must have depth in a

specific engineering discipline, as well as multidisciplinary engineering breadth, with a balance between theory and practice. In addition, they must have breadth in business and human values.

Real-world engineering problems, i.e., mechatronic system design problems, present enormous challenges to both education system and industry. Engineering education is in crisis, both at the university and professionally. A radical change is needed. Nothing less than dramatic changes will do.

References

1. K. Craig, "Mechatronics in University and Professional Education: Is There Anything Really New Here?", 2001, IEEE Education Special Issue of the Journal of Robotics and Automation, Vol. 8, No. 2, pp. 12-19.
2. K. Craig and F. Stolfi, "Teaching Control System Design through Mechatronics," 2002, Mechatronics, Vol. 12, pp. 371-381.
3. Tony R. Kuphaldt, "Lessons In Electric Circuits, Volume IV," fourth edition, 2007.
4. Prof. Dr.-Ing. Johannes Steinbrunn, "Curriculum for Mechatronics", Festo Didactic GmbH, 2005.
- D. Waller, H. Werner, "Learning System for Automation and Technology. Electropneumatics workbook", Festo Didactic GmbH, 2002.

Scientific supervisor – Sergeev I. Y., assistant professor

УДК 621.3.049.77(045)

Постоловский В. В.*Національний авіаційний університет, Київ***УЧЕБНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД НА БАЗЕ ПЛИС ФИРМЫ ALTERA**

Данная работа предназначена разработке универсального учебно-лабораторного стенда для изучения возможностей ПЛИС. Структура стенда разработана специально для использования в учебных целях, поэтому достигнуто оптимальное соотношение функциональности и простоты использования. Модульная структура позволяет максимально расширить возможность исследования электронных устройств.

Сектор программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) – наиболее быстро развивающийся на мировом рынке логических устройств. Это обусловлено непрерывно растущим числом логических элементов на кристалле, что позволяет реализовывать функции, которые в отсутствие ПЛИС потребовали бы применения отдельных логических и запоминающих устройств. Это позволяет разработчику аппаратуры за несколько секунд или минут на рабочей станции или линии сборки системы задать требуемую конфигурацию микросхемы ПЛИС, а в ряде случаев выполнить ее реконфигурацию. Сегодня работы в области программируемых пользователем базовых матричных кристаллов (FPGA) сосредоточены на создании изделий для новых развивающихся рынков, тогда как сектор рынка сетевых приложений (собственно и давший толчок увеличению спроса на FPGA) не пользуется благосклонностью поставщиков. В то же время, продажи сложных программируемых логических микросхем (CPLD) достаточно стабильны.

В мире много аппаратуры, в которой используются устаревшие, практически вышедшие из употребления логические микросхемы, которые могут быть успешно заменены CPLD, позволяющими снизить стоимость, потребляемую мощность и сложность систем. А появившиеся на рынке в последнее время ПЛИС этого типа способствуют такой замене.

В каких же случаях целесообразно применять ПЛИС?

Во-первых, при разработке оригинальной аппаратуры, а также для замены обычных ИС малой и средней степени интеграции. При этом значительно уменьшаются размеры устройства,

снижается потребляемая мощность и повышается надежность.

Наиболее эффективно использование ПЛИС в изделиях, требующих нестандартных схемотехнических решений. В этих случаях ПЛИС даже средней степени интеграции (24 вывода) заменяет, как правило, до 10-15 обычных интегральных микросхем.

Другим критерием использования ПЛИС является потребность резко сократить сроки и затраты на проектирование, а также повысить возможность модификации и отладки аппаратуры. Поэтому ПЛИС широко применяется в стендовом оборудовании, на этапах разработки и производства опытной партии новых изделий, а также для эмуляции схем, подлежащих последующей реализации на другой элементной базе, в частности базовые матричные кристаллы (БМК).

Отдельная область применения ПЛИС - проектирование на их основе устройств для защиты программного обеспечения и аппаратуры от несанкционированного доступа и копирования. ПЛИС обладают такой технологической особенностью, как «бит секретности», после программирования которого схема становится недоступной для чтения (хотя свои функции ПЛИС, естественно, продолжает выполнять). Обычно применение одной-двух ПЛИС средней степени интеграции оказывается вполне достаточной для надежной защиты информации.

Наиболее широко программируемые логические ИС используются в микропроцессорной и вычислительной технике. На их основе разрабатываются контроллеры, адресные дешифраторы, логика обрामления микропроцессоров, формователи управляющих сигналов и др. На ПЛИС часто изготавливают микропрограммные автома-

ты и другие специализированные устройства, например, цифровые фильтры, схемы обработки сигналов и изображения, процессоры быстрого преобразования функций Фурье и т.д. В технике связи ПЛИС применяются в аппаратуре уплотнения телефонных сигналов.

Применение ПЛИС становится актуальным еще и потому, что у разработчиков зачастую нет необходимых стандартных микросхем.

Данный стенд был спроектирован на ПЛИС структуры CPLD. CPLD – это комбинация полностью программируемых матриц вентилей И/ИЛИ и банка макроячеек (МЯ). МЯ образуют функциональные блоки, выполняющие различные комбинаторные или последовательные логические функции. Для получения достаточно высокого быстродействия в CPLD традиционно применялся аналоговый усилитель считывания, но при этом существенно возрастала потребляемая мощность.

Современные CPLD содержат несколько логических блоков (ЛБ), в каждый из которых могут входить до 54 МЯ на основе программируемых логических матриц (PAL) или простых

ПЛИС (SPLD). Каждая МЯ с большой нагрузочной способностью по входу обеспечивает выполнение комбинаторной логики, которая в зависимости от сложности ПЛИС поддерживает от четырех до 16 логических произведений – термов. Поскольку каждый ЛБ выполняет определенную функцию, все МЯ такого блока полностью объединены, тогда как сами ЛБ соединяются друг с другом трассировочной матрицей в зависимости от применения микросхемы. В результате 100 % использования имеющихся логических блоков добиться нельзя.

На рынке представлены CPLD разнообразных семейств и в самых различных типах корпусов. Значения напряжения питания, рабочий ток, ток в режиме покоя и потребляемая мощность этих устройств также различны. В них используется память различного типа и объема (ПЗУ, ОЗУ, двухпортовое ОЗУ, ассоциативная память, а также память прямого и обратного магазинного типов). Основные поставщики CPLD – компании Altera, Atmel, Cypress Semiconductor, Lattice Semiconductor, STMicroelectronics и Xilinx.



Рис. 1. Выбор производителя. Altera. Семейство MAX7000S

На протяжении многих лет компания Altera добиваясь увеличения быстродействия и числа логических МЯ, а также снижения рабочего напряжения и потребляемой мощности лишь за счет совершенствования методов изготовления и уменьшения размеров элементов схемы. Изменение в архитектуре микросхем компании за последние годы – введение внутрисхемного про-

граммирования, начиная с серий микросхем на напряжение питания 5 В и меньше. К достоинствам своих CPLD компания относит и технику многовольтного ввода/вывода (MultiVolt I/O), позволяющую подавать на выход и принимать на входе сигналы с уровнем напряжения ниже или выше рабочего напряжения ядра и не требующую применения связующей логики.

Сводная таблица по серии MAX7000S:

Table 2. MAX 7000S Device Features						
Feature	EPM7032S	EPM7064S	EPM7128S	EPM7160S	EPM7192S	EPM7256S
Usable gates	600	1,250	2,500	3,200	3,750	5,000
Macrocells	32	64	128	160	192	256
Logic array blocks	2	4	8	10	12	16
Maximum user I/O pins	36	68	100	104	124	164
t_{PD} (ns)	5	5	6	6	7.5	7.5
t_{SU} (ns)	2.9	2.9	3.4	3.4	4.1	3.9
t_{FSU} (ns)	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3
t_{CO1} (ns)	3.2	3.2	4	3.9	4.7	4.7
f_{CNT} (MHz)	175.4	175.4	147.1	149.3	125.0	128.2

где

- **Usable gates** – логические вентили;
- **Macrocells** – макроячейки;
- **Logic array blocks** –блоки логических массивов;
- **Maximum user I/O** – выводы микросхемы под вход/выход;
- **Fcnt** – верхняя рабочая частота счётчика.

Описание стенда

Лабораторный стенд включает в себя на одной печатной плате:

- программатор ByteBlasterMV (устройство загрузки конфигурации ПЛИС фирмы Altera);
- программатор USB-Blaster (устройство загрузки конфигурации ПЛИС фирмы Altera);
- ПЛИС EPM7128SLC84-10;
- три тактовых генератора;
- 8 синих светодиодов для индикации;
- 2 двухразрядных семисегментных дисплея;
- электродвигатель;
- 8 двухцветных светодиодов;
- шаговый двигатель;
- 8 переключателей состояния;
- 8 кнопок;

- пьезоизлучатель;
- разъемы расширения (I/O);
- разъем JTAG для программирования внешних устройств;
- стабилизатор питания;
- устройство индикации питания;
- устройство индикации функции программирования.

Стенд предназначен для работы в лаборатории и наглядной демонстрации возможностей ПЛИС. Он позволяет внутрисхемно программировать, тестировать (с помощью JTAG), эмулировать работу ПЛИС.

ПЛИС EPM7128SLC84-10 установлена в панель PLCC-84(DIP).

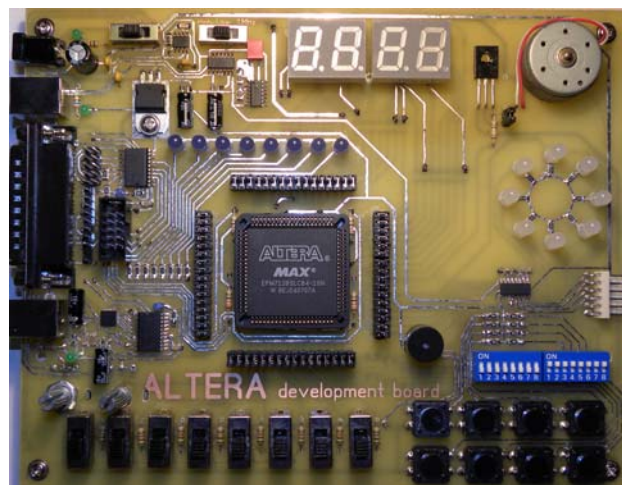


Рис. 2. Внешний вид

На плате есть три генератора тактовой частоты.

Первый генератор с возможностью регулировки частоты от 0.5 Гц до 15 Гц.

Второй генератор с частотой от 1.5 Гц до 400 Гц, специально созданный для работы схемы управления шаговым двигателем.

Третий генератор с заданной частотой 1 МГц.

Включение необходимого генератора осуществляется переключателем.

На плате есть два программатора: ByteBlasterMV и USB-Blaster.

ByteBlasterMV это параллельный программатор. Подключается к LPT порту компьютера. Для его работы нужен источник внешнего питания. Необходим для работы в САПР MAX+PLUS II, так как там отсутствует поддержка USB программаторов.

USB-Blaster подключается к USB порту компьютера и не требует внешнего питания.

При одновременном подключении двух программаторов САПР Quartus предлагает выбрать один из них.

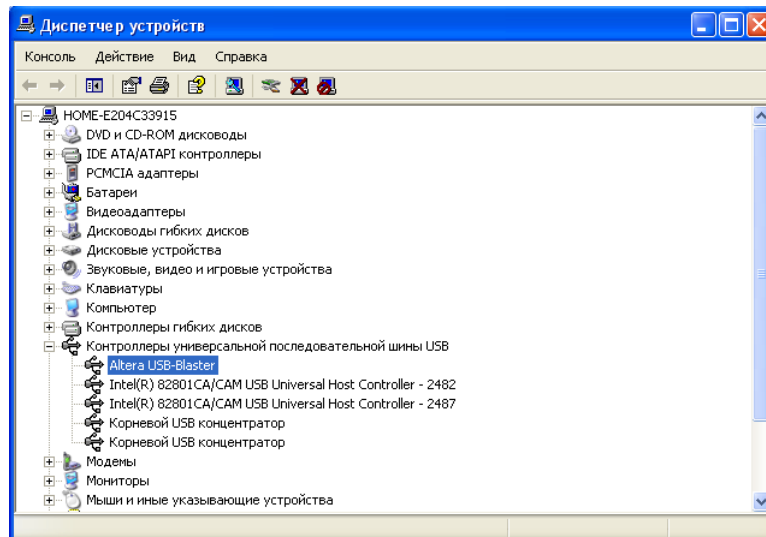
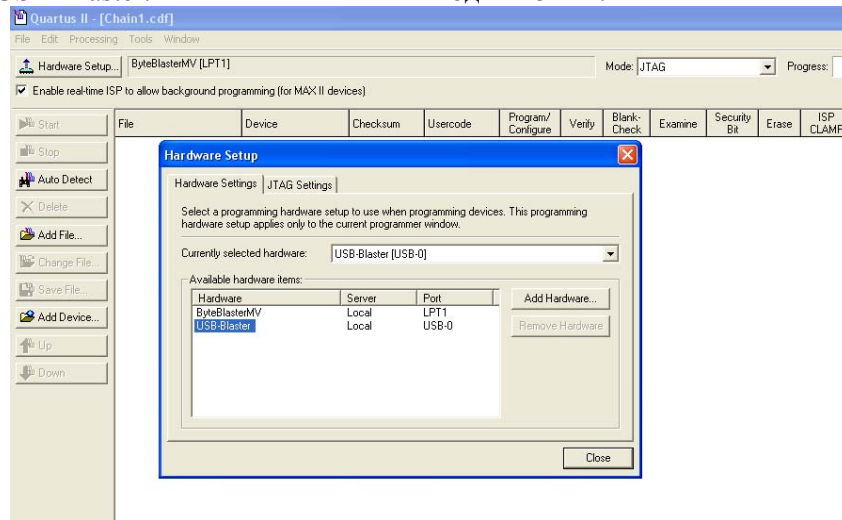


Рис. 3. Одновременное подключение двух программаторов

Таким образом, был создан стенд, где можно изучить методику создания проектов в САПР, где было бы видно весь алгоритм создания проекта от составления схемы (или ее описания на языке программирования ПЛИС) до ее загрузки в реальную микросхему.

Также это устройство может быть полезным всем кто хочет работать в САПР MAX+PLUS II или QUARTUS, научиться создавать собственные проекты и реализовать их непосредственно на ПЛИС фирмы Altera.

УДК 902.6(045)

Остапенко В. В.

Національний авіаційний університет, Київ

ДАТУВАННЯ В АРХЕОЛОГІЇ

Стаття присвячена питанням датування та його різновидам. Дослідження даного питання дозволить нам дослідити переваги та недоліки кожного з методів датування.

Археологія – наука, що вивчає за речовими джерелами знаряддя виробництва і створені з їх допомогою матеріальні блага: споруди, зброю, прикраси, посуд, твори мистецтва – все те, що є результатом трудової діяльності людини.

Вся історія народів, що передувала появі писемності, може бути вивчена лише за речовими пам'ятками. Враховуючи, що люди існують на нашій планеті близько 3 млн. років, дописемна історія, або, як її ще називають дослідники, передісторія, складає в цілому 99,998 % історії людства. Іншими словами, більша частина історії людства досліджується лише за археологічними даними, і лише 0,002 % – за писемними джерелами. Але речові пам'ятки на відміну від писемних не містять прямої розповіді про історичні події, і засновані на них висновки – результат наукової реконструкції.

Головне завдання археолога – отримати максимум інформації з предметів, комплексів, знайдених під час розкопок. При цьому першим питанням, що виникає у вченого на початку дослідницького процесу є питання визначення часу до якого належить той чи інший об'єкт минулого. Таким чином, однією із найскладніших проблем в археології є проблема датування.

Фактору часу відводиться найголовніша роль в археології і практикується декілька способів його визначення. Відрізняють два типи хронології: абсолютний та відносний. До абсолютної хронології відносять такі методи, як: дендрохронологічний, радіовуглецевий, археомагнітний та термолюмінесцентний. В свою чергу до відносної хронології належать типологічний та стратиграфічний методи.

Таблиця 1

Типи хронології	
Абсолютна	Відносна
- Дендрохронологія (1894 р.) - Термолюмінесцентний метод (1953 р.) - Археомагнітний метод - Радіоізотопні методи: ➤ Свинцевий ➤ Аргоновий ➤ Радіовуглецевий (1947 р.)	- Типологічний метод (2-га половина 19 ст.) - Стратиграфічний метод (кінець 19 – початок 20 ст.)

Стратиграфія в археології – це порядок чергування нашарувань культурного шару по відношенню один до одного. Стратиграфія необхідна для встановлення відносного датування верств, прошарків (а також споруд, поховань, речей). Особливо велике значення вона має у випадках, коли природний порядок шарів порушений: перекопами, обвалами, зсувами, ерозією і т.п. За допомогою даних стратиграфії була встановлена відносна, а потім і абсолютна хронологія кам'яного століття.

Типологічний метод в археології, метод систематизації і хронологізації археологічних пам'яток; Він заснований на класифікації древніх речей (зброї, знарядь праці, прикрас, судин і т. п.) за матеріалом, способом обробки, формою і орнаментом. Речі одного типу, тобто одного і того ж призначення, однорідні по вигляду, але що відрізняються в деталях, розміщують в типологічні еволюційні ряди, зіставлення яких дає можливість виявити групи предметів, характерних для певної епохи. Типологічні ряди будуються

також для споруд, могил і інших археологічних об'єктів.

Повернемось до абсолютних методів. Одним із відомих методів є дендрохронологія.

Дендрохронологія або датування деревних кілець це науковий метод датування, що базується на аналізі росту річних кілець дерев. Ця техніка дозволяє датувати деревину з точністю до календарного року. Зіставлення послідовності річних кілець, що збереглися в дерев'яному предметі, і зразків, датування яких відома, дозволяє вибрати зразок зі співпадаючим набором річних кілець і, таким чином, визначити, у який період було спиляне дерево, з якого виготовлений предмет. Таке зіставлення і є, властиво, дендрохронологічне датування.

За допомогою дендрохронологічного методу можна побудувати абсолютні і відносні шкали датувань. У тому випадку, якщо відомий точний (абсолютний) час життя одного з поколінь дерев, що беруть участь у датуванні, та шкала, що вийшла, буде абсолютною. За допомогою абсолютної шкали датувань можна визначати вік дерев'яних предметів практично із 100 % надійністю. У деяких випадках вдається побудувати фрагменти дендрохронологічної шкали, опираючись на фрагменти деревини, датовані іншим способом (наприклад, колоди зі стіни будови, дата будівлі якого відома з історичних документів). У таких випадках шкала, що вийшла, буде вже не абсолютною, а відносною.

Термолюмінесцентний метод — метод датування керамічних виробів, в якому використовується явище термолюмінесценції - світіння матеріалів при нагріванні. Термолюмінесценція виникає при попередньому збудженні матеріалу іонізуючим випромінюванням, світлом або механічними напруженнями. При цьому в матеріалі накопичуються захоплені в пастки носії заряду. При нагріванні носії заряду звільняються з пасток і рекомбінують із випромінюванням світла. Зокрема, явище накопичення носіїв заряду відбувається в глині внаслідок природної радіації. При випалі вони зникають, а потім знову розпочинається їх накопичення. Чим більше часу пройшло з моменту виготовлення глиняної речі, тим більше накопичується носіїв заряду. Вимірювання інтенсивності люмінесценції надає змогу визначити час виготовлення глиняної речі.

Археоманітний метод заснований на тому, що глина здатна намагнічуватися, та варто її обпалити, як магнітне поле в ній як би застигає і

утворюється термостатична намагніченість. Вимірявши напрями і силу магнітного поля і знаючи подорож магнітних полюсів Землі, можна встановити час випалення цеглини або кераміки.

Ізотопна хронологія – визначення абсолютного віку гірських порід, мінералів та Землі в цілому по накопиченні в них продуктів розпаду радіоактивних нуклідів. Ідея ізотопної хронології належить Кюрі та Резерфорду. Перші успішні були виконані у 1947 році Уїллардом Ліббі.

При ізотопній хронології враховують, що радіоактивний розпад кожного радіонукліда відбувається з постійною швидкістю. Він приводить до накопичення кінцевих стабільних нуклідів, вміст яких D зв'язаний з віком t об'єкта, що досліджується співвідношенням

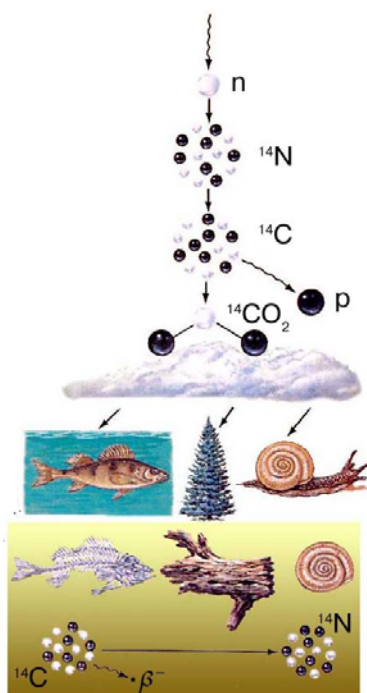
$$D = P(e^{\lambda t} - 1)$$

де P – число атомів радіонукліда, λ – постійна розпаду. Звідси

$$t = \frac{1}{\ln(1 + \frac{D}{P})}$$

В ізотопній хронології найбільш розповсюджені свинцевий, аргоновий, стронцієвий та вуглецевий методи. Аргоновий метод базується на радіогенному накопиченні Аргону в калієвих мінералах.

Для оцінки віку об'єктів менше 60 000 років використовують радіовуглецевий метод. Вуглець 14 з'являється, коли космічні промені вибивають нейтрони з ядер у верхніх шарах атмосфери. Ці витіснені нейтрони, рухомі і дуже швидко, стикаються зі звичайним азотом (^{14}N) на низьких висотах, перетворюючи його в вуглець 14 (^{14}C). ^{14}C не стабільний і повільно розпадається, перетворюючись назад на азот і звільняючи енергію. Ця нестабільність робить його радіоактивним. Звичайний вуглець (^{12}C) міститься в діоксиді вуглецю в повітрі, який виділяється рослинами, які в свою чергу поїдаються тваринами. Так, кістка або лист або дерево, або навіть шматок дерев'яних меблів, містить вуглець. Коли ^{14}C вже сформувався, так само як і звичайний вуглець, він з'єднується з киснем і дає діоксид вуглецю ($^{14}\text{CO}_2$), і він циркулює по клітинах рослин і тварин. Однак, як тільки рослина або тварина помирає, атоми ^{14}C , які розкладаються, більше не замінюються. Іншими словами, відношення $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ стає менше. Отже, ми маємо годинник, які починають йти, коли щось вмирає.

Рис. 1. Утворення ізоотопу ^{14}C

Оскільки для органічних предметів можливе застосування обох методів – органічного та неорганічного – то цікаво порівняти їх результати, наведені в табл. 2 (вік у тис. років).

Таблиця 2

Предмет	Органічний метод (радіо-вуглецевий)	Неорганічні методи
Шаблезубий тигр	28	100-1000
Мамонт	11	20-35
Природний газ	14	50000
Кам'яне вугілля	1680	100000

Бачимо, що при використанні радіо вуглецевого методу виникає низка неточностей. Однією із причин їх виникнення може бути неправильне поводження з артефактами, тому необхідно дотримуватись певних правил.

Зокрема, під час взяття проб археологічних викопних решток необхідно строго дотримуватися всіх запобіжних заходів: ніхто не має права курити, пробу необхідно очистити стерильними інструментами, не можна доторкатися долонями, не можна загортати в папір або який-небудь матеріал органічного походження, і вона повинна піддаватися аналізу тільки в лабораторних умовах та якнайшвидше.

При всьому цьому важливо мати достатню кількість матеріалу, необхідного для повноцінного аналізу:

- деревне вугілля – в середньому 150 г (якщо вугілля малозольні, вистачить 100-150 г, а зольного слід взяти 250-500 г);

- деревина – в середньому 500-600 г (при цьому гарний зразок може важити 300-500 г, поганий деревини бажано взяти побільше, до 1,5 кг);

- торф – близько 2-2,5 кг;

- "Молода" кістка – 2,5-5,0 кг, стара (викопна) – 12-15 кг;

- поховальний ґрунт – не менше 3,0 кг;

- черепашки (мушлі) – 350-400 г.

Найяскравішим прикладом датування радіовуглецевого методу є датування Туринської плащаниці. У силу її високої цінності як найбільшої святині Християнської Церкви вчені ма-

ли можливість лише один раз дослідження з визначення абсолютного віку Плащаниці. 21 квітня 1988 від Плащаниці був відрізаний шматочок розміром близько 7 см². Зразок був розділений на три частини, які були передані разом із зразками порівняння в лабораторії радіо вуглецевого аналізу Аризонського університету (США), Оксфордського університету (Анг-

лія) і Федерального політехнічного інституту в Цюріху (Швейцарія).

У повній відповідності з прийнятими в радіо-вуглецевих дослідженнях методиками, ретельно і абсолютно незалежно вчені цих лабораторій провели дослідження і визначили вік Плащаниці. Отримані при цьому результати представлені в табл. 3.

Таблиця 3

Лабораторія	Вік в роках (до 1950 року)	Календарний рік
Арізона	646 ± 31	1304 ± 31
Оксфорд	750 ± 30	1200 ± 30
Цюріх	676 ± 24	1274 ± 24

Після усереднення всіх даних і калібрування по варіацій змісту ізотопу ¹⁴C в атмосфері дослідники прийшли до висновку, що вік Плащаниці з імовірністю 0,95 знаходиться в інтервалі 1260–1390 рр.

На жаль на точність вимірювання складу та кількості радіоізотопів впливає багато різноманітних факторів, а саме:

- рослини мають тенденцію до зменшення кількості діоксиду вуглецю, що містить ¹⁴C. Таким чином, вони вбирають менше, ніж очікувалося і виходить, що при тестуванні вони мають більший вік, ніж є насправді;

- відношення ¹⁴C/¹²C в атмосфері не завжди було постійним. Наприклад, воно було вищим перед промисловою революцією, коли викопне паливо звільнило велику кількість діоксиду вуглецю, що різко зменшило ¹⁴C в цьому відношенні. Потім був підйом вмісту ¹⁴CO₂ з приходом ери випробувань атомних бомб у 1950х роках;

- сила земних магнітних полів впливає на кількість космічних променів, що входять в атмосферу. Чим сильніше магнітне поле відхиляє, тим більше космічних променів віддаляється від

землі. У цілому, енергія земних магнітних полів зменшилася, таким чином зараз створюється більша кількість ¹⁴C, ніж у минулому. Це робить старі речі старішими, ніж вони є насправді;

- по смерті організму, його тканини не виходять з вуглецевого обміну, беручи участь у процесах гниття і дифузії.

На сьогоднішній день для радіовуглецевого датування точність вимірювання вмісту радіовуглецю у зразках становить від 0,1 до 1,0 %, похибка оцінки віку зразків – від 70 до 300 років. Проте у майбутньому існує перспектива підвищення точності радіовуглецевого методу, шляхом використання нанотехнологій. Ці технології базуються на досягненнях сучасної мікроскопії, яка з 80-х років XX століття поповнилась новими мікроскопами(растровий електронний мікроскоп, атомно-силовий мікроскоп, скануючий зондовий мікроскоп). Саме нанотехнології дадуть змогу буквально підрахувати кількість радіоізотопів в тому чи іншому артефакті, що в свою чергу дасть нам впевненість у правильності отриманого результату досліджень.

Науковий керівник – Пустовойтов М. О., канд. фіз.-мат. наук., доц.

УДК 006.91.550.34.038(045)

Прикладовский О. О.

Національний авіаційний університет, Київ

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В СЕЙСМОЛОГИИ

Работа посвящена роли метрологии в решении одной из жизненно важных проблем – предсказанию тектонических процессов в земной коре.

Сейсмология (гр. $\sigma\epsilon\iota\sigma\mu\acute{o}\varsigma$ землетрясение + $\lambda\acute{o}\gamma\omicron\varsigma$ слово, учение) – наука о землетрясениях (З.). Основные задачи, решаемые сейсмологией: исследование структуры земных недр и процессов в очагах З., разработка методов уменьшения ущерба от сильных З., мониторинг (слежение, наблюдение) испытаний атомного оружия. Сейсмические методы широко применяются при разведке полезных ископаемых, в частности нефти. Сейсмология стала интенсивно развиваться после 1889, когда в Потсдаме с помощью чувствительных маятников было зарегистрировано сильное З в Японии.

Что такое землетрясение? Это упругие волны, генерируемые очагом землетрясения и регистрируемые специальными приборами – сейсмографами. Как правило, сейсмическая обсерватория оснащается сейсмографами, регистрирующими три компоненты смещения: вертикальную, север – юг и восток – запад. Основным элементом сейсмографа является массивное тело, крепящееся к корпусу прибора пружиной. При смещении корпуса, жёстко связанного с Землёй, это тело стремится сохранить прежнее положение. Смещения тела относительно корпуса преобразуются в электрические сигналы и регистрируются в аналоговом или цифровом виде. Наименования смещения, регистрируемые сейсмографами, сравнимы с межатомными расстояниями (10^{-10} м), динамический диапазон достигает 140 дБ.

Упругие волны, регистрируемые сейсмографами, к нескольким типам. По характеру пути распространения волны делятся на объёмные и поверхностные. В свою очередь объёмные волны подразделяются на продольные (P) и поперечные (S), а поверхностные – на волны Рэлея и волны Лэмба. Объёмные волны распространяются во всём объёме Земли, за исключением жидкого яд-

ра, не пропускающего поперечные волны. В зависимости от частоты различают инфразвуковые, звуковые и ультразвуковые упругие волны. Их диапазоны частот: от 0.001 Гц до 16-25 Гц, от 16-25 Гц до 20 кГц и от 20 кГц соответственно.

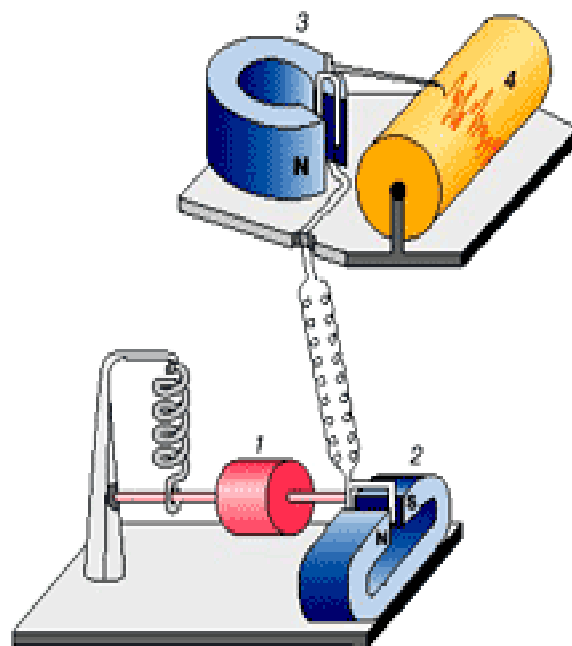


Рис.1. Сейсмограф

Для инфразвука характерно малое поглощение в различных средах, вследствие чего инфразвуковые упругие волны в земной коре могут распространяться на очень далёкие расстояния, но тем не менее не причинять большого ущерба. По шкале Меркали им соответствуют землетрясения силой от 1 до 5 баллов.

Звуковые упругие волны – это волны, которые причиняют средний ущерб: По шкале Меркали им соответствуют землетрясения силой от 6 до 8 баллов

Ультразвуковые упругие волны – это волны катастрофической силы, именно они приводят к огромным, а иногда и абсолютным разрушениям. По шкале Меркали им соответствуют землетрясения силой от 9 до 12 баллов.

Говоря про упругие волны, можно и надо задаться вопросом откуда же они возникают? Для этого нужно «углубиться» в структуру земной коры. Представления о внутреннем строении Земли в очень большой степени основаны на сейсмических данных. В соответствии с этими данными Земля разделяется на кору, мантию, жидкую внешнюю и твёрдую внутреннюю части ядра.

Кора отделяется от мантии границей Моховича, находящейся под океанами на глубине ~10 км и погружающейся под материками до глубин порядка нескольких десятков км. В большей части мантии скорости упругих волн растут с глубиной; исключениями являются зона на глубинах 100-300 км и слой в подошве мантии. Наибольший рост наблюдается на глубинах 300-700 км, называемых зоной фазовых переходов или переходной зоной. Резкое увеличение скоростей происходит на сейсмич. границах, находящихся на глубинах ок. 400- 650 км; последняя часто рассматривается как граница между верхней и нижней частями мантии.

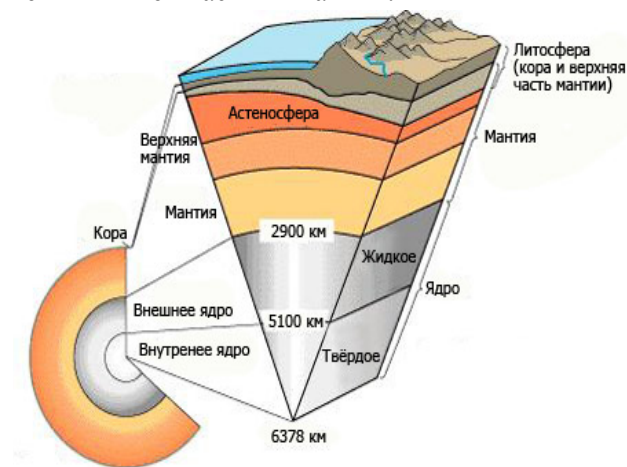


Рис. 2. Строение Земли

Сейсмические исследования структуры глубоких земных недр тесно связаны с изучением конвекции, которая приводит в движение литосферные плиты и контролирует т. о. тектоническая активность Земли. Трёхмерные модели Земли в целом и более детальные модели отд. регионов строятся методами сейсмической томографии. З. представляют одно из проявлений тектонической активности Земли. По глубине очага З. разделяются на неглубокие, промежуточные (до 300 км) и глубокие. Максимальная глубина очагов глубоких З. около 700 км; почти все они со-

средоточены в области Тихоокеанского пояса. Происхождение глубоких З. связывают с разрядкой упругих напряжений в погружающихся плитах океанической литосферы.

Большинство неглубоких З. (глубина очага до 80 км) происходит у границ литосферных плит и связано с разрядкой упругих напряжений, накапливающихся при относит. движении блоков литосферы. Около 75 % энергии неглубоких З. высвобождается в полосе, опоясывающей Тихий океан, и около 20 % – в Альпийском поясе, протянувшимся от Средиземноморья до Гималаев. Помимо Тихоокеанского и Альпийского поясов местом сосредоточения большого числа неглубоких З. являются срединно-океанические хребты.

Возникновение землетрясений требует от учёных-сейсмологов создавать специальные сейсмические карты для прогноза наиболее вероятных землетрясений. Сильные З. часто происходят в малонаселённых районах, и приносимый ими ущерб невелик. Однако рост городов и строительство сейсмоопасных объектов (атомные электростанции, хим. заводы, высокие плотины) увеличивают сейсмическая опасность.

Радикальный способ противостоять сильным З. – сейсмостойкое строительство. Высокая стоимость этого строительства вызывает необходимость районирования тектонически активных территорий по степени сейсмической опасности. Оценка максимального балла для определения территории основана на опыте, свидетельствующем, что сильные З., как правило, происходят на разломах земной коры, уже неоднократно порождавших похожие З. в прошлом. Характерный интервал времени между сильными З. на одном и том же участке разлома определяется индивидуальными особенностями разлома и может варьировать в пределах от десятков до тысяч лет. Сильные З., происходившие в доисторические времена, оставили следы на местности, распознавание и интерпретация которых выполняется методами палеосейсмологии.

Предсказание З. – сложнейшая задача сейсмологии. Для того чтобы предсказание имело практический смысл, оно должно содержать три характеристики будущего З.: время, место, силу. Различают долгосрочный, среднесрочный и краткосрочный прогнозы З. Соответствующие

сроки находятся в пределах от нескольких лет до десятков лет, от нескольких недель до нескольких лет, менее нескольких недель. Существ. Прогресс достигнут только в долгосрочном прогнозе сильных З. Особенно полезной оказалась идея сейсмических брешей: сильнейшие ($M \sim 8$) З. Тихоокеанского пояса происходят таким образом, что очаг каждого нового З. заполняет область, где такого З. не было в течение последних ~ 100 лет. Идея брешей позволила сделать несколько оправдавшихся долгосрочных прогнозов. Краткосрочные прогнозы основаны на аномальных изменениях различных геофизических полей и деформациях земной поверхности, изменениях уровня грунтовых вод их хим. состава, появлении предвещающих толчков – форшоков. Трудности прогноза связаны с тем, что явления-предвестники трудно отличить от фоновых вариаций полей. Известен только один бесспорный случай успешного краткосрочного прогноза, позволившего принять меры для спасения населения: предсказание Хайчэнского З. (1975) с магнитудой 7,3 в китайской провинции Ляонин. Решающим фактором в этом прогнозе было появление форшоков. Разработка эффективных методов краткосрочного прогноза требует длительных и систематических изучений землетрясений.

Пожалуй, самыми интересными двумя направлениями сейсмологии является космическая и биосейсмология.

Космическая сейсмология. В конце 1960-х гг. американскими экспедициями на Луне были размещены 5 сейсмических станций, которые регистрировали ежегодно от 600 до 3000 слабых лунотрясений. Лунные сейсмограммы резко отличаются от земных очень длительной реверберацией, объясняемой высокой добротностью верх. оболочки Луны. Лунотрясения происходят на глубинах до 100 км и от 800 до 1000 км. Толчки второй (более глубинной) группы происходят преим. в те периоды, когда Луна максимально приближается к Земле. По сейсмическим данным, лунная кора имеет мощность от 60 до 100 км; на глубинах от 500 до 1000 км имеется зона пониженной скорости упругих волн.

В 1976 космическим аппаратом «Викинг» сейсмограф был установлен на поверхности Марса. Из-за высокого уровня помех ветрового

происхождения достоверных данных о сейсмичности Марса получить не удалось.

Биосейсмология – это ветвь сейсмологической науки, которая занимается измерением силы и магнитуды землетрясений с помощью реакций биологических организмов. Случаи, когда животные или птицы своим необычным поведением предсказывали наступление той или иной катастрофы, в наши дни все чаще и чаще обращают на себя внимание ученых. В последнее время вопрос о поведении животных, птиц и рыб перед землетрясением стал актуальным. Наблюдения ученых за поведением животных отмечались еще в 328 году до н. э.

Первый тип реакции характеризуется сменой общего эмоционального состояния животных и нецеленаправленным поведением.

Второй тип отличается уже целенаправленным поведением животных, их стремлением покинуть место, куда должна будет прийти опасность.

Даже не будучи биологом, можно легко выявить эти два типа реакции животных на приближение землетрясения. Вполне возможно, что именно эти наблюдения помогут спасти жизнь не одному человеку. К группам самых активных животных-предсказателей относятся домашние животные за которыми человек наблюдает гораздо чаще, поэтому считается, что именно собаки, кошки, лошади, овцы и домашние птицы быстрее других реагируют на приближение катастрофы.

Во время предсказания румынами сильного землетрясения в Киеве в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко геологи и биологи составляли коллективное обращение в Верховную Раду с просьбой помочь создать в стране Международный учебный центр по прогнозированию землетрясений, цунами и других природных катастроф. Ведь именно наш ученый, доктор медицинских наук Петр Слинько еще 4 года назад сделал уникальное изобретение – сеть датчиков на телах животных, которые позволяют предупреждать о землетрясении за 2-3 дня. Еще в 70-х он доказал, что кожа – проницаема (через нее можно отравиться и она электропроводима), а потом пришел к следующему открытию: нервно-

эмоциональное напряжение человека напрямую связано с кожным потоотделением.

Он смог доказать, что с помощью специальных датчиков можно рассказать о нервно-эмоциональном состоянии человека или животного. Ни для кого не секрет, что животные чувствуют приближение природных катастроф, а значит, если подойти к их состоянию системно, можно предугадать стихию! Благодаря этой идее, учёный разработал сеть датчиков, которые специально измеряли бы потоотделение животных. Исследования Петра Слинько показали ошеломляющий результат – хомячки, кошки, мыши, потев, могут точно показать время, место (с точностью до 150 км) и дату землетрясения за 2-3 дня до начала стихии.

Для того чтобы получить точные данные, нужно не так уж и много. На метео- и сейсмостанциях, в школах (особенно это касается Карпат и Крыма) разместить клетки с животными (у которых подушечки на лапах) и установить на них датчики. Таким образом будет создана сеть, данные из которой будут поступать в центральный офис. Как только все животные начнут усиленно потеть – можно четко говорить о приближении стихии. Эпицентр подскажут те звери, которые находятся ближе всего к этой опасной точке.

Однако, чтобы внедрить подобное изобретение, нужно 200 тысяч долларов. Увы, в Украине внимание на открытие обратили только сейчас. Разработками Петра Слинько заинтересовались в Совете по нацбезопасности и обороны. Но будут

ли внедрять это открытие в жизнь и сможет ли оно спасти Украину в случае землетрясения, пока неизвестно.

Выводы: Первый месяц весны шокировал мировое сообщество своим катастрофическим нравом. В Японии произошло землетрясение силой в 9.2 балла, вследствие чего её восточное побережье смыло цунами, а после обработало радиацией из взорвавшегося ядерного реактора Фукусима-1. Погибло свыше 10,5 тыс. человек. Ввиду вышеназванных событий, я считаю, что проблема своевременного предсказания землетрясений является очень актуальной на сегодняшний день и Человек не должен жалеть сил и средств, чтобы её решить.

Список литературы

1. Джефферсон Х. История и строение Земли. – М.: Мир, 1968. – 473 с.
2. Сейсмологическая опытно-методическая компания СОМЭ [Электронный ресурс]: по данным сейсмологических станций наблюдения «Медиа». Режим доступа к статье: <http://www.some.kz/>
3. Научная библиотека Института сейсмологии республики Казахстан. [Электронный ресурс] / Р.А. Анисенко, Д.Б. Белошицкий, М.В. Красиков // Сейсмическая сеть Казахстана. Режим доступа к статье: http://www.seismology.kz/index.php?razd=94&id_r=488

Научный руководитель – Пустовойтов Н. А., к.т.н., доц.

УДК 60.1:006.91(045)

Сунетчиева С. Р.

Національний авіаційний університет, Київ

КВАНТОВЫЕ ЭТАЛОНЫ И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Эталоны – вершина измерительной техники - прошли путь от единиц длины связанных с размерами человеческого тела до единиц базирующихся на фундаментальных постоянных. В статье требование точности определило всю историю развития эталонов, дано описание перспектив их развития. Более подробно рассмотрены этапы становления одной из основных единиц – метра.

Развитие лазерно-изотопной техники в XX веке показала высокую стабильность частоты излучений радиоизотопов и оптических генераторов (погрешность $2 \cdot 10^{-13}$ - $5 \cdot 10^{-14}$). Учитывая универсальность этого параметра удалось создать современные эталоны времени и длины с максимальной точностью $1 \cdot 10^{-11}$ - $1 \cdot 10^{-12}$. Именно появление квантовых эталонов ознаменовало начало квантовой метрологии.

Что же такое квантовая метрология? Это раздел метрологии об измерениях, базирующихся на квантовых явлениях. Центральная проблема квантовой метрологии – установление так называемой естественной системы единиц физических величин основанных на фундаментальных (мировых) константах. Главные направления в квантовой метрологии: разработка и реализация квантовых эталонов (КЭ); установление соответствия между размерами единиц, воспроизводимых различными КЭ, а также преемственности между ними и традиционными эталонами; выявление и изучение погрешностей КЭ, поиск квантовых явлений, в которых наиболее стабильно и с минимальной погрешностью воспроизводятся значения фундаментальных констант и их комбинаций; уточнение и согласование их значений; развитие методов измерений с наивысшей точностью и минимализации порога чувствительности, основанных на квантовых явлениях.

С развитием науки появились более точные единицы на основе стабильных физических эффектов и констант физических взаимодействий. В табл. 1 представлены современные эталоны единиц системы СИ и их погрешности.

В системе СИ эталоны времени (секунда определяемая интервалом, в котором укладывается 9192631770 периодов колебаний излучения, соответствующего квантовому переходу между уровнями сверхтонкой структуры основного состояния атома цезия-133) и длины (основанное

на значении скорости света в вакууме) уже связаны с фундаментальными константами.

На очереди «квантование» эталонов массы и силы тока, исследования по которым ведутся уже более 15 лет. Развитие эталона массы развивается по двум направлениям: через постоянную Планка с помощью ватт-весов и через атомную единицу массы число Авогадро с помощью образца сверхчистого кристаллического кремния. На сегодняшний день Германия уже приняла как национальный эталон кремниевый шар, в котором посчитано число атомов равным числу Авогадро.

В табл. 2 представлены основные исторические этапы развития длины. Мы видим переход от прототипа метра на эталонную длину волны. Этот переход позволил: упростить воспроизведение единицы длины; повысить точность измерений; и обеспечить стабильность эталона основной физической величины.

Переход от микро- к нанoeлектронике был обусловлен революцией в микроскопии начавшейся с появлением в 1981 году зондового микроскопа и соответствующей аппаратуры для создания деталей и механизмов на атомном уровне. На сегодняшний день количество и разнообразие микроскопов стремительно увеличивается, например атомно-силовой микроскоп (АСМ), растровый электронный микроскоп (РЭМ), зондовый атомно-силовой микроскоп (ЗАСМ) и их вариации. А так же можно считать большим прорывом в микроскопии появление методики подсчета, перекладывания и компоновки атомов в различные структуры, (например, немецкие ученые смогли посчитать и скомпоновать число атомов равным числу Авогадро). Но такое развитие требует соответствующее метрологическое обеспечение, а так же необходимость единства измерений, их передача с высокой точностью в квантовом диапазоне, то есть калибровка и стандартизация этих самых наноприборов.

Таблиця 1

Название единицы	Символ	Название физической величины	Принята	Погрешность
Метр	м	Длина	17-я Конференция по мерам и весам (1983г, Резолюция 1)	$1,3 \cdot 10^{-10}$ – $1,1 \cdot 10^{-9}$
Килограмм	кг	Масса	3-я Конференция по мерам и весам (1901г)	$2 \cdot 10^3$
Секунда	с	Время	13-я Конференция по мерам и весам (1967/68г, Резолюция 1)	$2 \cdot 10^{-13}$ – $5 \cdot 10^{-14}$
Ампер	А	Сила тока	9-я Конференция по мерам и весам (1948г)	$3 \cdot 10^{-4}$
Кельвин	К	Термодинамическая Температура	13-я Конференция по мерам и весам (1967/68г, Резолюция 4)	$1 \cdot 10^{-3}$ – $3 \cdot 10^{-3}$
Моль	моль	Количество вещества	14-я Конференция по мерам и весам (1971г, Резолюция 3)	
Кандела	кд	Сила света	16-я Конференция по мерам и весам (1979, Резолюция 3)	

Таблиця 2

	Название единицы	Год	История развития ФВ – метр	
Человек	Фут, сажень, дюйм, ярд, локоть	середина XVIII века	1824 г.	Изготовление ярда в виде стержня. Погрешность 1 см.
Земля	Метр	1795-1889г.г.	1795 г.	“Метр – длина, равная 1/40.000.000 длины Парижского меридиана”. Погрешность 0,1 мм.
			20 мая 1875 г.	Подписана Международная метрическая конвенция. Создано Международное бюро мер и весов (Париж).
			Сентябрь 1889г. 1-я Генеральная конференция по мерам и весам	Прототип метра – платино-иридиевый жезл – штриховая мера. Погрешность 0,1 мкм.

Продолжение табл. 2

Квантовые эталоны	Метр	1960-1997г.г.	Октябрь 1960г. XI Генеральная конференция по мерам и весам.	“Метр – длина, равная 1650763,73 длин волн в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями 2p ¹⁰ -5d ⁵ атома криптона-86” (Резолюция 6). Погрешность 0,01 мкм
			Октябрь 1983г. XVII Генеральная конференция по мерам и весам.	“Метр есть длина пути проходимого светом в вакууме за интервал времени, равный 1/299792458 секунды” (Рекомендация 1) “Значение скорости света в вакууме $c=299792458$ м/с. Погрешность $4 \cdot 10^{-9}$ м.
			Сентябрь 1997г. 9-я Сессия Консультативного комитета по длине.	Рекомендованные значения частоты и длины волны излучения в вакууме He-Ne/ I2 лазера $\nu = 473612214705$ кГц $\lambda = 632,99139822$ нм Наивысшая точность воспроизведения метра 10^{-11} м.

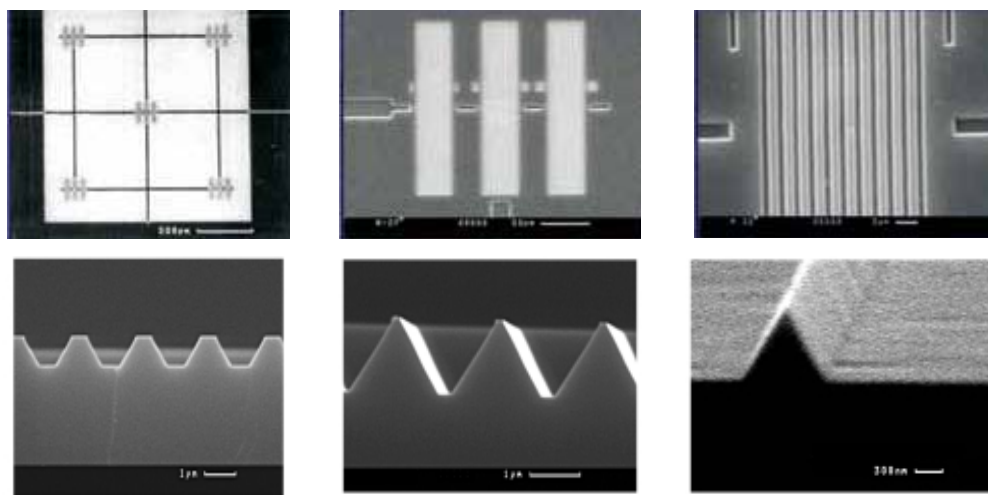


Рис. 1. Общий вид

Таблица 3

Номинальные размеры	Погрешность аттестации
Шаг 2000 нм	1 нм
Ширина линии 10–1500 нм	1 нм
Высота (глубина) 100–1500 нм	1 %

Носитель размера – длина волны стабилизированного *He-Ne* лазера.

Что же такое стабилизированный *He-Ne* лазер? В 1960 году, когда за эталон длины приняли криптоновый стандарт, был создан принципиально новый источник излучения – лазер, и началось бурное развитие лазерной техники. Обнаружилось, что газовый лазер на смеси гелия и неона (*He-Ne*) может генерировать чрезвычайно узкие спектральные линии – гораздо уже, чем криптонового стандарта. Однако частоты этих линий могут «плавать», меняться не контролируемым образом (например, вследствие изменения длины резонатора). Поэтому, что бы получить источник света намного лучший, чем криптоновая лампа, необходимо стабилизировать частоту лазерного излучения. Такой стабилизации достигли использованием молекулярных линий поглощения некоторых газов, у которых частота одной из линий поглощения близка к частоте излучения лазера. Такие лазеры обеспечивают генерацию очень узких линий излучения со стабильностью частоты такого же порядка, что и в стандартах времени. Естественно, возникла мысль об использовании стабилизированных лазеров в качестве стандартов длины вместо криптонового эталона.

На рис. 1 представлена калибровка растрового электронного микроскопа (РЭМ) с помощью эталонного лазерного интерферометрического измерителя наноперемещений. Его назначение заключается в измерении линейных перемещений в реальном масштабе времени, в том числе калибровке систем сканирования и позиционирования в микро- и нанотехнологии.

Аттестуются шаг меры и размеры верхних и нижних оснований выступов и канавок (ширина линии), а также высота (глубина) рельефа таблица 3. Меры позволяют по одному изображению меры в растровом электронном микроскопе (РЭМ) определить увеличение микроскопа, линейность его шкал и диаметр его электронного зонда. Абсолютная погрешность измерений ле-

жит в диапазоне $0.5 \div 3$ нм при максимальном значении скорости перемещения 3 мм/с.

В верхнем ряду рисунка 1 представлена мера, которая состоит из пяти групп шаговых структур по три структуры в каждой. Далее приведено изображение одной из шаговых структур. В верхнем ряду на третьей картинке мы видим структуру состоящую из одиннадцати канавок с трапециевидным профилем в кремнии. Боковые стенки канавок соответствуют кристаллографическим плоскостям кремния, а дно канавки и верх выступа – другим его плоскостям.

Высокое качество меры демонстрируют изображения сколов шаговой структуры в растровом электронном микроскопе (РЭМ). Благодаря такому выбору формы канавок обеспечивается меры с разными высотами и ширинами выступов. В нижнем ряду рисунка 1 на первой картинке показано увеличение – верх выступа 520 нм, низ канавки 560 нм, высота структуры 650 нм. На второй картинке – верх выступа 110 нм, низ канавки 260 нм, высота структуры 1150 нм. На третьей – верх выступа 30 нм, высота структуры 320 нм.

Переход на квантовые эталоны (основанные на фундаментальных константах) и новые технологии дают возможность уже сейчас создавать индивидуальные эталоны для новых информационно – измерительных систем.

Список литературы:

1. *Квантовые стандарты частоты* / Жаботинский М.Е., Золин В.Ф., 2.Тодуа П.А. – М.: 1968. – 164 с.
2. *Nanometer – Scale Metrology* / Postek M.T. – Proc.s of SPIE, 2002, v. 4608.
3. *Государственный первичный эталон единицы длины*. Российская метрологическая энциклопедия / Федорин В.Л. – С.-Петербург: Изд-во “Лики России”, 2001. – С. 228–231.
4. *Экстремальная ультрафиолетовая литография – будущее нанoeлектроники*. Нано- и микросистемная техника. Гапонов С.В. – 2005. – № 2. – С. 2-4.
5. *Введение в нанотехнологию* / Кобаяси Н. –М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 134 с.

Научный руководитель – Пустовойтов Н. А., канд. техн. наук, доц.

УДК 004.414.2(045)

Добрина О. А.

Національний авіаційний університет, Київ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ МЕТОДАМИ ДЕКЛАРАТИВНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В статье предоставлен обзор современных подходов программирования и расставлен акцент на декларативном подходе для проектирования систем, как наиболее практичного для специфического класса, так и альтернативного, более компактного и упорядоченного для общего класса систем. На конкретном примере методами декларативного программирования была проведена разработка системы расписания. Приведенный анализ показал преимущества выбранного подхода именно для этой системы.

На протяжении многих тысячелетий человечество занимается накоплением, обработкой и передачей знаний. Для этих целей непрерывно изобретаются новые средства и совершенствуются старые. Большую роль в технологии обработки знаний сыграло появление компьютеров.

В октябре 1981 года Японское министерство международной торговли и промышленности объявило о создании исследовательской организации — Института по разработке методов создания компьютеров нового поколения (Institute for New Generation Computer Technology Research Center). Целью данного проекта было создание систем обработки информации, базирующихся на знаниях. Предполагалось, что эти системы будут обеспечивать простоту управления за счет возможности общения с пользователями при помощи естественного языка — человек сможет использовать ЭВМ пятого поколения так же легко, как любые бытовые электроприборы типа телевизора, магнитофона и пылесоса. Японцы надеялись, что им удастся не подстраивать мышление человека под принципы функционирования компьютеров, а приблизить работу компьютера к тому, как мыслит человек, отойдя при этом от фон неймановской архитектуры компьютеров. В 1991 году предполагалось создать первый прототип компьютеров пятого поколения, что так и не удалось осуществить.

Так как все человечество стремится перейти от информационного общества к обществу знаний, оно должно найти такие решения, которые докажут, что оно поистине к этому готово. Именно поиски новых технологий или усовершенствования старых для обработки колоссальных объемов информации и опыта, собранного человечеством, является актуальным вопросом в настоящее время.

Объем накопленных знаний и опыта человечества колоссальный. Но так как люди не всегда умели хранить и правильно оформлять все это, много важной информации было утеряно. Поэтому для общества будущего, которое формируется сейчас, возникает ряд вопросов: что такое знание? как им оперировать? как его хранить?

Существующие методы решения проблемы

С появлением ЭВМ работа со значительными объемами информации стала возможной. Используя такой инструментарий как языки программирования, многие процессы по обработке информации, в каком виде она ни поступала, стали автоматизированными. Появилось много подходов относительно самого процесса, среди которых можно выделить два основных: императивный и декларативный.

Традиционно под программой понимают последовательность операторов (команд, выполняемых компьютером). Этот стиль программирования принято называть императивным. Программируя в императивном стиле, программист должен объяснить компьютеру, как нужно решать задачу.

Противоположный ему стиль программирования — так называемый декларативный стиль, в котором программа представляет собой совокупность утверждений, описывающих фрагмент предметной области или сложившуюся ситуацию. Программируя в декларативном стиле, программист должен описать, что нужно решать. Данный подход возникает в 60-х годах, который до сих пор успешно конкурирует с императивным.

На начальном этапе развития декларативным языкам программирования было сложно конкурировать с императивными в силу объективных трудностей эффективной реализации трансляторов. Программы работали медленнее, однако они

могли решать более абстрактные задачи с меньшими трудозатратами.

В 70-х годах возникла еще одна ветвь языков декларативного программирования, связанная с проектами в области искусственного интеллекта, а именно языки логического программирования.

Согласно логическому подходу к программированию, программа представляет собой совокупность правил или логических высказываний. Кроме того, в программе допустимы логические причинно-следственные связи, в частности, на основе операции импликации.

Таким образом, языки логического программирования базируются на классической логике и применимы для систем логического вывода, в частности, для так называемых экспертных систем. На языках логического программирования естественно формализуется логика поведения, и они применимы для описаний правил принятия решений, например, в системах, ориентированных на поддержку бизнеса.

В 1965 году в работе "A machine oriented logic based on the resolution principle", опубликованной в 12 номере журнала "Journal of the ACM", Дж Робинсон представил метод автоматического поиска доказательства теорем в исчислении предикатов первого порядка, получивший название «принцип резолюции». На самом деле, идея данного метода была предложена Эрбраном в 1931 году, когда еще не было компьютеров (Herbrand, "Une methode de demonstration", These, Paris, 1931). Робинсон модифицировал этот метод так, что он стал пригоден для автоматического, компьютерного использования, и, кроме того, разработал эффективный алгоритм унификации, составляющий базис его метода.

В 1973 году «группа искусственного интеллекта» во главе с Аланом Колмероз создала в Марсельском университете программу, предназначенную для доказательства теорем. Программа доказательства теорем получила название Prolog (от Programmation en Logique). Она и послужила прообразом Пролога. Программа была написана на Фортране и работала довольно медленно.

В 1976 г. Ковальский вместе с его коллегой Маартеном ван Эмденом предложил два подхода к прочтению текстов логических программ: процедурный и декларативный.

В 1977 году в Эдинбурге Уоррен и Перейра создали очень эффективный компилятор логического языка Пролог для ЭВМ DEC-10, который послужил прототипом для многих последующих

реализаций компиляторов декларативных языков. Что интересно, компилятор был написан на самом Прологе.

В 1980 году Кларк и Маккейб в Великобритании разработали версию декларативного языка для персональных ЭВМ.

На сегодня существует довольно много реализаций Пролога. Наиболее известные из них следующие: BinProlog, AMZI-Prolog, Arity Prolog, CProlog, Micro Prolog, Prolog-2, Quintus Prolog, Strawberry Prolog, SWI Prolog, UNSW Prolog и т. д. В странах СНГ были разработаны такие версии Пролога как Пролог-Д (Сергей Григорьев), Акторный Пролог (Алексей Морозов), а также Флэнг (А Манцивода, Вячеслав Петухин).

Особенности

Императивные языки основаны на фон неймановской модели вычислений компьютера. Решая задачу, императивный программист вначале создает модель в некоторой формальной системе, а затем переписывает решение на императивный язык программирования в терминах компьютера. Но, во-первых, для человека рассуждать в терминах компьютера довольно неестественно. Во-вторых, последний этап этой деятельности (переписывание решения на язык программирования) по сути дела не имеет отношения к решению исходной задачи. Очень часто императивные программисты даже разделяют работу в соответствии с двумя описанными выше этапами. Одни люди, постановщики задач, придумывают решение задачи, а другие, кодировщики, переводят это решение на язык программирования.

В основе декларативных языков лежит формализованная человеческая логика. Человек лишь описывает решаемую задачу, а поиском решения занимается императивная система программирования. В итоге получаем значительно большую скорость разработки приложений, значительно меньший размер исходного кода, легкость записи знаний на декларативных языках, более понятные, по сравнению с императивными языками, программы.

Отличительной особенностью данного подхода является то, что любая программа, написанная на таком языке, может интерпретироваться как функция с одним или несколькими аргументами. Такой подход дает возможность прозрачного моделирования текста программ математическими средствами, а значит, весьма интересен с теоретической точки зрения. Сложные

программы при таком подходе строятся посредством агрегирования функций. При этом текст программы представляет собой функцию, некоторые аргументы которой можно также рассматривать как функции. Таким образом, повторное использование кода сводится к вызову ранее описанной функции, структура которой, в отличие от процедуры императивного языка, математически прозрачна.

Более того, типы отдельных функций, используемых в функциональных языках, могут быть переменными. Таким образом, обеспечивается возможность обработки разнородных данных (например, упорядочение элементов списка по возрастанию для целых чисел, отдельных символов и строк) или полиморфизм.

При программировании на декларативном языке усилия программиста должны быть направлены на описание логической модели фрагмента предметной области решаемой задачи в терминах объектов предметной области, их свойств и отношений между собой, а не деталей программной реализации. Но следует учесть, что декларативные языки требуют иного стиля мышления, отказа от стереотипов императивного программирования.

Достоинства и недостатки

Декларативный подход существенно проще и прозрачнее формализуется математическими средствами. Следовательно, программы проще проверять на наличие ошибок (тестировать), а также на соответствие заданной технической спецификации (верифицировать).

Высокая степень абстракции также является преимуществом данного подхода. Фактически, программист оперирует не набором инструкций, а абстрактными понятиями, которые могут быть достаточно обобщенными.

Еще одним важным преимуществом реализации языков функционального программирования является автоматизированное динамическое распределение памяти компьютера для хранения данных. Таким образом, при создании программ на функциональных языках программист сосредотачивается на области исследований (предметной области) и в меньшей степени заботится о рутинных операциях (обеспечении правильного с точки зрения компьютера представления данных, «сборке мусора» и т.д.).

Поскольку функция является естественным формализмом для языков функционального программирования, реализация различных аспектов

программирования, связанных с функциями, существенно упрощается. В частности, становится прозрачным написание рекурсивных функций, т.е. функций, вызывающих самих себя в качестве аргумента. Кроме того, естественной становится и реализация обработки рекурсивных структур данных (например, списков – базовых элементов, скажем, для языков семейства LISP, деревьев и др.).

Важным преимуществом такого подхода является достаточно высокий уровень машинной независимости, а также возможность откатов – возвращения к предыдущей подцели при отрицательном результате анализа одного из вариантов в процессе поиска решения (скажем, очередного хода при игре в шахматы), что избавляет от необходимости поиска решения путем полного перебора вариантов и увеличивает эффективность реализации.

Естественно, языки функционального программирования не лишены недостатков. Часто к ним относят нелинейную структуру программы и относительно невысокую эффективность реализации. Однако первый недостаток достаточно субъективен, а второй успешно преодолен современными реализациями, в частности, рядом последних трансляторов языка SML, включая и компилятор для среды Microsoft .NET.

Еще одним недостатком практического характера является сложность эффективной реализации для принятия решений в реальном времени, скажем, для систем жизнеобеспечения. Нелинейность структуры программы является особенностью декларативного подхода и, строго говоря, представляет собой оригинальную особенность, а не объективный недостаток.

Области применения и современные примеры использования

Основные области применения декларативного подхода:

- быстрая разработка прототипов прикладных программ;
- автоматический перевод с одного языка на другой;
- создание естественно-языковых интерфейсов для существующих систем;
- символьные вычисления для решения уравнений, дифференцирования и интегрирования;
- проектирования динамических реляционных баз данных;
- экспертные системы и оболочки экспертных систем;
- автоматизированное управление производственными процессами;

- автоматическое доказательство теорем;
- полуавтоматическое составление расписаний;
- системы автоматизированного проектирования;
- базируется на знаниях программное обеспечение;

Области, для которых Пролог не предназначен: большой объем арифметических вычислений (обработка аудио, видео и т.д.); написания драйверов.

В качестве примера применения декларативного подхода к созданию ПО, рассмотрим программу MYCIN, которая создана для диагностирования больного и назначение правильного курса лечения. Она включает в себя около 600 правил и реализована на языке Lisp. Такая система дает допустимую терапию до 70 %, что лучше, чем у некоторых экспертов по инфекционным заболеваниям.

Группа проектировщиков занималась реализацией системы, автоматизирующей работу диспетчера для составления расписания ВУЗа. Такая задача принадлежит области теории расписаний, которая возникла буквально на несколько лет раньше, чем декларативный подход. Реализация данной задачи, а именно составления расписания для ВУЗа достаточно просто описывается используя именно этот подход. Так как декларативные языки имеют прекрасное взаимодействие с базами данных (Prolog также считается реляционным языком, и система создается именно на этом логическом языке программирования), то в систему с фиксированным количеством правил поступают данные для составления расписания

(аудитории, нагрузки преподавателей и студентов) в виде динамической базы данных. Сам процесс генерации расписания проходит в два этапа. Так как нам абсолютно не важны все варианты получившегося расписания (так как число возможных вариантов превышает 2^{400} , то на просчет абсолютно всех вариантов у нас уйдет неоправданное количество времени и ресурсов). На первом этапе создается черновой вариант расписания, то есть имеющиеся предметы «разбрасываются» без учета окон. На втором этапе предлагается редактирование расписания в одном из возможных режимов – в ручном, когда диспетчер сам устраняет окна; автоматическом, когда всю работу по устранению окон и оптимизацию расписания переключают на систему; полуавтоматическом, когда система дает возможные варианты устранения окон, а диспетчер сам принимает решение.

На наш взгляд, именно декларативный подход к созданию программ и языка декларативного программирования является перспективным направлением, его развитие и вклад в него времени и усилий принесет принципиально новое программное обеспечение, что позволит работать со знаниями как таковыми.

Список литературы

1. Братко И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке. М.: Пролог, 1990. – 560 с.
2. Харрисон Филд. Функциональное программирование. М.: Мир, 1993. – 640 с.
3. Шумова Л.В., Носова Т.Н. Декларативный подход в функциональном программировании. Магнитогорск: МГТУ, 1999. – 65 с.

Научный руководитель – Добрина Е. В., ст. преподаватель

УДК 004.4:004.415(045)

Мацуева К. А.

Національний авіаційний університет, Київ

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОМТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

В данной статье рассматривается объектно-ориентированное проектирование программных систем, в частности методология ОМТ проектирования прикладных программных систем. Проектирование программных систем при помощи данной методологии охватывает стадию анализа требований и предварительной разработки, где программная система рассматривается только в аспекте ее прагматики, и стадию проектирования, на которой принимаются основные решения по реализации проектируемой программной системы, а ее структура, разработанная на первой стадии, изменяется с учетом требований ее эффективности.

Объектно-ориентированное проектирование программного обеспечения связано с применением объектно-ориентированных моделей при разработке программных систем и их компонентов.

Объектно-ориентированное проектирование может начаться на самом первом этапе жизненного цикла; оно не связано с языком программирования, на котором предполагается реализовать разрабатываемую программную систему: этот язык может и не быть объектно-ориентированным. На этапе проектирования объекты – это некоторые формальные конструкции (например, прямоугольники с закругленными углами, с помощью которых они изображаются на схемах), никак пока не связанные с их будущей реализацией на языках программирования [2].

Объектно-ориентированное проектирование программного обеспечения связано с применением объектно-ориентированных методологий (технологий). Обычно эти объектно-ориентированные методологии поддерживаются инструментальными программными средствами, но и без таких средств они полезны, так как позволяют хорошо понять различные аспекты и свойства разрабатываемой программной системы, что в последующем существенно облегчает ее реализацию, тестирование, сопровождение, разработку новых версий и более существенную модификацию.

Проектирование прикладной программной системы начинается с анализа требований, которым она должна будет удовлетворять. Такой анализ проводится с целью понять назначение и условия эксплуатации системы настолько, чтобы суметь составить ее предварительный проект.

При объектно-ориентированном подходе анализ требований к системе сводится к разработке моделей этой системы. Модель системы (или какого-либо другого объекта или явления) это формальное описание системы, в котором выде-

лены основные объекты, составляющие системы, и отношения между этими объектами. В модели опущены многочисленные детали, усложняющие понимание. Моделирование широко распространено и в науке, и в технике [3].

Модели позволяют:

- проверить работоспособность разрабатываемой системы на ранних этапах ее разработки;
- формировать и уточнять заказчиком системы его требования к системе;
- вносить изменения в проект системы, как в начале ее проектирования, так и на других фазах ее жизненного цикла.

В настоящее время существует несколько технологий объектно-ориентированного проектирования прикладных программных систем, в основе которых лежит построение и интерпретация на компьютере моделей этих систем. Одной из таких технологий является ОМТ (Object Modeling Techniques). Методология ОМТ поддерживается системой Paradigm+, одной из наиболее известных инструментальных систем объектно-ориентированного проектирования.

Проектирование программных систем при помощи данной методологии охватывает первые две стадии их жизненного цикла: стадию анализа требований и предварительной разработки, на которой будущая программная система рассматривается только в аспекте ее прагматики, и стадию проектирования (конструирования), на которой принимаются основные решения, связанные с реализацией проектируемой программной системы, а ее структура, разработанная на первой стадии, изменяется с учетом требований ее эффективности.

В технологии ОМТ на первом этапе жизненного цикла проектируемая программная система, обычно представляется в виде трех взаимосвязанных моделей:

- объектной модели, которая представляет статические, структурные аспекты системы, в основном связанные с данными;

- динамической модели, которая описывает работу отдельных частей системы;

- функциональной модели, в которой рассматривается взаимодействие отдельных частей системы (как по данным, так и по управлению) в процессе ее работы.

Объектная модель описывает структуру объектов, составляющих систему, их атрибуты, операции, взаимосвязи с другими объектами. Сначала определяются классы объектов, затем зависимости между объектами, включая агрегацию. Для упрощения структуры классов используется наследование. Объектная модель должна содержать краткие комментарии на естественном языке. Должны быть отражены те понятия и объекты реального мира, которые важны для разрабатываемой системы. В объектной модели отражается прежде всего прагматика проектируемой системы, что выражается в использовании терминологии прикладной области, связанной с использованием разрабатываемой системы [1].

Динамическая модель показывает поведение системы, в особенности последовательность взаимодействий. Сначала готовятся сценарии типичных сеансов взаимодействия с системой, затем определяются внешние события, отражающие взаимодействие системы с внешним миром; после этого строится диаграмма состояний для каждого активного объекта, на которой представлены образцы событий, получаемых системой и порождаемых ею, а также действий, выполняемых системой. Построенные диаграммы состояний сравниваются между собой, чтобы убедиться в их непротиворечивости. На этом построение динамической модели заканчивается [1].

Функциональная модель показывает функциональный вывод значений безотносительно к тому, когда они вычисляются. Сначала определяются входные и выходные значения системы как параметры внешних событий. Затем строятся диаграммы потоков данных, показывающие как вычисляется каждое выходное значение по входным и промежуточным значениям. Диаграммы потоков данных выявляют взаимодействие с внутренними объектами системы, которые служат хранилищами данных в периоды между сеансами работы системы. В заключение определяются ограничения и критерии оптимизации [1,6].

Эти три вида моделей позволяют получить три взаимно-ортогональных представления сис-

темы в одной системе обозначений. Совокупность моделей системы может быть проинтерпретирована на компьютере (с помощью инструментального программного обеспечения), что существенно упрощает согласование предварительного проекта системы.

Модели, разработанные и отлаженные на первой фазе жизненного цикла системы, продолжают использоваться на всех последующих его фазах, облегчая программирование системы, ее отладку и тестирование, сопровождение и дальнейшую модификацию.

Модели системы не связаны с языком программирования, на котором будет реализована система.

На втором этапе жизненного цикла, после того как прикладная задача исследована и результаты ее исследования зафиксированы в виде объектной, динамической и функциональной моделей, необходимо перейти к конструированию системы. На этапе конструирования системы принимаются решения о распределении подсистем по процессорам и другим аппаратным устройствам и устанавливаются основные принципы и концепции, которые формируют основу последующей детальной разработки программного обеспечения системы.

Внешняя организация системы называется архитектурой системы. Выбор архитектуры системы является еще одной задачей, решаемой на этапе ее конструирования. Архитектура системы определяет ее разбиение на модули, задает контекст, в рамках которого принимаются проектные решения на следующих этапах разработки.

На этапе проектирования системы необходимы действия по:

- определению разбиения системы на модули;
- выявлению асинхронного параллелизма в системе;
- определению состава вычислительного комплекса, на котором будет работать система;
- распределению компонент системы по процессорам вычислительного комплекса и независимым задачам;
- организации управления хранилищами данных;
- организации управления глобальными ресурсами;
- выбору принципов реализации управления программным обеспечением;
- организации управления пограничными ситуациями.

Начиная этап проектирования системы, необходимо определить ее разбиение на некоторое

количество компонентов – модулей. Модуль не является ни объектом, ни функцией; модуль – это набор (пакет) классов и отдельных объектов, подсистем, зависимостей, операций, событий и ограничений, которые взаимосвязаны и имеют достаточно хорошо определенный и по возможности небольшой интерфейс с другими модулями. Зачастую модуль включает одну подсистему, являясь ее реализацией. Модуль – подсистема обычно определяется через службы, которые он обеспечивает.

Каждый асинхронный (независимый) модуль (объект или подсистема) должен быть приписан к одному из устройств аппаратуры: универсальному процессору или специализированному функциональному устройству.

Решение использовать несколько процессоров обычно бывает связано с потребностью иметь более высокую производительность, чем производительность одного процессора. Количество требуемых процессоров зависит от объема вычислений и производительности компьютера.

Аппаратуру следует рассматривать как неизменяемое тщательно оптимизированное программное обеспечение. Каждое устройство может рассматриваться как объект, который работает параллельно с другими объектами. Проектант может принять решение о замене некоторых объектов подходящими аппаратными устройствами. Обычно такое решение принимается по следующим причинам:

- требуемые устройства должны быть легко доступными;
 - требуется более высокая производительность специализированных устройств выше, чем производительность имеющихся процессоров.
- При распределении модулей и подсистем по процессорам следует иметь в виду следующее:
- некоторые задачи нужно выполнять на определенных устройствах;
 - время ответа или скорость информационного потока превышает пропускную способность канала между процессором и программой; например, высокоскоростные графические устройства требуют спаренных контроллеров;
 - скорости вычислений слишком высоки для одного процессора, и задачи нужно разместить на нескольких процессорах; подсистемы, которые часто взаимодействуют, нужно поместить на одном процессоре.

В качестве хранилищ данных могут использоваться базы данных, файлы и другие структу-

ры данных, размещенные во внешней или основной памяти. Выбор вида хранилища данных зависит от ситуации [2].

В базах данных обычно размещают данные, удовлетворяющие одному из следующих условий:

- данные, для которых требуется доступ на высоком уровне детализации со стороны многих пользователей;
- данные, которые могут эффективно управляться командами СУБД;
- данные, которые должны переноситься на многие платформы;
- данные, для которых требуется доступ со стороны нескольких прикладных программ.

Глобальными ресурсами могут быть: процессоры, устройства внешней памяти, экран рабочей станции, логические имена (идентификаторы объектов, имена файлов, имена классов), доступ к базам данных и т.п.

Во время анализа все взаимодействия представляются в виде событий. Управление аппаратурой соответствует этой модели, но необходимо выбрать метод управления программным обеспечением системы. Существует два класса методов управления программным обеспечением: методы внешнего управления и методы внутреннего управления.

Методы внешнего управления:

- последовательное управление процедурами,
- последовательное управление событиями,
- параллельное асинхронное управление.

При последовательном управлении процедурами в каждый момент времени действует одна из процедур. При последовательном управлении событиями управлением занимается монитор (диспетчер). При параллельном асинхронном управлении этим заведует несколько управляющих объектов (мониторов).

Внутреннее управление связано с потоками управления в процессах. Оно существует только в реализации и потому не является только последовательным или параллельным. В отличие от внешних событий, внутренние передачи управления, как например, вызовы процедур или обращения к параллельным задачам контролируются программой и могут быть структурированы в случае необходимости.

Последующим шагом является предвидение поведения каждого объекта и всей системы в пограничных ситуациях: инициализации, терминеции и обвале.

Перед тем, как начать работать, система (объект) должна быть приведена в фиксированное

начальное состояние: должны быть проинициализированы все константы, начальные значения глобальных переменных и параметров, задачи и, возможно, сама иерархия классов. Во время инициализации, как правило, бывает доступна лишь часть возможностей системы.

Терминация состоит в освобождении всех внешних ресурсов, занятых задачами системы.

Обвал – это незапланированная терминация системы. Обвал может возникнуть в результате ошибок пользователя, нехватки ресурсов, или внешней аварии. Причиной обвала могут быть и ошибки в программном обеспечении системы.

Последующим этапом является разработка объектов (классов), составляющих систему. Часть объектов, которые были выявлены на этапе анализа системы, могут рассматриваться как основа системы. На рассматриваемом этапе разработки системы необходимо выбрать способ их реализации, стремясь минимизировать количество потребляемых ими ресурсов (времени их выполнения, используемой памяти и др.). При реализации объектов классы, атрибуты и зависимости должны быть реализованы в виде соответствующих структур данных, операции – в виде функций. При этом может возникнуть необходимость введения новых классов (объектов) для промежуточных данных.

Разработка объектов предполагает выполнение следующих шагов:

- рассматривая совместно три модели, получение операции над классами;
- разработка алгоритмов, реализующие полученные операции;
- оптимизация пути доступа к данным;

- реализация управления взаимодействиями с внешними объектами;
- уточнение структуры классов, чтобы повысить степень наследования;
- разработка зависимостей;
- определение представления объектов.

Методология ОМТ опирается на программный продукт ОМТTool, который позволяет разрабатывать модели проектируемой программной системы в интерактивном режиме с использованием многооконного графического редактора и интерпретатора наборов диаграмм, составляемых при анализе требований к системе и ее проектировании с использованием методологии ОМТ. ОМТTool входит в состав системы Paradigm+.

Список литературы

1. Йордон Э., Аргила К. Объектно-ориентированный анализ и проектирование систем – М.: Лори, 2010. – 264 с.
2. Ларман К. Применение UML и шаблонов проектирования. Введение в объектно-ориентированный анализ и проектирование. – М.: Вильямс, 2008. – 496 с.
3. Гамма Э. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. – М.: Питер, 2007. – 366 с.
4. Маклаков С.В. BPwin ERwin CASE-средства разработки информационных систем. М.: Диалог-МИФИ, 2001, 304 с.
5. Корнеев В.В., Гареев А.Ф., Васютин С.В., Райх В.В. Базы данных: интеллектуальная обработка информации.-М.: Нолидж, 2000. – 352 с.
6. Вендров А.М. CASE – технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 176 с.

Научный руководитель – Труш А. И., канд. техн. наук, доц.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫХ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ТРАНЗАКЦИЙ

В статье рассматриваются особенности проектирования клиент-серверных систем оперативной обработки транзакций (OLTP). Выделены основные отличительные особенности OLTP-систем от других существующих СУБД. Даны рекомендации касательно возможных путей повышения производительности OLTP-систем, а также выявлены основные тенденции и направления в развитии систем оперативной обработки транзакций.

Введение. Эффективность руководства компанией напрямую зависит от того, как успешно компания управляет информационными потоками. Без правильной обработки информацией невозможно принять верное управленческое решение. В современных условиях сбор, накопление, хранение информации уже не являются ведущей целью информационного процесса. Сегодня главной задачей систем управления информацией является анализ данных и принятие управленческих решений на их основе. С этой целью используются клиент-серверные системы оперативной обработки транзакций (OLTP – OnLine Transaction Processing).

Цель данного исследования – выявление основных характеристических особенностей проектирования клиент-серверных систем оперативной обработки данных. Предмет данной работы – особенности, тенденции и пути проектирования и развития OLTP-систем полезность баз данных, подходящих под классификацию "корпоративные". Объект исследования – основополагающие аспекты при построении клиент-серверных систем оперативной обработки транзакций.

Теоретическая ценность данной работы заключается в том, что в ней наиболее полно собраны особенности проектирования клиент-серверных систем оперативной обработки данных, а также тенденции и пути их развития. Практическая ценность работы состоит в том, что она раскрывает особенности проектирования OLTP-системы варианты подхода к их созданию и может использоваться в качестве вспомогательного материала при изучении клиент-серверных систем оперативной обработки транзакций.

Анализ последних исследований и публикаций. Проводилось несколько исследований уязвимых мест для производительности современных систем баз данных. Работы Мэйнгольда [1] и Эйламаки [2] показали, что возрастание объемов доступной основной памяти практиче-

ски не способствует повышению производительности систем баз данных. В исследованиях Мак-Вертера [3] анализируются места уязвимости, возникающие при конкуренции за различные ресурсы (блокировки, синхронизация ввода-вывода и другие), с точки зрения клиента (воспринимаемые задержки из-за операций ввода-вывода или вытесняющее планирование других параллельно обрабатываемых запросов).

Существует также большое число публикаций, посвященных системам баз данных в основной памяти. В исследованиях индексных структур в основной памяти анализировались Ахом [4] и Леманом [5]. Другие методы применения основной памяти подробно были описаны Биттоном [6]. К числу полных систем баз данных в основной памяти относятся DataBlitz [7], MARS [8] и TimesTen [9]. Обзор этой области содержится в исследованиях Гарсии-Молины и Салема [10]. Однако ни в одной из этих работ не предпринимались попытки изолировать компоненты накладных расходов, что является основным вкладом данной статьи.

Системы оперативной обработки транзакций – это способ организации и проектирования БД, в котором система работает с небольшими по размеру транзакциями, идущими большим потоком.

Основная функция OLTP-систем заключается в одновременном выполнении большого количества коротких транзакций, производимых большим числом пользователей одновременно. Сами транзакции выглядят отличаются относительной простотой. Например, «снять сумму денег со счета А, положить ее на счет В».

Как следствие, клиенту необходимо от системы максимально быстрое время ответа. Так как OLTP-системы используют обработки информации в режиме реального времени, то основным показателем эффективности OLTP-приложения

является количество выполняемых за секунду транзакций.

OLTP системы создавались для ввода, структурированного хранения и обработки информации в режиме реального времени. OLTP-системы работают с запросами типа «сколько», «где» и им подобными. Предоставляя данные из постоянно обновляемых БД, такие системы не отслеживают динамику изменения процессов на больших временных промежутках и практически не производят обработку данных, не считая определенных расчетов. Главным отличием OLTP-систем от OLAP является то, что они не формируют выводы по имеемым данным, оставляя эту функцию принятия решения самому пользователю.

Тенденции в области OLTP. Истоки OLTP-систем восходят к системам 1970-х годов. В таких системах использовались дисковые индексные структуры и неупорядоченные файлы, а транзакции поддерживались на основе журнала и управление параллелизмом с блокировкой. В настоящее время OLTP-системы развиваются по совершенно другим путям, нежели 30 лет назад. Аналогичные наблюдения описывались Стоунбрейкером в книге «Конец архитектурной эпохи, или Наступило время полностью переписывать системы управления данными» [12]. К основным тенденциям развития OLTP-систем можно отнести следующие:

а) кластерные вычисления.

В последние двадцать лет появились OLTP-системы с архитектурой без общих ресурсов, так называемые «shared nothing» системы и кластеры из персональных компьютеров массового класса для решения многих масштабных вычислительных задач. Любая будущая система баз данных, предназначенная для использования на этих кластерах, должна разрабатываться с нуля;

б) базы данных, хранимые в основной памяти.

Существенный рост размеров доступной основной памяти за последние несколько десятилетий позволил многие базы данных OLTP разместить в основной памяти, в особенности, в совокупной основной памяти крупного кластера. Это происходит благодаря тому, что размер большинства баз данных OLTP растет далеко не так быстро, как объем доступной основной памяти. С учетом этого фактора поставщикам OLTP имеет смысл создавать системы, оптимизируемые в расчете на распространенную ситуацию, когда база данных целиком помещается в основной памяти;

в) однопоточный режим в системах OLTP.

Во всех современных OLTP-системах имеется обширная поддержка многопоточного режима. В том числе, набор протоколов транзакционного управления параллелизмом, а наличие в код команд кратковременных блокировок, так называемых «защелок», обеспечивающими корректность доступа нескольких потоков управления к совместно используемым структурам (буферные пулы и индексные страницы). Традиционные аргументы в пользу многопоточного режима состоят в том, что он позволяет избежать простоя при обработке нескольких транзакций, когда одна или несколько транзакций ждут поступления данных с диска, а также предотвратить торможение длинными транзакциями выполнения коротких транзакций. Но по мнению многих современных специалистов в некоторых классах приложений баз данных не требуется поддержка многопоточного режима. В таких системах унаследованный код для поддержки блокировок и защелок становится неоправданным накладным расходом;

г) высокая доступность в противовес журнализации.

Для производственных систем обработки транзакций требуется круглосуточная доступность баз данных. По этой причине в большинстве систем используется некоторая форма обеспечения высокой доступности, как правило, основанная на наличии двукратной (или большей) избыточности аппаратуры для гарантированного наличия доступной резервной системы в случае отказа;

д) варианты транзакций.

Хотя для многих систем OLTP, несомненно, требуется транзакционная семантика, в последнее время появились предложения по поводу систем управления данными с ослабленной согласованностью. Обычно требуется некоторая форма конечной согласованности при наличии убежденности в том, что доступность более важна, чем транзакционная семантика. Системы баз данных для таких сред, по всей вероятности, мало нуждаются в механизмах, разработанных для поддержки транзакций.

И, наконец, современные исследования показывают, что имеются ограниченные формы транзакций, для поддержки которых требуется гораздо меньше механизмов, чем для поддержки стандартных транзакций над базами данных. Выбор типа клиент-серверной архитектуры зависит от географического расположения узлов сети пред-

приятия, требований к надежности, быстродействию и обслуживанию. Существуют следующие типы реализации OLTP-технологии: файл-серверная архитектура, двухуровневая и трехуровневая клиент-серверные архитектуры.

Сервером является обслуживающий информационную потребность клиента процесс. Клиентом, как правило, является конечный пользователь, посылающий запрос на обслуживание или приложение, вызванное конечным пользователем.

Следствия для будущих серверов баз данных OLTP:

а) управление параллелизмом. Большой выигрыш может принести выявление сценариев, таких как коммутативность приложений или очередная обработка транзакций, для которых позволительно отключить управление параллелизмом. Однако имеется много приложений баз данных, которые недостаточно хорошо соблюдают подобные приличия или не могут работать в режиме выполнения транзакций по одной. В таких случаях интересным вопросом является то, какой из протоколов управления параллелизмом является наилучшим? Двадцать лет назад разные исследователи выполнили всестороннее имитационное моделирование, которое ясно показало превосходство динамических блокировок над другими методами управления параллелизмом. Однако в этих исследованиях предполагалось хранение баз данных на дисках и наличие соответствующих простоев транзакций в ожидании завершения ввода-вывода, и это, очевидно, существенно влияло на результаты. Было бы крайне желательно заново произвести такие модельные исследования, имея в виду рабочую нагрузку с базами данных в основной памяти и выявить некоторую разновидность оптимистического управления параллелизмом;

б) поддержка многоядерных процессоров. Возрастающая распространенность многоядерных компьютеров приводит к следующему вопросу: что будут делать с несколькими ядрами будущие серверы баз данных OLTP? Один вариант состоит в параллельном выполнении нескольких транзакций на разных ядрах в одном узле, как это делается сегодня. Но такой параллелизм требует использования защелок и приводит к потребности решения многих проблем распределения ресурсов, хотя накладные расходы механизма защелок и не особенно велики, но они остаются препятствием для достижения существенного повышения производительности систем баз данных OLTP. Второй вариант основан на

использовании виртуализации на уровне операционной системы или СУБД, чтобы каждое ядро представлялось как однопотоковая машина. Но весьма неясно, какие последствия будет иметь этот подход для производительности. Третий вариант состоит в том, чтобы попытаться использовать внутризапросный параллелизм, который может быть оправдан, даже если в системе транзакции выполняются по очереди. Однако объем внутризапросного параллелизма, доступного в типичной транзакции OLTP ограничен;

в) управление репликацией. В традиционных системах баз данных принято поддерживать репликацию на основе схемы «активный-пассивный» путем пересылки журнальной информации. У каждого объекта имеется «активная» первичная копия, к которой, в первую очередь, направляются все изменения. Затем журнал изменений передается по сети в один или несколько «пассивных» резервных узлов. После этого в удаленных базах данных по журналу воспроизводятся изменения, выполненные в первичном узле. Но весьма полезно было бы исследовать альтернативы репликации «активный-пассивный», такие как подход «активный-активный». Основной причиной того, что в прошлом использовалась репликация «активный-пассивный» с пересылкой журнала, является то, что воспроизведение изменений по журналу обходится гораздо дешевле выполнения над репликой логики транзакции. Однако в системе баз данных в основной памяти время выполнения транзакции обычно составляет менее одной миллисекунды, что, вероятно, ненамного превышает время, требуемое для воспроизведения изменений по журналу. В этом случае альтернативная архитектура «активный-активный» кажется вполне осмысленной. При этом подходе все реплики являются «активными», и транзакция выполняется синхронно над всеми репликами. Преимуществом этого подхода является почти мгновенная обработка отказов, и отсутствует требование направления изменений сначала в узел с первичной копией;

г) слабая согласованность. В большинстве крупных Web-ориентированных магазинов для достижения высокой доступности и обеспечения восстановления после аварийных отказов используется репликация баз данных OLTP, обычно в глобальной сетевой среде. Однако, никто не собирается платить за транзакционную согласованность в глобальной сети. Распространенным рефреном в Web-приложениях является «конеч-

ная согласованность». Обычно сторонники такого подхода выступают за разрешение несогласованности не техническими средствами; например, дешевле предоставить кредит недовольному клиенту, чем поддерживать стопроцентную согласованность. Другими словами, реплики, в конечном счете, становятся согласованными, по видимому, тогда, когда система переводится в пассивное состояние.

Особенностью файл-серверной архитектуры является такое проектирование СУБД, при котором приложения пользователей вместе с системой управления находятся на клиентской части, а сами файлы данных располагаются на сервере. При данном подходе к проектированию СУБД управляющие программы располагаются в оперативной памяти рабочих станций (РС) локальной сети, а файлы баз данных – на магнитных дисках файл-сервера. Особенность файл-серверов состоит в том, что вся обработка данных производится на РС, а файл-сервер выполняет лишь функцию накопителя данных. В результате расположения клиентов и серверов в различных узлах сети, файл серверная технология является распределенной и реализует многопользовательский режим работы. Синхронизацию совместного использования данных файл-серверов выполняет СУБД. Она обеспечивает блокирование записей для других рабочих станций во время внесения в записи БД изменений.

Выводы. Основы проектирования OLTP-систем в таком виде, как они преподаются сегодня в высшей школе, существовали несколько десятков лет назад – в 70-х годах XX ст., когда зародились основы теории всех практически СУБД. Сегодня же тенденции в развитии файл-серверных систем обработки транзакций и особенности их проектирования кардинально поменялись. Поэтому преподавателям высших учебных заведений при составлении учебных планов весьма желательно было бы учитывать аспекты развития рынка OLTP-систем, изложенные в данной статье.

Как показывают последние исследования в области OLTP-систем, современные (с хранением данных в основной памяти) системы баз данных могут демонстрировать высокую производительность не только за счет отсутствия обме-

нов с дисками. Ведь в традиционных системах существенное время тратится на журнализацию, блокировки, зашелки, двухфазную фиксацию, поддержку В-деревьев и др. Исключая их из работы системы можно добиться существенного повышения производительности OLTP-систем.

Список литературы

1. Boncz, P. A., Manegold, S., and Kersten, M. L. "Database Architecture Optimized for the New Bottleneck: Memory Access." In Proc. VLDB, 1999.
2. Ailamaki A., DeWitt D. J., Hill M. D., and Wood D. A. "DBMSs on a Modern Processor: Where Does Time Go?" In Proc. VLDB, 1999, pp. 266-277.
3. McWherter D. T., Schroeder B., Ailamaki A., and Harchol-Balter M. "Priority Mechanisms for OLTP and Transactional Web Applications". In Proc. ICDE, 2004.
4. Aho A. V., Hopcroft J. E., and Ullman J. D. "The Design and Analysis of Computer Algorithms." Addison-Wesley Publishing Company, 1974. Имеется перевод на русский язык: Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. М.: Мир, 1979.
5. Lehman T. J. and Carey M. J. "A study of index structures for main memory database management systems". In Proc. VLDB, 1986.
6. Bitton, D., Hanrahan, M., and Turbyfill, C. "Performance of Complex Queries in Main Memory Database Systems". In Proc. ICDE, 1987.
7. Baulier J. D., Bohannon P., Khivesara A., et al. "The DataBlitz Main-Memory Storage Manager: Architecture, Performance, and Experience". In The VLDB Journal, 1998.
8. Eich M. H. "MARS: The Design of A Main Memory Database Machine". In Proc. of the 1987 International workshop on Database Machines, October, 1987.
9. Oracle TimesTen, 2007. http://www.oracle.com/us/corporate/Acquisitions/timesten/index.html?origref=http://citforum.ru/database/articles/oltp_lg/links.shtml
10. Garcia-Molina H. and Salem K. "Main Memory Database Systems: An Overview". IEEE Trans. Knowl. Data Eng. (1992). – С. 509-516.
11. OLTP – системы оперативной обработки транзакций – <http://www.itstan.ru/it-i-is/oltp-sistemy-operativnoj-obrabotki-tranzakcij.html>
12. Stonebraker M., Madden S., Abadi, D. J., Harizopoulos S., Hachem N., and Helland P. "The End of an Architectural Era (It's Time for a Complete Rewrite)". In Proc. VLDB, 2007.

УДК 378.147:004.932.6(043.2)

Біляєва М. М.

Національний авіаційний університет, Київ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ МУЛЬТИМЕДІА

Робота присвячена розробці нових варіантів представлення інформації завдяки мультимедіа та інтеграції засобів мультимедіа в процес освіти в новому слайві і реалізації їх в 3D-середовищі, а також поєднанню нових розробок, що призначені для максимізації сприйняття навчального матеріалу і зацікавленості в ньому. Досягнення даних цілей стане можливим з використанням елементів гри (edutainment) і зробить процес навчання легшим для викладачів і додасть мотивації заінтересованим у ньому особам.

Сьогодні вже нікого не можна здивувати 3D-фільмами, поширенням Інтернет мережі, крім того, без провідниковий спосіб поширення інформації і спец-ефекти в фільмах стали звичним явищем. За останнє сторіччя людство накопило велику скарбницю знань і безперечно не зупиниться на досягнутому. Проте постає проблема постійної зміни викладення вище згаданих надбань до виду, який буде зрозумілий та цікавий для тих, хто уособлює в собі бажання здобуття знань і збагачення своїх вмінь та навичок. Це стало можливим завдяки появі нових засобів мультимедіа, які мають бути обов'язково впроваджені в освітню систему. Тобто різні нові периферійні пристрої виводу інформації можна використовувати у процесі навчання, збагачуючи останній. Людство і особливо сфера навчання не встигає оновитися до потрібного рівня, проте використання останніх розробок техніки дозволило б збагатити і вдосконалити «сухі» дані.

Обсяг даних зростає за експоненціальним законом. Для оптимального засвоєння будь-якого матеріалу на даний момент використовують засоби мультимедіа в процесі освіти. Підґрунтям впровадження мультимедійних технологій до освітнього простору є властивість мультимедіа – гармонійне інтегрування різних видів інформації. За рахунок інтенсифікації сприйняття студентами навчального матеріалу стає можливим залучення їх до процесу пізнання як суб'єктів навчальної діяльності.

Звісно, зараз створено багато засобів мультимедіа, проте у освіті використовуються лише мала їх частина, особливо в університетах України. Мультимедійні проектори зустрічаються часто в аудиторіях, проте це нічого більшого ніж збільшене відображення

монітору викладацького комп'ютера. Тобто всю цю інформацію студент може побачити і вдома на особистому ПК. Треба зацікавити об'єкта навчання і зробити університети унікальними центрами постачання знань. Наприклад, цікавим досвідом буде впровадження лазерних проекторів, які дозволять створювати об'ємне проектування (так зване інтер'єрне). Дана візуалізація буде більш цікавою для глядача, оскільки даруватиме не просто картинку, а картинку в розгортці. Прикладом такого проектування є меппінг у презентації нової Toyota (Auris Hybrid). Дана новинка здатна зробити будь-яку лекцію динамічнішою.

На сьогоднішній день широко використовуються такі мультимедійні засоби розповсюдження інформації, як інтерактивні дошки, презентації, мультимедіа енциклопедії та посібники, електронні тренажери, засоби для контролю знань і т. д. Все це сприяє ефективному залученню уваги до матеріалу. Слід зауважити, що такі засоби дозволяють вести навчання побудоване на діалозі, а також створювати нові технології, оновити системи вивчення загальних дисциплін, додати мотивації для студентів, організувати нові форми взаємодії, удосконалити механізми управління системою освіти. Проте слід підкреслити саме підвищення зацікавленості студентів до матеріалу, який пропонує викладач. Це є головним позитивним аспектом використання вищезгаданих технологій.

Дослідження щодо використання мультимедіа розкривали в своїх працях вітчизняні і зарубіжні психологи, викладачі шкіл і вузів, також експерти компаній різних за своєю діяльністю починаючи від економічних до металургійних підприємств. Зокрема, питання було піднято в

таких працях, як Андерсена Бента «Мультимедіа в освіті», який очолював Центр віртуалістики Інституту людини, проте його широта не дозволяє розкрити дану область на повну. Але, на жаль, і зараз постає питання, що потребує додаткового вивчення. Одним із таких питань є оцінка ефективності засвоєння навчального матеріалу.

Ціллю написання роботи було показати різні способи засвоєння навчального матеріалу за допомогою мультимедіа і як ці способи підвищують ефективність запам'ятовування різного роду інформації.

Метою роботи є оцінка ефективності засвоєння навчального матеріалу за рахунок використання нових технічних засобів та запропонувати нову модель засвоєння матеріалу шляхом створення 3D навчального середовища.

Світовий досвід ефективності застосування засобів мультимедіа

Американські дослідники дійшли висновку, що використання засобів мультимедійних технологій у процесі навчання студентів дозволяє істотно підвищити показники змістового розуміння та запам'ятовування запропонованого матеріалу. Серед причин, частіше за інші, називали можливість синкретичного навчання (одночасно зорового та слухового сприйняття матеріалу), активну участь в управлінні поданням матеріалу, легке повернення до тих розділів, які потребують

додаткового аналізу. Численними дослідженнями в психології доведено, що зорові аналізатори володіють значно більш високою пропускною здатністю, ніж слухові. За даними ЮНЕСКО [2], слухаючи людина запам'ятовує (рис. 1) тільки 15% навчальної інформації, споглядаючи - 25%, а на слухаючи і споглядаючи одночасно - 65%. У дорослої людини, яка слухає монотонну доповідь, вже через 20 хвилин починає послаблюватися увага. Якщо ж ця доповідь супроводжується демонстрацією якихось об'єктів починає працювати зоровий аналізатор. Поява наочного образу активізує увагу слухачів і вони краще починають сприймати повідомлення. Тут варто відзначити, що проведення об'єктивного порівняння навчання з мультимедіа і без неї виявляється складною задачею. Отже, вірогідність деяких висновків залишається сумнівною.

Численні дослідження підтверджують успіх системи навчання з використанням комп'ютерів. Дуже важко зробити об'єктивне порівняння з старими традиційними методами навчання, проте можна сказати, що увага під час роботи з навчальною інтерактивною програмою на базі мультимедіа, як правило, подвоюється, тому звільняється додатковий час. Економія часу, необхідного для вивчення конкретного матеріалу, в середньому становить 30% [2], а набуті знання зберігаються в пам'яті значно довше.



Рис. 1. Способи сприйняття інформації

За даними опитування, проведеного Массачусетським науково-дослідним центром, 45% великих компаній з 1000 обстежених центром використовують мультимедійну технологію для своїх програм навчання.

Американські вчені Флетчер, Нейл, Нельсон (Fletcher, McNeil, Nelson) [1] провели порівняльний аналіз традиційних форм навчання та мультимедійних засобів викладання.

Здійснюючи свої дослідження незалежно один від одного, вчені прийшли до спільного висновку, що мультимедійні навчальні програми мають значно більше переваг, ніж звичайні, традиційні. Відомо, що в процесі навчання студентами освоюється не більше ніж чверть запропонованого матеріалу. Мультимедійна ж технологія дозволяє в 2-3 рази збільшити цей показник, оскільки надає можливість

синкретичного навчання, тобто можливість одночасно зорового і слухового сприйняття матеріалу, активної участі в управлінні його подачею, повернення до тих розділів, які вимагають повторного аналізу і т.п.

Проблема полягає в тому, що більшість навчальних закладів не встигають за прогресом, тому навіть не можуть якісно оцінити ефективність засвоєння інформації за допомогою пристроїв мультимедіа. Сьогодні викладання матеріалу відбувається послідовно. Тобто принцип лекцій полягає в поетапному сприйнятті даних, за допомогою ж засобів мультимедіа процес можна зробити паралельним. Адже біологія людини побудована таким чином, що останній вид може сприймати інформацію представлену в різних формах (зорову, слухову) одночасно, завдяки цілісності сенсорної системи. На рис.2 показано, що просте представлення інформації спочатку відбувається або на слух, або завдяки зоровому зображенню, тоді, як мультимедіа поєднують дані сприйняття (рис. 3) і людина паралельно сприймає дані, додаючи до всього аспект емоційності (який відіграє провідну роль). Крім того, експерти з маркетингу вже давно (до появи в системі навчання додатків мультимедіа) помітили на

численних експериментах виразний сильний зв'язок між методом, за допомогою якого учень освоював матеріал, і здатністю пригадати (відновити) цей матеріал у пам'яті. Наприклад, тільки чверть почутого матеріалу залишається в пам'яті. Якщо ж учень має можливість сприймати цей матеріал візуально, то частка матеріалу, що залишився в пам'яті, підвищується до однієї третини. При комбінованому впливі (через зір і слух) частка засвоєного матеріалу досягає половини, а якщо залучити учня в активні дії в процесі вивчення, наприклад за допомогою інтерактивних навчальних програм типу додатків мультимедіа, то частка засвоєного може скласти 75% [3].

Таким чином, виникає модель засвоєння інформації традиційними засобами (рис. 2). Вона заснована на послідовному способі сприйняття інформації, де є тільки один канал сприйняття інформації, організований за рахунок слуху, та послідовного залучення всіх відомих видів пам'яті та усвідомленні цієї інформації. Наявність мультимедіа дає можливість збільшити канали одночасного сприйняття інформації і, таким чином, прийти до багатоканальної моделі сприйняття інформації. Модель такого сприймання представлена на рис. 3.

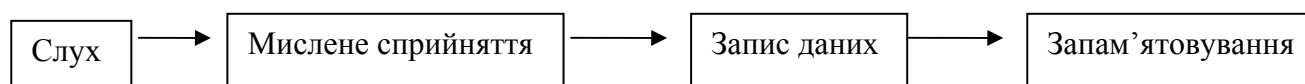


Рис. 2. Послідовний спосіб сприйняття інформації

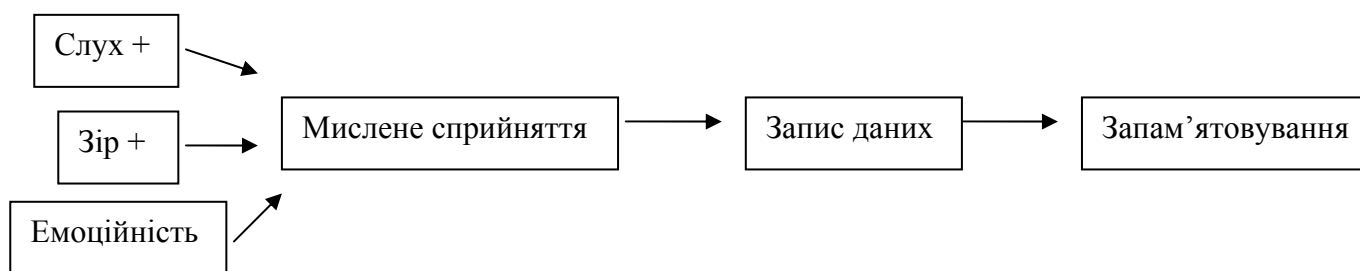


Рис. 3. Паралельний спосіб сприйняття інформації

Створення віртуального навчального середовища як вирішення проблеми

Для створення максимально ефективного навчального середовища потрібно поєднати сучасні технології і основні психологічні особливості сприйняття інформації людиною. В ідеалі можна створити спеціальну 3D-кімнату, своєрідну універсальну ідеальну модель подачі інформації для пересічної людини зацікавленої у здобутті знань, не залежно від віку і навиків. Ідея

полягає в тому, що буде створена віртуальна міні-реальність, де кожен зацікавлений у здобутті знань буде не лише спостерігати над потоком інформації, але буде безпосереднім учасником. Тобто викладення матеріалу будови певного приладу можна представити його об'ємною моделлю, яку можна розібрати на частини і збільшити за допомогою певних рухів руками. Інтерактивна інсталяція стане можливою при використанні моушн-камер, камер, що

фіксуватимуть рухи, а також складного міксу вже існуючих технологій. Взяти, наприклад, одну з останніх розробок компанії Sony систему Playstation move, що дозволяє наживо управляти грою і відчувати повний інтерактив, даючи гравцям можливість максимально поринути у будь-яку гру, не використовуючи додаткових маніпуляторів. Тобто система ніби переносить користувача у віртуальну реальність. Отже, створивши щось подібне можна буде не тільки вивчити склад фарб для друку, але навіть розглянути будову клітини чи здійснити прогулянку по вулицях різних країн світу.

Власне, вище згадана кімната дозволить візуалізувати і перетворити буденні матеріали у цікаву розповідь з елементами гри. Крім того, зараз набуває широкого розвитку напрям edutainment, де навчальний процес поєднується з розвагою. Його ініціатор, Кріс Деніелс - художник і дизайнер, який захоплюється ядерною фізикою і квантовою механікою, - вважає, що необхідно об'єднувати освіту і мистецтво, використовуючи уяву в ході навчання. «Edutainment» дозволить підняти показник ефективності в декілька разів, оскільки буде емоційно залучати аудиторію. Власне, проект задуманий як розважально-освітній інноваційний центр. В ідеалі це все планується організувати у вигляді міста майбутнього, призначеного бути ідеальною освітнім середовищем, але так як такий проект вимагає часу і великих вкладень, він існує все ще в форматі скромного віртуального простору. За проведенням досліджень, результати показали, що ефективність засвоєння учбового матеріалу у ігровій формі рівна 79,3% даних, а в звичайній формі – 54% (дослідження проводилось над дорослими людьми старше 18 років). Через 2 тижні матеріал пам'ятали відповідно 64,9% і 11,2% досліджених. Через 4 тижні – 49% і 8,5%, через 6 тижнів – 32% і 5% [4].

Концепція використання технологій віртуальної реальності для навчання і науки певною мірою реалізована в програмно-апаратному комплексі VE 3D interactive education center.

Висновки

Таким чином, слід зауважити, що віртуальна реальність - ідеальне навчальне середовище. Сприйняття віртуальної моделі з високим ступенем достовірності дозволяє якісно і швидко

готувати фахівців в різних областях: авіація, управління технологічними процесами, медицина, дистанційне керування технічними засобами і т.д. Отже, використання такого середовища дозволить наочно вести лекції та семінари, проводити тренінги, показувати об'єктам навчання всі аспекти реального предмета або процесу, що в цілому дасть колосальний ефект, покращить якість і швидкість освітніх процесів, ефективності їх засвоєння, і зменшує їх вартість.

Можна зробити прогноз, що впровадження технологій віртуальної реальності дозволить повною мірою використовувати принцип, що ефективність засвоєння даних людиною з навколишнього світу за допомогою зору становить 80%, при цьому люди запам'ятовують 20% того, що вони бачать, 40% того, що вони бачать і чують і 70% того, що вони бачать, чують і роблять. В цілому, можливості технологій віртуальної реальності для навчання та досліджень мають надзвичайно високий потенціал застосування.

На основі опрацьованої інформації було встановлено, що застосування мультимедіа в ігровій формі збільшує ефективність засвоєння учбового матеріалу на 25%. Виникає нагальна потреба у створенні власної учбової платформи, яка зможе не лише конкурувати на світовій арені, але і представити відображення та задовольнити потреби і особливості українця, зацікавленого у здобутті знань.

Список літератури

1. Шлыкова О. В. Культура мультимедиа: Уч. пособие для студентов / МГУКИ. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2004. – 415 с.
2. Андерсен Бент Б. Мультимедиа в образовании: специальный учебный курс. Информационные технологии в образовании. 2-е изд., испр. и доп. — М. : Дрофа, 2007. 224 с. : ил.
3. Осин А.В. Мультимедиа в образовании: контекст информатизации. - М.: Агентство "Издательский сервис", 2004. - 320 с.
4. Transactions on Edutainment III (Lecture Notes in Computer Science Transactions on Edutainment). Maiga Chang, Zhigeng Pan, Adrian David Cheok, Wolfgang Miller. Springer. – 2010, 283 pg.

УДК 004.732: 004.942(045)

Дуднік А. С., Бондаренко Ю. В.
Національний Авіаційний Університет, Київ

СИСТЕМА ПОКРАЩЕНОГО ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ БЕЗПРОВОДОВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ СТАНДАРТУ IEEE 802.11

Робота присвячена розробці методів підвищення продуктивності безпроводових комп'ютерних мереж. Дане завдання вирішується на основі перерозподілу функцій міжрівневої взаємодії еталонної моделі OSI/ISO.

Безпроводові комп'ютерні мережі є відносно новим типом комп'ютерних систем, вони характеризуються різноманітністю і великою щільністю інформаційного трафіку, в умовах потужного потоку завад, неоднорідною структурою і великою кількістю інтегрованих мережевих засобів із обмеженою пропускну здатністю. Класичні методи підвищення продуктивності, основані на буферизації, організації потоку сигнальних повідомлень для регулювання швидкості передавання даних та використанні вікон, не є достатніми в умовах обмеженої пропускну здатності каналів передавання сигналів: маємо знайти інші способи підвищення продуктивності безпроводових комп'ютерних мереж.

В силу ряду об'єктивних причин, в тому числі і географічних особливостей, одним із суттєвих показників розвитку народного господарства визначено існування сучасної інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури: сучасної системи телекомунікацій і побудованих на них комп'ютерних систем і мереж. Серед різноманітних класів комп'ютерних систем і мереж особливе місце займають мережі, транспортна служба яких побудована на використанні радіоефіру в якості середовища передачі даних (безпроводові мережі). Прийнято й реалізується ряд програм по забезпеченню створення такого роду об'єктів. Одним з видів такого забезпечення є створення наукових основ побудови продуктивних безпроводових мереж на основі модифікації існуючої класичної еталонної моделі взаємодії відкритих систем (EM OSI/ISO), згідно з якою проектується, створюються і експлуатуються більшість безпроводових мереж.

Особливістю об'єкта дослідження є протиріччя між високими вимогами до показників *QoS* на верхніх рівнях EM OSI/ISO і реально дуже обмеженими значеннями показників нижніх рівнів, які утворюють

транспортну службу безпроводової комп'ютерної мережі.

Іншою особливістю безпроводових комп'ютерних мереж є обмеженість обчислювальної можливості абонентських систем, що обумовлено вимогою до їх мобільності.

Реальне значення продуктивності, спроможності підтримувати відповідні показники *QoS* безпроводової комп'ютерної мережі, залежить від вибраних стратегій (технологій) підготовки даних і передавання їх в радіоефірі. В разі вибору неефективної стратегії в мережі, що використовує радіоефір, можливе перевантаження і, як наслідок, зростання кількості пакетів, переданих з помилками, що створює додаткові перешкоди в радіоканалі.

Класичні методи підвищення продуктивності передавання даних, основані на буферизації, організації потоку сигнальних повідомлень для регулювання швидкості передавання даних та використанні вікон, не є достатніми в умовах обмеженої пропускну здатності каналів передавання сигналів: маємо знайти інші способи підвищення продуктивності безпроводових комп'ютерних мереж.

Таким чином, тема даної роботи, присвяченої розробці методів підвищення продуктивності безпроводових комп'ютерних мереж, є актуальною і являє собою науковий і практичний інтерес.

Природно, що стек протоколів стандарту IEEE 802.11[3] відповідає загальній структурі стандартів комітету 802, тобто складається з фізичного і канального рівнів з підрівнями управління доступом до середовища *MAC* (*Media Access Control*) і логічного передавання даних *LLC* (*Logical Link Control*). Як і у всіх технологій сімейства 802, технологія 802.11 визначається двома нижніми рівнями, тобто фізичним рівнем і рівнем *MAC*, а рівень *LLC* виконує свої стандартні загальні для всіх технологій *LAN* функції (рис.1.) [2].

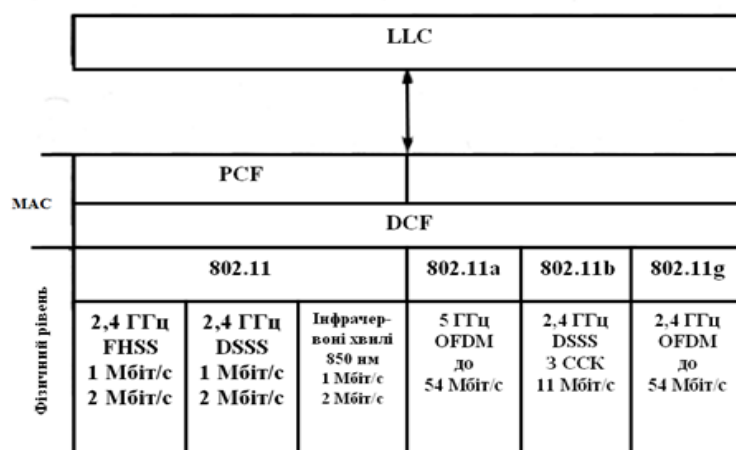


Рис.1. Стек протоколів IEEE 802.11

На фізичному рівні існує декілька варіантів специфікацій, які відрізняються робочими частотним діапазоном, методом кодування і як наслідок – швидкістю передавання даних. Всі варіанти фізичного рівня працюють з одним і тим же алгоритмом рівня *MAC*, але деякі тимчасові параметри рівня *MAC* залежать від фізичного рівня.

Відомо, що фізичному рівню еталонної моделі *OSI* притаманні задачі генерації та відправки потоку бітів, а також визначення фізичного середовища самої мережі. Останнє, відносно безпроводових мереж, включає в себе визначення стану якості сигналу в мережі, в радіусі якої здійснюється передавання. Існують, як це зображено в таблиці 1, наступні рівні стану якості сигналу:

Таблиця 1

Параметри рівнів стану якості сигналу	
Показник якості сигналу	Характеристика якості сигналу
0	відмінно
1	дуже добре
2	добре
3	нижче
4	низький
5	дуже низький
6	відсутність сигналу

В ІМ враховано два методи запобігання помилок при передаванні *PDU* каналного рівня:

- каналний рівень не формує пакети доти, доки не знайдеться вільний канал передавання;
- фізичний рівень не відправляє потік бітів доти, доки стан зв'язку відповідає рівню відсутність сигналу.

Та практика показує, що у так званих зонах невпевненого прийому, даних правил не завжди буває достатньо і помилки мають місце. В цих зонах, у більшості випадків, максимальний рівень сигналу відповідає стану 3, а мінімальний - стану 6 відповідно. В таких зонах зміна станів якості сигналу, в залежності від різних чинників,

відбувається досить часто. Тоді, коли якість сигналу знижується, імовірність помилок у відправлених *PDU* значно зростає.

Саме для даного випадку і пропонується технологія «моніторинг стану якості зв'язку». У даному методі використовується поєднання повноважень мережевого рівня при використанні інформації фізичного рівня. Ідея методу витікає з пропозиції, що її закладено в мету наукової роботи – перерозподіл функцій рівнів ЕМ *OSI/ISO* (фактично введення нових функцій – функцій междієвності взаємодії). В даному способі – це введення нової функції взаємодії між каналним і фізичним рівнями (рис.2).

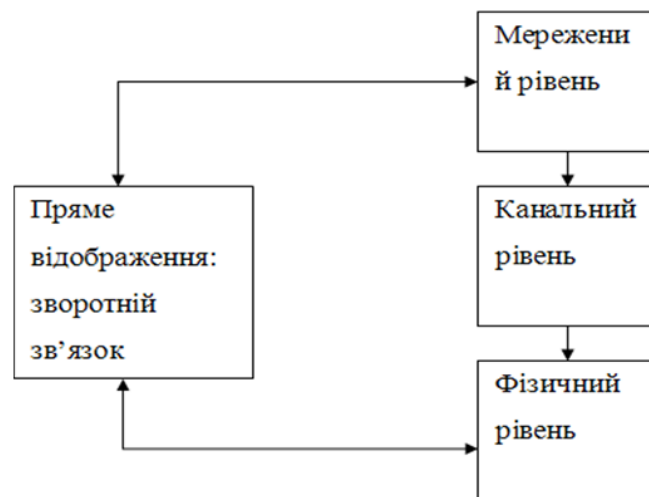


Рис.2. Схема методу «моніторинг стану якості сигналу»

Практично спосіб реалізується контролюванням бітів, *PDU* фізичного рівня. У даному методі мережний рівень через певні проміжки часу відсилає запити на фізичний про стан сигналу на даний момент. Інформація про стан сигналу міститься у полі, в якому перші біти тримають у собі інформацію про швидкість передавання, а інші про стан сигналу. Можлива структура фрейма подана в описі стандарту *IEEE 802.11* [3].

Зазвичай кожному з вищеперелічених станів сигналу відповідає число n від 0 до 6. На основі одержаних даних мережний рівень формує уявлення про зміну станів зв'язку, постійно порівнюючи теперішній та попередній стани ($n < n_0$ чи $n \geq n_0$). У випадку, коли зміна станів відповідає $n < n_0$, мережний рівень відсилає повторний запит. Даний цикл буде відбуватися

до тих пір, доки ситуація не стане протилежною ($n \geq n_0$). Лише тоді мережний рівень направить до канального *PDU* і віддасть наказ на його передавання. Потім канальний рівень, при наявності вільного каналу, надасть наказ на генерацію бітів фізичному рівню, у відповідності до конкретного *PDU*.

Пропонується для практичної реалізації ідеї переформатування складу функцій міжрівневої взаємодії мережевого і фізичного рівнів ввести в структурну схему пристрою безпроводового передавання даних елемент зв'язку (зворотнього зв'язку) між додатками фізичного та мережевого рівнів *EM OSI/ISO*. Саме з цієї причини в існуючу структурну схему пристрою безпроводового зв'язку вводиться аналізатор якості сигналу 5 на рис. 3. [1]

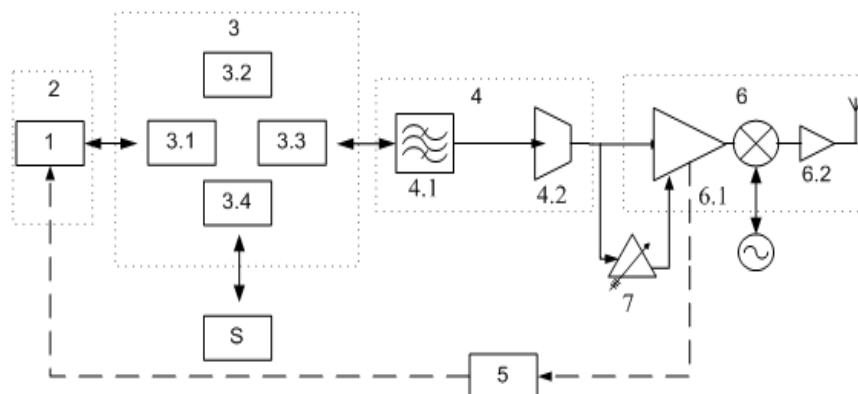


Рис. 3. Структурна схема пристрою передавання даних в безпроводових мережах з системою підвищення якості роботи в зонах невпевненого прийому

Пристрій в цілому має модульну структуру, містить керуючий блок 1, що є частиною *NMS*, модуль мережевого рівня 2, модуль підрівня *LLC* канального рівня 3, блоку хост інтерфейсу 3.1, мікроконтролера 3.2, блоку додатку

прийому/передавача 3.3, блоку шинного інтерфейсу 3.4, пам'яті S, модулю підрівня *MAC* рівня 4, контролера смуги частот 4.1, радіочастотного прийому/передавача 4.2, аналізатора сигналу 5, модуля фізичного рівня 6,

інтерфейсу фізичного рівня 6.1, антени 6.2., блоку автоматичного налаштування частоти 7

Далі наводиться опис роботи даного пристрою. Керуючий блок 1, надсилає команду про відправку пакета та сам пакет на модуль 2, підрівень *LLC*.

Далі наводиться опис роботи даного пристрою. Керуючий блок 1, надсилає команду про відправку пакета та сам пакет на модуль 2, підрівень *LLC*.

В модулі підрівня *LLC* через блок хост інтерфейсу 3.1, пройшовши відповідні перетворення, за допомогою додатків даного модуля, пакет стає фреймом. Після чого вбудований мікроконтролер 3.2 передає фрейм до блоку додатку прийомо/передавача 3.3 та через блок шинного інтерфейсу 2.4 записує дані про стан передавання до пам'яті S, де вони ще певний час зберігаються. Блок додатку прийомо/передавача 3.3 спрямовує фрейм до модуля підрівня 4.

В модулі підрівня *MAC* контролер смуги частот 4.1 підбирає для даного фрейму оптимальний діапазон частот, та спрямовує фрейм до радіочастотного прийомо/передавача 4.2. В даному модулі відбувається як перетворення фрейму у електромагнітні коливання та й їх модуляція відповідно до вмісту фрейму.

Після цього коливання передаються до модулю фізичного рівня 6, а інформація про підібраний блоком 4.1 діапазон частот передається до блоку автоматичного налаштування частоти 7.

Блок 6.1 модулю фізичного рівня накладає електромагнітні коливання на частоту, яка налаштовується блоком 7. Коливання спрямовуються до антени 6.2, яка передає сигнал до радіоефіру.

Аналізатор сигналу 5 постійно відстежує інформацію про стан передавання даних. Він відсилає відповідні запити до інтерфейсу фізичного рівня 6.1 та отримує від нього інформацію про стан передавання даних. Інформацію про стан передавання даних аналізатор сигналу 5 передає до керуючого пристрою 1, після чого відбувається прийняття рішення про зміну умов передавання даних за необхідністю. Під прийняттям рішень розуміється очікування покращення стану якості сигналу (за правилами алгоритму) або збільшення його потужності.

Таким чином, вдалося реалізувати практично (структурна схема) ідею удосконалення технології безпроводового транспортування даних за рахунок перерозподілу, функцій міжрівневої взаємодії, в рамках системи мережевого управління. Запропоновано метод підвищення продуктивності для безпроводових мереж, що функціонально мережевий і фізичний рівні, що покращає продуктивність мережі, зокрема – в зонах невпевненого прийому. Аналіз технологій транспортування даних в безпроводових мережах, що побудовані на принципах ЕМ *OSI/ISO*, зокрема видів кодування інформації, методів модуляції сигналу, а також конкретних реалізацій систем, що входять до складу тієї чи іншої безпроводової мережі показує, що сучасні безпроводові мережі є суттєво гетерогенними і використовують різноманітні підходи до підвищення показників *QoS*. Особливістю ЕМ *OSI/ISO* є виокремлення з канального рівня *MAC* і фізичного рівня з *DSSS* або *FHSS*.

Дослідження роботи пристрою показали на можливість підвищення продуктивності безпроводових мереж шляхом зміни технології міжрівневої взаємодії, перерозподілу функцій, що їх класифіковано ЕМ *OSI/ISO* згідно її семи рівнів. Мається на увазі передача (в *NMS*) даних з вище розташованих рівнів до одного з нижче розташованих (і навпаки), минаючи суміжні рівні.

Список літератури

1. Дуднік А. С. Система покращення безпеки та якості бездротового передавання даних в зонах невпевненого прийому або з недостатньою завадостійкістю / А.С. Дуднік, М.М. Яценко // Комп'ютерні системи та мережні технології: III міжнар. наук.-практ. конф., 15 – 17 червня 2010 р.: тези допов. – К., 2010. – С. 38.
2. Олифер В. Г. Компьютерные сети / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер – С -Пб.: Питер Пресс, 2008. – 957 с.
3. Педжман Р. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11 / Р. Педжман, Л. Джонатан – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 304с.

УДК 623.746 (519)

Коврижкін І. О.

Національний авіаційний університет, Київ

ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ВІТРУ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ

В статті розглянутий метод непрямого визначення швидкості та напрямку вітру шляхом обробки даних отриманих лише з системи супутникової навігації. Даний метод рекомендований для використання в легких безпілотних літальних апаратах, в силу легкості його застосування що не потребує встановлення додаткового обладнання.

Задача визначення вітру на борту літального апарату (ЛА), як правило вирішується з використанням так званого «трикутника швидкостей».

$$W = V + U,$$

де W – вектор шляхової швидкості (швидкість ЛА щодо землі), V – повітряна швидкість (ЛА щодо атмосфери) і U – швидкість вітру.

При, здавалося б простому рішенні, практична реалізація його потребує серйозної апаратної підтримки. Звернемо увагу на той факт, що всі величини векторні, що в свою чергу означає необхідність визначення не тільки модуля повітряної швидкості $|V|$, але і кутової орієнтації ЛА. Тільки для визначення вектора V потрібна система повітряних сигналів (СВС) і система визначення кутів (крен, тангаж, курс: гіроплатформа, гіровертикаль, БІНС і т.п.).

Для визначення шляхової швидкості на ЛА використовуються дорогі доплерівські вимірювачі (ДИСС) та/або системи числення шляху. Застосування згаданих традиційних методів на БПЛА «малих» класів (міні-, мікро-) досить проблематично через масогабаритні характеристики, проблеми енергетичного забезпечення і дороговизни. Тим не менш визначення вітру на ЛА таких класів досить актуально, наприклад у задачі доставки некерованих вантажів методом парашутного десантування на обмежену за площею поверхню.

Як правило, в БПЛА згаданих класів в якості основного навігаційного пристрою використовуються відносно недорога система супутникової навігації (СН). Поряд з сигналами географічних координат у складі вихідних сигналів СН видає сигнал модуля шляхової швидкості $|W|$ і кут курсу (азимуту ψ) ЛА [1].

Розглянемо можливість визначення швидкості вітру при такому мінімальному інформаційному забезпеченні. Завдання можна вирішити при двох основних нескладних припущеннях, цілком прийнятних для цілого ряду практичних завдань:

1. Швидкість вітру постійна і горизонтальна (відсутня вертикальна складова).

2. ЛА виконує розворот (непрямолінійний політ) в горизонтальній площині з постійною (на час маневру, 5...40 сек) повітряною швидкістю.

Таким чином, для визначення вітру, безпосередньо перед застосуванням (наприклад, на підльоті перед скиданням вантажу) ЛА повинен виконати поворот/розворот. Відзначимо, що допущення 1 є загальноприйнятим при вирішенні балістичної задачі [2].

Отже розглянемо рух ЛА в горизонтальній площині. Позначимо горизонтальну площину - осі $XgYg$ (індекс g позначає земну горизонтальну систему координат, що необертається). Напрямок осей не принциповий, але для певності можна вважати вісь Xg спрямованою на північ. Нехай відомі два виміри вектора (знаємо модуль та кут курсу) шляхової швидкості W_1 та W_2 .

З'єднаємо кінці векторів W_1 та W_2 – це відрізок bc або пряма 1 (рис. 1). Трикутник abc рівнобедрений в силу припущення 2. Позначимо буквою m середину відрізка bc . Проведемо пряму 2 через точки a та m .

Знайдемо рівняння прямої 1 в вигляді $A_1x + B_1y + C_1 = 0$. Підставляючи значення коефіцієнтів отримаємо:

$$\overbrace{(W_1y - W_2y)}^{A_1}x + \overbrace{(W_2x - W_1x)}^{B_1}y + \overbrace{(W_1x \times W_2y - W_2x \times W_1y)}^{C_1} = 0;$$

Інша форма рівняння прямої $y = kx + b$ (де k тангенс кута нахилу прямої до вісі абсцис). Тоді для прямої 1:

$$k_1 = -\frac{A_1}{B_1}.$$

Знайдемо рівняння прямої 2, Вона проходить через точку m , координати котрої:

$$m = \begin{bmatrix} \frac{1}{2}(W_2x - W_1x) + W_1x \\ \frac{1}{2}(W_1y - W_2y) + W_2y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_x \\ m_y \end{bmatrix}$$

і перпендикулярна до прямої 1. Тобто:

$$k_2 = -\frac{1}{k_1} = \frac{B_1}{A_1}.$$

УДК 004.94(045)

Кондес Ю. В.

Національний авіаційний університет, Київ

ЗБІЛЬШЕННЯ ШВИДКОДІЇ ОПЕРАЦІЙ МНОЖЕННЯ ТА ДІЛЕННЯ НАД ЧИСЛАМИ У РОЗРЯДНО-ЛОГАРИФМІЧНОМУ ПРЕДСТАВЛЕННІ

В даній статті розглянуто проблеми що виникають при обчисленнях з використанням розрядно-логарифмічної системи числення на звичайних IBM PC сумісних ПК. Розглядаються методи збільшення швидкодії, засновані на підборі оптимального алгоритму сортування та зміні структури РЛ числа, яка дозволяє зменшити кількість дій у операціях множення та ділення. Досліджується ефект від застосування запропонованих методів збільшення швидкодії.

Моделювання засноване на використанні обчислювальної техніки є основним засобом вирішення багатьох задач, що виникають в процесах проектування та дослідження. Розвиток методів моделювання здійснюється одночасно з урахуванням появи нових обчислювальних методів, алгоритмів а також інших досягнень в різних галузях науки та техніки [1].

Одним з засобів представлення даних в комп'ютерному середовищі є розрядно-логарифмічне кодування, яке дозволяє значно розширити числовий діапазон оброблюваних величин. Це дає можливість підвищити точність у обчисленнях чутливих до похибок за рахунок зменшення кількості та величини округлень у проміжних результатах.

Відомо, що будь-яке додатне число A , з будь-якої позиційної системи числення, може бути представлене у вигляді:

$$A = \sum_{i=-\infty}^m a_i \cdot p^i = a_m \cdot p^m + a_{m-1} \cdot p^{m-1} + \dots + a_{m-2} \cdot p^{m-2} + a_0 \cdot p^0 + a_{-1} \cdot p^{-1}, \quad (1)$$

де a_i – значення певної цифри числа A , p – основа системи числення, a_m – старший значущий розряд числа A [1].

Для двійкової системи числення $p=2$, а значення кожної цифри належить множині $\{0, 1\}$. Тому в даному випадку вираз (1) можна представити у вигляді:

$$A = p^{n_1} + p^{n_2} + p^{n_3} + \dots + p^{n_k} + p^{n_l} \quad (2)$$

де p – основа системи числення ($p=2$); $n_1, n_2, \dots, n_l$ – ступені двійки, які відповідають вазі тих розрядів двійкового числа, які дорівнюють 1. Вираз (2) є математичною формою представлення числа в розрядно-логарифмічній арифметиці.

У пам'яті ЕОМ РЛ число зберігається у вигляді [1]:

Si	Q	n	n	n	..	n	n
gn		i	i-1	i-2		2	1

де Sign знак числа (1 або -1), Q – довжина РЛ числа (кількість елементів), n – окремі елементи РЛ числа (ступені двійки). Всі елементи числа розташовані за спаданням від i -го до 1-го.

1. Проблеми швидкодії при використанні розрядно-логарифмічної системи числення

При виконанні додавання двох РЛ чисел (A та B) однакової довжини елементи кожного з доданків необхідно об'єднати у третє число-суму, яке складатиметься з $2Q$ елементів і матиме наступний вигляд [1]:

Sign	$2Q$	$n_{B(i)}$	$n_{B(i-1)}$	$n_{B(i-2)}$	...	$n_{B(2)}$	$n_{B(1)}$	$n_{C(i)}$	$n_{C(i-1)}$	$n_{C(i-2)}$	...	$n_{C(2)}$	$n_{C(1)}$
------	------	------------	--------------	--------------	-----	------------	------------	------------	--------------	--------------	-----	------------	------------

Даний набір елементів необхідно 1 раз відсортувати та звести подібні. Операція віднімання подібна до додавання з тією різницею, що додатково необхідно виконати розгортання найбільшого елемента в ланцюжок. Кількість сортувань та зведень подібних не змінюється.

При виконанні операції множення двох РЛ чисел (A та B) необхідно кожний елемент одного множника скласти з окремим набором усіх елементів іншого множника. В результаті отримаємо наступний результат [1]:

Sign	$Q*Q$	$n_{B(i)}+n_{C(i)}$	$n_{B(i)}+n_{C(i-1)}$	$n_{B(i)}+n_{C(i-2)}$	...	$n_{B(i)}+n_{C(2)}$	$n_{B(i)}+n_{C(1)}$	...
------	-------	---------------------	-----------------------	-----------------------	-----	---------------------	---------------------	-----

У комп'ютерному представленні для випадку множників однакової довжини, виникає необхідність у виконанні $Q-1$ кількості сортувань та зведення подібних або одне сортування та зведення подібних для числа довжиною Q^2 в залежності від обраного методу реалізації. Ділення виконується з використанням операцій множення та віднімання, кількість кожної з яких наближено дорівнює Q^2 .

2. Збільшення швидкодії шляхом вибору оптимального алгоритму сортування

За приблизними підрахунками (для комп'ютерів 60-х років) на сортування в типових задачах витрачається більше чверті машинного часу. В багатьох обчислювальних системах цей показник доходить до 50 %. Такий стан справ виникає через високий рівень практичних потреб у операціях сортування даних та розповсюдженість неоптимальних алгоритмів сортування [2]. При обчисленнях на основі розрядно-логарифмічної арифметики потреба у сортуванні масивів є особливо гострою. Як показує практичний досвід, на виконання сортувань у РЛ арифметиці витрачається більша частина машинного часу, яка в декілька разів перевищує час потрібний для зведення подібних. Найбільше проблем, сортування викликає при виконанні операцій множення та ділення.

Швидкість роботи будь-якого алгоритму сортування безпосередньо пов'язана з кількістю по-

рівнянь та кількістю обмінів яку необхідно виконати, при чому обміни займають більше часу [3].

Найпростіший алгоритм сортування, відомий як «бульбашка» відноситься до класу обмінних алгоритмів. Кількість порівнянь в процесі його роботи є постійною і не залежить від попередньої відсортованості масиву[3]. Така властивість даного алгоритму робить його найбільш неефективним для використання в РЛ арифметиці. Це пов'язано з тим, що у більшості випадків потреба у сортуванні виникає при злитті двох РЛ чисел, тобто при об'єднанні повністю впорядкованих масивів. При сортуванні бульбашкою у середньому кількість порівнянь, яку необхідно виконати є величиною, пропорційною до:

$$\frac{n^2 - n}{2}, \quad (3)$$

де n – кількість елементів у масиві.

На відміну від сортування бульбашкою, у сортуванні вставками кількість порівнянь залежить від початкової відсортованості масиву. У випадку, коли масив є повністю впорядкованим, кількість порівнянь буде дорівнювати $n-1$. У середньому кількість порівнянь можна описати як величину, що приблизно дорівнює:

$$\frac{n^2}{4}, \quad (4)$$

де n – кількість елементів у масиві.

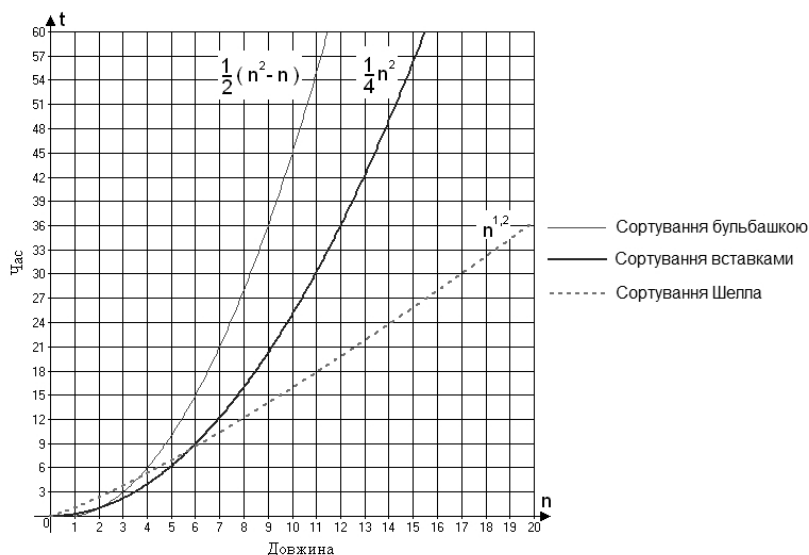


Рис. 1. Порівняння залежностей швидкодії від довжини масиву для різних алгоритмів сортування

Очевидно, що у обох вищезгаданих алгоритмів час виконання сортування є величиною порядку n^2 і тому їх швидкодія при використанні в розрядно-логарифмічній арифметиці буде сильно зростати із збільшенням довжини РЛ числа.

Однак алгоритм сортування вставками має перевагу – він працює найменше у випадку повністю відсортованого масиву і найбільше, коли масив відсортований у зворотному порядку. Ця особливість робить його практично ідеальним

алгоритмом для майже повністю впорядкованих масивів [3].

Розвитком ідеї сортування вставками є алгоритм Шелла, який виконує декілька проходів сортування, використовуючи різні за довжиною кроки у спадному порядку. У середньому, час сортування є величиною, пропорційною до $n^{1,2}$, де n – кількість елементів у масиві.

Як видно з графіка, для дуже коротких масивів, сортування бульбашкою може виявитися найбільш швидкодіючим. При збільшенні довжини масиву найбільш ефективним стає сортування вставками. У випадку дуже довгих масивів самим швидкодіючим алгоритмом стає алгоритм Шелла. Наведений графік демонструє ефективність алгоритмів сортування для найбільш поширених випадків їх застосування.

Перевіримо ефективність наведених алгоритмів при їх використанні у специфічній області –

при виконанні обчислень у розрядно-логарифмічній арифметиці. В якості тестового завдання обрано розрахунок оберненої матриці Гілберта 11-го порядку методом Крамера при довжині РЛ числа $Q = 81$. Даний алгоритм обчислень має приблизно: 40 % операцій додавання-віднімання, 40 % множення та 20 % ділення.

Як видно з табл.1, перехід від сортування алгоритмом бульбашки до алгоритму вставками збільшує швидкість обчислень у 5,8 разів. Алгоритм Шелла здебільшого програє сортуванню вставками, і лише у одному випадку зрівнюється з ним за ефективністю роботи. Швидкодія алгоритму Шелла сильно залежить від набору кроків і стає максимальною при значенні першого кроку $\approx 0,5 \cdot Q$ (при загальній кількості кроків – 2). Збільшення кількості кроків в даному випадку не призводить до збільшення швидкодії.

Таблиця 1

Час обчислення зворотної матриці Гілберта для різних алгоритмів сортування

Алгоритм	Час обчислення (сек)								
Бульбашка	335								
Вставками	57								
Шелла	68	72	66	62	60	57	59	61	70
	{1}	{5,1}	{10,1}	{19,1}	{34,1}	{39,1}	{44,1}	{49,1}	{39,10,1}
	Набір кроків								

Таким чином, найбільш оптимальним серед розглянутих алгоритмів сортування для використання у розрядно-логарифмічній арифметиці є сортування вставками. Алгоритм Шелла, навіть за умови вдалого підбору кроків буде значно програвати йому в універсальності, потребуючи постійного перенастроювання при кожній зміні довжини Q РЛ числа.

3. Збільшення швидкодії шляхом зміни структури розрядно-логарифмічного числа

Прискорити операції множення та ділення можна за рахунок такої зміни структури РЛ числа, яка призведе до меншої кількості дій над його компонентами при виконанні обчислень. Один з можливих варіантів полягає у винесенні в формулі (2) старшого розряду за дужки наступний чином:

Sign	Q	n_i	$n_{i-1} - n_i$	$n_{i-2} - n_i$	...	$n_3 - n_i$	$n_2 - n_i$	$n_1 - n_i$
------	-----	-------	-----------------	-----------------	-----	-------------	-------------	-------------

Задля перевірки ефекту від запропонованої зміни структури РЛ числа, було створено тестову програму, яка виконує розрахунок 1024 членів геометричної прогресії із знаменником 2, фіксу-

$$A = p^{n_i} (p^0 + p^{n_{i-1}-n_i} + p^{n_{i-2}-n_i} + \dots + p^{n_2-n_i} + p^{n_1-n_i}). \quad (5)$$

Ми отримали ситуацію коли перший і найстарший елемент РЛ числа є множником усіх інших. В РЛ числі подібної структури елемент p^0 завжди буде присутній, тому цей елемент можна не зберігати в пам'яті, а враховувати його існування в алгоритмах виконання операцій. Інші параметри РЛ числа не змінюються. Подібна зміна структури дозволяє підвищити швидкодію операцій множення та ділення розрядно-логарифмічних чисел у випадку коли множник (дільник) є цілою ступінню двійки. Це пов'язано з тим, що операцію додавання (віднімання) окремих елементів РЛ числа необхідно виконувати не з кожним з них окремо, а лише з першим елементом.

У пам'яті ЕОМ таке число буде представлено у вигляді:

ючи при цьому тривалість виконання всього комплексу обчислень.

Після виконання досліджень, проведених на тестовій програмі отримано наступні результати:

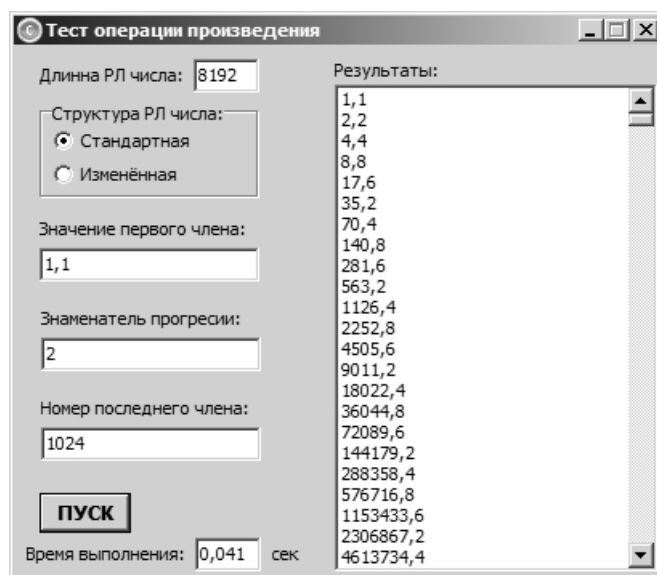


Рис. 2. Вигляд інтерфейсу тестової програми

Як видно з рис. 3, даний метод збільшення швидкодії призводить до прискорення виконання операцій множення приблизно на 30 %. Більш того, певною мірою зменшується залежність швидкості від довжини чисел. Крім того цей метод не

призводить до зростання довжини РЛ числа і зберігає зручність перетворення в РЛ число нормально-го вигляду. Подібну зміну структури РЛ числа доцільно використовувати в задачах по обчисленню геометричних прогресій, факторіалів, тощо.

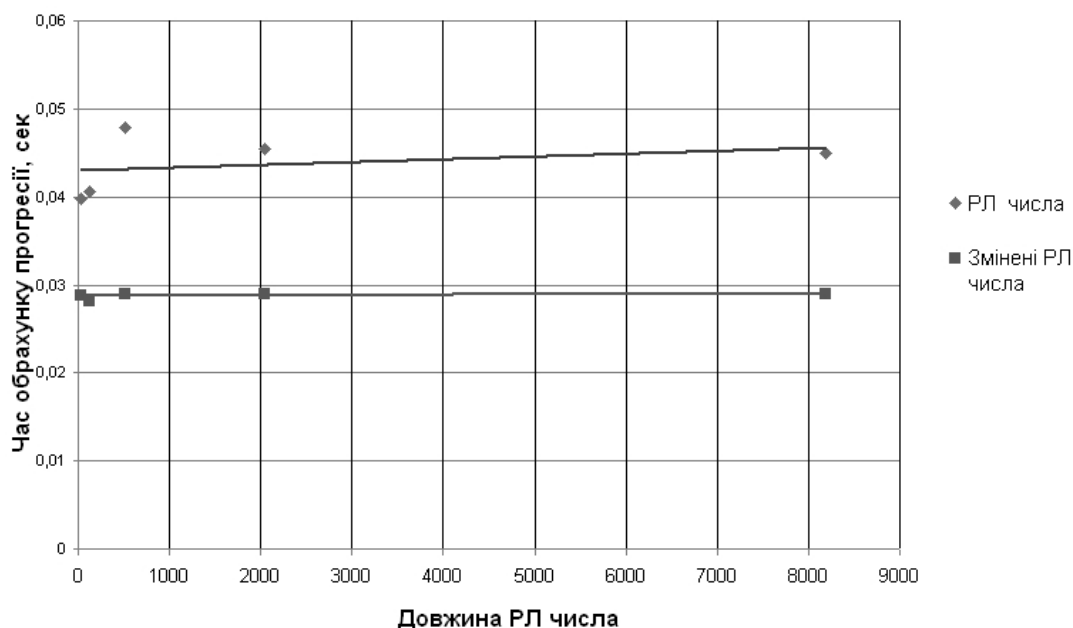


Рис. 3. Час обрахунку геометричної прогресії різними методами в залежності від довжини РЛ числа

Список літератури

1. Гамаюн В. П. Моделирование багаторазрядных компьютерных систем: Навч. посібник / В. П. Гамаюн – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2007. – 112 с.
2. Кнут Д. Искусство программирования, том 3.

Сортировка и поиск. – 2-е изд. / Д. Кнут – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 824 с.

3. Шилдт Г. Полный справочник по C. – 4-е изд. / Шилдт. Г. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 704 с.

Науковий керівник – Гамаюн В. П., д-р техн. наук, проф.

УДК 378.147

Линник Ю. М.

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк

ЗАСОБИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ: ПОНЯТТЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ

У статті визначено зміст поняття “засоби дистанційного навчання”, здійснено класифікацію усіх існуючих засобів дистанційного навчання та описано шляхи застосування кожного із засобів дистанційного навчання у навчально-пізнавальній діяльності слухача закладу післядипломної освіти.

Постановка проблеми. Процес переходу від кваліфікаційної до компетентнісної моделі організації післядипломної освіти характеризується впровадженням у освітній процес закладів післядипломної освіти засобів нових інформаційних технологій загалом та інформаційно-комунікативних технологій дистанційного навчання зокрема. Як зауважив з цього приводу В.М. Монахов, використання сучасних засобів нових інформаційних технологій, в тому числі технологій дистанційного навчання, не тільки сприяють активізації навчально-пізнавальної діяльності слухачів, а й забезпечують “цілеспрямоване створення, збирання, зберігання, опрацювання, подання та використання даних і знань в навчанні” та систематизацію “наукових знань про її функціонування, що спрямовані на удосконалення навчального процесу з найменшими затратами” [3, с. 6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізуючи роль нових інформаційних технологій та інформаційно-комунікативних технологій дистанційного навчання у освітньому процесі, В. М. Кухаренко, В.С. Лукін, О. В. Рибалко, Н. Г. Сиротенко О.Г. Тригуб, Г.А. Чередніченко та С.А. Шворов наголошують, що їх використання сприяє підвищенню інтересу й загальної мотивації навчання, активізації та індивідуалізації навчання, розширенню інформаційної складової, забезпеченню доступу слухачів до інформаційних ресурсів, тощо.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Оцінивши реальні можливості, а також готовність працівників закладів післядипломної освіти до цільового використання засобів інформаційно-

комунікативних технологій дистанційного навчання у власній професійній діяльності, ми дійшли висновку, що на даний час доцільніше буде говорити про впровадження у освітній процес закладів післядипломної освіти не лише засобів інформаційно-комунікативних технологій, а засобів дистанційного навчання загалом.

Формулювання цілей статті. Означене обумовило актуальність нашого дослідження та визначило його ціль: обґрунтувати поняття “засоби дистанційного навчання” та здійснити їх класифікацію за певними критеріями.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під “засобами” ми будемо розуміти механізми, пристрої, програмне забезпечення, тощо, необхідні для здійснення будь-якої діяльності [1, с. 420]. Спираючись на праці таких учених як О. О. Андреев, С. П. Архипова, М. Т. Громкова М.В. Брайко, Л.В. Васильченко, С. І. Змєєв, І. А. Колесніков, В. М. Кухаренко В.В. Олійник, П.В. Стефаненко, Г.Я. Цибулько, В.Л. Шевченко під *дистанційним навчанням у післядипломній освіті* ми будемо розуміти педагогічну технологію, що є керованою, дидактично забезпеченою і контрольованою, ґрунтується на засадах співробітництва та партнерських стосунків усіх учасників навчального процесу, а також передбачає залучення слухачів до активної самостійної роботи, основою якої є використання власного професійного досвіду та застосування сучасних інформаційно-комунікаційних засобів (систем доставки, відображення та обміну навчальною інформацією на відстані, телекомунікаційних мереж і засобів зв’язку).

Таким чином під поняттям “засоби дистанційного навчання” ми розумітимемо

сукупність усіх текстово-графічних, інформаційно-комунікативних та навчально-методичних механізмів, пристроїв та програм необхідних для здійснення якісного та ефективного, дидактично забезпеченого та контрольованого, такого що ґрунтується на засадах співробітництва та партнерських стосунків усіх учасників навчального процесу, а також передбачає залучення слухачів до активної самостійної роботи навчання на відстані.

Щодо класифікації засобів дистанційного навчання, то, спираючись на роботи згаданих вище вчених, ми згрупували їх таким чином:

- текстово-графічні;
- комп'ютерні та аудіовізуальні;
- електронні тексти та публікації;
- електронні програмно-педагогічні системи;
- сервіси та послуги мережі Інтернет.

Текстово-графічні засоби включають: книги та інші друковані матеріали. Використання цих засобів займає досить важливе місце у процесі розвитку професійної компетентності вчителів. Не зважаючи на класичну статичну форму представлення інформації, вони усе ж мають низку переваг: легкість та зрозумілість їх у використанні людям будь-якого віку, відсутність їх прив'язки до будь-яких технічних засобів, тощо.

Комп'ютерні та аудіовізуальні засоби включають: інтерактивні комп'ютерні програмно-педагогічні засоби; носії навчальної інформації: аудіокасети, відеокасети, CD/DVD/BlueRay-диски; радіотрансляція; телетрансляція).

– Інтерактивні комп'ютерні програмно-педагогічні засоби – реалізуються за допомогою комп'ютерної техніки у поєднанні із засобами програмного та технічного забезпечення, теоретичних знань і методичних прийомів їх застосування для покращення ефективності самостійної навчальної діяльності слухача. Комп'ютерні навчальні системи також використовувати сучасні форми доставки навчальної інформації, що базуються на використанні носіїв CD, DVD і BlueRay-формату та дозволяють суттєво збільшити об'єм

надаваної інформації, одночасно скоротивши швидкість її доставки.

– Телетрансляція та радіотрансляція – передбачає застосування у процесі навчання різних систем телебачення та радіомовлення, спеціальних освітніх програм. Проте, на даний час застосування таких аудіовізуальних засобів у класичному вигляді є незручним та фінансово й дидактично неефективним. Як для теле- так і для радіотрансляції з'явилися нові технологічні рішення такі як: інтернет-радіо, що може виконувати функції аудіо бібліотеки для слухача, високоякісне цифрове телебачення(HDTV), тощо.

Електронні тексти та публікації включають: електронні книги, електронні бібліотеки, освітні портали та веб-сайти. Вони являють собою новий формат представлення друкованих матеріалів.

– Електронні книги можуть розповсюджуватися у файлах різних форматів, зокрема: простий текст (plain text); текстові з оформленням – HTML, відкритий формат електронних книг (OPF FlipBook), OpenDocument, SGML, XML, FictionBook (.fb2), TeX, PDF, HTMLHelp (.chm), Microsoft (.lit), eReader, PostScript (.ps, .eps), ExeBook, Mobipocket (.prc) тощо; графічні растрові – TIFF, JPEG, DjVu, PDF, тощо; мультимедіа книги – створені на основі флеш технології(SWF) та мультимедійні системи;

Файли сучасних електронних книг (наприклад мультимедіа книг) окрім тексту містять декілька каналів сприйняття: звуково-музичний, зображально-динамічний (фотографії і галереї) та інтерактивно-ментальний.

Зазначимо, що перевагою даного класу засобів дистанційного навчання перед класичними текстово-графічними засобами є:

- невеликий обсяг (на комп'ютері можна зберігати десятки і сотні тисяч книг);
- можливість повнотекстового пошуку (якщо текст книги розпізнано чи набрано);
- можливість швидкої і простої зміни гарнітури і кегля;
- можливість читання книг при низькому рівні освітлення (на пристроях з підсвічуванням);

- можливість прослухати (англ. text-to-speech, аудіокнига) текст книги;

- низька вартість розповсюдження (у більшості випадків оплачується тільки обсяг інформації, переданої через комп'ютерні мережі, або фізичний носій, наприклад, компакт-диск).

- реалізований механізм пошуку по тексту, перехід по гіперпосиланнях, відображення тимчасових виділень і зауважень

- можливість відображати анімовані малюнки, мультимедійні кліпи і відтворювати аудіо-книжки та mp3-файли [7].

- Електронна бібліотека – це сукупність даних, що зберігається в цифровому вигляді і передбачає наявність автоматизованого обслуговування та пошуку різноманітної навчальної, методичної та наукової інформації.

- Освітній веб-сайт – це сукупність взаємопов'язаних веб-сторінок, об'єднаних спільним змістом, які містять зображення, відео або інші цифрові навчальні дані [6]. Термін веб-сайт є найширшим поняттям у ході класифікації сайтів.

- Освітній портал – це веб-сайт, побудований за єдиними правилами та алгоритмами, що має свою адресу та забезпечується типовим набором сервісних служб здатних інтерактивно взаємодіяти із користувачами та здійснювати доступ до всієї необхідної навчально-методичної інформації в мережі Інтернет [2; 4]. Зокрема, у будь-який момент можна переглянути актуальні новини та події науки і освіти, ознайомитись із статтями та коментарями авторитетних авторів; скористатись електронними довідниками, переглянути нормативно-правові акти та інші законодавчі документи; отримати організаційно-педагогічну, методичну та дидактичну допомогу у сфері дошкільної, середньої, позашкільної, вищої, дистанційної та профтехосвіти, ознайомитися із новітніми методами, формами та прийомами роботи у сфері освіти за кордоном; скористатись каталогом корисних посилань на різноманітні освітні сайти; завантажити для ознайомлення тексти рефератів, курсових та дипломних робіт; переглянути доступні вакансії у сфері освіти із різних регіонів України, поспілкуватися, обговорити та отримати різносторонню оцінку та

висвітлення актуальної для вас професійної проблеми на освітньому форумі, тощо.

Електронні програмно-педагогічні системи включають: платформи дистанційного навчання, віртуальні мультимедійні тренажери, засоби віртуальної реальності та моделювання, електронні підтримуючі системи)

- Платформи дистанційного навчання – це програмне забезпечення для підтримки дистанційного навчання, що дозволяє здійснювати проектування, розробку та управління курсом і процесами навчання та включає в себе засоби, необхідні для діяльності трьох основних користувачів – викладача(т'ютора), учня(слухача) та адміністратора. Засоби розробки електронних курсів, є спеціалізованими програмними середовищами, які дозволяють інтегрувати та обробляти різні формати медіа-файлів, підтримують міжнародні стандарти електронного навчання, мають засоби підтримки різних платформ дистанційного навчання, надають можливість використовувати шаблони та отримувати якісний навчальний курс [5]. Як зазначають у своєму дослідженні Ю.О. Борисовська, О.С. Козлова та О.А. Лисенко до найбільш використовуваних платформ дистанційного навчання належать: Moodle, eLearning Server, eFront, Blackboard, WebCT Campus Edition, WebCT Vista, IBM Lotus LearningSpace, WebTutor, Sakai, Доцент, Прометей, Орокс тощо. До систем із відкритим кодом належать Moodle, eFront, Sakai, Claroline, ILIAS тощо [5, с. 491].

- Віртуальна реальність та моделювання. Віртуальна реальність походить від моделювання, яке використовується для складних тренувальних задач для військових, пілотів, операторів електростанцій. Фундаментальна ідея моделювання – це створення реальної ситуації для того, хто навчається. Протягом декількох десятиліть моделювання виконується на комп'ютерах, що дозволяє відтворювати різні можливості моделей. Але проектування та використання може бути досить тривалим і потребує значних зусиль.

У віртуальній реальності використовується тривимірний графіка і здебільшого в іграх. Розвиток цього напрямку в навчанні ще більш тривалий, ніж у моделюванні.

– Електронні підтримуючі системи. Основна концепція електронного світу – це зібрати усі ресурси, що потрібні для роботи (інформація, тренаж, інструменти) до інтерфейсу користувача. Це надає можливість користувачу вирішувати проблеми, що з'являються в процесі роботи в незалежній манері.

Сервіси та послуги мережі Інтернет включають:

- www-сервіси(веб-форуми, блоги, вікі-проекти, соціальні мережі);
- пошукові системи;
- електронна пошта;
- файлообмінні системи;
- FTP-сервери;
- IRC(чати);
- системи обміну повідомленнями(месенджери);
- телеконференції тощо).

Висновки. Таким чином, на основі аналізу останніх досліджень і публікацій нами було здійснено:

- визначення змісту поняття “засоби дистанційного навчання”;
- класифікацію усіх існуючих засобів дистанційного навчання;
- опис шляхів застосування кожного представника класу.

Актуальним напрямом подальшої розробки даної проблеми є впровадження в

навчальний процес закладів післядипломної освіти засобів дистанційного навчання.

Список літератури:

1. Бусел В.Т. Великий тлумачний словник сучасної української мови / В.Т. Бусел, М.Д. Василюк-Деребас, О.В. Дмитрієв. – Ірпін, К. : Перун, 2005. – 1720с. – (Довідкове видання).
2. Васильченко Л.В. Дистанційне навчання: науково-методичне забезпечення; інформаційний простір навчального закладу / Л.В. Васильченко, В.Л. Шевченко. – Х. : Вид. група “Основа”, 2009. – 208с. – (Серія “Управління школою”, Вип 1 (73)).
3. Монахов В.М. Проектирование и внедрение новых информационных технологий обучения / В.М. Монахов // Советская педагогика. – 1990. – № 7. – С. 17-22.
4. Петюшкин А.В. HTML в Web-дизайне. – С.Пб. : БХВ Петербург, 2004. – 400с.
5. Борисовська Ю.О. Аналіз сучасних платформ дистанційного навчання / Ю.О. Борисовська, О.С. Козлова, О.А. Лисенко. // Вестник ХНТУ: Проблемы высшей школы. – 2010. - №2(38). С. 491–496.
6. Lingvo Online – безкоштовний онлайн-словник [Електронний ресурс]. – Режим доступу до словника : <http://www.lingvo.ua/ru/Search/ru-en/%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82>.
7. 30 Benefits of Ebooks [Електронний ресурс] / Michael Pastore // Epublishers Weekly – 2008. – Режим доступу до статті: <http://epublishersweekly.blogspot.com/2008/02/30-benefits-of-ebooks.html>

УДК 004.056.5(045)

Никоненко О. В.

Національний авіаційний університет, Київ

ОСОБЛИВОСТІ ГОЛОГРАФІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Стаття присвячена питанням зберігання та захисту інформації, в тому числі і інформації з обмеженим доступом, за допомогою використання інноваційних технологій запису інформації – голографічної 3D пам'яті. Використання цієї технології дозволить зберігати інформацію тривалий час та підвищити її захист, при необхідності, від несанкціонованого доступу.

Обсяги інформації збільшується в двічі приблизно за кожні півтора роки. Тому проблема зберігання, а точніше місця для зберігання інформації з кожним роком стає все гострішою. За підрахунками аналітиків компанії IDC (провідного постачальника інформації про тенденції та розвиток електронного бізнесу[3]) до 2012 року сумарний об'єм контенту Всесвітньої мережі збільшиться до 2500 Екзобайт (1 Екзб = 1млрд Гб), при тому що в 2006 році ця цифра складала 161 млрд Гб даних [4]. Отже постає досить важливе питання про місце для зберігання цієї інформації. Також збільшується об'єм інформації з обмеженим доступом, яка потребує не тільки місця для зберігання, а ще й відповідного захисту.

Нині ведуться інноваційні розробки носіїв інформації, на які можна записувати в 100 разів більше інформації ніж на звичайні жорсткі диски, та сучасні DVD та ін.. Однією з таких розробок, над якими зараз працюють більшість спеціалістів, є оптичні носії інформації на базі голографічної 3D пам'яті, в якій за експериментальними дослідженнями на один піт записаної, на носій, інформації можна помістити до 60 000 біт, на відміну від звичайного співвідношення 1 піт – 1 біт, яке використовується зараз. Слід зауважити, що разом з колосальним збільшенням об'єму також збільшується і швидкість запису та передачі в 10-ки разів, тому що інформація записується створенням інтерференційної картини на носії за допомогою лазера, що не потребує багато часу, та характеризується великою швидкістю обміну даними.

Принцип запису інформації на носій є досить простим. Випромінювання, розділяється на два промені. Один промінь є не змінним і спрямову-

ється до самого носія без змін. Цей промінь називається опорним. Інший промінь – інформаційний. Він вбирає в себе інформацію, за рахунок проходження випромінювання через оптичний блок передачі інформації, потім також спрямовується на носій. Обидва промені – інформаційний та опорний, перетинаються на носії та створюють оригінальну інтерференційну картину, що містить в собі блок записаної інформації, яка була закладена в інформаційний промінь.

Якщо на місце перетину опорного та інформаційного випромінювання помістити прозорий світлочутливий носій, то інтерференційна картина залишиться на ньому. Відтворення записаної інформації відбувається просвітлюванням носія опорним променем та проведенням його через оптичний блок передачі інформації. Процес запису та зчитування інформації на носій показано на рис. 1.

Ще постає не менш актуальне питання про матеріал носія. Дослідження та пошук відповідних матеріалів активно ведуться з 2006 року і по цей день. Так що про будь-які стандарти говорити рано.

Голографія вкрай вимоглива до роздільної здатності фотоматеріалів. Відстань між двома максимумами інтерференційної картини того ж порядку, що й довжина хвилі лазера, а остання найчастіше становить 632,8 нм для гелій-неонового лазера, 532 нм для неодимового лазера на другій гармоніці, 514 нм і 488 нм для аргонного лазера. Таким чином, це величина порядку 0.0005 мм. Щоб отримати чітке зображення картини інтерференції, потрібні реєструючі середовища з роздільною здатністю до 6000 ліній на міліметр (при записі за схемою на зустрічних пучках з кутом сходження променів 180 °) [2].

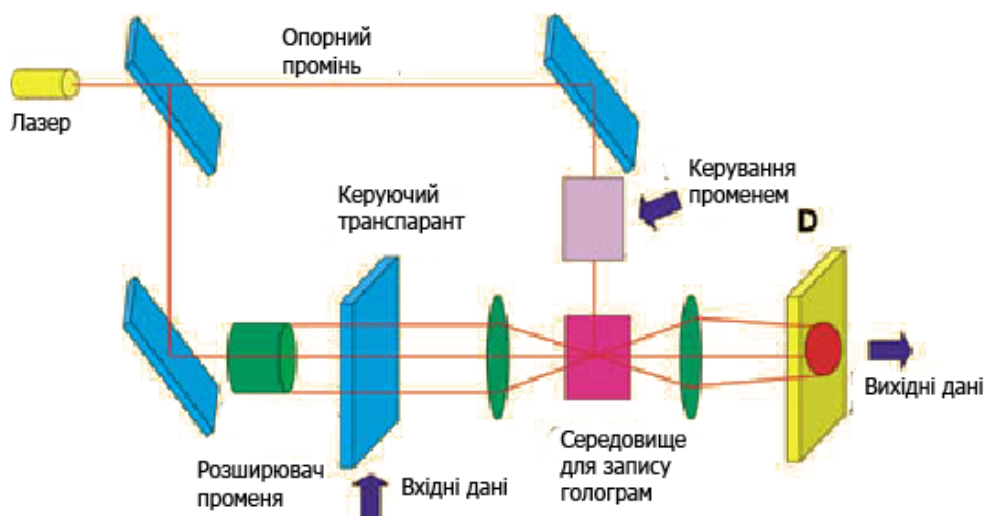


Рис. 1. Схема голографічного запису та зчитування інформації записаної на носій методом об'ємної голографії

На цей час існує великий асортимент світлочутливих голографічних матеріалів, в тому числі на основі галогенідів срібла (ГС), біхромованої желатини, фотополімеризуючих композицій (ФПК). В останні роки проводились порівняльні дослідження властивостей ГС. Не так давно був розроблений новий ГС фотоматеріал DESA, який отримується з використанням ультра мілких нанокристалів ГС (діаметр 15 нм) методом послойного осадження компонентів. Але цей носій більше підходить для художньої голограми.

Використання голографії в області інформаційних технологій передбачає розробку ємкісних оптичних носіїв. На даний момент використовуються фотополімеризуючі реєструючі середовища.

Серед ФПК найбільшу увагу приділяють розробці середовищ на основі полівінілового спирту та акриломідних мономерів. Показано, що використання біс-акриліміда покращує стабільність голограм внаслідок утворення мікросіток.

Також для архівної голографічної пам'яті пропонується використовувати плівки склоподібних халькогенідів [5].

IBM пропонує як неорганічні хімічні сполуки, такі як ніобат літію, так і різні полімери. Однак у випадку з полімерами виникають проблеми щодо збереження даних протягом відносно тривалого часу, пов'язано це з проходженням деяких хімічних реакцій у таких носіях, внаслідок чого втрачається записана інформація. Також є пропозиція від компанії Aprilis використовувати силі-

кон з додаванням епоксидних смол. Цей метод дозволяє як робити запис, так і зберігати дані більш тривалий час за рахунок більшої стійкості матеріалу – приблизно 50 років. Ще один варіант - це використання матеріалу, в якому речовини, що відповідають за міцність і світлочутливість, відокремлені один від одного. Такий метод пропонує нам InPhase Technologies. Аналогічні розробки ведуть ще кілька компаній [6].

На даний момент вченим з компанії IBM вдалося досягти щільності розміщення даних на носії в 390 біт/мкм². Аналогічний параметр для DVD-дисків не перевищує 5 біт/мкм². [6].

Вже існують розробки оптичних приводів які записують інформацію використовуючи голографічну 3D пам'ять. Наприклад розробником такого приладу є компанія Info-MICA. Але, на відміну від досліджень більшості виробників, вони використовують тонко плівкову голографію, записуючи інформацію у двовірному вигляді окремо на шари багат шарового носія (рис. 5) [1]. Таке рішення є вигідне для легкості доступу до записаної інформації, та це рішення не має властивостей які можна було б використати у плані підвищення захисту записаної інформації від несанкціонованого доступу. Для вирішення питання захисту інформації більше підійдуть схеми приладів компаній Optware та InPhase, що для запису інформації використовують об'ємну голографію (схеми приладів цих компаній вказані відповідно на рис. 2 та рис. 3) [7].

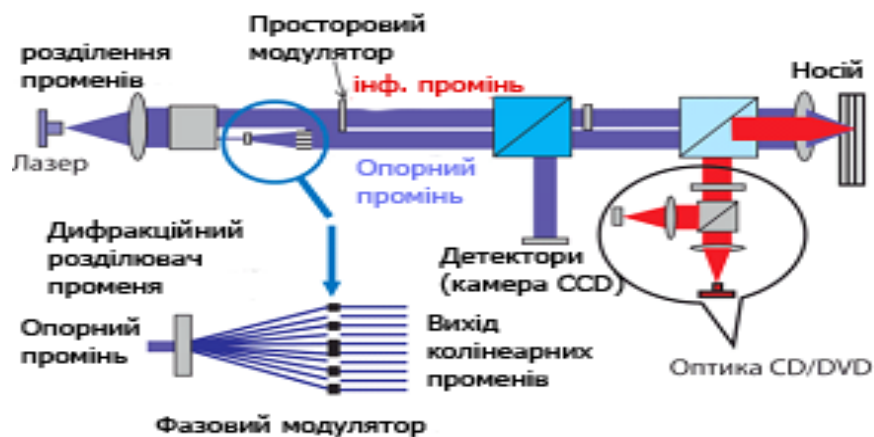


Рис. 2. Схема приладу запису інформації використовуючи об'ємну голографію компанії Optware

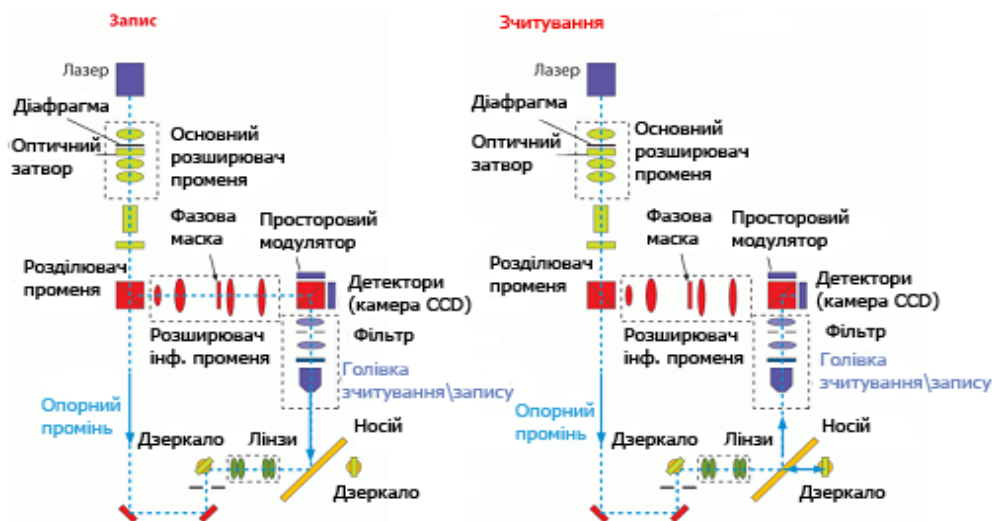


Рис. 3. Схема приладу запису інформації використовуючи об'ємну голографію компанії InPhase

У приладі компанії InPhase застосована класична схема з двома не колінеарними променями.

Цією компанією було розроблено перший дисковод типу Tapestry HDS-300R обладнаний вбудованою системою радіоідентифікації (RFID) і використовує диски 300 GB з однократним записом, призначені для професійного архівування. Він має SCSI-інтерфейс зі швидкістю передачі 20 MBps, середній час доступу 250 мс. Довжина хвилі лазера - 407 нм, обсяг сторінки - 1,4 Mb, ймовірність помилки не перевищує 10-15. Середній час безвідмовної роботи - 100 000 г. Носієм служить диск 130 мм, розміщений у картриджі розміром $5,25 \times 6 \times 0,25$ ", термін зберігання запису - до трьох років, архівного зберігання - більше 50 років.

Компанія Optware на відміну від InPhase використовує колінеарні промені, що значно спро-

щує конструкцію системи читання/запису, підвищує її надійність, а також знижує вартість.

Ця так звана колінеарна система може використовувати попередньо форматovanі диски з адресними мітками на поверхні гальванічного покриття, подібно технологіям CD і DVD. У той час як зелено-блакитний лазер читає і записує дані, лазер, що генерує в червоній області спектра, гарантує прецизійне позиціонування. Система позиціонування сервоприводу настільки подібна стандартному DVD, що дисководи Optware здатні працювати з дисками обох типів.

Але слід помітити те що розробки в основному ведуться тільки над збільшенням об'єму інформації що зберігається і швидкістю її запису, але цього, звісно, не достатньо для зберігання інформації з обмеженим доступом так як її треба ще й надійно захищати. Для чого також можна використовувати важливі властивості голографі-

чної 3D пам'яті, за допомогою яких можна розмежовувати або закривати доступ до інформації шляхом приховання параметрів запису вищевказаної інформації.

Однією з важливих властивостей голографічної 3D пам'яті є те, що записану на носій інформацію можна зчитати тільки з такими параметрами, з якими її записали. Відповідно існують певні вимоги до приладів запису та зчитування інформації – точність механічної системи та стабільність світлового потоку (лазера). Важливими параметрами запису інформації на носій також є - кут перетину опорного та інформаційного променя лазера та частота світла, адже тільки з цими вихідними параметрами можна буде зчитати інформацію з носія.

Якщо в оптичній системі запису та зчитування зробити можливим в реальному часі, змінювати кут спрямування лазера та частоту світлового потоку, то ми отримаємо прилад, який буде записувати інформацію з оригінальними, можна сказати кодовими, характеристиками, тримаючи які в таємниці унеможливиться або дуже утрудниться доступ до інформації стороннім особам, так як кількість варіантів характеристики частоти світлового потоку в поєднанні з кутом його спрямування дає велику кількість варіантів. А при тому що параметри запису будуть змінюватись в реальному часі для запису одних і тих самих даних, також унеможливиться за рахунок підбору характеристик зчитати всі дані цілком.

Для створення такого приладу ми можемо взяти за основу схему компанії InPhase та модифікувати її у напрямку збільшення захищеності інформації. У якості лазера приводу буде доцільним використовувати перестроюваний лазер - лазер, довжина хвилі випромінювання якого може змінюватися в спектральному діапазоні. Одним із таких лазерів є титан-сапфіровий лазер, що має широку полосу генерації, а саме 690 – 1100 нм та малі розміри, що є важливим для створення оптичного приладу запису та зчитування інформації. Також для можливості зміни кута між опорним та інформаційним променем потрібно використовувати механічну систему дзеркал, що, правда, потребуватиме великої точності і відзначиться на ціні системи. Використовуючи таку механіку для обох променів ми змо-

жемо отримати діапазон кутів від 10 до 171°, тобто 170°. Не буде зайвим використовувати, для підвищення захищеності, систему фокусування лазерних променів, що дасть можливість зберігати інформацію на різній відстані від поверхні носія (передбачено розробити 5 рівнів). Отже ми отримаємо:

$$N = p \cdot \omega \cdot \mu = 5 \cdot 410 \cdot 170 = 348500,$$

де N – кількість варіантів для 1 піту даних, p – кількість рівнів, ω – ширина полоси генерації лазера, μ – діапазон кутів перетину інформаційного та опорного випромінювань. Додавши штучну затримку реагування в 1с при повторному зверненні до 1-10 адрес підряд ми отримаємо дуже ємний носій інформації та прилад що надасть можливість захисту записаної інформації з часом злому одного піту записаних даних:

$$T = N \cdot t = 348500 \text{ сек} \approx 96 \text{ год},$$

де T – час злому, N – кількість варіантів запису для 1 піту, t – штучна затримка реагування, що в поєднанні з криптографічними методами захисту буде достатнім для того щоб зберігати інформацію з обмеженим доступом.

Такий прилад безумовно можна буде використовувати як для створення переносних носіїв так і для архівів інформації. А можливості зміни параметрів запису в реальному часі будуть досить надійним захистом. Але на сьогоднішній час такі прилади, через високі вимоги до механіки та лазерів, мають досить велику вартість і в найближчі кілька років не будуть знижуватися в ціні, з чого можна зробити висновок, що такі прилади будуть застосовуватись здебільшого у великих компаніях або корпораціях і навряд будуть доступні для широкого загалу, в найближчий час.

Список літератури

1. Журнал «Комп'ютер пресс», № 4, 2004.
2. Барачевський В.А., Лашков Г.І., Цехомський В.А. Фотохромізм та його застосування. – М., 1977. – 201 с.
3. <http://www.idc.com/>
4. <http://www.securitylab.ru/news/379852.php>
5. <http://www.holography.ru/les3rus.htm>
6. <http://www.xard.ru/post/12573/>
7. http://itc.ua/articles/golograficheskaya_pamyat_shag_za_superparamagnitnyj_predel_27096

UDC 504.454 (045)

Martynova Y. S., Goncharova M. T.
National Aviation University, Kyiv

USE OF SEDIMENT QUALITY GUIDELINES FOR THE ASSESSMENT OF CONTAMINATED SEDIMENTS OF UKRAINIAN ESTUARIES

The article describes that many countries throughout the world share similar concerns about sediment management. Scientists in several countries have developed a variety of methods for evaluating the degree to which sediment-associated chemicals might adversely affect aquatic organisms. The results of experiment where consensus approach was used for sediments assessment of Dnieper and Buh estuary and Danube estuary in Ukraine are presented in article.

Environmental scientists, engineers and regulatory authorities throughout the world have devoted considerable resources to assessment, management, and remediation of chemical contaminants in sediments. Sediment quality has become a serious and potentially costly economical and ecological issue for navigation dredging projects, waterway restoration programs, recreational and commercial fisheries management, water quality protection, and natural resources restoration.

Numerous scientific and engineering studies have shown that addressing contaminated sediments is a complex undertaking. Complexity arises from the great variability in the physical and biogeochemical characteristics of sediments; human and ecological receptors; and the cultural, social and economic values associated with different freshwater, estuarine, and marine environments.

In response to the increasing demands from society for greater environmental protection of aquatic resources and the restoration of impaired or degraded rivers and estuaries, scientists in several countries have developed a variety of methods for evaluating the degree to which sediment-associated chemicals might adversely affect aquatic organisms. While some methods have focused on the derivation of numeric chemically based sediment concentration limits, other methods have focused on less-specific narrative statements or bench-marks that frame acceptable and potentially unacceptable sediment quality.

The interaction of benthic organisms with sediments environment is complex. The demand for tools to aid decision making is ongoing and intense, and has led to the development of SQGs by a variety of methods.

Existing SQGs can be categorized into 3 groups, according to their derivation:

- 1) empirically based (or “co-occurrence”) guidelines;
- 2) mechanistically based (e.g., equilibrium-partitioning [EqP]) guidelines;
- 3) “consensus-based” guidelines.

SQGs for assessing sediment quality relative to the potential for adverse effects on sediment-dwelling organisms have been derived using both

- mechanistic approaches:
 - the equilibrium partitioning (EqP) approach;
- empirical approaches:
 - screening-level concentration (SLC) approach;
 - effects range approach (ERA);
 - effects level approach (ELA);
 - apparent effect threshold (AET) approach;
 - consensus-based approach;
 - logistic regression modeling approach.

These SQGs have been used to interpret historical data, identify potential problem chemicals or areas at a site, design monitoring programs, classify hot spots and rank sites, and make decisions for more detailed studies.

Empirical guidelines are derived from databases of sediment chemistry (concentrations of specific sediment contaminants) and observed biological effects (e.g., those derived from sediment toxicity tests and benthic community information). These data are arrayed on a continuum or increasing chemical concentration. Various analysis approaches are then applied to relate chemical concentrations to the frequency of biological effects.

In contrast, mechanistic guidelines are derived from a theoretical understanding of the factors that govern bioavailability of sediment contaminants, and known relationships between chemical exposure or uptake and toxicity. Existing mechanistic SQGs all have their roots in EqP theory, where concentrations of chemical in sediment are related to the corresponding concentrations in pore water.

Consensus-based guidelines aggregate guidelines developed using different methods, and generate new SQGs from the central tendencies of guidelines with different intents (e.g., threshold effect, median effect).

The mechanically based sediment quality guidelines (SQGs) have been developed and tested using laboratory spiked sediments and compared to toxicity tests by using field-collected sediments. The empirically based SQGs have typically been developed using large databases with matching measures of sediment chemistry and toxicity from field-collected samples. These databases also have been used to evaluate the ability of SQGs to predict sediments to be either toxic or nontoxic in laboratory tests or in benthic community assessments in a variety of freshwater, estuarine, and marine environments. Generally, the results of analysis conducted with these databases in conjunction with field validation studies involving contaminated sediments suggest that some effects-based SQGs can provide reasonable predictions, with associated error rates and uncertainties, for the potential for acute effects or no effects on benthic organisms.

Most industrialized countries have to deal with the regulation and management of contaminants in sediments and dredged materials in their waterways. As a consequence, a variety of approaches has been or is being developed. In many cases, sediment quality guidelines form part of these approaches.

Many countries throughout the world share similar concerns about sediment management.

Two distinct approaches to SQGs have been adopted in countries outside of North America. Particularly in Europe, the application of guidelines based on reference conditions has been widely practiced. In this context, the reference condition can be defined either as "background concentrations" or as an array of chemical and biological parameters measured at reference sites. This approach has, at least for some time, hampered the application of empirical or mechanistic SQGs that have achieved wide use in North America in recent years.

The reference condition approach is, or was, used by Flanders in Belgium, France, Germany, and Italy. However, several of these countries have begun to develop effects-based SQGs, which are or will be used instead of, or sometimes in combination with, the reference condition approach.

Australia and New Zealand have recently revised their guidelines for fresh and marine water quality and have included, for the first time, a consideration of sediment quality. Australian guidelines for ocean disposal of dredged materials have also been developed recently. Both use a common approach to SQG development: an ecotoxicological effects database. Faced with a paucity of local sediment effects data, the effects range low (ERL) values derived from the

North American database were used as the basis for interim Australian and New Zealand guidelines.

The application of the Australian and New Zealand SQGs for both in situ and dredged sediments follows a tiered system, in the form of a risk-based decision tree that progresses through a hierarchy of measurements that get closer to a bioavailable fraction, in the same manner as the tiered system has adopted for water quality. For metals, the use of a dilute acid-soluble metals fraction was seen as more useful than a total measurement, although (total concentrations are used in the North American guidelines from which the tiered system was adapted). The weak link in the decision tree at this stage is the assessment of impacts by toxicity testing. Often we are dealing with multiple toxicants, where the test species may be especially sensitive to only some classes of toxicants. It is important that tests encompass the range of uptake routes and include sensitive species. The expansion of the risk-based approach to include ecological impacts as well as bioaccumulation is a logical extension of the framework, along the lines of a WOE approach. This inclusion of ecological impacts is already addressed explicitly in the Australian and New Zealand guidelines that recommend a combination of biological (biodiversity) and chemical assessments. The adoption of this integration of chemistry and biology for sediments is equally desirable.

In Belgium, sediment quality was assessed on the basis of comparisons with reference sites. Initially, 5 locations were chosen as reference sites. Previous ecological studies showed that these sites were in relatively undisturbed areas with a high ecological quality. The chemistry at these sites was considered close to reference values used in other European countries. Guidelines for dredged material are based on guidelines for the reuse on contaminated soil and differ from the reference values. Walloon and Brussels do not have SQGs yet.

Sediment quality assessment in Belgium is based on a triad approach. An equal weight is assigned to each of the 3 measurements. The underlying principle of the classification of sediment quality rests on the comparison with a reference condition. This means that, for each type of measurement (physico-chemical, toxicity tests, invertebrate communities), a desirable reference condition has first to be defined.

In France sediment quality assessments are undertaken for 2 purposes: 1) the monitoring of water bodies sometimes followed by more detailed diagnostic at impaired locations, and 2) the management of dredged materials. Sediment quality monitoring

was until recently based on analyses of priority pollutants and application of numerical SQGs. The use of toxicity tests is now seriously envisaged, following several demonstrative studies.

The Federal Republic of Germany does not yet have common national regulations for the management of contaminated sediments. The management of dredged materials in coastal areas in Germany is driven by the reference values. Two action levels have been defined for coastal sediments. The first reference value is based on prevailing contaminant concentrations in the Wadden Sea (part of the North Sea, mainly along German coast) between 1982 and 1992. The second level is defined as $5\times$ the reference value for metals and $3\times$ this value for organic compounds. Thus, they are derived by convention and are not effect based.

Sediment quality issues for Hong Kong were largely focused on marine dredged sediments. These were first managed according to 3 classes of contamination. The criteria delineating these classes were considered conservative and were too close to one another, given measurement uncertainty. It was recommended the development of interim sediment quality values (ISQVs), on the basis of published papers combined with the collection of site-specific information (e.g., through biological testing). Thus 2 sets of ISQVs were determined, that is, an ISQV-low, below which adverse effects were unlikely, and an ISQV-high, above which severe adverse effects were very likely. Only the ISQV-low was proposed for decision-making. Implementation of the ISQV-high values would follow the incorporation of regional data (toxicity test results and chemical concentrations).

In Italy, there are no national SQGs, although some work has been undertaken on the development of guidelines for freshwater sediments, dredged material, and sediments for marine disposal. Environmental quality is evaluated on the basis of ecological and chemical status of a given water body compared to a reference one, and water bodies are classified in 5 classes of quality. The ecological status is assessed on the basis of the diversity and abundance of certain types of living organisms and morphological conditions, while the chemical status is based on the occurrence and concentrations of dangerous substances (priority list) in compliance with environmental quality standards (EQSs). The list of priority substances was selected from other lists issued by organizations such as the US Environmental Protection Agency (USEPA), the United Nations Environment Programme (UNEP), and the European

Commission. Other hydrological and morphological variables are also included in the monitoring requirements because of the potential impacts of human activity and water uses and the affinities of contaminants for sediments. It is recommended, in case of further investigations, that toxic effects be assessed using a multispecies approach, short- and long-term toxicity tests on sediment extracts, whole sediments, or pore water with test organisms.

In Netherlands the approach adopted for sediment quality consisted of calculating quality criteria for water and sediment from existing ecotoxicity test data (usually concentrations of toxicants in water) or product standards (in food) based on EqP theory. In theory, alternative approaches might be applied for the derivation of SQGs, either by applying assessment factors to spiked tests results or by statistical extrapolation. Nevertheless, the criteria should then be harmonized among water and sediment compartments by applying EqP theory. In the Netherlands, most of the published SQGs are obtained by EqP.

Numerical effects-based sediment quality guidelines (SQGs) have been developed by federal, provincial, or state agencies in the United States (US), Canada, Australia, Italy, the Netherlands, and Hong Kong. The approaches that have been selected by different jurisdictions for different management situations depend on the receptors to be protected (e.g., sediment-dwelling organisms, wildlife, or humans), the degree of protection that is to be afforded, the geographic area to which the SQGs are intended to apply, and their intended uses.

In Ukraine there are no adopted standards for sediments quality assessment. For assessment of sediment quality in Ukraine there can be used standards adopted in North America, for example.

We conducted the assessment of two water ecosystems – Dnieper and Buh estuaries and water objects of Danube estuary. The content of many toxicants was researched (heavy metals, PAH, PCBs, pesticides, etc.) in sediments of these water objects.

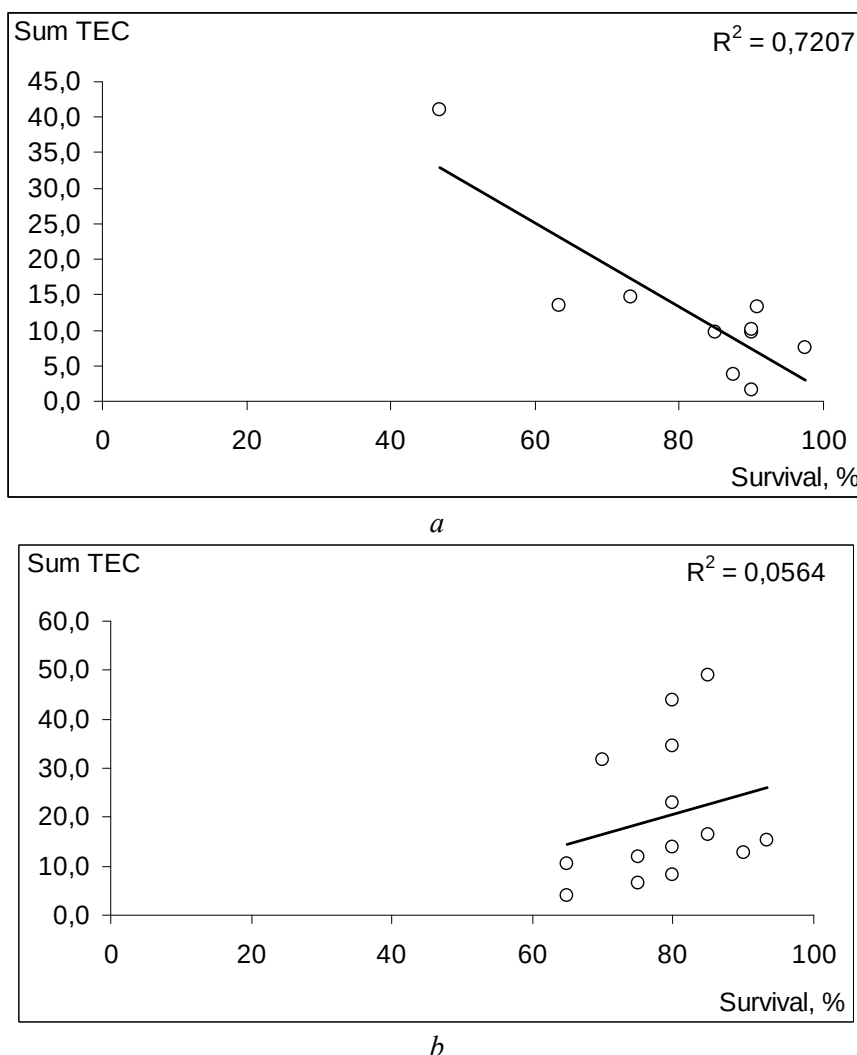
We applied consensus approach and calculated threshold effect concentration (TEC) of toxicants in each water object. TEC was proposed by Environmental Protection Agency (EPA) in USA and were used in researches because of absence of norms in our country. The data are presented as correlation of toxicants content in sediments with TEC.

The experiments were conducted on whole tests with test organism *Chironomus riparius* and on water elutriates with test organisms *Daphnia Magna*.

We observed the difference between researched water objects in character of correlation between

levels of sediments pollution, their structure, and development of toxic effect on test organisms. For Dnieper and Buh estuary a high correlation between level of pollution and toxic effect in whole sediment

tests for both *Chironomus riparius* and *Daphnia Magna* was observed. At the same time, for Danube estuary correlation was observed only in experiments on *water elutriates* with *Daphnia Magna*.



Pic. 1. Dependence of toxic effect from the content of toxic substances (whole tests):
a – Dnieper and Buh estuary; b – Danube estuary

Obtained results give us the opportunity to conclude that at standardization of polluting substances content in sediments it is necessary to take into account regional specific of each researched water object that are different by hydrological, hydrochemical regimes, and genesis of

sediments. Such approach is coordinated with Water Framework Directive of EU, that establishes main principles of water resources management. One of the main principles stated by Water Framework Directive of EU is integrated river basin model of water resources management.

Scientific supervisor – Krot Y. G., assistant professor

UDC 629.014-519:504:63:528.93

Mittal Prakul, Muneshwar Rajesh N.*National Aerospace University "KhAI", Kharkov*

MARKET ANALYSIS AND POTENTIAL OF UAV SYSTEMS FOR MONITORING & CARTOGRAPHY IN ECOLOGY, AGRICULTURE & FORESTRY

This paper describes recent research into Aerial Photography, Cartography and Monitoring Capabilities and Technologies of UAV products currently available into the market. It reviews advancement of small electric powered unmanned air vehicle (UAV) capabilities. Specifically, topics under consideration were Aerial photography and its two uses, Cartography and Monitoring within the context of proposed exploitation of UAV for Planning, control and management in Agriculture, Forestry and Ecology. In the end a design and development of a new micro-UAV "Sparrow-S" is projected.

INTRODUCTION

To effectively tackle the contemporary ecological and environmental hazardous it is important to understand its proper dimensions and dynamism, which are specifically the damages and rapid change over time, to judge the best means of prevention or compensation of changes. For the solution of these ecological and environmental problems a proper monitoring and data generation should be impose to initiate research for ecological and environmental operation. The basic important source of cartography and monitoring are Satellite photography and Aerial photography. Satellite remote sensing mainly consist of capturing aerial photographs on desired surface using wide range of wavelength and modalities. But access to satellite services is straightforward for government use and in more cases prohibited; more over it is very costly and time consuming process. Also images are of not high resolution and in case of bad weather not effective e.g. clouding etc. Also satellites may not pass over a region at the right time, and there is difficulty in capturing 3D structure. We conclude that a mini-Unmanned Aerial Vehicle (UAV) with high resolution image capturing capability would be beneficial. So we proposed professional, low cost mini-UAV system "Sparrow-S" for the function of ecological, forestry and agricultural monitoring and management. It's a report on "work in progress" and the focus is on producing a sustainable innovation, UAV product providing professional UAV system for the use of global customer need. The basic requirement and platform required for the mini-UAV for different function of monitoring are discussed in Section **UAV DESIDERATA**, in Section **Market Analysis** we had compared current Mini UAV systems which are in use, and on the bases of their characteristic we had set tactical technical requirements (TTR) for our proposed project "Sparrow-S" And in Section **Characteristic of**

Sparrow-S a brief description and information is given about proposed mini UAV "Sparrow-S" Section **Application** consists of the operation can be performed by our proposed mini UAV system "Sparrow-S" for different ecological, Agricultural and disaster management tasks. This leads us to the Section **Conclusion** of our research and proposed "Sparrow-S" UAV project.

UAV DESIDERATA

As indicated above, the aim of this work is to produce an airborne platform, sensors and associated processing. The target applications are principally in the general area of ecological monitoring. Many ecological monitoring applications involve data capture that is regular and frequent over extended periods of time. Furthermore, ecological monitoring involves only one or two people, so the UAV needs to be able to be used by an individual, including launching to meet the CAA guidelines. Having outlined the *Desiderata* for a UAV, let us now consider the Cartography & monitoring work employing aerial photos in the preparation of maps, capturing aerial pictures is the work mission of the UAV. Later these aerial pictures are utilized by trained interpreters to determine land-use and environmental conditions. In global market there are numerous software for Photogrammetry and Photomapping: Eg: ERDAS IMAGINE by ERDAS Inc; products include Leica Photogrammetry Suite, ERDAS ER Mapper, and ERDAS ECW JPEG2000 SDK (ECW (file format)) are used throughout the entire mapping community (GIS, Remote Sensing, Photogrammetry and image compression). Delta – Digital Photogrammetric Station (DPS) from GeoSystems, Ukraine.

"It is quite reasonable to conclude that some form of digital photomap will become the standard general map of the future" go on to suggest that "photomapping would appear to be the only way to take reasonable advantage" of future data sources

likehigh resolution UAV imagery. In the last years, more and more applications of UAV-systems in real Photography became common. This development can be explained by the spreading of low cost combined GPS/INS systems, which are necessary to navigate the UAV with high precision to the predicted acquisition points. Some systems are used without GPS/INS-systems, especially for the capture of roofs for the combination with terrestrial measurements. In the context of the work profile of the UAV "Sparrow-S" Technical backgrounds for realization of assertive possibilities: **Miniature Unmanned Aerial Vehicle (UAV):**

A very popular contemporary aerospace, electronics and information technology product:

- On board core consists of automatic control system with inertial navigation systems (INS);
- High precision GPS navigation systems with differential correction.

Hb. Compact digital camera:

- Sensor with physical dimensions $>1/1.7$ inch and low noise level;
- High aperture wide angular optic + possibilities of Photogrammetry calibration;
- Possibilities to receive the images in near IR range.

d. Software for Photogrammetric and Photo mapping.

Sparrow-S Application: The intention is that Sparrow-S can be adapted quickly for a variety of application:

- Flood mapping / monitoring;
- Man-made chemical release / oil spill;
- Fire (wildfire / urban/wild land interface);
- Agriculture.

"Sparrow" UAV system while mission to detect oil spill can captures the aerial images with onboard IR camera can allow us to determine thermal analog. Such imaginary missions of the UAV could also employed for mapping, forest fire screening of smoke cloud with using GPS data

Physical Principle of Analysing the Man made Accidents damaging Ecology: As we know Physical principle of remote detecting carbonates on the water surface and thermal anomalous from fire are connected with peculiarities of oil slicks reflection in UV and IR spectrum region, especially in second transparency window. As far as fire detection and mapping IR camera is able to see through the smoke on the base infrared remote sensing. (Binenko V. I. Dyachenko, L.N. Kondratyev.K.Ya., Chemenko A.P. 1972). Visible and near IR/ including and at 1700

and 2350 nm length waves/ may are used for detecting heavy spills also. Oil products reflect better than water in microwave region (3.4 and 12.5 GHz), that is why to detect oil spills on the base microwave polarization radiometry

MARKET ANALYSIS

So as to tackle current market of mini UAV and to bring our proposed mini-UAV System "Sparrow-S" to success we did a detailed market research. The first UAV system used for monitoring application which we studied is **CropCAM** by CropCam Ltd, Canada. The CropCam is a mini UAV which helps in managing and monitoring fields, specific area for ecological and agricultural operation, by providing high resolution GPS based digital images for proper data generation.

3.1. Advantages and disadvantages of Crop-Cam:

- + Less cost, + More payload options, Can't fly at wind speed more than 8 m/s. Temperature requirement $+5^{\circ}\text{C}$ to $+30^{\circ}\text{C}$ (Not certified) Airframe is a borrowed one from RC-Models;
- Required 30 min to setup. Skid landing needs: landing on sand and grass. Otherwise airframe could be damaged. Airframe is made of wood so have deep impact of humidity and temperature on flight.

The second product, we studied is Personal Aerial Mapping System (**PAMS**) by Smart Planes AB Ltd, Sweden. PAMS is a complete package of hardware and software that makes it possible for a single operator to do aerial survey, monitoring and mapping over small areas on-demand.

3.2. Advantages and disadvantages of PAMS:

- + Fully ready system for application in ecological, agriculture and forestry + photogrammetry services. + easy operate, +easy setup. + A typical mission covers 25-50 ha at 5 cm resolution from 200m altitude and individual flights, can be combined into larger blocks. Can't fly at wind speed more than 7 m/s, Need -5°C to 30°C temps. to work. (Not certified), Unstable wooden Airframe. Less option of additional payloads. Improper orientation of camera. Skid landing- chance of airframe damage.

Third UAV System **PTERO -E4** from AFM Services, Russia. UAV Complex **Ptero -E4**, is designed for aerial photography during the day and night in a fully automatic mode for power line diagnosis, has both an emergency and prophylactic use.

3.3. Ptero -E4: Disadvantages

High cost, Complex operation. Need special training for groundcrew. Required special transportation for the mobility. In final phase of our Market research we had compared all the specification and characteristic of above mentioned UAV Systems and decided the Tactic Technical Requirements.

SPECIFICATIONS

	CropCam	PAMS	PTERO-E4
Span	2.44 m	1.2 m	3.03 m
T/W	3.63 kg	1.1 kg	20 kg
Flight Speed	Cruise speed 60 km/h	Cruising speed 50.4 km/h	Cursing 85...115 km/h Max. speed 170 km/h
Recovery	Landing on fuselage	Landing on fuselage	Parachute
Price	19500 \$(minimal pack, in Russia)	45 000 \$ (full pack in Russia)	116 000 \$ (Full Pack)

GENERAL CHARASTERSTIC
OF SPARROW-S

At the end if the market study we felt the market need of a commercial products, a Professional High-End UAV system for monitoring and cartography in Ecological, Agricultural and other Applications. As our UAV has maximum ceiling up to 800 m and comes under mini-UAV category so Sparrow-S

don't need any special license or permission (CAA).It is quite simple system so no special training is required to fly and operate. On current market trend we had chosen DELTA from GeoSytem, Ukraine, for our GIS operations. Semi and fully automatic control means flight plan cab be either fully programmed or can be controlled by ground station.



Sparrow-S projected version span 75 cm



Ground station

Sparrow-S Specification:

Air Frame	Fully composite
Weather conditions	+5 'C to + 35 'C
Flight Speed	80 km/h 90 km/h cruise.
Take-off weight	1.2 Kg max
Landing	Automatic hand Landing (Patented), Landing speed < 40 km/h
Endurance	30 min, 45 min optional
Payload	Photo with High Spatial resolution, nIR, etc.

CONCLUDING REMARKS

Aim is to build a low-cost high end professional mini UAV system, easy to operateoperational in conditions like of natural disasters, chemical hazardous etc.a revolutionary Hand recovery system.It eliminates any landing impact, guarantees high life span of UAV system Sparrow-S. The Research and Development cost will be \$ 200,000.

ACKNOWLEDGMENTS:

Authors would like to thank Smolyakov A.V., Director NII PFM KhAI and Er. Ajay Vikram Singh, Managing Director and founder of Bharuk Aerospace Ltd,for their kind efforts and valuable guidance's to initiate dream project SPARROW-S

References

1. Civil Aviation Authority United kingdom.
2. DPS «Delta» Software.

Scientific supervisor – Smolyakov A. V.

УДК 004.89 (045)

Бабій В. В.

Національний авіаційний університет, Київ

ГІС УПРАВЛІННЯ НАВІГАЦІЙНИМ СТАНОМ АЕРОПОРТУ ПРИ ВЗЛЮТІ ТА ПОСАДЦІ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

В статті розглядається геоінформаційна система управління навігаційним станом аеропорту, що містить в собі засоби штучного інтелекту, а саме: експертні системи, сучасні системи управління, цифрові бази даних та знань, системи підтримки прийняття рішень. В наш час це є досить актуальним оскільки щороку збільшується кількість авіаперевезень міжнародними аеропортами всіх країн світу і необхідно збільшувати їх пропускну спроможність.

Сучасні інформаційні технології активно впроваджуються не лише в медицині, освіті, бізнесі, але і в такій галузі, як цивільна авіація. Пасажирів щодня здійснюють авіаперельоти по всьому світу, і від того, наскільки розвинена ІТ-інфраструктура аеропортів, залежить не лише якість сервісних послуг, що надаються, але і безпека пасажирів. Сучасні аеропорти мають багатоцільові задачі використання простору аеропорту в реальному часі.

Ці задачі можна вирішити при спільному використанні методів і засобів штучного інтелекту – сучасних систем управління, експертних систем, систем підтримки прийняття рішень, а також методів і засобів штучного інтелекту і обчислювальної техніки. Системи підтримки прийняття рішень призначені для аналізу за допомогою програмних

засобів якісних та кількісних характеристик, а також параметрів об'єктів в різних умовах їх функціонування; для виявлення альтернативних рішень та формування їх набору; для оцінки рішень які приймаються в умовах наявних обмежень і нарешті для вибору найкращого рішення.

Геоінформаційні системи управління (ГІС), тобто цифрова картографія простору аеропорту, семантична сітка його та системи управління дозволяють розв'язувати як задачі орієнтування, так і навігації, управління навігаційною обстановкою одночасно в реальних просторі і часі. Використання шаблонів найкоротших траєкторій заходу на посадку літаків, заходу на зліт зі злітної смуги, всіх можливих зразкових ситуацій можуть бути імітаційно не тільки промодульовані, а й керовані (рис. 1).

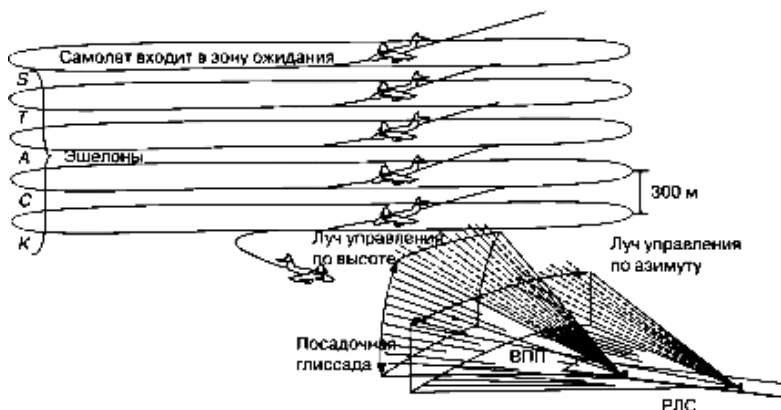


Рис. 1. Шаблон траєкторії заходу на посадку літака

Найбільш придатним для вирішення поставлених задач є такий напрям розвитку штучного інтелекту в основі якого лежить створення цілісних математичних моделей по аналізу проблем з подальшим виводом в пам'ять машини тисячі правил типу якщо «а», то «б» – говорячи простіше, то мається на увазі значна кількість комп'ютерних програм, які направлені на вирішення найскладніших завдань.

В основі ГІС-технології, призначеної для вирішення даних задач, лежить багатовимірна модель даних. В базі даних якої зберігаються не реляційні таблиці, а багатовимірні просторові куби – гіперкуби (гіперкуб – це n -вимірний аналог квадрата ($n=2$) і куба ($n=3$). Це замкнута опукла фігура, що складається з груп паралельних ліній, розташованих на протилежних краях фігури, і сполучених один з одним під прямим кутом. Елементами гіперкуба є – вершина, ребро, грань,

чарунка). Елементи масиву – це значення аналізованого показника, а кожен індекс багатовимірної масиву відповідає одному з параметрів, від яких залежить показник.

Основними поняттями багатовимірної моделі даних є:

- Гіперкуб даних (Data Hypercube);
- Вимір (Dimension);
- Мітка (Members);
- Чарунка (Cell);
- Міра (Measure).

Гіперкуб даних містить один або більше вимірів і є впорядкованим набором чарунків (рис.2). Кожна чарунка визначається одним і лише одним набором значень вимірів – міток. Ча-

рунка може містити дані – міру або бути порожньою.

Під виміром розуміють множину міток, що створюють одну з граней гіперкуба. Прикладом часового виміру є список днів, місяців, кварталів. Прикладом географічного виміру може бути перелік територіальних об'єктів: населених пунктів, районів, регіонів, країн і так далі.

Для здобуття доступу до даних користувачеві необхідно вказати одну або декілька чарунок шляхом вибору значень вимірів, яким відповідають необхідні чарунки. Процес вибору значень вимірів називають фіксацією міток, а множину вибраних значень вимірів – множиною фіксованих міток.

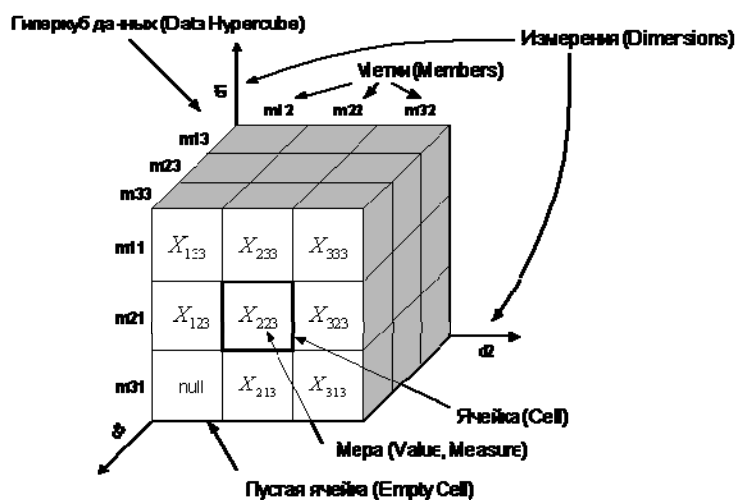


Рис. 2. Гіперкуб даних

Отже, нехай:

$D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ – множина вимірів гіперкуба;

$M_{d_i} = \{m_{1i}, m_{2i}, \dots, m_{k_i}\}$, $i = 1, \dots, n$ – множина міток виміру;

$M = M_{d_1} \cup M_{d_2} \cup \dots \cup M_{d_n}$ – множина міток гіперкуба;

$D' \subseteq D$ – множина фіксованих вимірів;

$M' \subseteq M$ – множина фіксованих міток.

Гіперкуб даних позначається як множина чарунок $H(D, M)$, що відповідає множинам D, M . Підмножина гіперкуба даних, відповідна множині фіксованих значень D', M' позначається як $H(D', M')$.

Кожній чарунці гіперкуба даних $h \in H$ відповідає єдиний можливий набір міток вимірів $M_h \subset M$. Чарунка може бути порожньою (не

містити даних) або містити значення показника – міру. Множина мір гіперкуба $H(D, M)$ позначається як $V(H)$.

В базі даних одночасно зберігається безліч багатовимірних кубів різної розмірності, що дозволяє проводити спільний аналіз різних показників.

Дані, що представляються для експертної оцінки представлені не у вигляді кодових гіперкубів, а у вигляді двокамерних таблиць, графів. Аналізуються певні середовища або проекції кубів.

Швидкий перебір цих кодових масивів комірок просторового гіперкуба в реальному масштабі часу при використанні експертних систем, систем підтримки прийняття рішень, дозволить вибрати найкращі рішення для знаходження мінімальних трас маршруту глісад-ешелонів в просторі в реальному масштабі часу при мінімальних його втратах. Це дозволить уникнути так званих “повітряних пробок” при підльоті

повітряного судна до аеропорту, підняти на новий щабель рівень безпеки літаків при взльоті та посадці, оскільки кожному судну за короткий час буде надаватись своя найкоротша гісада, а та-

кож мінімізувати втручання людини в роботу системи, по суті роблячи її лише спостерігачем та контролером роботи ГІС.

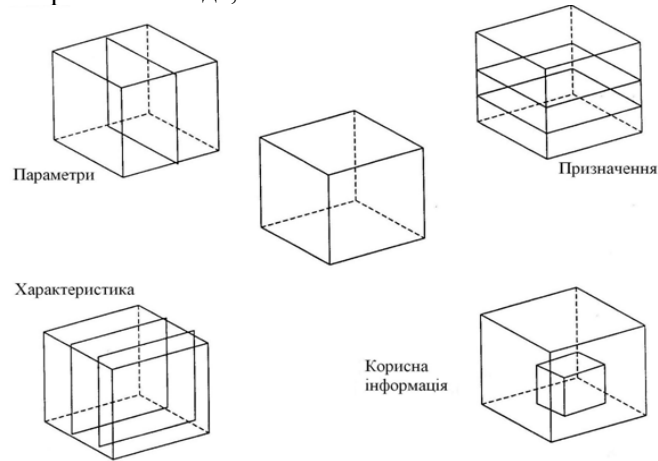


Рис. 3

В пропонованій ГІС усуваються значні недоліки притаманні існуючим геоінформаційним системам за рахунок введення чарунки штучного інтелекту – модуля пошукової аналітичної системи визначення навігаційного стану аеропорту з використанням засобів штучного інтелекту.

Найбільш близьким аналогом який може бути взятий за прототип є система управління децентралізованого спостереження і збору запитів для розподілу інформації між засобами, які пов'язані між собою і центральною системою управління "Decentralized supervisory control system".

За суттю вона є чарункою автоматичного робочого місця фахівця для децентралізованого і централізованого управління просторово розміщеними засобами і об'єктами. Але вона має ряд недоліків.

Основними недоліками в існуючих геоінформаційних системах автоматичного управління навігаційним станом аеропорту є наступні:

- неможливість використання в них засобів штучного інтелекту (набору генетичних знань, експертних систем, блоків прогнозування, тощо);
- використання тільки контурів слідуєчого і стабілізуючого управління, блоків компенсування затримки у каналах управління та неконтрольованих зміщень, які діють на об'єкт управління.

Якщо брати існуючі системи штучного інтелекту то в них є теж ряд недоліків, так з одного боку їх обмежений характер, наприклад, «модель розуміння», «нейронна мережа», що представляють системи розімкнутого типу, або моделі

підсумовуючого, порівнюючого типів, і з іншого боку вони мають тільки приватні блоки, наприклад блоки, що виробляють керуючу щільність.

В побудові пропонованої ГІС управління навігаційним станом аеропорту при взльоті та посадці літальних апаратів існують системи призначені для:

- формування знань засобами штучного інтелекту;
- формування знань засобами штучного інтелекту в умовах невизначеності та неповноти входної інформації;
- формування прогнозованих знань засобами штучного інтелекту.

В цих системах мають місце додаткові блоки, які є засобами штучного інтелекту, наприклад, системи підтримки прийняття рішень, блоки вагових коефіцієнтів та ранжування даних, а також блоки поточного і довгострокового прогнозування.

Список літератури

1. Герасимов Б.М., Глуцкий В.И., Рабчин А.А. Система поддержки принятия решений в АСУ реального времени // Искусственный интеллект. – 2000. – № 3. – С. 39-47.
2. Заботнев М.С. Методы представления информации в разреженных гиперкубах данных // <http://www.OLAP.ru>.
3. <http://ai.obrazec.ru/> – Искусственный интеллект.
4. Кузьменко О.С., Парняков Е.С. Моделирование системы для формирования прогнозных знаний средствами искусственного интеллекта // «Нові технології», КУЕІТУ. – 2008. – № (19). – С. 167-173.

Науковий керівник – Парняков Є. С., д-р техн. наук, проф.

УДК 665

Грінько В. В., Шкільнюк І. О.

Національний авіаційний університет, Київ

МІКРОБІОЛОГІЧНА СТАБІЛЬНІСТЬ ПАЛИВ ДЛЯ ПОВІТРЯНО-РЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА РОБОТУ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ

Стаття присвячена вивченню схильності вуглеводнів до мікробіологічної деструкції, так як це є значною проблемою в нафтодобуванні, нафтопереробці, нафтохімії та, особливо, під час використання нафтопродуктів. Особливо нестійкі до мікроорганізмів палива, що використовуються реактивною авіацією. Біодеструкція приносить значний економічний збиток.

З існуючих в природі 150000 видів мікроорганізмів приблизно 200 видів здатні до деструкції вуглеводнів. На сьогоднішній день вивчення проблеми біодеструкції вуглеводнів є досить актуальною, але ще мало вивченою. Дослідження показали, що мікроорганізми, які знаходяться у паливі, настільки всюдисущі та різні, настільки здатні легко пристосовуватися до умов харчування та видів нафтопродуктів, що повністю знищити їх неможливо яким-небудь способом, тому згадана проблема буде залучати постійну увагу и вимагати великих затрат.

Повітряний транспорт є одним з головних споживачів високоякісних паливно-мастильних матеріалів (ПММ). За великих масштабів споживання високоякісних нафтопродуктів, питання підвищення ефективності авіаційної техніки, якості, економії та раціонального використання авіаційних ПММ набувають державного значення. Через небезпечні наслідки відмов у роботі авіатехніки забезпечення авіаційної надійності ЛА є найбільш важливою задачею. Тому багато уваги приділяється якості ПММ, від якої залежить надійність роботи ЛА.

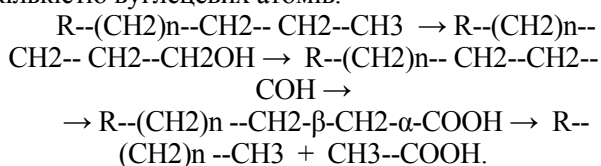
Біоценоз забруднених паливно-мастильних матеріалів представлений грибами, бактеріями та дріжджами. Різні мікроорганізми споживають різні органічні речовини, це пов'язано з тим, що кількість органічних з'єднань величезна, а вони ще й відрізняються один від одного не тільки своїми фізико-хімічними властивостями, але й реакційною здатністю. Життя мікроорганізмів тісно пов'язане із зовнішніми умовами, які можуть впливати на них чи позитивно, чи негативно, дивлячись по характеру і часу дії різних факторів. Визначальними чинниками розвитку мікрофлори в паливі є наявність води і температура. Однак у реальних умовах експлуатації та зберігання палив важко і навіть неможливо повністю звільнити від вологи, а присутність в них 0,01-0,02% води і навіть її слідів достатньо для того, щоб почалося зростання мікроорганізмів. Одні види мікроорганізмів руйнують вуглеводні з появою корозійно-активних карбонових кислот, сірководню і вуглекислого газу,

інші руйнують паливні присадки, ведуть до утворення емульсій та відділенню води.

Нафта та нафтові палива зазнають мікробіологічного ураження як при видобуванні, зберіганні і транспортуванні, так і при експлуатації.[2] Особливо нестійкі до мікроорганізмів палива, що споживаються реактивною авіацією. Життя мікроорганізмів тісно пов'язане із зовнішніми умовами, які можуть впливати на них чи позитивно, чи негативно, дивлячись по характеру і часу дії різних факторів. Вплив навколишнього середовища на мікроорганізми може бути зведено до дії трьох основних факторів: фізичних, хімічних та біологічних. Це є вплив висушування, температури, УФ- опромінення, високі тиски, дія хімічних речовин. Наприклад вплив прямих сонячних променів негативно впливає на розвиток бактерій, а от в темному місці їхній розвиток пришвидшується. Визначальними чинниками розвитку мікрофлори в паливі є наявність води і температура. При відсутності води і при низькій температурі мікроорганізми не шкідливі, вони не розвиваються, хоча можуть залишатися життєздатними дуже тривалий час, до появи сприятливих умов для свого розвитку. Однак у реальних умовах експлуатації та зберігання палив важко і навіть неможливо повністю звільнити від вологи, а присутність в них 0,01-0,02% води і навіть її слідів достатньо для того, щоб почалося зростання мікроорганізмів. Швидкість і глибина мікробіологічного окиснення нафтопродуктів залежать від їх вуглеводного складу. Відомо, що вуглеводні, що мають лінійну будову молекул, швидше руйнуються, ніж їх розгалужені ізомери. Аліфатичні (парафінові) вуглеводні частіше менш біостійкі, ніж ароматичні. Тому і палива, що містять в основному парафінові вуглеводні, можуть руйнуватися мікроорганізмами швидше, ніж ті, що містять більшу кількість ароматичних сполук. Постійне застосування забрудненого палива призводить до серйозних наслідків. Розростаючись біомаса забиває фільтри, паливопроводи, відбувається розрідження палива і

змащувальних матеріалів, корозія металу і це може стати причиною аварій [3].

У більшості випадків мікробіологічна деструкція парафінових вуглеводнів починається з окиснення кінцевої метильної групи в спирт і, далі, через альдегід до відповідної жирної кислоти. Далі процес йде шляхом β -окиснення жирних кислот, при якому за кожен цикл ланцюжка довжина жирної кислоти коротшає на два вуглецевих атома. Як правило, ферменти, що беруть участь в цьому процесі, мають низьку специфічність і можуть брати участь в деструкції вуглеводнів з різною кількістю вуглецевих атомів.



Ознаки наявності мікрофлори в паливах для реактивних двигунів:

- Наявність у водному відстої згустків біомаси у вигляді грудок липкою слизу, утворень, схожих на войлок;
- Наявність на внутрішніх стінках баків грудок липкою слизу;
- Спучування герметика і корозійна поразка поверхні паливного бака;
- Забивання липкою масою фільтрів і сіток насосів, встановлених в баках;
- Порушення роботи паливно-вимірювальної апаратури;

• Погіршення якості палива включаючи підвищення кислотності, зміну запаху і кольору палива, забруднення зваженими частинками міцелію і слизу;

• Розвиток корозії металів в донній частини, де скупчується водний шлам, особливо на межі поділу паливо-вода і в інших місцях;

Вагомим наслідком розмноження мікроорганізмів є зміна кислотності палива, яке зростає у зв'язку з тим, що нафтодеструктори "їдять" паливо, і продуктами їх перетворень є різні кислоти. Кислотність нафтопродуктів майже завжди обумовлюється присутністю органічної чи неорганічної кислот або їх похідних. Вільні кислоти можуть утворитися і при використанні нафтопродуктів. Якщо в нафтопродукті містяться солі сульфокислот, кислих ефірів, нафтенових кислот і подібних з'єднань, то при дії високих температур або вологи (гідроліз) можуть утворитися кислі речовини мінерального характеру. Кислоти в нафтопродуктах є небажаними домішками, так як вони викликають корозію апаратури. Тому нафтопродукти повинні періодично контролюватися на вміст кислот. Кількісний вміст в нафтопродуктах кислот характеризується кислотністю. Щоб перевірити вплив біодеструкторів в паливі на зміну його кислотності ми проводили дослід, де визначали через певний проміжок часу значення кислотності. Результат наших досліджень можна побачити на графіку:

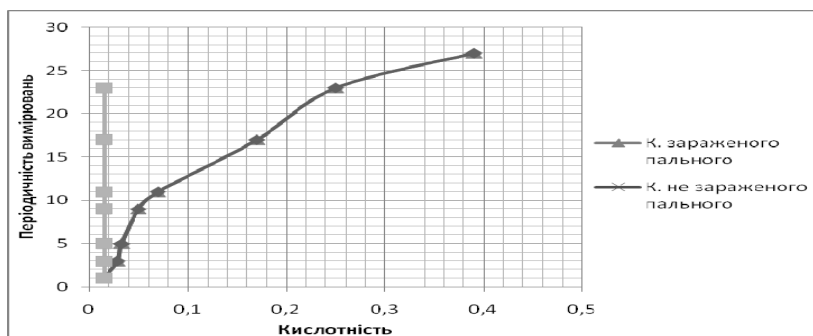


Рис.1. Характеристика зміни кислотного числа палива

З графіку видно, що від наявності мікроорганізмів залежить кислотність палива. І, отже, є потреба видаляти і захищати паливо від біодеструкторів.

Гарантувати безпеку авіаційних палив від біоуражень можуть насамперед запобігання попадання води в палива, своєчасна осушка його і видалення води з донної частини резервуарів, дотримання санітарно-гігієнічних заходів профілактики і своєчасне застосування біоцидів - антимікробних присадок. Багато десятиліть тому деякі літаки мали контейнери з радіоактивних матеріалів встановлених в паливних баках, щоб

запобігти зростанню грибів у паливі. Тим не менш, обслуговуючий персонал не може працювати всередині баків, які оброблені радіоактивними матеріалами, тому ці системи були видалені з сервісу. Однією з перших профілактичних мір мікробіологічного ураження палив є правильно організований технічний нагляд за технологічними засобами використання нафтопродуктів, оскільки ступінь забрудненості палив мікроорганізмами залежить у першу чергу від обережного ставлення до самого палива та від своєчасного догляду за комунікаціями, резервуарами та паливними системами, зокрема їх осушування. З механічних

методів захисту палив найкращим вибором є метод електромагнітного опромінювання з певною частотою радіохвиль та видалення знешкодженої мікрофлори палив за допомогою бактеріальних фільтрів. Для захисту палив від обводнення всіляко зменшують контакт з повітрям, особливо вологим, використовують осушувальні препарати типу силікагелю, фільтрацію і т.д.

Ефективним методом захисту ПММ є використання антимікробних (біоцидних) присадок, які не повинні погіршувати експлуатаційні характеристики палив.[1] Тому деякі біоциди, що застосовуються, наприклад, для захисту від біопшкоджень полімерних та інших матеріалів, виявляються непридатними для захисту палив. Є думка, що найбільш ефективним методом вважається комплексне опрацювання палива шляхом внесення інгібіторів в поєднанні з фільтрацією палива через фільтри, поверхня яких насичена тим же інгібітором. Пошук біоцидних препаратів йде на основі аналізу процесу мікробіологічного розкладання вуглеводнів. Знаючи схему процесу, послідовно перевіряючи з'єднання, можна виявити «метаболічні тупіки» - продукти токсичності для клітини, які або накопичують, або обривають процес, або направляють його іншим шляхом. У всіх випадках такі сполуки виявляють властивості активних інгібіторів мікробіологічного процесу для знезараження паливних систем і сховищ після зливу палива. Вони пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів і запобігають біологічній корозії паливних баків. Розгляд спектру існуючих біоцидних присадок показало, що найбільш ефективними для палив для реактивних двигунів є металоорганічні сполуки, аміни, комплексні присадки з диметилдіалкіламонійхлоридом $[R_2(CH_3)_2N]Cl$, диметилалкілбензиламонійхлоридом $[R_2(CH_3)_2NC_6H_5-CH_2]Cl$ де R містить від 17 до 20 вуглеводневих атомів, а також гетероциклічні сполуки.[4] При дослідженні цих з'єднань було встановлено, що в концентрації від 0,05% і вище названі присадки пригнічують ріст усіх мікроорганізмів в паливі ТС-1. Із дослідів було видно, що найбільш ефективною виявилась присадка диметилдіалкіламонійхлорид, яка при концентрації 0,05% пригнічує розвиток мікроорганізмів в паливах. Серед численних випробувань в якості біоцидів сполук також було встановлено, що високою бактерицидною дією володіє антимікробна присадка, що містить монометилловий ефір етиленгліколю з добавкою етиленгліколю, яка раніше отримала широку популярність в якості антиводокристалізаційної присадки PFA-55MB. Оцінка мікробіоцидної дії присадки проводилась в лабораторних умовах по відношенню до мікроорганізмів, які були взяті з

паливних баків реактивних літаків, які експлуатуються в різних кліматичних зонах. Результати цих досліджень показали, що ця присадка при вмісті її у водному розчині, яке контактує з паливом, в кількості 10-12,5% повністю зупиняє розвиток мікроорганізмів. Застосування біоцидних присадок для обробки систем літаків необхідно проводити періодично. Біоцидну присадку вводять в донну фазу чи в паливо, а вона мігрує в шар "під товарної води". Біоцидні присадки не повинні погіршувати показники якості палив, характеризуватися пролонгованою дією, шкідливо впливати на конструктивні деталі двигуна, паливо регулюючі апарати; надійність роботи фільтрів і бути нетоксичними. Продукти згорання цих речовин не повинні спричиняти шкідливу дію на навколишнє середовище. У низці наукових праць зазначається, що біоцидні присадки мають бути розчинними і у паливах, і у водній товщі та знищувати мікроорганізми в обох фазах, для запобігання перехресного зараження.

Висновок: Важливо виділити, що саме експлуатаційні властивості реактивного палива залежать від наявності мікроорганізмів. Паливо, що вони уражають стає мало придатним і становить загрозу польотів. А це тому, що в результаті дії мікроорганізмів сильно погіршуються властивості палива, такі як кислотність, запах, колір. Забиваються фільтра, сітки насосів, все це може викликати відмову роботи паливної системи. Поява і розвиток біоценозу в паливах призводить до погіршення їх фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей внаслідок зміни їх вуглеводневого складу, накопичення мікробного слизу та осадів, утворення стійких емульсій. Тому своєчасне виявлення і виділення мікроорганізмів з палива робить наше небо безпечним. Серед різноманіття методів позбавлення від мікроорганізмів найефективнішим є використання антимікробних (біоцидних) присадок, які майже повністю знищують небажані організми.

Список літератури:

1. Алиева Р.Б., Гаджиева М.А., Намазов И.И., Агаева С.Г., Абдуллаева Р.Ш. Защита нефтепродуктов от биоповреждений
2. Егоров Н.С., Вишнякова Т.П., Гречушкина Н.Н., Власова И.Д., Азова Л.Г., Мельникова С.И. Поражаемость дистиллятных топлив микроорганизмами и их защита //136-146 с
3. Крейн С. Э., Бессмертный К. И., Нетте И. Т., Гречушкина Н. Н., Влияние микроорганизмов на свойства нефтяных топлив. - Прикладная биохим. и микробиол., 1969, 5, 233-236
4. Паушкин Я.М., Работнова И.Л., Долидзе С.С. и др. Испытание антимикробного действия некоторых присадок при хранении топлив.- Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья, 1969, №10, 10-11

УДК 341:222:528.4 (043.2)

Данилко О. І.

Національний авіаційний університет, Київ

ПРОБЛЕМИ ДЕЛІМІТАЦІЇ ТА ДЕМАРКАЦІЇ УКРАЇНСЬКО-МОЛДОВСЬКОГО КОРДОНУ

У статті висвітлено міжнародно-правові проблеми України та Республіки Молдова щодо делімітації та демаркації кордонів. Проаналізовано питання юридичного статусу земельної ділянки під частиною автодороги Одеса – Рені в районі населеного пункту Паланка (Республіка Молдова).

Постановка проблеми

З проголошенням незалежності України однією з найскладніших проблем, яка постала й залишається на сьогоднішній день, є розбудова державного кордону та забезпечення його охорони. У цьому аспекті особливе місце зайняло питання делімітації і демаркації українсько-молдовського кордону через його відкритість і прозорість. У 1999 р. був підписаний Договір між Україною і Республікою Молдова про державний кордон. Найбільш неузгодженим і суперечливим в українсько-молдовських відносинах стало питання передачі у власність Україні ділянки автомобільної дороги Одеса – Рені в районі населеного пункту Паланка Республіки Молдова, а також земельної ділянки, по якій вона проходить, і режиму їх експлуатації.

Метою статті є аналіз і шляхи подолання проблем делімітації та демаркації українсько-молдовського кордону в районі населеного пункту Паланка (Республіка Молдова).

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблема функціонування державного кордону нашої держави на різних його ділянках привертає значну увагу багатьох науковців. Зокрема, у статтях В. Кулика, А. Лазаренка аналізуються питання делімітації і демаркації кордону між Україною та Молдовою [8, 9]. У працях висвітлено проблеми, з якими зіткнулась українська держава, визначаючи свої кордони, а також показано важливість вирішення цих проблем як вагомому складову частину сучасної зовнішньополітичної стратегії держави.

Нормативно-правове забезпечення делімітації та демаркації українсько-молдовського кордону

Відповідно до Конституції України суверенітет України поширюється на всю її територію. Територія України в межах існуючого кордону є цілісною і недоторканною.

Відповідно до статті 2 Земельного кодексу України об'єктами земельних відносин є землі в межах території України, земельні ділянки та права на них, у тому числі на земельні частки (паї).

Відповідно до статей 1, 2 та 3 Закону України «Про державний кордон України» [1] державний кордон є лінія і вертикальна поверхня, що проходить по цій лінії, які визначають межі території України – суші, вод, надр, повітряного простору.

Державний кордон України визначається Конституцією та законами України, а також міжнародними договорами України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України.

Як відомо, процес визначення і встановлення державного кордону проходить два основні етапи – делімітації та демаркації.

Делімітація кордонів – визначення загального положення і напрямів державного кордону між суміжними державами шляхом переговорів. У ході делімітації договірні сторони складають - як правило, по карті, без проведення робіт на місцевості – опис проходження лінії кордону, який може бути самостійною статтею в самому договорі або в додатку до нього. Відповідно до певного в договорі положення лінія кордону наноситься на географічну карту, яка, як правило, є складовою частиною договору про делімітацію. Матеріали делімітації служать підставою для подальшого етапу визначення положення кордонів – проведення їх на місцевості (демаркації).

Демаркація кордонів – це позначення лінії державного кордону на місцевості шляхом спорудження спеціальних прикордонних знаків, форми, розмір і порядок встановлення яких визначаються законодавством України і міжнародними договорами України. Демаркація здійснюється на підставі документів про делімітацію кордонів (договір, опис лінії

ержавного кордону з додатком спеціальної карти) спільними комісіями, створюваними на паритетних засадах.

Особливого характеру набуло поняття державного кордону в зв'язку з розпадом СРСР і утворенням замість нього ряду незалежних держав. Перш за все слід звернути увагу на досить неповний характер кордонів між недавно утвореними незалежними державами – вони були визначені на місці адміністративних кордонів між союзними республіками, суб'єктами СРСР, не була здійснена ані їх делімітація, ані демаркація. Зважаючи на ці обставини, 26 травня 1995 р. учасники Співдружності Незалежних Держав підписали Договір про співробітництво і охорону кордонів держав – учасниць СНД. Головним у цьому договорі було рішення називати кордонами лише ті, що є ділянками державних кордонів учасників Співдружності Незалежних Держав з державами, які не входять у Співдружність. Такими державними кордонами України є лише кордони з Румунією, Польщею, Угорщиною і Словаччиною.

Договір між Україною і Республікою Молдова про державний кордон був підписаний у 1999 р. і ратифіковано Законом України від 06.04.2000 № 1633 – ІІІ [2].

Делімітація України з Республікою Молдова завершена.

Відповідно до статті 7 вищезазначеного Договору для позначення лінії державного кордону на місцевості Договірні Сторони створили Спільну демаркаційну комісію, до складу якої ввійшли по п'ять представників від кожної Договірної Сторони. Спільна демаркаційна комісія здійснює свою діяльність на підставі Положення, яке затверджується урядами Договірних Сторін.

Законом України від 10.12.2003 № 1372-IV ратифіковано Положення про демаркацію державного кордону між Україною і Республікою Молдова [3].

Указом Президента України від 31.10.2011 № 1008/2011 «Питання демаркації державного кордону України» затверджено персональний склад делегації України для участі у засіданнях спільних міждержавних комісій з питань демаркації українсько-молдовського державного кордону [4]. Згідно з цим Указом Держземагентство України відповідальне за виконання землепорядних робіт, пов'язаних із демаркацією кордону України. Проведено 45

засідань Спільної українсько-молдовської демаркаційної комісії.

Відповідно до Протоколу 44-го засідання Спільної українсько-молдовської демаркаційної комісії сторони домовилися приступити до підготовки рішень в районах Дністровського буферного гідровузла і населеного пункту Джурджулешть [5]. Українська делегація запропонувала також одночасно розглянути пропозиції української сторони про винесення лінії державного кордону по середині річки Великий Ялпуг (район населеного пункту Залізничне).

Також, розпочато демаркацію центральної ділянки (придністровський сегмент, Вінницька та Одеська області). Зокрема, 29 січня 2010 року за участю Глав зовнішньополітичних відомств України та Республіки Молдова урочисто встановлено перший проміжний прикордонний знак № 0204 на цій центральній ділянці (Вінницька область).

За результатами 45 засідання Спільної українсько-молдовської демаркаційної комісії (21-23 лютого 2012 р. м. Київ) прийнято рішення про початок робіт з винесення лінії державного кордону на місцевість і встановлення прикордонних знаків не пізніше 2 квітня 2012 р [6].

Документальне оформлення власності України на земельну ділянку під частиною автодороги Одеса – Рені в районі населеного пункту Паланка (Республіка Молдова)

На виконання Договору між Україною і Республікою Молдова про державний кордон (ст. 10), 18 серпня 1999 року підписано Додатковий протокол щодо передачі у власність України ділянки автомобільної дороги Одеса – Рені в районі населеного пункту Паланка Республіка Молдова (рис.), а також земельної ділянки, по якій вона проходить, і режиму їх експлуатації.

Відповідно до ст. 1 Додаткового протоколу молдовська сторона взяла на себе зобов'язання передати у власність України зазначену ділянку автомобільної дороги (довжина 7,77 км, середня ширина – 23 м, площа – 18 га), а також земельну ділянку, по якій вона проходить [7].

Ділянку автомобільної дороги (дорожнє покриття) молдовська сторона Актом передала 11 лютого 2002 року.

У ході консультацій заступників Глав МЗС (22-23 лютого 2010 р.) Сторони обговорили процедуру завершення передачі земельної ділянки під автомобільною дорогою Одеса – Рені

в районі населеного пункту Паланка у власність України.

Директор Агентства земельних відносин та кадастру Республіки Молдова 22 лютого 2010 р. заявив, що Молдовою практично завершена технічна підготовка до процесу передачі у власність України території під автодорогою. Також обговорено ряд заходів, які дозволяють в найкоротші терміни зареєструвати в установленому порядку об'єкт нерухомого майна – земельну ділянку під автомобільною дорогою Одеса – Рені в районі населеного пункту

Паланка. Зокрема, молдавська Сторона внесла письмові пропозиції щодо створення оптимальних умов для громадян населеного пункту Паланка, забезпечення сприятливого режиму перетину і вільного пересування місцевого населення з метою нормальної життєдіяльності, безперешкодного доступу до земельних ділянок і сільськогосподарських угідь, що знаходиться за смугою автодороги на території Республіки Молдова, розвитку торгівлі і зміцнення транскордонної співпраці.



Схема розташування автомобільної дороги Одеса – Рені в районі населеного пункту Паланка Республіка Молдова

Сторони погодилися з необхідністю опрацювання додаткових домовленостей на основі двосторонньої міжурядової Угоди про режим експлуатації ділянки української автомобільної дороги Одеса – Рені, що пролягає по території Республіки Молдова, а також земельної ділянки, по якій вона проходить.

У м. Кишинів (Республіка Молдова) 23 – 26 червня 2010 р. проведено консультації експертної групи МЗС України з МЗС ЄІ Республіки Молдови з питань погодження проекту Акту визначення на місцевості меж переданої Україні земельної ділянки, по якій проходить автомобільна дорога Одеса – Рені в районі населеного пункту Паланка. Сторони

погодили проект «Акту визначення на місцевості меж переданої у власність України земельної ділянки, розташованої на території Республіки Молдова, по якій проходить автомобільна дорога Одеса – Рені в районі населеного пункту Паланка Республіки Молдова», який відповідає вимогам чинних міжнародних договорів, а також внутрішньому законодавству України і Республіки Молдова. Також Сторони домовились вжити синхронних заходів для оперативного міжвідомчого погодження проекту Акту та отримання повноважень на його підписання представниками компетентних установ (Державного комітету України по земельних ресурсах та Агентства земельних

відносин і кадастру Республіки Молдова). Сторони визначили перелік документів, котрі будуть додані до Акту, а саме:

- Геометричний План земельної ділянки, по якій проходить автомобільна дорога Одеса – Рені в районі населеного пункту Паланка;

- Витяг з Реєстру нерухомого майна Територіального Кадастрового Офісу району Штефан – Воде Республіки Молдова.

З метою підготовки Геометричного Плану представники компетентних органів України та Республіки Молдова 12 липня 2010 р. провели спільні роботи з визначення на місцевості меж переданої Україні земельної ділянки, розташованої на території Республіки Молдова по якій проходить зазначена ділянки автодороги (позначені тимчасовими дерев'яними кілками).

Представниками відповідних відомств України та Молдови в Кишиневі 30 червня 2011 року було підписано Акт та План визначення та закріплення на місцевості меж переданої у власність Україні ділянки автомобільної дороги Одеса – Рені в районі населеного пункту Паланка (Республіка Молдова), а також земельної ділянки, по якій вона проходить.

5 липня 2011 року через Посольство Республіки Молдова в Україні переданий витяг з Кадастрового територіального офісу Штефан – Воде Республіки Молдова щодо реєстрації власності України на зазначений об'єкт в Реєстрі нерухомого майна, що стало остаточним вирішенням питання передачі у власність України ділянки транзитної дороги.

Висновки

На сьогоднішній день делімітація українсько-молдовського кордону завершена. Триває демаркація центральної (придністровської) ділянки українсько-молдовського державного кордону.

Ділянка автомобільної дороги Одеса – Рені в районі н.п. Паланка включена до Переліку автомобільних доріг загального користування державного значення.

Право власності України на земельну ділянку під автомобільною дорогою Одеса – Рені в районі н.п. Паланка визнано відповідно до акта передачі Республікою Молдова у власність України автомобільної дороги Одеса – Рені, витягу з Реєстру нерухомого майна про

реєстрацію в Територіальному кадастровому офісі району Штефан-Воде Республіки Молдова земельної ділянки під автомобільною дорогою Одеса-Рені в районі н.п. Паланка Республіки Молдова.

За словами експертів, остаточне вирішення питання з дорогою в районі н.п. Паланка зняло напругу, яка нагромадилася останніми роками, та взаємну втому у відносинах двох країн, а також розблокувало політичний діалог між ними.

Отже, ділянка автомобільної дороги (дорожнє покриття) знаходиться на балансі Державного агентства автомобільних доріг України (Укравтодор), питання стосовно прийняття на баланс земельної ділянки, по якій вона проходить, залишається відкритим.

Список літератури

1. Закон України «Про державний кордон України» від 04.11.1991 р.
2. Договір між Україною і Республікою Молдова про державний кордон, від 18.08.1999, ратифіковано Законом № 1633-III від 06.04.2000.
3. Закон України «Про ратифікацію Положення про демаркацію державного кордону між Україною і Республікою Молдова» від 10.12.2003 р. № 1372-IV.
4. Указ Президента України «Питання демаркації державного кордону України» від 31.10.2011 р. №1008/2011.
5. Протокол 44-го засідання Спільної українсько-молдовської демаркаційної комісії від 8.12.2011 р.
6. Протокол 45-го засідання Спільної українсько-молдовської демаркаційної комісії від 21-23.02.2012 р.
7. Додатковий протокол до Договору між Україною і Республікою Молдова про державний кордон щодо передачі у власність Україні ділянки автомобільної дороги Одеса-Рені в районі населеного пункту Паланка Республіки Молдова, а також земельної ділянки, по якій вона проходить, і режиму їх експлуатації від 18.08.1999 р., ратифіковано Законом № 1633-III від 06.04.2000.
8. Лазаренко А. Україно-молдовський ренесанс // Дзеркало тижня. Україна. № 26 від 15.07.2011 р. – Режим доступу: http://dt.ua/POLITICS/ukrayino-moldovskiyy_renesans_uvecheri_palanka_vrantsi_vizit-84540.html
9. Кулик В. Україна – Молдова // Дзеркало тижня. Україна. № 14 від 15.04.2011 р. – Режим доступу: http://dt.ua/POLITICS/ukrayina_moldova_de_svitlo_v_kintsi_tunelyu-79622.html

УДК 542.86 (045)

Завадська М. В.

Національний авіаційний університет, Київ

МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ ОКСИДНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ДАНИМИ РЕНТГЕНОГРАМ МЕТОДОМ РІТВЕЛЬДА

Дослідження можливостей сучасних програмних продуктів з рентгенівської дифракції для інтерпретації деяких структурних особливостей оксидних систем на прикладі діоксид манганової

У зв'язку із розвитком обчислювальних методів набуває все більшого значення проблема інтерпретації структури оксидних матеріалів, що сприяє новому рівню їх розуміння. Рентгенівські методи традиційно вважаються одними з основних інструментів дослідження будови кристалічних твердих речовин.

Кожна кристалічна речовина характеризується атомним складом, кристалічною і розташуванням атомів в елементарній комірці, саме тому вона має специфічну рентгенівську дифракційну картину. Дифрактограми для відомих кристалічних структур можуть бути розраховані як теоретично так і отримані експериментально з допомогою рентгеноструктурного аналізу.

Рентгеноструктурний аналіз — метод дослідження структури речовини, в основі якого лежить явище дифракції рентгенівського випромінювання на тривимірних кристалічних ґратках [4].

На стрічці самописа в дифрактометрі фіксується крива залежності інтенсивності дифракційного піку від кута відображення 2θ . Відбиття рентгенівського променя від паралельних кристалічних площин відбувається тільки при певному значенні кута падіння θ , пов'язаного з довжиною хвилі падаючого випромінювання λ і міжплощинною відстанню d за законом Брегга. Рівняння Вульфа-Брегга:

$$2d \sin \theta = n\lambda,$$

де d — міжплощинні відстані в кристалічній решітці; θ — кут між падаючим на кристал рентгенівським променем і відповідною системою атомних площин (кут ковзання); $n = 1, 2, 3, \dots$ — порядок відбиття.

Дозволяє визначити міжплощинні відстані d в кристалі оскільки λ (довжина хвилі) зазвичай відома, а кути θ вимірюються експериментально [1].

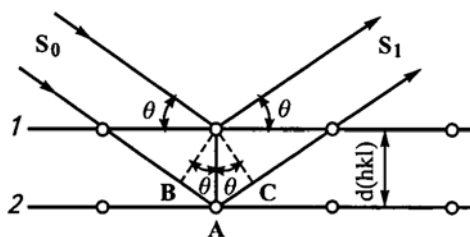


Рис. 1 Схема ілюстрації моделі дифракції за законом Брегга

Для оцінки розміру кристалітів (визначення розмірів блоків когерентного розсіювання) використовують рівняння Шеррера (кристалітів):

$$L = k\lambda / \beta \cos Q_m$$

де L — розмір кристалітів; β — кутове розширення дифракційного максимуму (у радіанах), яке, зазвичай, визначається як ширина

максимуму на половині його висоти після попереднього вирахування фонового розсіювання; k — коефіцієнт, що залежить від форми зони кореляції (якщо форма не відома, то $k = 0,9$).

Типова рентгенограма являє собою криву залежності інтенсивності дифракційного піку від кута відображення 2θ .

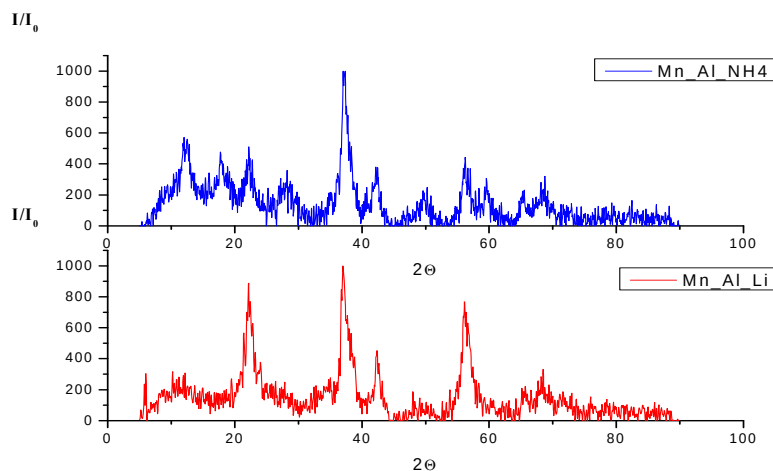


Рис. 2. Рентгенограма допованого діоксидманганового зразка, одержаного з тринарного електроліту системи Mn-Al-Li у порівнянні із зразком системи Mn-Al-NH₄

Як об'єкт дослідження використовували одержаний електрохімічно в присутності домішок катіонів Al³⁺, Cr³⁺ діоксид мангану. Діоксид мангану (MnO₂) - речовина темно-сірого кольору. Діоксид мангану як такий може утворювати 5 поліморфних модифікацій: α-, β-, γ- (ε-), δ-, та λ- MnO₂, а також декілька споріднених структур, що відповідають природним мінералам (псиломелан, піролюзит, романкіт, тодоркіт тощо). Перші три модифікації належать до тунельних структур з каналами різного розміру, δ-MnO₂ — до шаруватої структури (яка є граничним випадком тунельної структури), а λ-MnO₂ — до структурного типу шпінелі [3].

Знаючи атомну будову даної речовини, можна оптимізувати атомний параметр для того, щоб змодельовати структуру. Найбільш використовуваний метод називається метод Рітвельда. Метод Рітвельда використовує метод найменших квадратів для уточнення і наближення теоретичної лінії всього профілю дифрактограми до її експериментально поміряного профілю [2].

Необхідні кроки для успішного вирішення структури:

1. Отримання однофазного зразка .

2. Знімання рентгенівського спектру високої якості.

3. Ідентифікування.

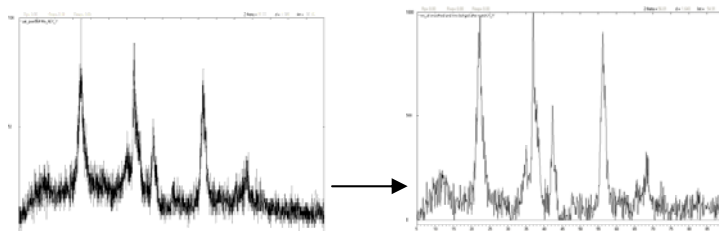
4. Визначення просторової групи.

5. Пошук моделі кристалічної структури (рішення).

6. Уточнення структури методом Рітвельда.

Проблема розшифровки рентгенограм сьогодні вирішується за допомогою обчислювальних методів, наприклад, моделюванням теоретичної рентгенограми за вихідними даними можливих фазових станів у досліджуваному зразку.

Вихідна рентгенограма має достатньо високе співвідношення сигнал/шум, а також не лінійне фонове випромінювання. Для того, щоб підготувати експериментальну рентгенограму для фазового аналізу програмою Powder Cell for Windows v 2.3 (<http://www.iucr.ac.uk>, Стр: 149 programmed by Werner Kraus & Gert Nolze (BAM Berlin), Federal Institute for Materials Research and Testing, Lab. BAM-I.33: X-Ray Structure and Phase Analysis, e-mail: w.kraus@bam.de), використаємо спочатку програму Origin для того, щоб відняти фонове випромінювання (не лінійність фонові кривої як правило пов'язана із наявністю аморфної фази), а також згладити її.



Порівняння теоретичної та експериментально отриманої рентгенограм, як показано на рис.3, дозволяє зробити висновки про відповідність або невідповідність обраної моделі структури реальній структурі сполуки. Використовуючи

базу даних Powder Diffraction File (PDF) Міжнародного центру дифракційних даних - the International Centre for Diffraction Data@ (ICDD@), проводимо пошук основних фаз, що утворюють рефлекси на рентгенограмі.

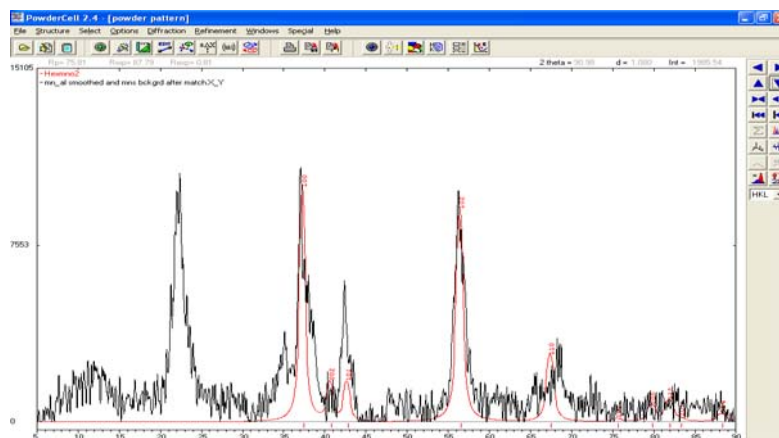


Рис.3. Вікно програми Powder Cell

ВИСНОВКИ

1. Рентгенівська дифракція є важливим інструментом дослідження структури оксидних матеріалів.
2. На прикладі програми Powder Cell розглянуто можливості сучасних програмних продуктів і виявлено їх переваги порівняно із традиційними методами рентгенофазового аналізу.
3. Апробовано методологію інтерпретації експериментальних даних рентгенівської дифракції за допомогою методу Рітвельда і виявлено послідовність операції обробки, що дозволяють забезпечити достовірний аналіз.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Alexander J. Blake, William Clegg. Crystal Structure Analysis. Principles and Practice. Second Edition.// INTERNATIONAL UNION OF CRYSTALLOGRAPHY. Oxford University Press. - 2009. – P. 251-263.
2. Пуцаровский Д.Ю. Рентгенография минералов – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000 – 272-280.
3. G.V. Sokolsky, N.D. Ivanova, S.V. Ivanov, Ye.I. Boldyrev, N.D. Rubtsova, O.V. Kobulynskaya. Nanostructured and disordered oxides of manganese obtained by electrochemical doping technique // NAU Proceeding. — 2008. — N2. — P. 111-114.
4. Солодовников С.Ф. Основные термины и понятия структурной кристаллографии и кристаллохимии (словарь-пособие). Новосибирск: ИНХ СО РАН, 2005. 79 с.

УДК 541.121

Козяровський Б. С., Федоренко В. В., Шутенко О. С., Дмитренко В. В.
Національний авіаційний університет, Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗКИСНЮВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛІВ У РІДКОМУ НІКЕЛІ МЕТОДОМ ЕРС

Отримано термодинамічні дані для систем $Ni - O - M$ методом електрорушійних сил з твердим оксидним електролітом. Встановлено, що ряд металів знижує активність кисню, що зумовлено їх сильною спорідненістю з киснем. Показано, що продуктами розкиснення є стабільні оксиди відповідних металів.

Широке застосування сплавів у народному господарстві потребує розробки наукових основ одержання металічних матеріалів, що мають комплекс необхідних властивостей. Якість одержаних матеріалів багато в чому залежить від вмісту в них кисню, фосфору, сірки та інших неметалів, наявність яких погіршує їх властивості, що проявляється в утворенні пор, тріщин, зниженні пластичності та ковкості.

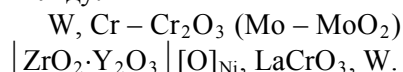
Великого значення у зв'язку з цим набувають операції, які дозволяють знижувати вміст розчинених газів – розкиснення, десульфурація.

Особливо важливим для цих процесів стає пошук елементів, наявність незначних кількостей яких знижує активності газів, сірки, водночас не погіршуючи, а бажано і поліпшуючи тепло- і електропровідність, механічні властивості. Неабияке значення тут має заміна дефіцитних металів більш доступними.

Кисень є однією з домішок у сплавах з нікелем, що негативно впливають на властивості

отримуваних металовиробів. Тому для створення науково обґрунтованих технологій, за допомогою яких можна знижувати рівень окиснюваності нікелю доцільно визначити термодинамічні властивості систем у рідкому стані.

Дослідження проводились методом калориметрії [1] та методом ЕРС з твердим електролітом $0,85 ZrO_2 \cdot 0,15 Y_2O_3$ і електродами порівняння $Cr - Cr_2O_3$, $Mo - MoO_2$ за допомогою ланцюга вигляду:



Дослідження проводились при температурі 1780 К. Отримані дані з параметрами взаємодії (e_O^M) систем наведені у табл. 1. Усі визначені параметри взаємодії характеризуються невеликими від'ємними величинами, що обумовлено сильною взаємодією з основними компонентами сплаву.

Таблиця 1

Термодинамічні властивості розплавів $Ni - O - M$

Металл	$-e_O^M$	$-\gamma_O(M)$	$-\Delta G_{O(M)}^0$ кДж/моль	h кДж/моль
Ti	0,4	$1,36 \cdot 10^{-3}$	174,3	8,3
Zr	0,7	$1,01 \cdot 10^{-4}$	214,8	8,0
Hf	1,0	$2,25 \cdot 10^{-5}$	235,1	8,8
V	0,54	$3,79 \cdot 10^{-3}$	158,7	6,1
Nb	0,26	$6,10 \cdot 10^{-3}$	151,0	7,0
Ta	0,12	$1,01 \cdot 10^{-3}$	143,1	3,2
Cr	0,1	$8,21 \cdot 10^{-2}$	101,5	1,4
Mo	0,04	$8,80 \cdot 10^{-2}$	109,4	1,6
W	0,024	$9,35 \cdot 10^{-2}$	108,5	1,5

Таблиця 2

**Розраховані константи розкиснення та оптимальний вміст металу
для систем Ni – O – Cr і Ni – O – Mo**

Система	$K_{\text{розк.}}$	$[\% \text{ M}]_{\text{опт.}}$	Включення
Ni – O – Cr	$7,6 \cdot 10^{-4}$	0,6	Cr_2O_3
Ni – O – Mo	$1,5 \cdot 10^{-3}$	1,0	MoO_2

Детальніше були вивчені системи Ni – O – Cr і Ni – O – Mo, для яких були розраховані константи розкиснення і активність, розчинність кисню та оптимальний вміст металів (табл. 2).

За розрахованими активностями кисню побудовано залежність $\ln a_{\text{O}}$ від відсотка вмісту метала-розкиснювача. За тангенсом кута нахилу цієї залежності визначено вид неметалічних включень. Для молібдену ця величина наближається до 1/2, що свідчить про утворення MoO_2 , для хрому – значення тангенса наближається до 2/3, тобто хром виділяється у вигляді оксиду Cr_2O_3 (табл. 2).

Проведені дослідження термодинамічних властивостей кисню в розплавах Ni – O – M охоплюють область розчинів, розбавлених відносно компонента M. Значний інтерес

представляє оцінка активності кисню в широкому концентраційному інтервалі. Тепер відомі моделі, які дозволяють розрахувати коефіцієнти активності кисню в розплавах Ni – O – M, виходячи з відомих термодинамічних властивостей подвійних граничних систем Ni – O і M – O, зокрема, з даних $\gamma_{\text{O}}(\text{Ni})$ і $\gamma_{\text{O}}(\text{M})$. Проте коефіцієнти активності кисню в рідких сплавах або невідомі, або недостатньо вивчені. Тому на підставі отриманих нами даних щодо термодинамічних властивостей рідких сплавів систем Ni – O – M розраховано коефіцієнти активності кисню в чистих легуючих компонентах $\gamma_{\text{O}}(\text{M})$. Розрахунок проводили за наближеним рівнянням Вагнера [2]:

$$\gamma_{\text{O}}(\text{Ni} - \text{O} - \text{M}) = \left[\frac{1 - x_{\text{M}}}{\gamma_{\text{O}}(\text{Ni})^{\frac{1}{Z}}} + \frac{x_{\text{M}}}{\gamma_{\text{O}}(\text{M})^{\frac{1}{Z}}} \right]^{\frac{1}{Z}},$$

де $\gamma_{\text{O}}(\text{Ni})$, $\gamma_{\text{O}}(\text{M})$, $\gamma_{\text{O}}(\text{Ni} - \text{O} - \text{M})$ – коефіцієнти активності кисню в нікелі, металах і розплавах Ni – O – M.

Для розрахунків використовували експериментальні значення $\gamma_{\text{O}}(\text{Ni} - \text{O} - \text{M})$ і літературні $\gamma_{\text{O}}(\text{M})$ [2]. На підставі одержаних значень визначили зміну енергії Гіббса реакції розчинення кисню в чистому рідкому компоненті M ($\Delta G_{[\text{O}]}^{\circ} = -R \cdot \ln(100/\gamma_{\text{O}})$).

За стандартний стан взято розчин кисню з концентрацією 1 % (ат.). Оскільки ряд металів при температурі дослідження знаходилися в твердому стані, розраховані значення $\gamma_{\text{O}}(\text{M})$ необхідно віднести до рідких переохолоджених

металів. Одержані значення $\gamma_{\text{O}}(\text{M})$ і $\Delta G_{\text{O}(\text{M})}^{\circ}$ наведено у табл. 1 Як бачимо, $\Delta G_{\text{O}(\text{M})}^{\circ}$ – значні від’ємні величини, що вказує на сильну взаємодію кисню з використаними розкиснювачами. Використовуючи літературні дані величини коефіцієнта активності кисню в рідкому нікелі [3] і визначені значення $\gamma_{\text{O}}(\text{M})$, зроблений розрахунок коефіцієнтів активності кисню в потрібних розплавах Ni – O – M в областях складів $0 < x_{\text{M}} < 1$ за уточненим рівнянням Вагнера-Чанга:

$$\gamma_{\text{O}}(\text{Ni} - \text{M}) = \left\{ \sum_{i=0}^{i=Z} C_Z^i \left[\frac{(1 - x_m)}{\Gamma_o(\text{Ni})^{\frac{1}{Z}}} \right]^{Z-1} \cdot \left[\frac{x_m}{\Gamma_o(\text{M})^{\frac{1}{Z}}} \right] \cdot \exp \left[\frac{(Z-i) \cdot i \cdot h}{2RT} \right] \right\}^{-1}$$

Координаційне число – Z , приймали рівним 6; h розраховували за кореляційною залежністю запропонованій Чангом [2]. Усі h для вивчених систем є невеликими додатними величинами (табл. 1). Одержані значення коефіцієнтів активності кисню в рідких сплавах систем Ni – O – M наведено на рисунку.

Характер зміни $\ln \gamma_{\text{O}}(\text{Ni} - \text{M})$ від складу розплаву для металів однієї групи аналогічний. У

всіх системах спостерігається плавна зміна коефіцієнтів активності кисню в розплавах Ni – O – M. Причому найбільше зменшення $\ln \gamma_{\text{O}}$ спостерігається для металів IVb-підгруп. І, навпаки, застосування VIb-металів обумовлює незначне збільшення коефіцієнтів активності кисню.

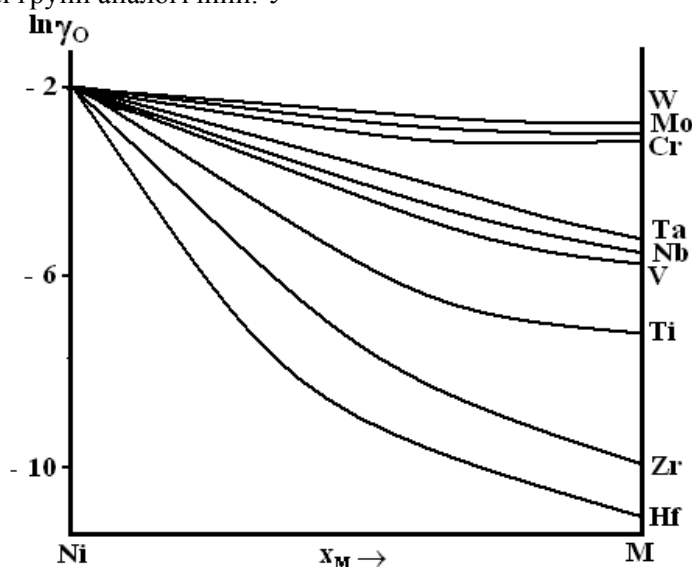


Рис.1 Залежність $\ln \gamma_{\text{O}}$ від мольної частки металу в системах Ni – O – M

Вигляд та розподіл неметалічних включень вивчені також методом рентгено-спектрального мікроаналізу. Згідно одержаних цим методом даних неметалічні включення у вигляді оксидів вилучаються з розплаву. При переході в твердий стан оксиди IVd-металів спливають на поверхню майже у повному об'ємі. Оксиди Vd-металів утворюють компактні включення, але з тіла сплаву майже не вилучаються. Утворювані оксиди VIb-металів розкидані по всьому сплаву у вигляді дрібнозернистих включень. Одержані цим методом результати збігаються з даними методу ЕРС.

Найкращими розкиснювачами для нікелевих розплавів є IVb-метали, утворювані оксиди яких спливають на поверхню, що дозволяє одержати

нікель високої чистоти. Проведене дослідження показало недоцільність використання як розкиснювачів VIb-металів.

Список літератури

1. Термодинаміка рідких сплавів систем Ni – O та Ni – O – M. /Шаркіна Н.О., Кудін В.Г., Судавцова В.С. //Вісник Київського університету. – 1995. –Вип. 33. –С. 153 – 157.
2. Chiang T., Chang Y.A. The Activity Coefficient of Oxygen in Binary Liquid Metal Alloys //Met.Trans. B. –1976. –V. 7, № 4. –Р. 453 – 467.
3. Wagner C. The activity coefficient of oxygen and other nonmetallic elements in binary liquid alloys as a function of alloy composition //Acta. Met. –1973. – 21, № 9. –Р. 1297 – 1303.

УДК 635.717.062.2 (043.2)

Коломієць Г. Ф.

Національний авіаційний університет, Київ

СТАБІЛІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОРГАНІЧНИХ МАСЕЛ ДЛЯ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ МЕТОДОМ ВПЛИВУ ЗОВНІШНІМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ПОЛЕМ

Розглянуто питання відновлення експлуатаційних властивостей органічних масел методом їх стабілізації діями зовнішнього електромагнітного поля. Представлено результати дослідження коефіцієнта тертя в спряжені вал-площина від напруги електричного току в ланцюзі і вплив на якість органічного масла зовнішнього електромагнітного поля

На сьогоднішній день авіаційна техніка перебуває в безперервному вдосконаленні, щоб забезпечити її надійність, економічність і довготривалу роботу висувуються високі вимоги до якості мастильних матеріалів (ММ). Вони мають володіти низькою випаровуваністю та високою термо-окисною стабільністю. Як відомо, найбільш поширеною причиною погіршення якості ММ є його окиснення з подальшим утворенням смол, карбонів, карбоїдів та інших осадів, а також корозія нерозчинних продуктів. У зв'язку з високою ціною на природні ресурси, відновлення експлуатаційних властивостей ММ стає актуальною науково-технічною проблемою.

Як відомо, органічні ММ у своєму складі мають три основних хімічних елементи: вуглець, водень, кисень. Властивості масел нафтового походження забезпечуються характером взаємодії атомів в молекулах і молекул між собою. До складу похідних вуглеводнів - жирних кислот, спиртів, ефірів входить кисень.

В ММ для поліпшення експлуатаційних властивостей додають інші хімічні елементи, які при з'єднанні вступають в дію з певними функціональними групами. Комбінацією доданих в ММ функціональних груп, які мають різні хімічні елементи, отримують потрібні властивості робочого ММ, можливість керувати процесами отримання цих властивостей в відповідності з тими функціями, для яких призначені масла [3, 4].

Виходячи з аналізу робіт [4, 5] проведених різними науковими школами з дослідження експлуатаційних властивостей ММ можна зробити висновок, що термін роботи ММ обмежений по причині старіння ММ в результаті окиснення і дії присадок.

Очевидно, ці причини взаємопов'язані так як мають однакову фізичну природу зміни взаємодій між атомами в функціональних групах та молекул в цілому. Внаслідок цього відбувається зміна структурних зв'язків окремих атомів і функціональних груп в молекулах. Молекули втрачають свої початкові властивості, а ММ в процесі експлуатації втрачає свої експлуатаційні функції.

Для стабілізації експлуатаційних властивостей ММ електромагнітним полем потрібне порушення або відновлення зв'язків в молекулах ММ між окремими функціональними групами. А для впровадження процесу розділення молекули ММ на частини необхідно, щоб зовнішня енергія спрямована на розрив зв'язків, перевищувала енергію зв'язків молекул.

Як відомо [4, 5] роз'єднанні кінці зруйнованої молекули завжди будуть проявляти активність, так як вони мають ненасичені енергетичні зв'язки. При першій же можливості хімічно активні кінці частин молекули будуть насичуватися, тобто приєднуються до собі подібних, або до більш активних функціональних груп.

Активні кінці частин молекул розірваних тепловим або швидкісним рухом ММ можуть, перш за все, приєднуватися з одним із самих активних хімічних елементів - киснем. Окиснення масел в машинах вважається процесом незворотнім. Механізм дії антиокислювальних присадок спрямований на те, щоб в реакційному середовищі окислення вуглеводнів ММ порвати ланцюг цього процесу шляхом взаємодії з вільним радикалом R або ROO.

Особливе значення має подолання проблем захисту від корозійно-механічного зношування, окиснення, опір ММ до виникнення піни,

зберігання експлуатаційних характеристик в широкому діапазоні температур.

Важливо, що продукти окиснення ММ отримані з ненасиченими зв'язками, являють собою молекули даного типу. В електромагнітному полі вони є матеріальними частинками, що мають заряд.

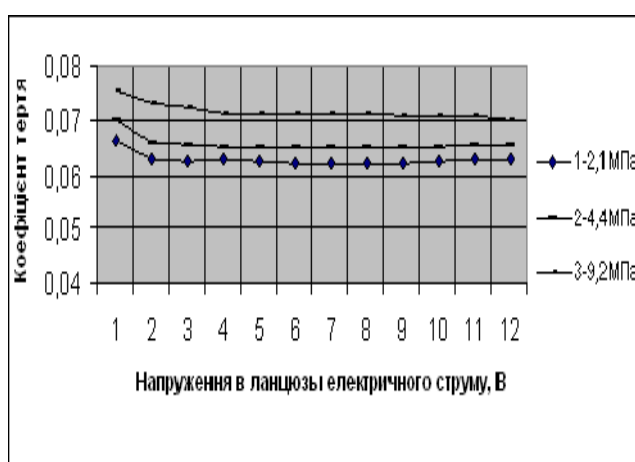
Окисно-відновні (ОВ) реакції проходять в результаті хаотичного руху молекул ММ. За допомогою електричної енергії від зовнішнього джерела можливе направлення частинок в місця гарантованої зустрічі з необхідним компонентом. Для цього треба, щоб об'єм ММ в якому протікають ОВ реакції, працював як електрохімічна комірка, а поверхня тертя деталей як електроди. При пропусканні електричної енергії, між валом та площиною виникає електромагнітне поле, а через шар ММ, який розділяє вал і площину проходить електричний струм.

Частинки механічних сумішей, які мають статичний заряд під дією сил електромагнітного поля транспортуються в масляному шарі до позитивного і негативного електродів, де на них розряджаються і рухаються далі з маслом вже як нейтральні. Це важливий ефект, так як до поверхні нейтральних частинок активні радикали присадок адсорбуються значно менше. В результаті цього активні елементи функціональних присадок менше виносяться з масла разом з механічними домішками при його очищенні.

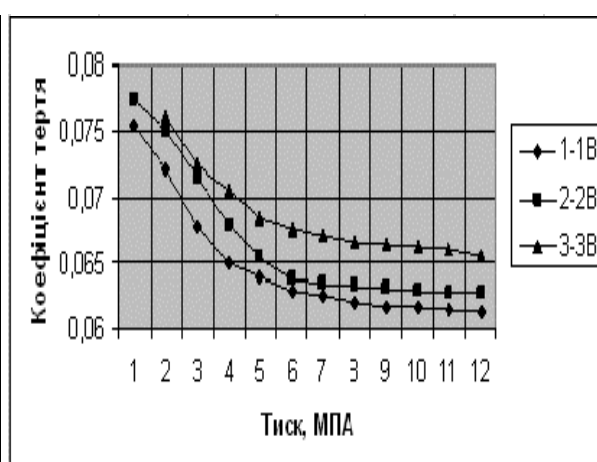
При виході молекул із зони дії електричного поля від зовнішнього джерела струму розірвані кінці молекул з'єднуються між собою і займають енергетично вигідне місце. Подрібнення великих, малорухомих молекул ММ за допомогою електричного поля від зовнішнього джерела на дрібні частини позначається на збільшенні рухливості частин молекул подібно нагріванню, та на зниженні в'язкості і коефіцієнту тертя.

Електричне і магнітне поля є величини векторні, володіють суперпозицією, а їх взаємодія на рухомі заряджені частинки буде сумарною. Відновлення ММ відбувається під дією електромагнітного поля за рахунок чого водень заміщується на радикал в окисненій сполуці в зоні тертя спряжених деталей.

Експеримент проводили на комплексі для дослідження трибологічних характеристик, який також дає змогу робити фото та відео зйомку поверхні тертя у динамічному режимі. При цьому олива працювала як електроліт а деталі як електроди. Пара тертя - вал (сталь 45) та площина (АО 20). За допомогою установки визначали коефіцієнт тертя не прямим шляхом а побічним, через зміну крутного моменту електродвигуна машин тертя, а по перепаду напруги вимірювали крутний момент і далі по формулі переводили в коефіцієнт тертя. Результати досліджень представлені на рис.1.



а) від напруги електричного струму в ланцюзі при різних навантаженнях, 1-2,1 МПа, 2- 4,4 МПа, 3-9,2 МПа;



б) від тиску при напруженні в ланцюзі електричного струму 1-1В, 2-2В, 3-3В

Рис. 1. Залежність коефіцієнту тертя в спряженні вал (сталь 45) – площина (сплав АО-20):

Встановлено, що зі збільшенням напруги в тонких шарах ММ починається розчинення аноду, а вплив електромагнітного поля при включенні електричного струму виявляється відразу: знижується в'язкість масла, змінюється коефіцієнт тертя в sprzęженні.

Проведені дослідження щодо стабілізації експлуатаційних властивостей ММ методом дії зовнішнім електромагнітним полем показали, що при використанні електричної енергії для відновлення в молекулі ММ початкових властивостей шляхом повернення водню окисненому радикалу. Іоні водню постійно знаходяться в ММ, відновлюються до атомарного стану, так як кислотність ММ визначається наявністю вільних іонів атомів водню.

Радіус іонів водню самий менший, тому він рухається під дією сили електромагнітного поля, порівняно легко проникає між молекулами ММ. Примусовий рух іона водню однозначно підвищує і без того його активні відновлюючі функції. При підході до поверхні деталі (катода) іон водню зустрічає на своєму шляху декілька орієнтованих до поверхні терта валу і площини пластів ММ.

Позитивно заряджений іон ММ на катодній поверхні деталі має кілька форм взаємодії з поверхнею деталі, на якій він адсорбується з молекулами ММ, в оточенні яких він перебуває.

Перебуваючи на катодній поверхні деталі позитивний іон СМ взаємодіє і з сусідами по поверхні - полярними молекулами, негативними, протилежними від катодного вала, кінці якого є ненасиченими.

Позитивно заряджений іон СМ, як елемент подвійного електричного шару взаємодіє з частинками другого шару молекул на поверхні металу. Ці частинки не завжди адсорбуються до

позитивних іонів своєї негативно зарядженої ненасиченої сторони.

Таким чином встановлено, що електричне і магнітне поля можуть впливати на молекули ММ, навіть якщо діелектричні властивості ММ в тонких шарах змінюються на кілька порядків. А якщо врахувати векторності електричного і магнітного полів, яким властиве явище суперпозиції, то ефект від взаємодії електромагнітного поля більш дійсний, енергія взаємодії електромагнітного поля з зарядженими частинками поляризованих молекул ММ при певних умовах перевищує енергію взаємодії окремих функціональних груп і окремих атомів з радикалами ММ.

Відновлення ММ можна здійснювати методом впливу зовнішніх електромагнітних полем шляхом відновлення атомарним воднем в зоні тертя sprzęжених деталей при проходженні електричного струму від зовнішнього джерела через деталі, що розділяє шар ММ і електрично ізолювану від деталей пари тертя нерозчинну анодний вставку.

Список літератури

1. Евдокимов А. Ю., Фукс И. Г., Шабалина Т. Н., Багдасаров Л. Н. Смазочные материалы и проблемы экологии. -М.: ГУП Издательство «Нефть и газ», 2000. -424 с
2. Остриков В. В., Зозуля А. Н., Голубев И. Г. Современные технологии и оборудование для восстановления отработанных масел.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001.-64с.
3. Кравец И.А. Ремонтная регенерация трибосистем. Т.: Издательство Бережанского агротехнического института 2003. – 284 с.
4. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. – М.: Химия, 1972. – 358 с.
5. Большаков Г.Ф. Восстановление и контроль качества нефтепродуктов. Ленинград: Недра, 1974. – 318 с.
6. Дерябин А.А. Смазка и износ дизелей. Ленинград: Машиностроение, 1974. – 184 с.

УДК 332.33:336.2 (045)

Малахова С. О.

Львівський національний аграрний університет

РОЛЬ ОПОДАТКУВАННЯ ЩОДО РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ КРАЇНИ

Одним із надзвичайно важливих питань сталого соціально-економічного розвитку України є наповнення державного та місцевих бюджетів. З цього приводу, безумовно, актуальним є питання наукового обґрунтування системи земельного оподаткування.

Процес оподаткування землі базується на двох основних принципах: справедливості та ефективності. Для визначення податкової вартості земельної ділянки потрібна її нормативно грошова оцінка, що є основою оподаткування, визначення державного мита та інших платежів. Однак на сьогодні постає питання більш широкого застосування ринкової бази оцінки у податкових цілях. Саме запровадження нових механізмів оцінки, що зможуть забезпечити визначення економічно обґрунтованих показників вартості стає дуже актуальним завданням.

Найбільш цікавою альтернативою нормативної оцінки земель може слугувати масова оцінка як спосіб установаження базової вартості земельних ділянок в цілях оподаткування, розрахованої на основі зіставлення реальних ринкових цін на землю та врахування всіх факторів, що впливають на вартість земельних ділянок. До її переваг можна віднести: час; вартість – процедура масової оцінки є значно дешевшою, ніж процедура індивідуальної оцінки; можливість об'єктивного та безпосереднього аналізу впливу ринку; можливість виконувати вибірку, пошук, порівняння та виявлення відмінностей у великому об'ємі інформації про об'єкти; цілісність результатів оцінки; наявність великої кількості даних для підтвердження та захисту результатів.

Процес масової оцінки проходить в три етапи. На першому – збираємо необхідну інформацію про земельні ділянки. На другому – використовуємо статистичне програмне забезпечення, за допомогою якого опрацьовуються дані, щоб проаналізувати фактори впливу на вартість земельних ділянок. На останньому етапі одержуємо візуальне відображення результатів визначення базової вартості оцінюваних об'єктів.

Масова оцінка земельних ділянок може цілком замінити застарілу методику нормативної грошової оцінки земель, за умови створення відповідних передумов. Використання моделі масової оцінки земель більшістю розвинутих країн

західної Європи засвідчує її надійність, а, головне, її ефективність [6].

Поряд з вирішенням низки питань, що стосуються зниження податкового навантаження на суб'єкти підприємницької діяльності, вдосконалення адміністрування податків і зборів, наближення податкового обліку до бухгалтерського, оптимізації податкових пільг, важливого значення в умовах сучасного соціально-економічного розвитку набуває посилення регулюючої та стимулюючої ролі оподаткування щодо раціонального використання земельних ресурсів країни. Досягнення таких цілей засобами оподаткування показало свою ефективність у багатьох країнах світу.

Проте досягнення фіскальної достатності, економічної ефективності і соціальної справедливості оподаткування на практиці є дуже складним завданням, зважаючи на високу динамічність функціонування соціально-економічних систем.

Необхідно пам'ятати про те, що забезпечення доходів бюджету, зростання економіки і соціальної справедливості в сучасних умовах є недостатнім для формування сталого економічного розвитку. У зв'язку з цим, до вище наведених принципів варто додати принцип екологічної захищеності, який полягає у встановленні таких податків і зборів, які стимулюють раціональне використання природних ресурсів.

Позитивним моментом Податкового кодексу є й те, що в його проекті передбачено збільшення податкових ставок, проведення їх індексації по окремих податках, які можна віднести до екологічного оподаткування (екологічний податок, збір за спеціальне використання води, збір за спеціальне використання лісових ресурсів).

Запропоновано низку змін, які будуть позитивно впливати на раціональне землекористування. Так, запроваджено ставку податку за землі за межами населених пунктів, нормативну грошову оцінку яких проведено. Також передбачено застосування зростаючого коефіцієнту до ставок оподаткування сільськогосподарських угідь, як-

що на них більше трьох років не ведеться сільськогосподарське виробництво, визначено платників та підстави для нарахування орендної плати за землі державної та комунальної власності.

Разом з тим плата за землю залишається загальнодержавним податком. Світовий досвід показує, що земельний податок, як правило, відноситься до місцевих податків. Такий підхід дає можливість ефективніше використати можливості цього податку щодо раціоналізації землекористування, врахування регіональних, місцевих особливостей використання земель різного цільового призначення, надання права органам місцевого самоврядування визначати рівень плати за землю в межах граничних розмірів під контролем держави.

Ключова роль земельного податку обумовлена тим, що з усієї сукупності обов'язкових платежів лише земельне оподаткування здатне виконати досить специфічні для податків функції вирівнювання умов господарювання (створення рівних умов на землях різної якості) та стимулювання раціонального використання землі (підвищення відповідальності за ефективне використання угідь).

Питання формування нового інструментарію підсистеми прямого оподаткування передбачає два можливі варіанти вирішення:

- перший варіант – запровадження нового спецрежиму оподаткування доходів – реформованого сільськогосподарського податку, що включатиме в себе податок за сільгоспугіддя та податок на прибуток;

- другий варіант – передбачення окремого функціонування майнових та прибуткових податків та розробка механізму їхньої взаємодії. Він передбачає застосування класичного земельного податку до сплати прибутку на загальних засадах.

Більш перспективним є другий варіант, який передбачає два канали вилучення доходів до бюджету – через земельний та прибутковий податки. Адже земельне оподаткування за своєю природою має на меті оподаткування додаткового доходу (ренти). Причому оподаткування рентних доходів відбувається за усередненими нормативними оцінками, на реальних, а не на особистих засадах.

При застосуванні даної податкової форми до уваги береться конкретна земельна ділянка (певної якості та місцезонаштування), і оподатковується її нормативна дохідність, виходячи з розвитку продуктивних сил у країні (рівня витрат виробництва) та цінової ситуації, що склалася на ринку.

Нині діючий Земельний кодекс України [2] у порівнянні з Земельним кодексом України 1992 року має багато розбіжностей. Саме вони створюють колізії, які неможливо вирішити в контексті діючого законодавства. Серед основних проблем слід виділити такі як:

- наявність норм у Земельному кодексі та інших законах у сфері земельних відносин, які мають декларативний характер або не мають механізмів їх реалізації;

- безсистемне та часто необґрунтовано внесення змін до Земельного кодексу України та інших законів у цій галузі, що призводить до розбалансованості норм та невідповідності таких норм іншим законодавчим актам, а також зміни вимог до землекористувачів, що у свою чергу не сприяє розвитку інвестиційної діяльності. Так, лише за 2009 рік дев'ять разів приймалися зміни до Земельного кодексу України. Слід зазначити, що загалом до чинного Земельного кодексу України зміни вносилися 35 разів, тоді як до Земельного кодексу України в редакції 1992 року зміни вносилися тричі. Крім того, є випадки, коли внесені зміни відміняли попередні, або ж кардинально змінювали десятки років існуючі норми;

- Земельний кодекс України містить велику кількість відсилочних норм, що у свою чергу ускладнює виконання норм цього Кодексу, а у деяких випадках взагалі унеможлиблює. Так до сьогодні в законодавстві немає низки законів, розробка і прийняття яких передбачалися Земельним кодексом України. Зокрема, законів України «Про земельний кадастр», «Про ринок земель», відсутність яких впливає на можливість зняття мораторію на відчуження земельних ділянок сільськогосподарського призначення та створення цивілізованого та прозорого ринку земель. Крім того, не сприяє розвитку земельних відносин відсутність законів про землі рекреаційного призначення, про Порядок застави земельних ділянок та прав на них (оренди, суперфіцію, емфітевзису), про зонування земель та інших.

Нині в Україні склалася і функціонує певна система платежів за володіння та користування земельними ресурсами. Проте, нинішня практика справляння земельних платежів має суттєві недоліки, до складу яких слід віднести:

- відсутність надійного джерела фінансових ресурсів для проведення заходів щодо поліпшення та охорони земельних угідь;

- відсутність впливу на негативні процеси, що притаманні сучасному землекористуванню – нераціональному використанню угідь, зокрема,

відмовою від їх обробітку, недотриманню сіво-змін з метою отримання більшого прибутку в короткостроковому періоді, погіршення якісних характеристик ґрунтів – існуючі форми і розміри земельних платежів не є достатніми, щоб бути дієвим засобом примушення власників ефективно використовувати належні їм земельні ділянки;

– відсутність впливу на ринкові трансакції земельних угідь, в ході яких змінюється призначення угідь і вони переводяться в інші категорії, що не лише сприяє розвитку корупції, а і створює загрози продовольчій безпеці;

– мельними платежами нині не охоплено суттєву частину земельного фонду, а ставки існуючих форм земельних платежів є нелогічно низькими;

– існує надто великий масив пільговиків, звільнених від земельних платежів, що спостерігається на фоні низьких фінансових можливостей місцевих бюджетів;

– спостерігається нецільове використання надходжень від земельних платежів, причому одночасно зростають спекуляції із сільськогосподарськими угіддями.

Перелічені проблеми землекористування можна вирішити шляхом вдосконалення інструментарію земельного оподаткування. Посилення як фіскальної, так і регулюючої характеристик плати за землю неможливе без запровадження нових форм земельних платежів. З іншого боку, реалії сучасного вітчизняного землекористування вимагають посилення відповідальності за володіння та користування землями сільськогосподарського призначення.

Крім того, відсутність справляння окремих форм земельних платежів при ринкових трансакціях сільськогосподарських угідь призводить до нераціонального їх використання, монополізації та переведення в інші категорії угідь. Це, в свою чергу, є головною причиною нецільового, екстенсивного та неефективного їх використання, спекуляцій із земельними ділянками, їх монополізації, а також переведення сільськогосподарських угідь в інші категорії, їх безконтрольної та безсистемної забудови.

З метою стимулювання раціонального використання угідь, обмеження випадків монополізації земель та посилення джерел фінансування заходів щодо поліпшення земельних ресурсів, система земельних платежів повинна включати наступні платежі:

– податок на володіння земельною власністю, який сплачуватиметься власником і завданням

якого повинно бути стимулювання власника до ефективного самостійного використання земель або пошуку орендаря-господаря;

– податок на результати господарювання – на рентні доходи від використання земельних угідь, який сплачуватиметься їх користувачем, буде направлений на вирівнювання умов господарювання і передбачатиме диференціацію податкового навантаження відповідно до вартості основного засобу виробництва – землі;

– податок на зростання ринкової вартості землі (нереалізованого доходу, що виник внаслідок зростання ринкової ціни земельної ділянки);

– податок на дарування, успадкування та безкоштовне отримання земельних угідь, який сплачуватиметься майбутнім власником;

– податок за монополічне використання угідь – передбачає обмеження по площі в розрахунку на одного землекористувача та афілійованих з ним структур і запроваджується з метою недопущення монополізації земель;

– податок на доходи від продажу землі, тобто податок на трансакції сільськогосподарських земель, який сплачуватиметься продавцем і завданням якого буде попередження спекулятивних операцій на ринку земель;

– податок за нецільове використання земельних ділянок сільськогосподарського призначення і переведення їх в інші категорії;

– податок за зниження якісних характеристик земельних угідь (за результатами періодичного бонітування).

Проте, доцільність капіталізації рентних доходів з метою оцінки земель для цілей оподаткування викликає певні сумніви. Для цілей оподаткування слід відмовитись від застосування грошової оцінки угідь на основі капіталізації рентних доходів [3].

Вдосконалення бази нарахування земельного податку за користування земельною ділянкою повинно бути спрямоване на уточнення нормативної оцінки угідь і повинно здійснюватись шляхом впровадження методів масової оцінки.

Напрямами вдосконалення механізму податку за використання сільськогосподарських угідь мають стати: запровадження двох складових податку на визначених нами засадах; переорієнтація механізму земельного податку на територіальні засади справляння, включення його до складу місцевих податків; уточнення методики визначення бази податку з метою забезпечення оподаткування реального рівня рентних доходів сільгоспвиробників; передбачення практики пе-

ріодичного (раз у 3-5 років) уточнення бази податку (диференціального доходу) з використанням кількох варіантів розрахунків; обґрунтування оптимального розміру ставок податку для посилення його ролі в системі оподаткування та належного наповнення місцевих бюджетів [1].

Запропоновані складові реформованої системи земельних платежів дозволять більшою мірою впливати на ефективність використання земельних ресурсів та стан їх збереження, значно підвищать рівень державного регулювання розвитку земельних відносин, стримуватимуть ринкові спекуляції земельними ділянками, монополізацію земельних угідь та запобігатимуть використанню земельних угідь на інші, ніж сільськогосподарське виробництво цілі, а також стимулюватимуть землевласника здійснювати фінансування заходів щодо поліпшення якості угідь. Запровадження заснованих на викладених принципах і ефективних ставках земельних платежів поставить усіх суб'єктів господарювання в рівні умови і буде стимулювати землекористувачів у вишукуванні резервів підвищення доходів за рахунок кращого використання землі.

Сьогодні постає питання реформування податкового механізму, що передбачав би не лише оптимальні розміри податкового навантаження, а й відповідав би за структурою платежів та застосуванням податковим інструментарієм рівню розвитку економіки України в цілому. При цьому він повинен ґрунтуватись на загальновизнаних принципах формування системи оподаткування та задовольняти вимогам, що висуваються світовою організацією торгівлі.

Нинішній етап розвитку економіки має стимулювати реформування податкової системи та пошук нових джерел поповнення бюджетів усіх

рівнів. Одним із таких джерел є земельний податок. Оскільки основою земельного податку є нормативна грошова оцінка земель, яка є застарілою і не базується на ринкових принципах, нагальним стає перегляд та впровадження нових механізмів визначення податкової вартості земельної ділянки. Все це потребує суттєвих капіталовкладень, однак економічна ефективність впровадження такої моделі може забезпечити окупність затрат протягом невеликого проміжку часу і може бути надзвичайно ефективною для оподаткування та вирішення інших проблем, що стосуються земельних відносин.

Список літератури

1. Дем'яненко М. Земельний податок у механізмі земельних відносин / М. Дем'яненко // Вісник аграрної науки. – 1994. – № 10. – С. 3-10.
2. Земельний кодекс України : наук.-практ. коментар / за ред. В.І. Семчика. – К. : Вид. дім «Ін Юре», 2003. – 676 с.
3. Котляров М. Новый земельный налог: неотложные проблемы и пути их решения / М. Котляров // Финансы. – 2007. – № 6. – С. 25-28.
4. Организация оценки и налогообложения недвижимости: В 2 т. / под ред. Дж. Еккерта. – М. : Стар Интер, 1997. – 382 с.
5. Про методику нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення та населених пунктів : Постанова Кабінету Міністрів України від 23 березня 1995 р. № 213 (в редакції від 05 липня 2004 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.rada.gov.ua.
6. Сацький Д. Масова оцінка земель – справедлива та ефективна база для розрахунку земельного податку / Д. Сацький // Землевпорядний вісник. – 2010. – № 3. – С. 44-47.

Науковий керівник – Ступень М. Г., д-р екон. наук, проф.

УДК 541.128

Павлюченко А. А., Гасвська Т. А.
Національний авіаційний університет, Київ

ВПЛИВ ПРИРОДИ КИСЛОТНОСТІ ПОВЕРХНІ ГЕТЕРОГЕННОГО КАТАЛІЗАТОРА НА ПЕРЕБІГ ПРОЦЕСУ РИФОРМІНГУ Н-ГЕПТАНУ

Стаття присвячена дослідженню природи кислотності поверхні оксидного хром-лантан-цирконієвого гетерогенного каталізатора. Отримані результати в подальшому можуть бути базою для розробки ефективного каталізатора риформінгу лінійних алканів у ароматичні сполуки.

Виробництво автомобільних бензинів і ароматичних вуглеводнів, які є сировиною для органічного синтезу, є однією з багатотоннажних і найважливіших складових нафтопереробки. Потреба в автомобільних бензинах і ароматичних вуглеводнях є значною, а вміст останніх у нафтовій сировині недостатній, тому вдосконалення процесу виробництва бензинів зводиться до збільшення виходу вуглеводнів, що підвищують октанове число (ароматичних вуглеводнів і алканів з розгалуженою будовою). Практично на всіх вітчизняних і зарубіжних нафтопереробних заводах є установки каталітичного риформінгу [1].

Сучасні процеси нафтопереробки і нафтохімії ґрунтуються на каталітичних процесах. Каталітичний риформінг є одним з базових процесів нафтопереробки, що дозволяють отримувати високооктанові компоненти моторних палив та індивідуальні ароматичні вуглеводні. Рівень технології процесу, його технічна і економічна ефективність багато в чому зумовлюють ефективність нафтопереробки в цілому. У зв'язку з цим в економічно розвинених країнах приділяється особлива увага вдосконаленню технологій риформінгу і розробці більш ефективних каталізаторів [2].

Одним з найбільш ефективних і поширених методів підвищення якості пального є процес каталітичного риформінгу легких бензинових фракцій, що містять вуглеводні C_4 - C_8 . Відомо, що ці реакції відбуваються на поверхні каталізаторів, які мають кислотні центри певної природи і сили.

Для того, щоб подолати низьку реакційну здатність алканів до ізомеризації

використовуються рідкі або тверді кислотні каталізатори, що містять благородні метали [3].

Сьогодні здійснюється пошук заміни платини в каталізаторі каталітичного риформінгу. Спроби зменшення вмісту платини в каталізаторі без погіршення його активності і каталітичних властивостей, часом зводяться нанівець зміною ситуації на ринку металів у бік збільшення ціни.

Мета даної роботи полягала в отриманні більш докладної інформації про механізм ароматизації на оксидних хром-лантан-цирконієвих каталізаторах при дослідженні поведінки реакції риформінгу н-гептану. Досліди проводили на трьох зразках каталізаторів.

Каталізатори готували шляхом просочення аморфного гідроксиду цирконію 10%-им водним розчином $(NH_4)_2CrO_4$ (зразок 1) і легованого 5,0 мас. % La_2O_3 (зразок 2) та 10 мас. % La_2O_3 (зразок 3), причому рН розчину підтримували на рівні 10 додаванням аміаку. Надлишок води повільно випаровується при 50-60 °С при перемішуванні. Отримані продукти прожарювали при 600 °С протягом 4 год на повітрі.

Для визначення оптимального температурного режиму проведення реакції риформінгу було проведено термодинамічні розрахунки. За модельну реакцію риформінгу обрано реакцію перетворення гептану в толуол, тобто реакцію дегідроциклізації. Небажаним напрямком перебігу даної реакції є крекінг гептану.

Внаслідок крекінгу гептану можуть бути одержані бутан і пропілен. Нижче наведено обидві реакції:

Результати обчислень наведено на рис.1:

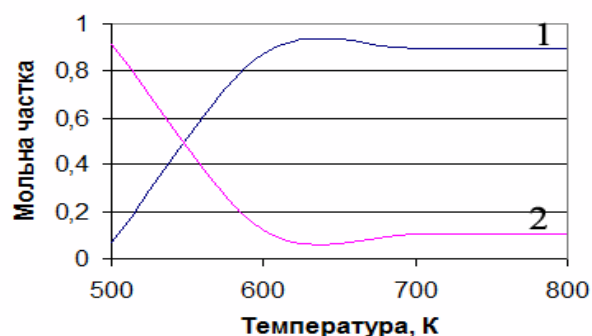
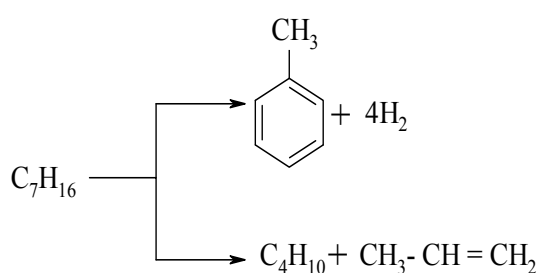


Рис.1 Залежність виходу продуктів крекінгу та толуолу від температури для процесу риформінгу гептану: 1 – продукти крекінгу, 2 – толуол

З рис.1 можна зробити висновок, що цільова реакція – утворення толуолу, найкраще проходить за температури 500 К і після її досягнення вихід толуолу починає зменшуватись. В той же час, продукти крекінгу мають більший вихід зі збільшенням температури в системі.

Таким чином, підвищення температури реакції вище 500 К є небажаною, оскільки

призводить до збільшення виходу побічних продуктів і зменшення виходу цільових. Оптимальна температура для проведення процесу каталітичного риформінгу гептану є близькою до 500 К.

Реакцію риформінгу гептану було досліджено в проточному реакторі з нерухомим шаром каталізатора в установці, схему якої наведено на рис. 2.

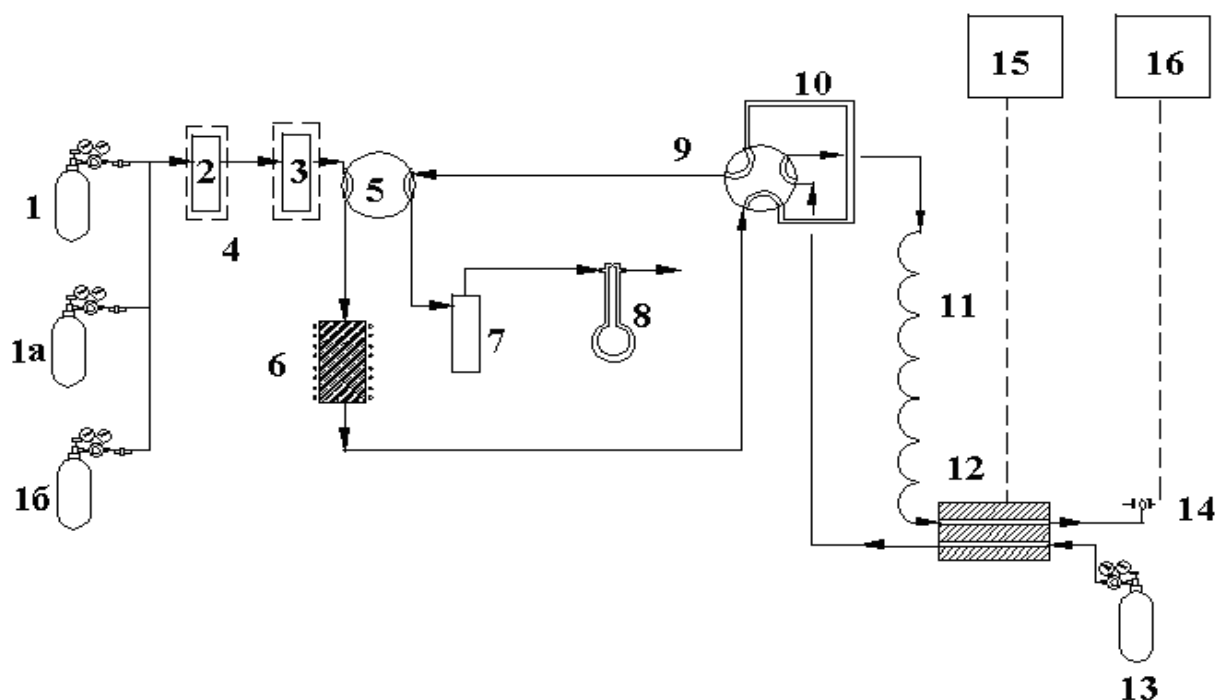


Рис.2. Схема дослідної установки для вивчення властивостей каталізатора в процесі риформінгу гептану:

1,13 – балон з гелієм, 1а - балон з воднем, 1б – балон з киснем, 2 – випарувач з гептаном, 3 – конденсатор, 4 – термостат, 5 – шестиходовий кран, 6 – реактор у термостаті, 7 – уловлювач продуктів, 8 – реометр, 9 – кран-дозатор, 10 – калібрований об'єм, 11 – хроматографічна колонка, 12 – катарометр, 14 – полум'яно-іонізаційний детектор, 15 та 16 – потенціометри

Установка складається з трьох основних блоків:

- 1) блок підготовки реакційної суміші;
- 2) реакторний блок та
- 3) блок аналізу продуктів.

Реакцію проводили при нормальному тиску в межах температур 550-570 °С. Як газ-носії

використовували водень (витрата 4,5 л/год). Маса каталізатора 10 г, швидкість потоку реакційної суміші 10 ммоль/ год.

Продукти реакції аналізувалися он-лайн газовим хроматографом, обладнаним полум'яно-іонізаційним детектором та катарометром.

Результати дослідів наведено в табл.1.

Таблиця 1

Результати дослідження гетерогенно-каталітичного риформінгу гептану на зразках оксидного хром-лантан-цирконієвого каталізатора

	Каталізатор		
	ZrO ₂ -Cr ₂ O ₃	ZrO ₂ -Cr ₂ O ₃ +La ₂ O ₃ (5% мас.)	ZrO ₂ -Cr ₂ O ₃ +La ₂ O ₃ (10% мас.)
Ступінь перетворення, %	40,3	70,5	79,4
Селективність, %			
C ₁ -C ₃	2,0	1,5	13,0
C ₄ -C ₆	15,2	7,5	10,6
бензол	30,8	31,5	26,0
толуол	52,0	59,5	50,4
Вихід ароматичних сполук, %	21,3	64,1	60,7
Вихід продуктів крекінгу, %	6,9	6,3	18,7

Для визначення кількості і сили кислотних центрів на поверхні каталізатора, було досліджено температурно-програмовану десорбцію (ТПД) аміаку.

Результати дослідів наведено на рис.3.

З рис.3 видно, що присутність промоторів у зразках не змінювала профілі ТПД: спектр складається з двох піків з максимумами при 600 та 880 К. З цього можна зробити висновок про присутність на поверхні каталізаторів двох типів центрів.

Порівнюючи результати перетворення гептану на різних зразках каталізатора, видно що зразок 3, на якому є найбільша кількість сильних кислотних центрів, проявляє більші крекуючі властивості: на цьому каталізаторі утворюється найбільша кількість продуктів крекінгу, а саме, 13,0% C₁-C₃ та 10,6% C₄-C₆, тобто вихід продуктів крекінгу складає 18,7 %.

Вихід ароматичних продуктів є найбільшим для зразка 2, який має найбільшу кількість центрів меншої сили (температура піка 600К). Отже, можна припустити, що саме ці кислотні центри є відповідальними за утворення ароматичних сполук.

Звичайно, для визначення природи цих центрів потрібні подальші дослідження, зокрема із застосуванням методу ІЧ-спектроскопії, щоб визначити природу цих центрів, а саме, чи належать вони до бренстедовських (протоно-донорних), або до льюїсовських (електроно-акцепторних) центрів.

Порівнюючи результати перетворення н-гептану на різних зразках каталізаторів, видно, що каталізатор, який промотований 10%-им розчином оксиду лантану, має найбільшу кількість активних кислотних центрів і він проявляє найбільші крекуючі властивості.

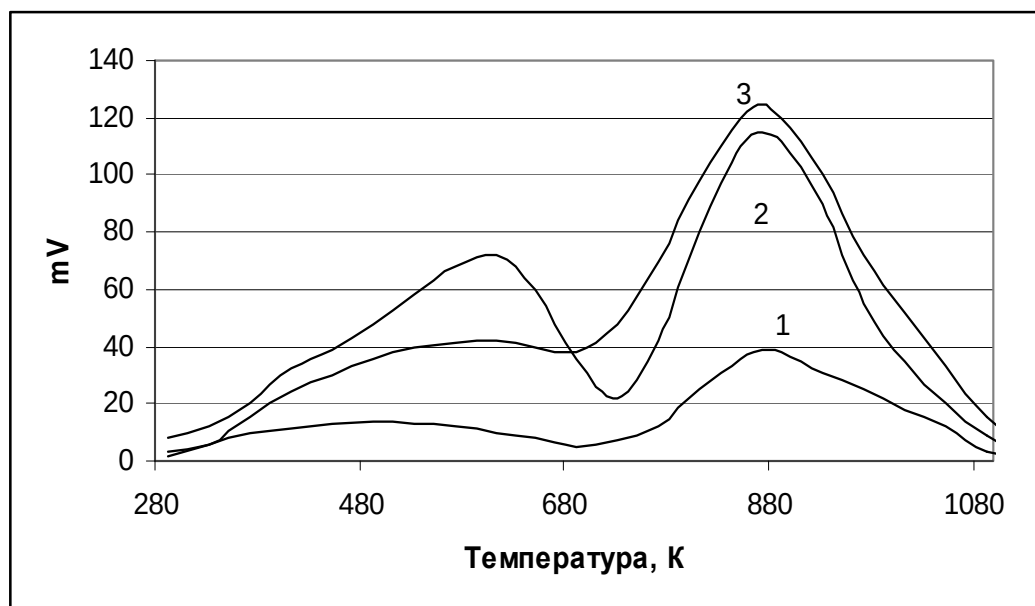


Рис.3. Спектри програмованої термодесорбції аміаку, адсорбованого, відповідно, на зразках каталізатора 1, 2 та 3. Швидкість підвищення температури 10 К/хв

Список літератури

Вихід ароматичних продуктів є найбільшим для каталізатора, який промотований 5%-им розчином оксиду лантану. Цей каталізатор має найбільшу кількість центрів меншої сили (температура піка десорбції аміаку 600 К).

Отже, можна зробити припущення, що за вихід ароматичних сполук відповідають кислотні центри меншої сили.

Автор висловлює глибоку вдячність доктору хімічних наук, професору кафедри хімії і хімічної технології Інституту екологічної безпеки НАУ Ю.В. Білокопитову за допомогу при виконанні роботи.

1. Мирошникова Д.А., С.М. Леденёв. Усовершенствование каталитической системы риформинга бензиновой фракции // В мире научных открытий.- 2010-. №4 (10) – Ч. 6 – 68 с.

2. Кузьмина Р.И., Фролов М.П., Ливенцев В.Т., Ветрова Т.К., Ковнев А.. Разработка цеолитсодержащего катализатора риформинга // Катализ в промышленности. – 2010. – № 6. – С. 29-34.

3. Ливенцев В. Т. Разработка алюмоплатиновых катализаторов риформинга углеводородов. Автореф. дис. доктора хім. наук // Саратов, 2003 –15 с.

4. Ткачев С.А., Мухленов И. П., Добкина Е. И., Дерюжкина В. И., Сороко В. Е.; Под ред. Проф. И. П. Мухленова. Технология катализаторов.// – Л.: Химия, 1989 – 272 с.

5. Дуплякин В.К. Модельные и промышленные катализаторы: методы их синтеза и конструирования. Научные основы приготовления и технологии катализаторов // Новосибирск: ИК СО РАН, 1996. С. 7-34.

УДК 544.47:547.599.4(043.2)

Ольшевський І. В., Боначівський Ю. С.
Національний авіаційний університет, Київ

ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛІТИЧНА ТРАНСЕСТЕРИФІКАЦІЯ ЕСТЕРІВ КИСЛОТ СПИРТАМИ

Досліджено процес трансестерифікації ріпакової олії етанолом на твердих каталізаторах з використанням оксидів хрому, вольфраму та цирконію. Доведено, що визначальний вплив на перебіг процесу трансестерифікації належить активним кислотним центрам каталізаторів, на основі чого запропоновано використовувати двоокис цирконію, нанесений на титанаеросильний носій, який володіє найвищою кислотністю з високою концентрацією активних центрів на поверхні. Запропоновано оригінальну установку для проведення гетерогенно-каталітичної трансформації олій з рециркуляцією надлишку спирту.

У зв'язку з обмеженістю природних ресурсів, головним чином нафти, актуальним стає використання поновлюваних енергоресурсів. В останні роки значна увага приділяється енергоносіям рослинного походження, зокрема, продуктам трансестерифікації жирних кислот рослинних олій метанолом або етанолом. Метилові та етилові естери жирних кислот мають значно меншу в'язкість порівняно з

вихідними оліями і можуть застосовуватися як біодизель самостійно, або як добавки до традиційного дизельного палива [1].

Біодизель та його суміші зі звичайним дизельним паливом, завдяки подібним фізико-хімічним характеристикам, які наведені у таблиці 1, можуть використовуватися в дизельних двигунах без їх модифікації.

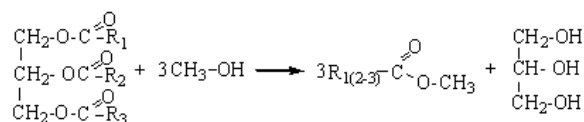
Таблиця 1

Порівняння деяких характеристик дизельного палива і естерів рослинних олій

Показники	Дизельне паливо (літне)	Біодизель (естери олій)
Густина при 20 °С, кг/м ³	820-850	875-900
В'язкість при 20 °С, мм/м ³	3,5-6,0	3,5-5,0
Температура, °С:		
застигання (кристалізації)	< -10	-5
кипіння	180-300	> 200
спалаху	< 40	> 100
самозаймання	230-300	300-350
Цетанове число	не менше 45	50-55
Відношення С/Н	6,5	6,5
Вміст сірки, %	0,2-0,001	< 0,1
Теплота МДж/кг		
згоряння найнижча	42-43	37-38
пароутворення	210	-
Теплота згоряння стехіометричної суміші (об'ємна теплопродуктивність), МДж/м ³	3,4	3,4
Масова теплопродуктивність, МДж/кг	2,8	2,7
Теплоємність при 20 °С, кДж/(кг·град)	1,9	-
Стехіометрична кількість повітря, необхідна для повного спалювання пального, кг/кг	14,0-14,5	13,5-14,5
Максимальна температура полум'я, °С	2100	2000

Зараз біодизель одержують, при температурі 60 °С і нормальному переестерифікацією олій переважно метанолом атмосферному тиску. Стехіометричне молярне

співвідношення алкоголю до тригліцеридів в цьому процесі складає 3:1. На практиці для зміщення рівноваги у бік повної конверсії олії і максимального виходу естерів кислот спирт беруть з 2-3 разовим надлишком. Реакція проходить через



Серед основних недоліків гомогенно-каталітичної метанольної трансестерифікації олій, яка є основою промислового виробництва біодизелю, – висока токсичність метанолу, проблема відокремлення цільового продукту від каталізатора і побічних продуктів реакції та пов'язане з цим утворення значної кількості забруднених стічних вод. З огляду на це, актуальним є розроблення гетерогенно-каталітичної системи для етанольної переестерифікації ріпакової олії. Останнім часом в цьому напрямку ведеться інтенсивний пошук ефективних твердих каталізаторів [2-3].

Матеріали і методи дослідження

Як вихідні продукти використовували рафіновану ріпакову олію і абсолютований етанол. За даними хроматографічного аналізу, олія являла собою практично чисті тригліцериди з наступним вмістом насичених і моно/поліненасичених вищих карбонових кислот, мас. %: C_{14:0} = 0,2; C_{16:0} = 4,5; C_{16:1} = 0,3; C_{18:0} = 1,5; C_{18:1} = 56,0; C_{18:2} = 19,6; C_{18:3} = 10,1; C_{20:0} = 1,5; C_{20:1} = 3,8; C_{22:0} = 0,4; C_{20:2} = 0,2; C_{22:1} = 1,7.

В якості каталізаторів використовували оксиди хрому, цирконію і вольфраму нанесені на титанаеросильну основу. Їх готували просочуванням титанаеросильного носія (ТС), що випускається промисловістю за ТУ 88 УРСР 251-02-84, розчинами солей хрому (NH₄)₂Cr₂O₇·H₂O, вольфраму (NH₄)₂W₄O₁₃·6H₂O та цирконію Zr(NO₃)₄·5H₂O з подальшим просушуванням при 120 °C та прожарюванням за температури близько 500 °C впродовж 4 годин. Кількість солей брали такою, щоб на носії площею поверхні 120 м²/г осадилося близько 5 мас.% оксидів металів.

Хроматографічний аналіз проводили методом внутрішнього стандарту, яким слугував н-бутиловий спирт. Для аналізу використовували

три послідовних стадії, що приводять до одержання трьох молів метилових естерів насичених і ненасичених кислот та одного молю гліцерину, за схемою:

хроматографічну колонку довжиною 2 м, заповнену нерухомою фазою SE-30, нанесеною на основу Chromosorb W. Точно зважену кількість стандарту змішували у пікнометрі об'ємом 25 мл з продуктами реакції. Рідку пробу продуктів реакції та стандарту відбирали мікрошприцом на 1μл та вводили у пробовідбірник хроматографа.

Аналіз продуктів проводили з використанням методу оберненої рідинної хроматографії високого тиску і ¹³C ЯМР спектроскопії. Хроматограми записували на приладі Waters System Breeze з рефрактометричним детектором, елюент – толуол/ацетонітрил, колонка Symetry C₁₈ 150x4,6 мм, наповнювач силікагель 5 мкм. Конверсія олії і селективність за етиловими ефірами розраховувалася з одержаних хроматограм по співвідношенню піків олії і продуктів реакції. Спектри ЯМР на ядрах ¹³C записували на приладі Bruker Avance 400.

Результати та їх обговорення

Переестерифікацію проводили на гетерогенному каталізаторі в умовах надлишку спирту, для чого розроблено установку з рециркуляцією спирту, яка зображена на рис.1.

Реакційну суміш готували дозуючим пристроєм (1), до складу якого входили шприци (2) і (3) для вводу етилового спирту і ріпакової олії. Після попереднього нагрівання до 80 °C у трубці (4) реакційну суміш подавали у реактор (5), де знаходився каталізатор (6). Об'єм каталізатора, що загрузали у реактор, дорівнював 20 мл. Розмір зерен каталізатора – 0,25 мм. Реакційну суміш подавали зі швидкістю 0,6 г/хв. Температуру реактора підтримували 150±0,3 °C за допомогою електронного регулятора. Після проходження реакційної суміші через каталізатор продукти реакції разом з непрореагувавшими етиловим спиртом і олією охолоджували холодильником (7). Дистиллят

через збірник (8) і далі відстійник (9) розділяли на дві фази – нижню, що містила власне біодизель і гліцерин, яку піддавали аналізу, і верхню, що являла собою в основному

надлишковий етанол. Через кран (10) нижню фазу направляли на хроматограф, а етиловий спирт нагрівали за допомогою випарювача (11) і повертали у реактор по трубці з обігрівом (12).

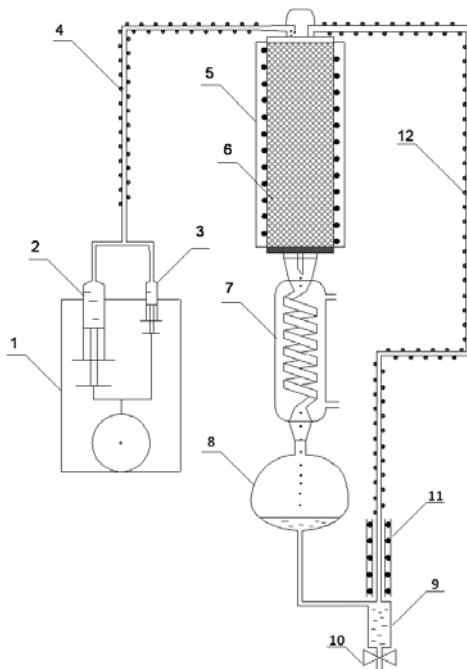


Рис. 1. Каталітична установка для одержання біодизелю:

- 1 – пристрій для приведення в рух поршнів шприців; 2 – шприц з етанолом; 3 – шприц з олією;
4, 12 – трубка з обігрівом; 5 – реактор з обігрівом; 6 – каталізатор; 7 – холодильник;
8, 9 – збірники продуктів; 10 – кран; 11 – обігрів

Було досліджено кислотні властивості програмованої термодесорбції аміаку в поверхні каталізаторів шляхом адсорбції та установці, схема якої наведена на рис.2.

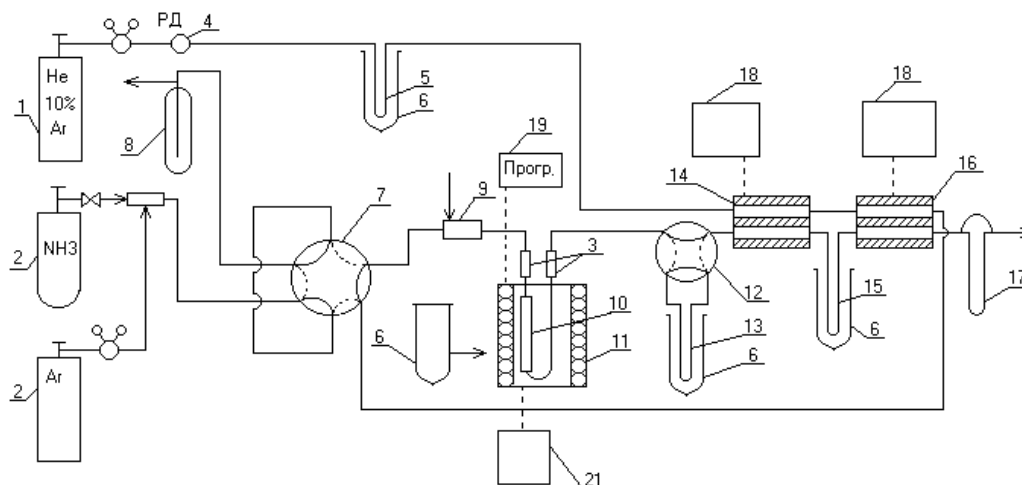


Рис.2. Принципова схема дослідної установки для визначення кислотних властивостей поверхні каталізаторів.

- 1 - балон з аргонно-водневою сумішшю, 2 – балон з аміаком або аргоном, 3 – штуцери для підключення реактора, 4 – регулятор газового потоку, 5, 13, 15 – пастки; 6 – посуд Дьюара з рідким азотом, 7 – шестиходовий кран-дозатор з каліброваним об'ємом, 8- посуд контролю виходу аміаку; 9 – пробовідбірник; 10 - капсула з каталізатором; 11 – електрод; 12 - чотиреходовий кран, 14 та 16 – катарометри, 17 – реометр; 18 - потенціометр; 19 - програматор підвищення температури; 21 – двохкоординатний потенціометр

Після обробки каталізатора киснем при 500°C та подальшою продувкою гелієм при цій же температурі зразок охолоджували до температури адсорбції та здійснювали адсорбцію аміаку. При адсорбції аміак подавався дозами (0,5 мл) за допомогою шестиходового кран-дозатора (7). Неадсорбований аміак проходив через катарометр (14) і виморожувався при температурі рідкого азоту в пастці (15), після розморожування якої аналізувався на катарометрі (16) та реєструвався потенціометром (18). Кількість адсорбованого аміаку визначали за різницею об'ємів поданого та неадсорбованого аміаку.

Для запобігання адсорбції аміаку в комунікаціях всі вузли установки (крім пасток 5, 13 та 15) знаходилися при температурі 120°C.

По завершенню процесу адсорбції каталізатор продували потоком гелію при температурі адсорбції для видалення фізично адсорбованого аміаку, який уловлювали в пастці (15), а потім кількісно аналізували на катарометрі (16).

Після припинення видалення аміаку за температури адсорбції, проводили програмований нагрів зразка каталізатора із швидкістю 15 градусів на хвилину. Аміак, що утримувався поверхнею каталізатора, із підвищенням температури десорбувався і проходив через катарометр (14). При цьому на двохкоординатному потенціометрі (21) одночасно реєструється температура зразка та кількість десорбованого при цій температурі аміаку, тобто одержується термодесорбційний спектр.

Десорбований аміак виморожували в пастці (15) і після розморожування аналізували катарометром (16).

Після завершення реакції трансестерифікації олії етанолом, продукти реакції збирали у збірнику (8) і аналізували на вміст гліцерину, за результатами якого розраховували ступінь перетворення олії і вихід біодизелю.

Кислотність поверхні використаних каталізаторів та результати гетерогенно-каталітичної трансестерифікації ріпакової олії етанолом приведено в табл. 2.

Таблиця 2

Кислотність поверхні каталізаторів, ступінь перетворення на них олії та склад продуктів трансестерифікації ріпакової олії етанолом

Каталізатор	Питома адсорбція NH ₃ , $\mu\text{моль/м}^2$	Конверсія олії, %	Селективність утворення етилових естерів жирних кислот, %	Склад продуктів за даними хроматографії, %			
				Тригліцериди	Етилові естери	Вільні жирні кислоти	Неідентифіковані продукти
Cr ₂ O ₃ /TC	3.0	72,8	40	27,18	69,04	3,80	0,00
WO ₃ /TC	4.4	81,2	60	18,83	74,22	4,85	2,10
ZrO ₂ /TC	5.0	98,3	95	1,69	70,65	4,51	23,14

Співставляючи результати ступеню перетворення олії на різних каталізаторах з кількістю найбільш активних кислотних центрів на поверхні (десорбція аміаку після продування зразка гелієм при температурі 448 К) показує, що ZrO₂/TC, для якого ця величина є найбільшою, проявляє також найбільшу активність.

Таким чином видно, що найбільш активними в процесі трансестерифікації є ті каталізатори, які мають найбільшу кількість кислотних центрів на поверхні.

Автори висловлюють вдячність доктору хімічних наук, професору кафедри хімії і хімічної технології ІЕБ НАУ Ю.В. Білокоптову за допомогу при виконанні роботи.

Список літератури

1. Meher L.C., Sagar D.V., Naik S.N. Technical aspects of biodiesel production by transesterification – a review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2006. – vol.10. – p.248-268.
2. Брей В.В., Мележик А.В., Шистка Д.В. Переэтерификация рапсового масла этанолом на гетерогенных кислотных катализаторах // Катализ и нефтехимия. – 2008. – № 16. – С. 9–16.
3. Патриляк Л.К., Кухар В.П., Патриляк К.І. та ін., Пат. на винахід № 88409 Україна, МПК (2009) С 10 L 1/02 (2009.01), С 07 С 67/02 (2009.01), С 07 С 67/03 (2009.01), С11 С 3/00, С 07 С 69/003 (2009.01), Опубл. 12.10.2009, Бюл. № 19.

УДК 541.11

Федоренко В. В., Козяровський Б. С., Шутенко О. С., Дмитренко В. В.
Національний авіаційний університет, Київ

ТЕРМОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РІДКИХ ПОДВІЙНИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ Ni – Zr

Представлені теплові ефекти утворення сплавів з рідкого нікеля і переохолодженого рідкого цирконію. Порівняли одержані нами ентальпії змішування з ентальпіями утворення інтерметалідів.

Цирконій додають у сплави для зниження в них вмісту кисню та покращення їх властивостей. Саме тому є доцільним вивчення термодинамічних властивостей різних систем, що містять цирконій. До цього часу фізико-хімічні властивості подвійних систем, що містять цирконій, вивчені недостатньо. Метою даної роботи є дослідження ентальпій змішування розплавів системи Ni – Zr.

Вивчення проводили у калориметрі з ізотермічною оболонкою. калориметрична комірка при цих дослідженнях складається з масивного молібденового блоку та вставленого до нього алундового тиглю. Перевагою тиглів такого типу є те, що вони у більшості випадків не взаємодіють з досліджуваними матеріалами і не руйнуються до досягнення досить великих температур. У проведених дослідженнях також взаємодії тиглю з компонентами розплавів не відбувалося. Вихідними матеріалами є нікель йодидний та цирконій йодидний. Дослідження проводили в інертній атмосфері. Зразки цирконію, які знаходились у твердому стані при $T = 298 \text{ K}$, додавали у розплавлений нікель. Зміну температури, яка виникає при цьому, фіксували у вигляді термографічної кривої і використовували для розрахунку теплового ефекта процесу. Зафіксований тепловий ефект розчинення зразка цирконію є сумою теплот необхідних для нагрівання холодного зразка від 298 K до температури дослідження, і теплоти, яка виділяється або поглинається при взаємодії компонентів між собою $(\Delta H_{T_o})_i$:

$$K \int_0^{\tau} \Delta T d\tau = (\Delta H_{T_o})_i - n_i \Delta H_{298}^{T_o}, \quad (1)$$

де n_i – кількість молів i -компонента, що скидається; $\Delta H_{298}^{T_o}$ – зміна ентальпії i -компонента від 298 до T_o ; ΔT – зміна температури калориметричної ванни; t – час розчинення зразка; K – коефіцієнт теплообміну (стала

калориметра). Значення $\Delta H_{298}^{T_o}$ взяті з довідника [1].

Значення K знаходили за площею пика, що утворюється при скиданні зразків цирконію або штучних монокристалів $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ на початку і в кінці досліду. Розрахунок помилок у визначенні парціальних та інтегральних ентальпій змішування виконували за відомою методикою

[2]. Оскільки інтеграл $\int_0^{\tau} \Delta T d\tau$ неможна

розрахувати аналітично, ми переносили все термографічні криві на папір і зважували. За тепловими ефектами розчинення розраховували парціальні та інтегральні ентальпії утворення:

$$\Delta H = \frac{\sum_i (\Delta H_{T_o})_i + \sum_j \Delta H_{T_o})_j}{\sum_i n_i + \sum_j n_j}; \quad (2)$$

$$\Delta \bar{H}_i = \frac{(\Delta H_{T_o})_i}{n_i} = -\Delta H_{298}^{T_o} - \frac{K \int_0^t \Delta T dt}{n_i} = -(\Delta H_{T_o})_i - \frac{KS_i}{n_i}, \quad (3)$$

де n_i, n_j – кількість молів i - та j -компонентів; S_i – вага паперу.

Точність у визначенні ΔH та $\Delta \bar{H}_i$ залежить від похибок, з якими входять до рівнянь (2), (3) $K, S_i, n_i, n_j, (\Delta H_{298}^{T_o})_i, j$. Так як $(\Delta H_{298}^{T_o})_i, j$ – це табличні величини, похибки їх можна вважати систематичними. Тому основний вклад у випадкову похибку $\Delta \bar{H}_i$ вносить другий член рівняння (3). враховуючи це, одержимо вираз для розрахунку відносної похибки δ :

$$\delta = \frac{\Delta K}{K} + \frac{\Delta S_i}{S_i} + \frac{\Delta n_i}{n_i} = \frac{\Delta K}{K} + \frac{\Delta S_i}{S_i} + \frac{\Delta m_i}{m_i}, \quad (4)$$

де m_i – маса зразків.

Точність у визначенні S та m дорівнює 10^{-4} г , а похибку K вважали такою, що дорівнює

середнє квадратичній похибці середнього арифметичного $\bar{K}$:

$$\sigma_K = \Delta K = \sqrt{\frac{\sum_i (\bar{K} - K_i)^2}{(z-1)z}}, \quad (5)$$

де z – кількість вимірювань K .

величину K визначали як середнє арифметичне 4 – 5 вимірювань, розраховані за рівнянням (4) похибки для парціальних ентальпій змішування не перевищують $\pm 7\%$. Якщо врахувати похибку (ΔH_{T_0}), то точність у визначенні $\Delta \bar{H}_i$ складе $\pm 9 - 10\%$.

Одержані парціальні та інтегральні ентальпії змішування наведені у таблиці. Ентальпії змішування вивчених рідких сплавів розраховані з урахуванням теплоти плавлення цирконію, що дорівнює 22,9 кДж/моль [3].

Таблиця

Парціальні та інтегральні ентальпії змішування рідких подвійних сплавів системи Ni – Zr за 1950 К (кДж/моль)

x_{Zr}	$-\Delta H$	$-\Delta H_{Zr}$	$\Delta \bar{H}_{Ni}$
0	0	230 ± 15	0
0,02	$4,0 \pm 0,1$	220 ± 12	$-0,4 \pm 0,4$
0,04	$8,5 \pm 0,1$	210 ± 10	$-0,1 \pm 0,1$
0,06	$12,5 \pm 0,2$	197 ± 9	$0,5 \pm 0,5$
0,08	$16,0 \pm 0,2$	184 ± 9	$1,0 \pm 0,6$
0,10	$18,0 \pm 0,3$	170 ± 8	$1,0 \pm 0,7$
0,12	$22,0 \pm 0,4$	157 ± 7	$3,0 \pm 1,0$

Таким чином, нами представлені теплові ефекти утворення сплавів з рідкого нікеля і переохолодженого рідкого цирконію.

Як бачимо, рідкі нікель-цирконієві сплави утворюються з виділенням великої кількості теплоти. Це узгоджується з їх поведінкою у твердому стані. Згідно з діаграмою стану системи Ni – Zr [3], у твердому стані утворюються сполуки, які плавляться конгруентно (Zr_2Ni , $ZrNi$, $ZrNi_3$) та сполука, які плавляться інконгруентно ($ZrNi_4$).

У [4] визначені ентальпії утворення проміжних фаз системи Ni – Zr: $Ni_{0,53}Zr_{0,67}$, $Ni_{0,5}Zr_{0,5}$, $Ni_{0,78}Zr_{0,22}$, $Ni_{0,83}Zr_{0,17}$ за температур близьких до $T_{пл}$. Вони складають за 1230; 1405 та 1479 К відповідно – $36,8 \pm 1$; – $52,0 \pm 2$; – $39,5 \pm 0,5$ та – $32,4 \pm 3$ кДж/моль.

Так як ентальпії утворення сплавів найчастіше незначно змінюються з

температурою, ми порівняли одержані нами ентальпії змішування з ентальпіями утворення інтерметалідів, встановленими у [4].

Ми також спів ставили одержані ентальпії змішування розплавів системи Ni – Zr з даними для подвійних систем (Fe, Cu) – Zr [5, 6]. Виявилось, що ентальпії змішування за абсолютною величиною зростають у ряду Cu – Zr $\rightarrow$ Fe – Zr $\rightarrow$ Ni – Zr. Це свідчить про підсилення між часткової взаємодії при переході від купруму до феруму та нікелю. Найбільша спорідненість нікелю до цирконію у рідкому стані обумовлено будовою 3d-оболонки нікелю, на якій в нього знаходяться 9 електронів. Для утворення стійкої десятиелектронної оболонки йому недостає всього одного електрону. У купруму цей рівень заповнений, а у феруму на 3d-рівні знаходяться 8 електронів. З цієї причини нікель має значно більшу спорідненість до електрону ніж ферум та купрум. Електрон, якого не вистачає при утворенні сплаву, нікель «позичає» у цирконію, у якого на 4d-рівні та 5s-рівні знаходяться по електрони.

Виходячи з вищевикладеного можна зробити висновок, що на енергетику сплавоутворення цирконію з 3d-металами впливає ступінь заповнення d-рівня перехідного металу. Тому енергію взаємодії у сплавах, що вивчаються можна пояснити у межах донорноакцепторної моделі.

Порівняння одержаних і відомих з літератури термохімічних властивостей розплавів і сполук системи Ni-Al свідчить про їх узгодження в межах експериментальних похибок. Це підтверджує достовірність встановлених нами ентальпій змішування розплавів Ni-Al.

Розплави подвійних систем Ni-Zr (Hf), Al-IVb-метал. Так як для визначення ентальпій змішування потрібних розплавів необхідні точні дані для подвійних граничних систем, ми уточнили термохімічні властивості рідких розчинів Ni-Zr (Hf), Al-IVb-метал для 1770 ± 5 К та 1790 ± 5 К.

Слід відмітити, що для всіх вивчених розплавів подвійних систем спостерігається задовільна кореляція між встановленими нами та достовірними літературними термохімічними властивостями.

Термохімічні властивості розплавів системи Al-Hf вперше визначені нами при 1790 ± 5 К до $x_{Hf} = 0,2$. Ми також змоделювали ентальпії змішування цих розплавів в усьому концентраційному інтервалі із відомих з

літератури ентальпій утворення алюмінідів гафнію (HfAl , HfAl_2 і HfAl_3). Співставлення досліджених нами ентальпій змішування розплавів з оціненими за допомогою інтерметалідів, дозволило встановити, що відношення $\Delta H_{\text{оцн.}}$ до $\Delta H_{\text{некс.}}$ дорівнює 1,8. Припустивши, що це відношення залишається постійним для всього концентраційного інтервалу, ми змоделювали розплави Al-Hf .

Видно, що Al-Hf розплави утворюються з трохи меншим виділенням теплоти, ніж подібні до них рідкі сплави Al-Ti (Zr).

Порівняння літературних і визначених в даній роботі ΔH показало, що мінімум на поверхні ентальпії змішування знаходиться приблизно в однаковій області концентрацій. Проте в даній роботі одержано більш екзотермічні ентальпії змішування розплавів Ni-Al-Zr в області мінімуму ($-73,3 \pm 2,8 \text{ кДж/моль}$ при 1770 K), ніж відомі із літератури ($-61,5 \text{ кДж/моль}$ при 1565 K). Це свідчить про температурну залежність термохімічних властивостей розплавів потрійної системи Ni-Al-Zr , яку, звичайно, необхідно підтвердити в додаткових дослідженнях.

Система Ni-Al-Hf . Нами вперше досліджені термодинамічні властивості розплавів системи Ni-Al-Hf при $1770 \pm 5 \text{ K}$. Вивчення даної системи проводили по семи перерізам із сталим співвідношенням мольних часток компонентів залежно від того, з якої базової подвійної системи починали досліди. Визначені $\Delta_m H$ та Δ_i апроксимували поліномами, з допомогою яких розраховували відповідні значення при округлених концентраціях (табл.5, в кДж/моль). Розплави даної системи також характеризується великими екзотермічними парціальними та інтегральними ентальпіями змішування. Із літературних джерел відомо, що в потрійних сплавах систем Ni-Al-IVb-метал утворюється велика кількість сполук. Для системи Ni-Al-Ti вдалося встановити, що в області мінімуму поверхні ентальпії змішування (-60 кДж/моль) існує τ_4 -фаза (TiNi_2Al). Це може свідчити про те, що дана фаза плавиться конгруентно. Що стосується інших алюмонікелідів титану, то, ймовірно, більше всього, що вони при високих температурах не стабільні. В даній роботі проведено рентгенографічне дослідження сплавів $\text{Ni}_{0,26}\text{Hf}_{0,11}\text{Al}_{0,63}$,

$\text{Ni}_{0,18}\text{Hf}_{0,12}\text{Al}_{0,7}$ та $\text{Ni}_{0,37}\text{Al}_{0,16}\text{Hf}_{0,47}$, які були загартовані після проведення калориметричних дослідів, тобто в литому стані. Вони повинні мати структуру близьку до розплаву. При рентгенографічному дослідженні сплаву $\text{Ni}_{0,26}\text{Hf}_{0,11}\text{Al}_{0,63}$ ідентифіковано сполуку HfNi_2Al , а в литих сплавах $\text{Ni}_{0,37}\text{Al}_{0,16}\text{Hf}_{0,47}$ та $\text{Ni}_{0,18}\text{Hf}_{0,12}\text{Al}_{0,7}$ – інтерметалід HfNiAl . Згідно даних по фазовим рівновагам системи Ni-Al-Hf такі сполуки утворюються і у рівноважних сплавах. В системі Ni-Al-Hf в області мінімуму поверхні ентальпії змішування утворюються сполуки: Hf_2NiAl , $\text{Hf}_2\text{Ni}_5\text{Al}_3$, ентальпії утворення яких, практично, співпадають з ентальпіями змішування розплавів близьких до них за складом. Схожу картину можна очікувати для подібних за стехіометрією сполук вивчених потрійних систем Ni-Al-Ti (Zr).

Аналіз ентальпій змішування подвійних розплавів Ni (Al)-IVb-метал , показав, що енергія взаємодії між компонентами зростає в рядах: $\text{Ni-Ti} \rightarrow \text{Ni-Zr} \rightarrow \text{Ni-Hf}$; $\text{Al-Hf} \rightarrow \text{Al-Ti} \rightarrow \text{Al-Zr}$. Порівняння цих двох рядів, характерних для розплавів граничних бінарних систем підтверджує закономірність встановлену експериментально в даній роботі для розплавів потрійних систем, в яких міжчасткова взаємодія між різнойменними атомами збільшується в ряду $\text{Ni-Al-Ti} \rightarrow \text{Ni-Al-Hf} \rightarrow \text{Ni-Al-Zr}$.

Список літератури:

1. Физико-химические свойства элементов: Справочник. –К: Наукова думка, 1965. –806 с.
2. Судацкова В.С., Баталин Г.И., Курач В.П. Энтальпии образования кремния со скандием в жидком состоянии //Укр. хим. журн. –1984. –т. 50. –№ 4. –С. 339-340.
3. Хансен М., Андерко К. Структуры двойных сплавов. –М: Металлургиздат. –1962, тт. 1, 2. –765, 768 с.
4. Gachon J.C., Dirand M., Hertz J.J. Enthalpic and structural studies of the Ni – Zr system. –Less-Common Metals. 1983. 92, # 2. P. 307-315.
5. Судацкова В.С., Баталин Г.И., Калмыков А.В., Кузнецов Ф.Ф. Энтальпии смешения жидких двойных сплавов меди с иттрием и цирконием. //Изв. вузов. Цветная металлургия. – 1983. –№ 6. С. 107-108.
6. Судацкова В.С., Курач В.П., Баталин Г.И. Термохимические свойства жидких двойных сплавов $\text{Fe} - (\text{Y, Zr, Nb, Mo})$. //Изв. АН СССР, Металл. –1987. –№3. – С. 60-61.

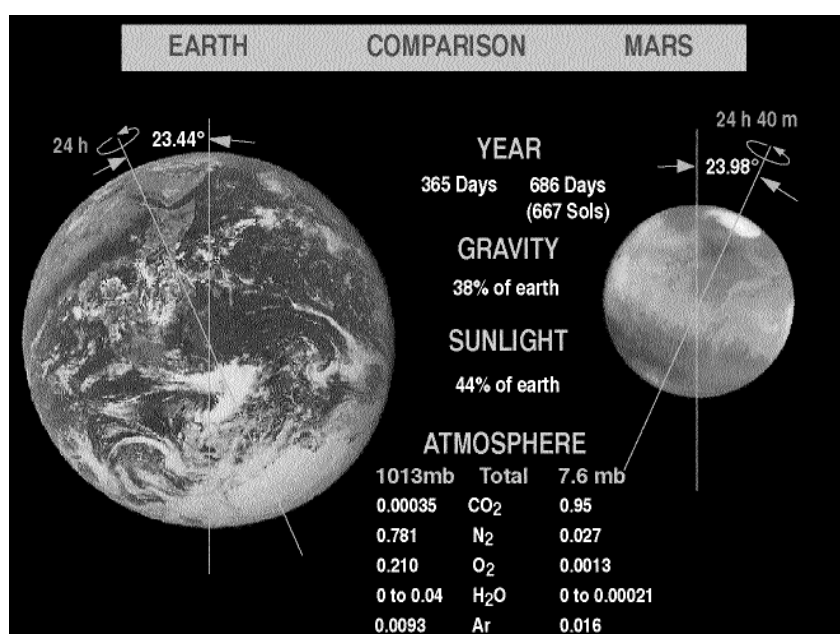
UDC 624.001.76:523.4(045)

Petrova T.A.*National Aviation University, Kyiv***NEW STAGE OF LIFE: BUILDING ON THE PLANET MARS**

The main task is the terraforming of the planet Mars. Nowadays it is a very important task, because there are a lot of problems on the planet Earth, which deals with the exhaustion of natural resources. The solution is in the colonizing and building on the planet Mars.

Mars is the fourth planet from the Sun. It is also the nearest planet to the Earth and will probably be the first planet visited by humans. Mars is actively (pic. 1)

investigating the possibility of humans colonizing this planet, because Mars is the most Earth-like planet of all the planets in the solar system. (



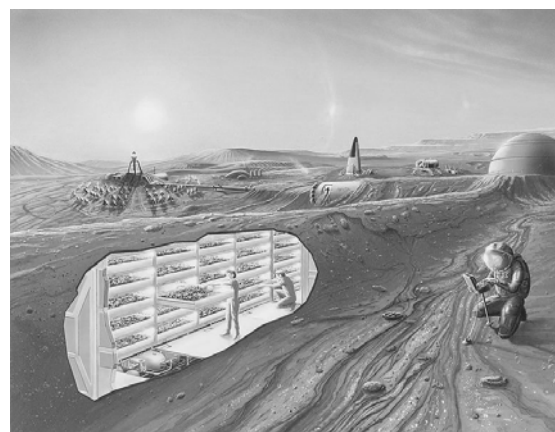
Pic. 1. Comparison of the planet Earth and Mars

Mars is the most likely to have substantial quantities of water, making it the best bet for sustaining life. But the most significant question is in possibility to live there, not only from economic point of view, but an engineering also.

As it was mentioned above, Mars is the most like planet to the Earth, but there is one main problem – the absence of the atmosphere with oxygen that's why the main tasks are the thickening Martian atmosphere, warming it to comfortable levels and transforming it into breathable air.

To realize this the first colonists should to construct the underground shelter (pic. 2).

It is very important to construct underground shelters for martian people, because the atmospheric pressure is low, and the solar radiation is too big and dangerous at which people can't survive without pressure suits.



Pic. 2. Underground shelter in cross-section

Initially, the planetary engineers and early colonists would live in their spacecraft and in prefab habitation modules brought from Earth, but soon

construction would need to begin on permanent structures. Since there are no forests existing yet on Mars to harvest, nor any cement factories, structures would need to be constructed with the available material. On Mars, rocks and dirt are plentiful, and similar materials have been used for building on Earth for thousands of years. Examples of this construction includes caves, stacked and mortared stone, adobe and rammed earth. More modern examples include cast stabilized earth, earth-bag structures and excavated underground spaces.

Caves were the first housing for humans, as this shelter solution was as simple as finding a hole to live in. Natural caves, if any exist on Mars, would be a suitable initial shelter for some aspects of Martian colonization. They likely wouldn't be suitable for most of the structures needed as it would be limited in location, size and ease of access. Underground habitation is a desirable option however, so excavation of artificial caverns will likely be used more than natural caverns.

The underground constructions has many benefits such as a more stable temperature, very secure and stable surroundings, and protection from solar radiation and micrometeorites. On Earth human underground construction is accomplished with large equipment that digs holes, explosives that break up rock, and conveyance systems to remove the debris. Since protection from above is the goal, simply digging a hole wouldn't be sufficient. Spaces would need to be created as tunnels that were expanded to form caverns. The logical choice for this is a mining device called a roadheader (pic. 3).



Pic. 3. A roadheader during work procedure

A roadheader consists of a treaded body with an extending boom that sweeps across a rock face with a cutter head. Large roadheaders are capable of remov-

Mars

ing about 40 cubic meters of rock before moving the base forwards. Recent advancements in mining technology have produced automated roadheaders, capable of selectively cutting rock faces to extract valuable ore while ignoring the rest of the rock. While mining for metals would definitely be a useful practice on Mars, the biggest benefit of this technology would be creating underground spaces automatically. Once a suitable area was selected, deep penetrating radar or acoustic sounding could be used to produce a 3D model of the underground area being studied. A computer model would then be created that would contain the desired space, and the robotic devices would set to work excavating the space. Since there are no conventional fuels on Mars, the equipment would need to be powered electrically, with power derived from solar sources. Nuclear power would also be a possible option for the automated equipment, but there are several serious issues associated with transporting the equipment to Mars as well as maintaining it once there. With solar electric equipment, excavation would continue as long as sunlight was hitting the solar generators, and could continue each day until the project was finished.

Whatever method is used to excavate caverns, there will be a tremendous amount of waste material produced, in the form of dust and rocks. This is actually an advantage, because this material can be used to build surface structures.

For the first stage of building it is necessary to utilize the existing materials on Mars to create most of the building materials we might need. Even the Martian soil itself could be used for rocket fuel.

Colonizing Mars, building underground cities and above-ground cities, developing advanced transportation methods to reach resources and other settlements, locating and using available resources in a safe and reliable way, and doing all of the construction in an alien environment will be difficult at best.

The surface cities of Mars will be enormously complex. They must have multiple backup safety measures built into every building and every wall to ensure protection from the harsh Martian air. They must be fully heated and temperature controlled, shielded from radiation, supplied with the proper mixture of gases at all times, safely powered, and reliably fed. Domed cities may be a thing of science fiction, but their ability to offer an outer layer of protection while providing the illusion of being outdoors may make them very popular.

It is necessary to come up with some clever alternatives to traditional energy sources on Mars, perhaps using new methods of capturing the energy

of the sun. Forms of transportation by air, land, (and people safely and reliably at speeds much greater than here on Earth. A train should be able to travel from one city to another in a short amount of time, thereby reducing the apparent distance between settlements. If distances appear great, colonists will feel confined and imprisoned.

Surface structures are the most common type of structure used by humans, because they're easy to construct, easy to access once built, and provide access to natural light and air. Since the initial structures on Mars will be designed to protect against the planet's air, access to light and ease of construction are the positive points. The structures need to be airtight, so right away stacked stone is ruled out as a possible construction method. Even with mortar, this would be difficult to automate due to the irregularities with the stones. The next option used on Earth is stacked adobe bricks, which was the first attempt at making synthetic stones. Adobe bricks (pic. 4) are essentially sun-dried blocks of sand and clay, and perform very well in warm dry climates. Adobe blocks have excellent thermal mass, meaning they resist quick changes in temperature by storing heat during warm times and releasing it slowly during cooler times. On a daily cycle on Earth adobe houses stay cool during the day and warm at night because by the time the blocks start heating up during the day, the sun has already gone down and the blocks begin cooling down again by releasing heat. This would be an advantage on Mars due to the large temperature swings the planet experiences. As the atmosphere thickened and warmed, this would become much less of an issue but would always serve as a means to regulate heat passively, thus saving energy.



Pic. 4. Example of adobe brick

Earth-bag construction (pic. 5) is a method where bags or tubes, commonly made of woven polypropylene, are filled with dirt, small rocks, or other finely ground material and coiled to produce dome shapes. As each layer is laid down, it is compressed to compact the material inside. It would be ideally suited to Mars structures as the materials required are lightweight and strong, and require only the addition of compactable particulate matter. Domes are a very strong structure and could be buried to provide further

eventually sea) will each have to be able to move protection from the Martian climate. Many shapes can be produced with this method, including vaults and corridors. A stabilized plaster would be created from the fine soil to cover the walls and produce a useable interior and exterior finish.



Pic. 5. Example of earth-bag construction

The last two remaining options for basic construction are rammed soil-cement and cast soil-cement. The concepts are similar in that they both involve a soil mixture being put into forms to create walls but that is where the similarities end. The rammed soil method is a very old technique, in fact the Great Wall of China was constructed with this process. The technique mimics the natural process of sedimentation and produces very strong monolithic structures. Soil is mixed with a small amount of water and often cement as a stabilizer and shoveled into the forms. Traditionally the process used workers with weights on the end of poles to hand tamp the soil mixture; in modern construction pneumatic tampers are used to speed up the process. Cast earth is a newer technique which uses a slurry of soil, water and a gypsum mixture that is poured into wall forms to dry and harden. The cast soil requires a gypsum mixture to stabilize the slurry that is formulated based on the soil used, so this would be harder to utilize initially on Mars. Once the climate was habitable enough for humans to work outside for extended periods of time however, cast and rammed soil would be excellent options for building structures that required shapes other than domes or vaults. Once mining commenced and metals were produced, more traditional buildings could eventually be constructed.

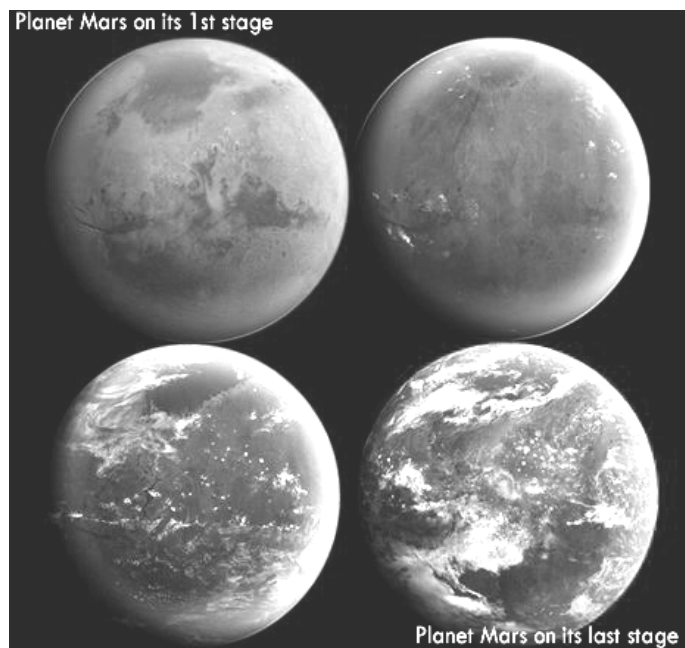
Scientists are developing different ideas and kind of materials, which will be needed for the protection from cosmic radiation, for example brick. The bricks would be made by mixing the chemical polyethyl-

ene, which would be transported from Earth, with the reddish topsoil of Mars. As well as chemical brick, the concrete is versatile material capable of withstanding solar radiation, lunar temperature extremes, high compressive stresses etc. That's why it was developed the procedure solely for the purpose of casting concrete in space.

Also it is known, that Mars has the same types of minerals we have on Earth which could be used for building materials such as concrete. Also it may be possible to make fiberglass and plastic from materials found on the planet's surface and in its atmosphere. Martian settlers may have to build their homes using the materials they find at their destination.

The entire terraforming (pic.6) (*Terraforming* – of a planet, moon, or other body is the hypothetical process of deliberately modifying its atmosphere, temperature, surface topography or ecology

to be similar to those of Earth to make it habitable by terrain organisms) process should take around a century, during which time technological advances on Earth would be occurring in the areas of energy production, nanotechnology, food production and every other aspect of our society. Regardless of the details of how a Martian colony would operate, one thing is certain; a new method of timekeeping would need to be established that was capable of relating to events and times on both planets. A standard interplanetary calendar would address this issue, and allow for Terrans and Martians to have a standard timekeeping format that could be referenced in addition to the planet specific time periods, the same as we can convert currencies or temperatures.



Pic. 6. Terraforming of the planet Mars

Many of the sustainable practices being developed here on Earth would be implemented on Mars because there are very little resources there. Every part of the colony would need to be carefully planned to account for this, but this would serve as an opportunity to create a completely new model of human civilization, doing things right from the very start.

There are different ideas and suggestion for developing the new planet for living conditions. People should to apply immense efforts for realization such space project. The implementation of new technologies will create a powerful world, which will help Earth in future.

Scientific Adviser – Pershakov V.M., professor

UDC 629.047

**Lukasz Sawicki, Jacek Widziszowski,
Norman Plaskociński**

State School of Higher Education in Chelm, Poland

DESIGN CONCEPT OF A LONG-ENDURANCE UNMANNED AERIAL VEHICLE

The work includes concept of hybrid of a lighter-than-air and heavier-than-air aircraft. The following summary presents a rough idea of this solution. This allows the ship to fly quickly to the destination and then move like an airship.

From the beginning of an existence of aviation we can observe a development of reconnaissance. The idea is to provide the great number of information and monitor the situation in the area. The History starts during the First World War, when airplanes were used to determine positions and numbers of the enemy troops. Along with the technological development, surveillance aircrafts evolved as well. It is said that with the current level of knowledge about electronics, system of transmitting data and informatics, we are able to check everything we want. It is possible due to the use of satellites which are equipped with high resolution cameras.

However, there is a problem when clouds or fog appear. Then the ground is shadowed by them and the satellites become useless for a while. Their using is also difficult, because has only the country where they were made in has full access to them and it may not want to share information from the satellites with the others.

During the ages there were created a lot of UAVs which ideas are:

- a) remote controlling by the man or fly autonomously based on pre-programmed flight plans using complex dynamic automation systems;
- b) penetrating areas which may be too dangerous for piloted craft;
- c) continuous data transmission;
- d) great endurance of a flight;
- e) small dimension;
- f) lower price of manufacturing and exploitation than manned aircrafts;
- g) remote sensing functions include electromagnetic spectrum sensors, biological sensors, and chemical sensors.

Majority of UAVs measure up above-mentioned criteria, but they are still aircraft or they are vehicles which are able to fly by being supported by the air, or in general, the atmosphere of a planet. An aircraft counters the force of gravity by using either static lift or by using the dynamic lift of an airfoil or in a few cases the downward thrust from jet engines.

Previous UAVs are being useless when the ceiling of clouds is too low. The flight close to the clouds is inefficient because they are in a zone of poor visibility and the quality of a camera image would not be good. There is a possibility to fly under the clouds, close to the ground, but the camera will not be able to record anything due to its own limitations, which result from too slow refreshing.

There are also UAVs which fly at a very high altitude but, they need much more accurate equipment and much more advanced transmitting data system than usual. All these factors result in higher cost of production and much more expensive operation.

A new way of development in UAVs is a hybrid airship. This is an aircraft that combines characteristics of heavier-than-air, (HTA), and lighter than air (LTA), aerostat technology. It uses "aerostatic" lift which is a buoyant force that does not require movement through the surrounding air mass. This contrasts with aerodynes that primarily use aerodynamic lift which requires the movement of at least some part of the aircraft through the surrounding air mass. Such properties we can obtain by constructing a variable-volume fuselage. During a take off and proceed to designating place of penetrating its characteristic is HTA, but shortly after reaching checkpoint, a tight crust which is situated at the top of the fuselage, is filled by the helium. That solution has the following advantages:

- a) flight with small speed;
- b) high maneuverability;
- c) flight at low altitudes;
- d) extension of a endurance of the flight;
- e) decrease in operating costs;
- f) mobility.

UAV which is equipped in IR camera can be used for looking for people who are lost during bad weather conditions or for patrolling border area.

Our UAV is characterized by the variable-volume fuselage. At the top, there is an envelope which is attached with flexible carbon ribs. One of the ends is attached to the rigid part of the fuselage, however the second one to the extendable boom which allow us to change the curvature of the ribs.

Moreover in the bottom part of the fuselage there is a tank which contains compressed, gas lighter than air (about 200 m^3). We take into consideration two of them: hydrogen and helium. The first one is less dense, much cheaper but it is flammable, helium is not, so probably we will use it for safety reasons. The container is equipped with a valve which is responsible for the gas flow and it is connected via pipe with the envelope. Compression of the gas is done by compressor which is powered by battery.

It is important that the ribs have different cross sections along their length.

General description:

- 1) rigid part of the fuselage where the ribs are attached;
- 2) gas container (1300 x 60) will be made to withstand a pressure about 350 bars. The gas before it was sucked would be compressed by 3 – steps compressor;
- 3) interior of the envelope;
- 4) electric motor which is responsible for compressive of the ribs;
- 5) extendable boom;
- 6) brackets.

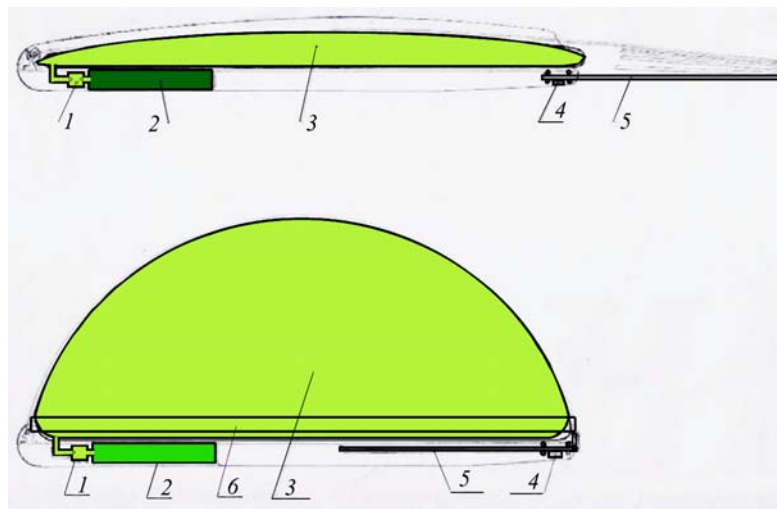


Fig. 1. Unmanned aerial vehicle with the fuselage of variable volume . Authors' own research

A fuselage of the UAV will be made entirely of laminate with a variable circular cross – section. Its length will depend on the phase of the flight and it will be adequately 9 and 12 metres. The structure will consist

of openwork, laser-cut, carbon – glass frames in order to obtain high accuracy of development. It will be divided into 3 sections which are showed in the picture number two.

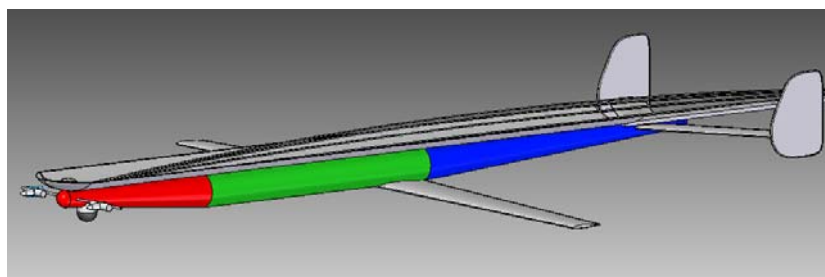


Fig. 2. Fuselage. Authors' own research

Inside the first of them (red one) there will be:

- a) camera
- b) GPS
- c) autopilot with on-board computer
- d) transmitter and receiver
- e) two batteries

In the second one (green one) there will be placed container with helium and wings will be attached.

In the third section (blue one) there will be attached vertical stabilizer (slanting, span – 4000 mm and with chord 600 mm which will be made on simmetrical air-foil HQ) and dual, oval tail-plane with elliptical leading edge. Their dimensions were designed due to less effectiveness when working in aerostat configuration.

Tapered wings with 8 metres span were designed to base on RG – 15 airfoil with 600 mm chords at the fuselage and 400 mm at the end of the wing. Inside there

will be stored 100 litres of fuel which will supply two internal combustions engines and will be transported by membrane pump. Uniform distribution of fuel will prevent changing a centre of gravity, which is located in one third of the chord.

During the selection of airfoil we took into the consideration the best C_l/C_d ratio of cruising speed. We considered seriously only two airfoils, namely RG – 15 and SD 7037. The first of them is suitable for gliders. It copes with thermal conditions and during migration from one thermal column to another. However the second one is much faster and it was made for heavier than usual constructions and motor gliders.

At carbon tube (diameter 50 mm), in the front of the fuselage, there will be two two-stroke engines with power of 18 horse power each and thrust about 120 kilos. Behind them there will be two alternators which will charge the batteries.

Recommended propeller: 32 x 12.

Specifications:

Displacement: 10.48 ci (171.8 cc)

Output: 18 hp

Weight: 7.85 lbs (3.56 kilos)

Bore: 2.0472 in (52 mm)

Stroke: 1.594 in (40.49 mm)

Length: 7.67 in (195 mm)

RPM Range: 1,000 to 6,500

RPM Max: 9,200

Fuel Consumption: 4 oz/min at 6,000 RPM

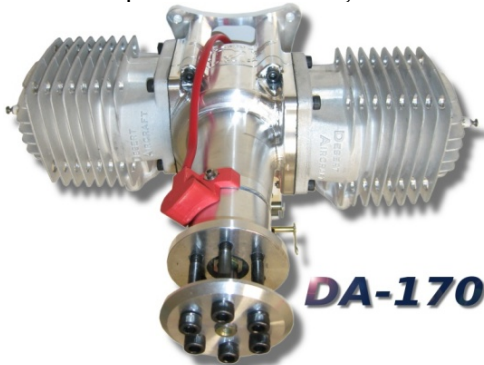


Fig. 3. Picture of DA – 170 engine

http://desertaircraft.com/engines_detail.php?Page=DA-170

Engines were chosen with the aim of low consumption (6.1 liters / h at 6000 rpm), which will ensure the endurance of the flight about 160 hours. It will be possible thanks to the shell of gas with a variable volume, the buoyant force will allow us to reduce engine speed to minimum (about 1000 rpm) and the burning of fuel to 0.25 l/h. Because of that we will be able to fly at a cruising speed about

15 – 20 km/h.

That endurance will decrease when the wind is too strong. Fuel consumption will be about 100 liters (24 liters to proceed on target and 76 on a mission), assuming that the wind speed at 300 meters will not exceed 30 knots. In comparison, the cost of operating an aircraft that is currently used by Polish Border Guard is about 800\$ p/h, without the salaries of three crew members. Estimated hourly cost of one flight of our UAV will be oscillated between 100 – 200\$. A big part of that expenditure will be the data transfer.

Expected take – off weight will be about 250 kilos, of which:

lp.	Element	Mass [kilos]
1	Airframe + Gas container	120
2	Engines	7
3	Fuel	70
4	Gas	17
5	Equipment on board	15
6	Battery 2 x 5AH	3
Total		238

In the landing configuration after burning fuel, UAV will weigh about 185 kilos.

The airplane, which is presented by us, would be equipped with high-end electronics to allow the exercise of flight in autopilot mode, using a GPS system to indicate areas of the task. The autopilot works based on a gyroscopes, which provides us the correct position of the aircraft in flight. It controls engines thrust and can also operates the thermal imaging camera. It will be switched on immediately after launching from the catapult and will be able to work, uninterrupted, until returning home. Then it will be taken over by the ground operator.

The specifications and software of the autopilot is presented below:

AP50 Auto-Pilot

Specifications

Weight:

50 grams

Size:

144 mm

47 mm

28 mm.

We chose that autopilot because it is small, light-weight low cost. It has three-axis sensor module with roll, pitch, and yaw gyros. In addition there are barometric altimeter, airspeed sensor, GPS onboard, as well.

In this autopilot we are able to specify up to 24 waypoints and set speed and altitude to all of them and it has ability to change navigation and mission information during the flight. The most important thing is

that the RC receiver may be disabled, then re-enabled upon return home to prevent unauthorized interference during a mission and flight data and navigation can be constantly down-linked. It is possible through the computer for a mission setup on the ground. It is Windows based and provides us a graphical display for UAV status, map integration for displaying UAV location and waypoint entry, and command functions for sending and retrieving information from the autopilot.



Fig. 5. Printscreen of autopilot's software
<http://www.chinaga.com/>

At the bottom of the fuselage there will be a thermal camera. it will be suited for search and rescue, for working at night and can be captured by a recording device connected to the base station.



Fig. 6 Sample of a Small, Lightweight Gyro-Stabilized Camera Systems for UAVs

The vision system installed on the UAV can be operated in different modes. The first mode is transmission of the image (RGB or IR) in real time to the ground station to monitor the area. The second solution is the manual searching of the target on the ground. However, this requires an additional operator, who controls the entire process from the base.

In the future the UAV should be able to create a system of automatic surveillance specified area, which is diverted to specific targets (movement of individuals, for example in the vicinity of the border) or more generally (searching outbreaks of fire).

The camera we have chosen – TAU 640 – is based on infrared technology, it allows us to look for people by the body temperature. It was constructed in order to search and rescue and for thermal building inspection.

A video image is transmitting through wireless connection on 5.8 GHz frequency.

The camera will be equipped with a lens with a focal length of 100 mm which will allow to detect a man from a distance of 2.4 km, the diagnosis of 650m and a detailed identification of not more than 330m. The camera is able to observe vehicles a lot closer (just 6 km), identify and recognize them from the distance of 1750 m.

The image is displayed in the following resolutions: 640×480 (NTSC) 640×512 (PAL) at 30 (NTSC) and 25 Hz (PAL) frames per second. Power consumption is approximately 1 W. The camera has digital zoom $2 \times$, $4 \times$, $8 \times$, can operate up to 40 000 ft, is resistant for shock and moisture and has automatic stabilization. Total weight including the lens is about 475 g.

Our project involves using two data transmitting systems:

- 1) via satellite systems;
- 2) over ground reference stations.

The first of them works on SATCOM system. Transmission is sent via satellite on-board, and then through the SATCOM, the image (including data) is received by the ground operator. It is expensive solution and can be troublesome because the satellite must be still kept in touch with the another geostationary satellite. This generates power consumption and is based on mechanical parts which fatigue very quickly, especially during intensive work.

The second system is based on the use of reference stations positioned at the vicinity of the ground in the area of operation. Such system provides us the independence from the satellites, but requires a fairly complex ground infrastructure, masts, a station data processing and transmitting, another than by satellites – for example by Fiber Optic.

Nowadays, new technological solutions are determined by improving the safety and reducing costs. Therefore, we believe that hybrid airship is a perfect connection of these two factors. In result of replacing human by intelligent computer we will eliminate a risk of losing a pilot and by increase endurance our solution permits us to reduce the costs many times. To sum-up, we state that this aeroplane will be used either in civil aviation (fire brigade, border guard, police) or military aviation.

1. Fiszdon W. MECHANIKA LOTU, Warszawa: PWN, 1961.

2. <http://en.wikipedia.org>

3. www.desertaircraft.com/

4. <http://www.chinaga.com/>

5. <http://www.cloudcaptech.com/gimbal.shtm>

УДК 7.012 (045.2)

Бригинець І.Б.

Національний авіаційний університет, Київ

ТАКТИЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Статтю присвячено розкриттю та аналізу взаємозв'язку фактури та структури поверхонь матеріалів, їх форм. Розглянуто особливості впливу характеристик фактури на тактильні відчуття при дотиковому сприйнятті об'єктів дизайну

Постановка проблеми. В останні десятиліття, в зв'язку з новим переосмисленням дійсності та оточуючих людину структур, спостерігаються тенденції зростання інтересу до тактильного дизайну та ролі поверхонь матеріалів в оздобленні інтер'єру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблему тактильного сприйняття об'єктів за допомогою фактури досліджено в працях науковців з точки зору різних наук. Культуролог М. Епштейн у праці „Нове сектанство” казав: „Тем более важно вывести осознание из этого интеллектуального подполья, из режима автоматизма, который обрекает на забвение именно то, что наиболее существенно и привычно для нас. В разработке нуждается теория осознания — как ни странно звучит для нас в этимологическом плане этот оксюморон [2].” Психолог Р. Арнхейм досліджував психологічний вплив поверхонь на людину [1]. Взаємозв'язок форми та матеріалу описував теоретик дизайну, учасник школи „Баухауза”, - Йоганнес Іттен у своїй праці „Искусство формы” [3]. Детальний опис фізичних та механічних властивостей матеріалів описано в праці Лахтина Ю.М., та Леонтьева В.П. „Материаловедения”, [4]. Однак проблематику даної теми не можна вважати вирішеною.

Постановкою завдання є виявлення особливостей тактильних характеристик фактури, аналізу його засобів та впливів у контексті візуальної естетики об'єктів дизайну.

Головна роль у тактильному сприйнятті об'єктів дизайну та оздоблення інтер'єру належить фактурі та формі. Залежно від їх характеристик будь-який об'єкт може по-різному впливати на людину та викликати різні відчуття та емоції. Під фактурою розуміється характер будови поверхні. Рельєфна фактура при правильному застосуванні викликає приємні відчуття, так само можуть впливати і гладкі матерії. Матові, шорхуваті фактури, додають інтер'єрам м'якості та теплоти завдяки тому, що мають здатність поглинати світло, але такі емоції залежать від візуального сприйняття. Гладкі,

глянцеві поверхні складають враження більш холодних матеріалів, асоціюються з чистотою, лаконічністю. Таке сприймання тактильних характеристик матеріалів характерне для людей без будь-яких порушень з боку зорової системи та побудоване на принципі попереднього досвіду взаємодії з подібними фактурами, тобто на принципі синестезії та асоціативності свідомості. Наприклад, агресивні, жорстокі образи пов'язані більшим чином з блискучими, колючими фактурами, ніж з м'якими й пухнатими. А м'які, шорсткуваті або фактури асоціюються зі спокоєм і тишею. Фактура може викликати в глядача різні емоційні відчуття, робити на нього психологічний вплив. Вона може бути приємною й неприємною, неспокійною й монотонною, викликати задоволення чи незадоволення. У сполученні з формою фактура може значно підсилити вплив на глядача, на його чуттєво-емоційне сприйняття, викликати певні образи, спогади, асоціації. Розмаїтість і неповторність фактур дають широкі можливості для створення художнього образу. Для людей з порушенням зору сприймання фактури є дещо іншим. У них тактильне сприйняття оточуючого розвинуто краще. З точки зору медицини це пояснюється за рахунок компенсації втрати зору, відділи мозку зосереджують та працюють на інші види пізнання світу.

Загалом людина відчуває всією шкірою, але поріг чутливості на різних ділянках тіла різний. Хаптичне сприймання буває активним та пасивним. Активне сприймання – це процес формування тактильного образу предмету в ході його ощупування, здійснюється воно переважно руками. Та також найчутливіші до хаптичного сприймання є кінчик язика, долоні, ніс, шия. Пасивне сприйняття притаманне всій шкірній поверхні організму і відбувається несвідомо. Але при пасивному сприйнятті не можливе формування адекватного відображення характеристик об'єкту і тоді відбувається перехід до активного сприймання. Для того, щоб стимулювати такий перехід потрібно підсилювати вплив подразника на орган. Таким

чином за допомогою комбінування поверхонь та їх фактур і рельєфів стає можливим залучення тактильних емоцій та відчуттів людини при взаємодії з об'єктами дизайну. Враховуючи дані аспекти відкриваються нові можливості та перспективи у дизайн-проектванні.

В останні двадцять років, хаптика стала популярною в дослідженнях, присвяченим проблемам штучного інтелекту та віртуальній реальності. Почуття дотику виявилось важливішим та складним для відтворення. Отже тактильні властивості є важливою здатністю людського організму. Тому фактура та текстура можуть відігравати одне з головних місць при створенні будь-яких об'єктів дизайну та інтер'єрів.

Поверхня є також трьох вимірною. Багато пориста та мілко пориста поверхня має різні властивості та по різному відчувається. Саме від цього і залежить тактильне сприйняття тієї чи іншої поверхні. Поспівання різноманітних фактур – прийом який все найчастіше застосовується дизайнерами. Велике значення має і текстура оздоблювальних матеріалів. Мають текстуру дерев'яні, кам'яні, текстильні поверхні та інші. Існує два основних види текстури: це візуальна та тактильна текстура.

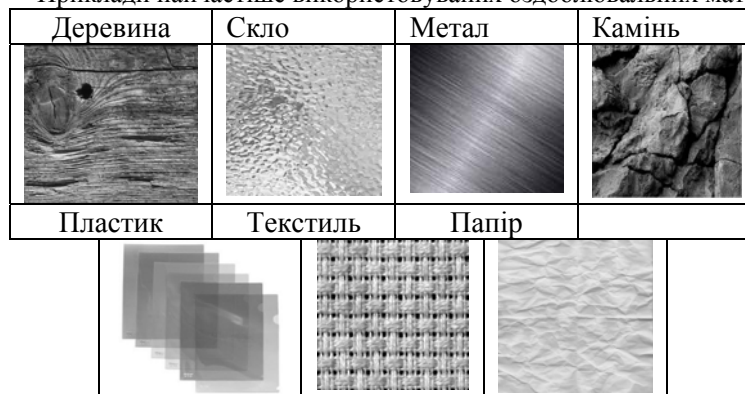
Органи зору людини тісно пов'язані з дотиком. Коли людина бачить візуальну

текстуру, то дуже часто відчуває і її тактильні характеристики, навіть не доторкаючись до неї. Ця реакція людини заснована на колишніх взаємодіях з подібними матеріалами, з якими вона уже раніше мала справу. У дизайні важливе місце серед засобів художньої виразності займає фактура, що характеризує особливості побудови й обробки поверхні матеріалу виробу й своєрідність художньої техніки. Фактура тканини, доцільно використовувана дизайнером, здатна виділити створюваний виріб з ряду подібних. Властивості волокон, характер їх переплетення, різні обробки дають матеріал з певною фактурою, отже, фактура міцно пов'язана з матеріалом. Хоча на дотикове сприйняття об'єкту впливає не тільки матеріал та фактура, а також форма та суб'єктивне відображення у свідомості людини вражень від взаємодії з об'єктом.

Характер обробки одного і того ж самого матеріалу також впливає на його сприймання. Так наприклад камінь, скло та пластик може відноситись, як до глянцевого так і до матових фактур.

Аналізуючи сучасні дизайн-вироби та інтер'єри можна виділити ряд найчастіше використовуваних матеріалів, зокрема це – дерево, скло, метал, пластик, камінь, текстиль та папір.

Приклади найчастіше використовуваних оздоблювальних матеріалів



Деревина ніколи не виходила з моди не тільки завдяки своїм якісним характеристикам, але і тому що добре сприймається дотиково. Тактильні властивості матеріалу обумовлюються їх фізичними та механічними властивостями. З них можна виділити такі як текстура, ширина річних кілець, вологість, щільність, теплоємність, теплопровідність, твердість та гнучкість. Текстура деревини залежить також від виду обробки – шліфовки, лакування, тощо. Та оскільки деревина – анізотропний матеріал, тобто з різноманітними властивостями в різних напрямках, розрізняють текстуру за видом перерізу анатомічних елементів – впоперек чи

вздовж волокон, в радіальному чи в тангенціальному напрямленні. Та не тільки напрямлення перерізу є вирішальним у формуванні текстури поверхні, ширина річних кілець також впливає на тактильні характеристики. Від ступеню вологості деревини залежить щільність, гнучкість та твердість деревини, чим менше води тим менші показники по даним ознакам. Відсоток вологості дерева залежить від усушки та від ступеню вологості навколишнього середовища, для регулювання цього показника фахівці застосовують спеціальні просочуючі розчини та фарби – це дозволяє зменшити її гігроскопічність і як наслідок волого поглинання.

Показником здатності деревини акумулювати тепло є її питома теплоємність. Зі збільшенням вологості теплоємність збільшується. Коефіцієнт теплопровідності також збільшується від збільшення температури, вологості та щільності. Отже, деревина досить добре проводить та передає тепло, що безумовно є позитивною тактильною якістю. Текстура в різноманітті її проявів може повсюдно застосовуватись на поверхнях для взаємодії з людиною. У промисловому дизайні існує тенденція використання необробленої деревини, з акцентуванням уваги на природних нерівностях, рельєфності, сучках, грубих поверхнях кори. Таким чином якнайкраще розкриваються всі природні тактильні властивості матеріалу.

Використовуючи скло у промисловому дизайні чи дизайні інтер'єру потрібно враховувати його особливу дотиково-тактильну специфіку. Скло має високу щільність та низьку пружність, і в зв'язку з цим воно є крихким. Скло погано проводить тепло, але з підвищенням температури його теплоємність збільшується. Текстура залежить тільки від способу відливу та обробки скла, воно буває різних видів – матове, рельєфне, дзеркальне, армоване, вітражне та ін. Загалом скло добре використовувати там де потрібне відчуття прохолоди і навпаки. В житлових приміщеннях не бажано повсюдно використовувати скляні поверхні. Скло може бути як візуальним так і тактильним акцентом у дизайн-виробах.

Метал в дизайні застосовується в меншій мірі ніж інші матеріали. Це пов'язано з його високою щільністю і як наслідок важкістю. Метал, як і скло володіє низькою теплоємністю, але високою теплопередачею. Метал не є позитивною тактильною поверхнею, оскільки температурно несприятливий. Текстура металічних поверхонь також буває різною в залежності від виготовлення, це залежить від кристалічної будови та виду деформації. Також на характер текстури рекристалізації впливає чистота металу і домішки. При волочінні, екструзії, витяжці виникають так звані аксіальні текстури, тобто кристалографічні. При прокаті виникає більш складніша текстура, що характеризується паралельною направленістю.

Кількість промислових дизайнерських виробів з пластмас в світовому виробництві та споживанні продовжує збільшуватись. Це пов'язано з його високими технічними та фізичними можливостями. Властивості пластика варіюються в широких межах в залежності від

складу композиції та методу виробництва. Тактильні та механічні властивості залежать від способу обробки, це може бути лиття, екструзія, пресування, віброформування, спінювання, відливання, сварка, вакуумне формування та інші.

Пластик який використовують для виробництва меблів, отримують шляхом просочування паперу термореактивними смолами і покриття декоративним шаром. Саме характер текстури декоративного шару впливає на тактильні відчуття, він може мати різноманітний рисунок поверхні та рельєфність. За допомогою пластикових поверхонь можливо імітувати будь-який тип поверхні, від гладкої глянцевої до надання їй шорхуватості, як дерево чи природній камінь, і саме тому пластмаса багато в чому замінює інші поверхні. Матовий пластик на дотик відчутно горохуватий, гладкі та глянцеві поверхні пластиків на дотик не мають ніякої зернистості чи рельєфності і часто покриті лаком. Особливий тип пластикової поверхні, що є дуже приємним на дотик за рахунок „м'якої„ фактури є поверхня Soft touch – на дотик нагадує резину. Таким чином виходить що за допомогою пластикових матеріалів можливо створити найбільш сприятливі на дотик поверхні.

До основних факторів, що визначають дизайнерсько-тактильну цінність каменю належить його декоративна структура будови, можливість різноманіття зміни фактури завдяки різноманіттю існуючих порід та способів обробки поверхні. Текстура природнього каменю – шорхувата та кутааста, але може бути оброблена багатьма способами, існують декілька видів фактурної обробки поверхні каменя: пиляна, шліфувана, лошена, полірована, раковиста, термооброблена, скеляста, злам, брашування, абразивна, травлена під дією кислот та комбінована. Завдяки різноманіттю обробки фактур каменю застосування його у тактильних об'єктах дизайну займає чільне місце поряд з іншими.

Дотиково сприятливим матеріалом є текстиль. Особливість його фактури залежить від сировини, тобто ниток, та від структури і способу їх переплетіння. Є такі види переплетіння ниток: просте переплетіння (атлас, сатин, шовк, полотно), спеціальне (крепова, мілко зерниста тканина), комбіноване (тканина в клітинку, смугаста), тип жакардових (з крупно узорчатим переплетінням), ворсове переплетіння (бархат, плюш), двошарове переплетіння. По

визначенню фактури також слід розрізняти сторони – виворітну і лицьову. На дотик тканини можна розділити на тонкі, товсті, рідкі, м'які, грубі, важкі та легкі. Загалом текстиль завжди сприймається добре завдяки своїм пом'якшеним властивостям структури.

Тактильні властивості паперу грають особливу роль, оскільки вона використовується переважно для створення об'єктів з якими людина постійно контактує, наприклад обкладинки і палітурки, візитки, упаковка, реклама та ін. Папір з яскраво вираженою фактурою виготовляється так само, як і звичайний папір на початкових етапах, а на етапі оздоблення відбувається формування поверхні. Для цього її пропускають між валами зі спеціальними профілями. Таким чином отримується випуклий, вдвлений матеріал, прозорий рисунок чи візерунки. Варіантів тиснення велике різноманіття, що дає можливість варіювання та підбору унікального тиснення під різні завдання та області застосування. Цупкий картон з тисненням або звичайний папір з рельєфом можуть зробити об'єкт більш цікавим з точки зору дизайну.

Важливі фактори які впливають на сприйняття поверхонь матеріалів є масштаб, щільність, теплоємність, теплопровідність, мікро та макроструктура. У всіх матеріалів є своя властива тільки їм текстура, або візуальна або тактильна. Гладкість поверхні текстури прямо залежить від її масштабу. Фактурність матеріалу описується щільністю й розмірами мікроперекручувань його поверхні. Довжину або ширину поверхні може підкреслити матеріал зі спрямованою волокнистістю поверхні. Грубі текстури, наближають поверхню, зменшуючи її розмір і візуально збільшуючи вагу. Композиції з текстур повинні відповідати призначенню й характеру дизайн-виробу. В дизайнерських продуктах майже завжди присутнє комбінування фактур та матеріалів, адже завдяки цьому прийому також відбувається гра на контрасті та нюансі але це дізнається лише після контакту з предметом.

Для людей з порушеннями чи відсутністю зору дотикові відчуття грають чи на найважливішу роль, та незважаючи на це без тактильних відчуттів повноцінне сприйняття дійсності виявляється просто неможливим.

Використовуючи спосіб художнього проектування, який передбачає об'єднання декількох сенсорних сприйняттях об'єкту дизайнер використовує явище синестезії, яке полягає в тому, що будь-який подразнювач, який діє на один орган сприйняття, одночасно викликає відчуття характерне для іншого органу сприйняття. Таким чином пов'язуються візуальне та тактильне сприйняття. На сьогодні є важливим вивчення тактильних характеристик оздоблювальних матеріалів, оскільки зростає інтерес до освоєння нових принципів та винайдення нових технік дизайну.

На сьогоднішній день спостерігається тенденція використання тактильного дизайну в інформаційно-технічній сфері, наприклад використання сенсорних дисплеїв, вібраційних ефектів, кута нахилу та розташування у просторі комп'ютерного пристрою. Фактично майже всі області, що направлені на взаємодію з людиною використовують принципи тактильного дизайну.

Висновки:

1. Матеріали, що найчастіше використовуються в дизайні – це дерево, скло, камінь, пластмаса, метал та папір за допомогою різноманіття видів обробки можуть набувати різної структурності фактури.

2. Від механічних та фізичних властивостей поверхні матеріалу, пористості, зернистості, щільності, масштабності складається дотикове враження від об'єктів дизайну.

3. Враження від контакту з різними поверхнями залежить від оточуючих умов, способу обробки поверхні та від психофізіологічних особливостей суб'єкту сприйняття

Перспективи подальших досліджень: Дослідження впливу форми на людей з порушеннями зору та без порушень.

Список літератури

1. *Арнхейм Р.* Новые очерки по психологии искусства. Пер. с англ. М.: Прометей, 1994.-352 с.
2. *Епштейн М.* Новое сектанство – М.: Бахрах, 2005. – 256с.
3. *Иттен И.* Искусство формы: Пер. с нем. – М.: Изд. Д. Аронов, 2004. – 136 с.
4. *Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П.* Материаловедение – М.: "Машиностроение", 1980 – 493 с.

УДК 7.04:659.126(045)

Буравська А. Р.

Національний авіаційний університет, Київ

СТРУКТУРА ЗОБРАЖАЛЬНИХ ЛОГОТИПІВ

Стаття присвячена аналізу логотипів, що містять у своєму складі лише зображення. Проведення такого аналізу дозволило розробити детальну класифікацію видів зображальних логотипів.

Мета дослідження: розширення створеної класифікації логотипів на основі аналізу їх формотворення.

Актуальність: У сучасних умовах стійкого попиту на продукцію графічного дизайну проблема проектування фірмових і товарних знаків, які б поєднували в собі такі властивості, як емоційна образність, логічно вмотивована оригінальність, простота, конструктивна ясність побудови, легкість візуального сприйняття, набула особливого значення.

Логотип є найбільш узагальненим ідентифікуючим комунікаційним елементом організації або марки. У зв'язку зі зростанням кількості і впливу логотипів існує потреба у дослідженні впливу формотворення логотипів на їх сприйняття споживачами

Аналіз попередніх досліджень Попередні дослідження формотворення логотипів можна розподілити за наступними напрямками: образотворча сторона логотипів; геометричне створення різних художніх образів (не тільки логотипів) у площинному зображенні; закони і принципи використання теорії композиції при створенні об'єктів дизайну взагалі. Найбільш відомі праці охарактеризовано нижче.

Робота Победіна В.О. [5] містить критерії оцінки стилістичних, художніх якостей знаків, історію виникнення та розвитку, їх класифікацію. Ельбрюн проаналізував створення, розвиток і управління логотипами організацій, як складною

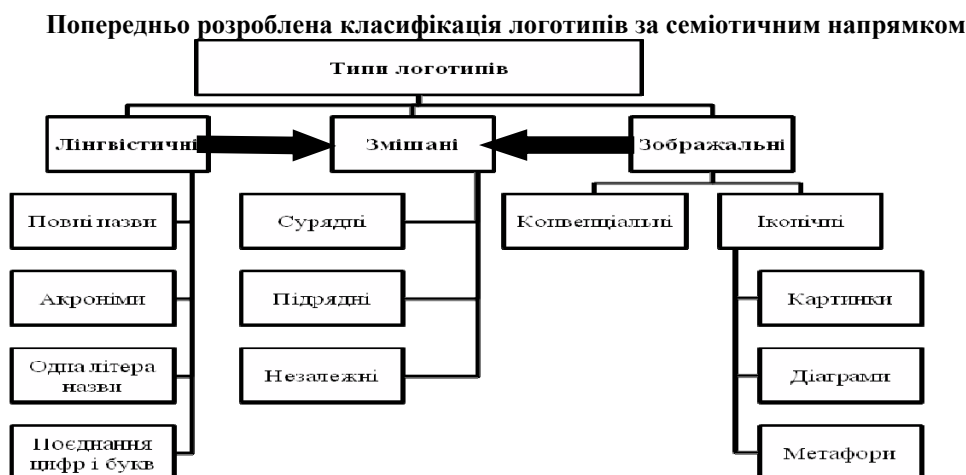
системою знаків ідентифікації та впізнавання [2]. Він розглядає логотип з точки зору семіотики, заснованої Ч.Пірсом.

Михайленко В. Є. та Яковлев М. І. розглядають геометричні передумови формотворення знаково-символьних об'єктів графічного дизайну відповідно до системи візуальної культури, а також геометричні засоби проектування логотипів [4]. Особливості побудови формальної композиції детально розкриває Устин В. Б. У своїй праці [6] він описує художні засоби побудови композиції, засоби гармонізації художньої форми, пояснює основні принципи композиційно-художнього формотворення.

Виклад основного матеріалу. Існує кілька категорій логотипів. Класифікація за семіотичним напрямком дає можливість розподілити логотипи на певні види, залежно від наявності елементів лінгвістичної і / або іконічної природи. Таким чином можна виділити основні типи логотипів (Табл.1):

- Лінгвістичний або словесний, тобто такий логотип, який складається з літер, слів, цифр або з їх комбінації;
- Зображальний, тобто такий логотип, який виражений за допомогою зображення, картинки;
- Логотип змішаного типу, при створенні якого використано поєднання лінгвістичних та зображальних елементів.

Таблиця 1



Зображальні логотипи. Пряма інформація про товар у зображальних логотипах залежить від їх змісту. Такий логотип складається із зображення, яке може представляти собою абстрактний символ, намальований об'єкт, персонаж та ін. Можна виділити таку структуру логотипів:

1. Іконічні логотипи сформовані на основі зображення певного предмета, і, незалежно від

рівню стилізації, формалізації, спрощення та інших способів трактування реального вигляду предмету, він є впізнаваним. Підвиди іконічних логотипів:

- логотип-картинка, має значну схожість із фізичним об'єктом (рис.1). Класифікуючою ознакою для таких логотипів стало змістове навантаження зображення;

1.	Зображення відображає назву фірми			
	Назва компанії	Apple	Mustang	Dodge
2.	Зображення відображає діяльність фірми			
	Назва компанії	Compact courts	Фармацевтика+	Human Rights
3.	Зображення відображає якість продукції, послуг			
	Назва компанії	United ways	Nestle	NVidia

Рис.1. Приклади іконічних логотипів-картинок із різними функціями зображень

- логотип-діаграма у вигляді схеми або невеликого малюнка, що представляє основну характеристику продукту (рис.2.);

		
Инвестиционная группа «Регион развития»	Sinef	Невская управляющая компания

Рис.2. Приклади іконічних логотипів-діаграм

- логотип-метафора використовує прийом перенесення змісту зображення з самого предмету на його функції (рис.3). Виділено такі

різновиди даного виду логотипів: логотип-образ, логотип-асоціація, логотип-ефект.

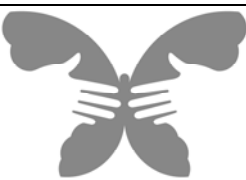
1.	логотип-образ			
	Назва компанії	Страхова компанія НАСТА	Golden Wings LTD Aviacompany	Студія перукарського мистецтва
2.	логотип-асоціація			
	Назва компанії	Green Pharmacy	Raiffeisen bank	Amster Lupus Butterfly Walk
3.	логотип-ефект			
	Назва компанії	ROLEX	Anchor Hocking	Рекламна агенція

Рис.3. Приклади іконічних логотипів-метафор

В окрему групу можна виділити конвенціональні логотипи, які не зображують того, що вони означають. Такі знаки не відображають предметного світу, емоційне навантаження несе тільки пластична форма (рис.4), спосіб утворення якої виступає у ролі класифікуючої ознаки.

Логотипи утворені лініями	
Логотипи сформовані крапками	
Логотипи утворені плямою	
Логотипи з ілюзією об'єму	

Рис.4. Приклади конвенціональних логотипів

Висновки:

1.Зображальні логотипи ґрунтуються на образному рішенні. Способи передачі інформації про компанію, товар або послугу через образ визначають формотворення логотипа. Образ-

лейтмотив є базовою структурною одиницею зображальних логотипів.

2.Аналіз особливостей зображальних логотипів дає можливість провести класифікацію логотипів, відповідно до їх змістового навантаження. Таким чином було створено нову класифікацію логотипів(табл.2).

Таблиця 2

**Подальший напрямок досліджень.**

Планується розширення отриманої класифікації, проведення класифікації логотипів відповідно до геометричних форм.

Список літератури

1. Веркман К.Дж. Товарные знаки: содержание, психология, восприятие. – М.: Прогресс, 1989. – 689 с.
2. Ельбрюн Б. Логотип. – М.: ОГИМД-ПРЕСС, 2003. – 127 с.
3. Кузнецова І., Буравська А. Класифікація логотипів./ Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв. Наук.зб. – Харків: ХДАДМ, 2010. – Вип.6. - 23-27с.
4. Михайленко В. Є., Яковлев М. І. Основы композиции (геометричні аспекти художнього формотворення): Навч. посіб. 2-е вид. – К.: Каравела, 2008. – С. 106-134
5. Победін В. А. Знаки у графічному дизайні. – Харків, 2001. - 95 с.
6. Устин В. Б. Композиция в дизайне. Методические основы композиционно-художественного формообразования в дизайнерском творчестве. – М.: АСТ: Астрель, 2007. – 239с.

Науковий керівник – Кузнецова І.О.,
доктор мистецтвознавства

УДК 7.012 (045)

Буравська А. Р.

Національний авіаційний університет, Київ

ФОРМОТВОРЕННЯ ЛОГОТИПІВ

Стаття містить аналіз геометричних засобів формотворення логотипів, на основі якого виведено їх класифікацію. Встановлено залежність композиційної виразності логотипу від виду геометричних засобів його формотворення.

У зв'язку зі стрімким поширенням комп'ютерних технологій традиційні методи проектування логотипів такі як ескізування, малювання по сітці або за шаблонами втрачають своє значення, оскільки пакети програмного забезпечення мають в своєму арсеналі значно складніші засоби графічної формалізації та естетичної виразності. Існує потреба у дослідженні композиційних властивостей геометричних засобів проектування.

Мета дослідження: створення класифікації логотипів на основі аналізу їх геометричного формотворення.

В процесі проектування вибір і обґрунтування композиції образу залежить від багатьох факторів: іміджу фірми, фірмового стилю, рівня виробництва, характеристик товару, ринку збуту продукції, вимог замовника, кваліфікації спеціалістів, засобів проектування і відтворення проектною та демонстраційною графіки.

У сучасних умовах стійкого попиту на продукцію графічного дизайну проблема проектування фірмових і товарних знаків, які б поєднували в собі такі властивості, як емоційна образність, логічно вмотивована оригінальність, простота, конструктивна ясність побудови, легкість візуального сприйняття, набула особливого значення.

За даними досліджень щодо засвоєння візуальної інформації, впорядковані, закономірно побудовані зорові форми мають значно вищий показник засвоєння і відтворення [3]. Геометричні способи формотворення логотипів створюють чітку, впорядковану композицію логотипа, яка є виразною і легкою для сприйняття.

Різноманітні за пластичним характером геометричні образи несуть у собі особливу за тектонікою гармонійну узгодженість, яка в синтезі з композиційними та графічними засобами дає можливість отримувати зразки з високими естетичними показниками.

Під час дослідження було проведено аналіз форми логотипів сучасних фірм та організацій, на основі якого було виведено класифікацію геометричних способів формотворення логотипів

(рис. 1). Існують прості та складні геометричні способи побудови. Геометричні фігури такі як коло, трикутник, квадрат, прямокутник, правильні багатокутники виступають в якості простих геометричних способів проектування логотипів, тому надалі розглядаються, як прості геометричні фігури.

Прості геометричні форми, такі як прямі лінії, алгебраїчні плоскі криві лінії, прості геометричні фігури отримали широке застосування у логотипах, оскільки вони можуть відігравати роль будь-яких композиційних засобів художньої виразності в залежності від їх кількості, розміру та інших характеристик. Кожен з цих способів має обмежену кількість варіантів використання, які будуть відрізнятися між собою. Однак на сьогоднішній день при великій кількості існуючих логотипів виникає необхідність створення більш складних оригінальних форм, які яскраво виділятимуться на тлі інших.

Використання аксонометричних та перспективних зображень у логотипах поступово поширюється – такі знаки візуально привертають більше уваги.

Використання складних засобів геометричного формотворення (рис. 2) розкриває спектр нових графічних можливостей, оскільки в них поєднується одразу кілька композиційних засобів та принципів. Складні способи геометричного формотворення в свою чергу поділяються на: геометричні перетворення плоских кривих ліній, кінчні перерізи, проекції складних поверхонь, проекційні сітки.

Криві лінії можна отримати через перетворення інших ліній. Розрізняють три основних види геометричних перетворень плоских кривих ліній: конхoidalне, конформне та інверсивне.

Конхoidalне перетворення – це таке перетворення базової лінії, при якому радіуси-вектори її точок, що виходять з даного полюса, збільшуються та зменшуються на одну й ту саму довжину.

Конформні перетворення – криві, що заповнюються послідовним рядом їх парних точок, у

яких дотичні стають паралельними або складають між собою рівні кути.

Перетворення інверсії – перетворення кривої, при якому добуток радіусів-векторів відповідних точок базової кривої та точок нової кривої є постійним і дорівнює r^2 .

Криві конічних перерізів несуть особливу пластичну виразність, породжують закономірність у їх зоровому сприйнятті. До конічних перерізів належать: еліпс, парабола, гіпербола. Із цих форм у логотипах найчастіше зустрічається еліпс.

Проекційні пропорційні сітки як способи геометричного формотворення логотипів поділяються на площинні та аксонометричні. Площинні сітки в свою чергу поділяються на:

- паралелограмні сітки;
- членування кола;
- паралелогони – фігури, що заповнюють площину без прогалин;

– планігони – багатокутники, що є між собою різними і задають площину в будь-якому напрямі;

– ізогони – багатогранники, у вершині яких сходиться одна й та ж кількість ребер.

Складні, тобто криві та гранні, поверхні мають значний потенціал композиційної виразності. Гранні поверхні – неперервні поверхні, що складаються з опуклих багатокутників, сполучених по своїм сторонам. Криві поверхні – неперервна двопараметрична множина точок, однопараметрична множина ліній. Формотворення логотипів за допомогою складних поверхонь відбувається через: проекції складних поверхонь, взаємні перетини поверхонь, перерізи поверхонь площинами.

У процесі дослідження було встановлено та проаналізовано зв'язок між геометричними способами формотворення логотипів та їх композиційною виразністю (рис. 3, рис. 4).

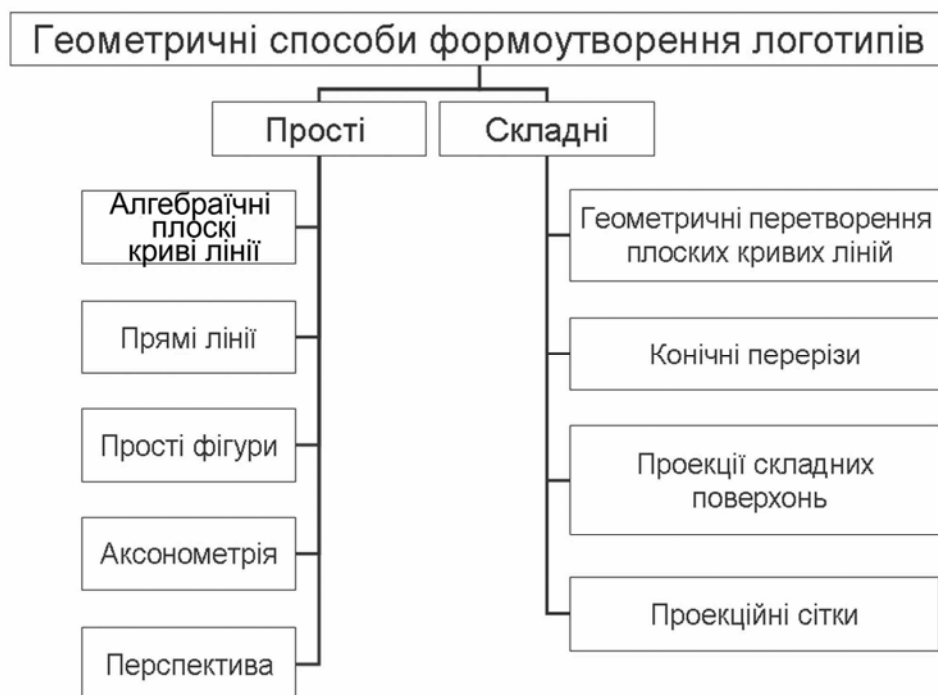


Рис. 1. Класифікація геометричних способів формотворення логотипів

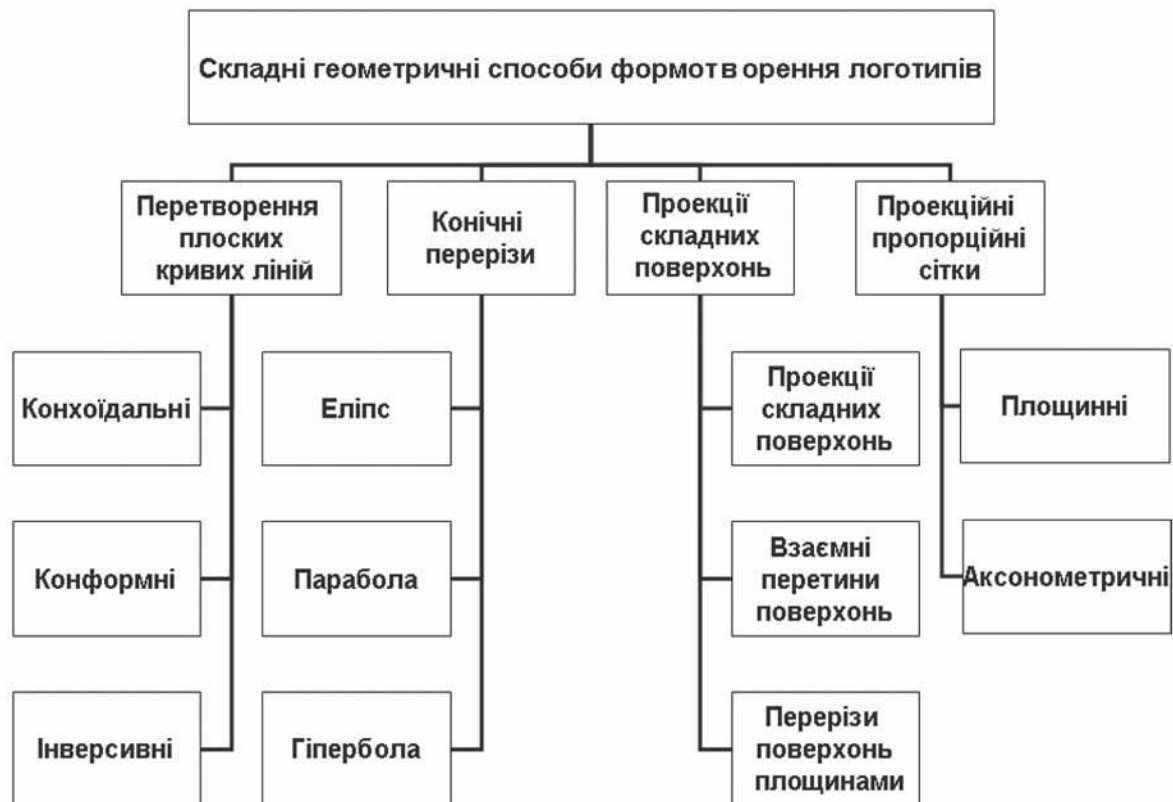


Рис. 2. Класифікація геометричних способів формотворення логотипів

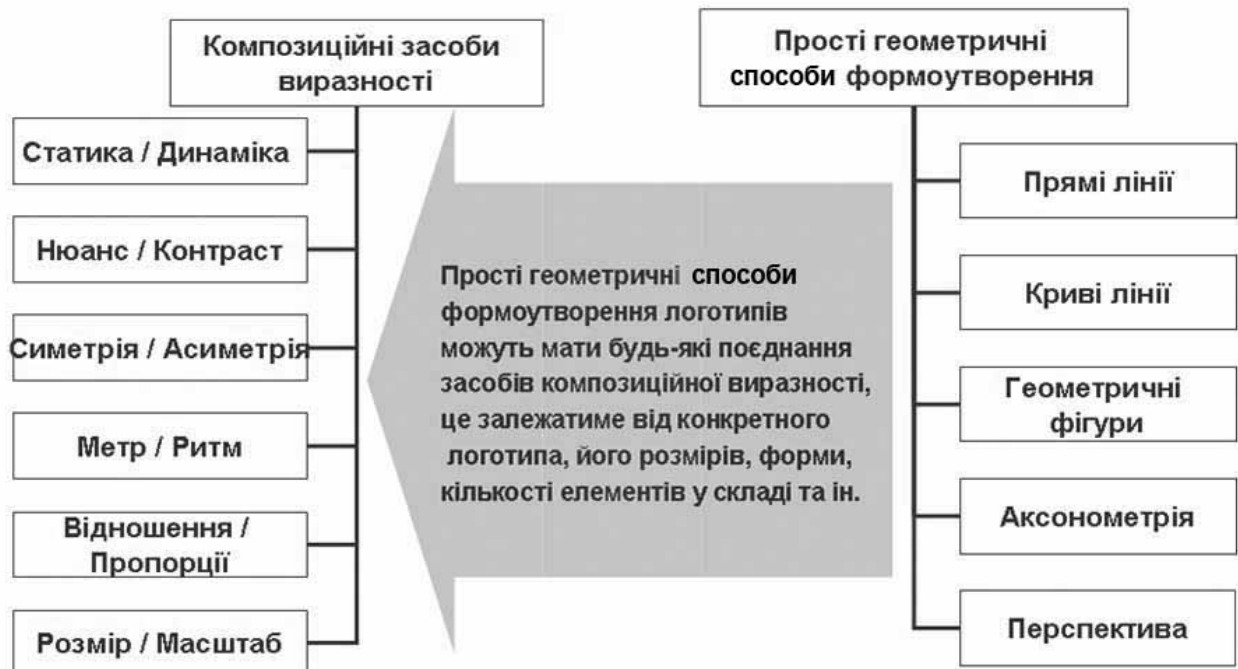


Рис. 3. Композиційні властивості простих геометричних способів формотворення



Рис. 4. Композиційні властивості складних геометричних способів формотворення

Висновки:

– формотворення, як одна з основних категорій теорії дизайну, є базисом для створення класифікації логотипів, де геометрія формотворення виступає у ролі класифікуючої ознаки;

– встановлено композиційні властивості простих та складних геометричних способів проектування логотипів. Прості геометричні способи формотворення логотипів можуть виконувати роль різних композиційних засобів в залежності від конкретного логотипу, його розмірів, кількості елементів та інших факторів.

Складні геометричні способи, на відміну від простих, мають яскраво виражені властивості композиційних засобів виразності, закладені в основу самого способу.

Подальший напрямок досліджень. Планується розширення отриманої класифікації, щоб виділи-

ти основні принципи процесу формотворення у логотипах. Необхідно дослідити вплив формотворення логотипу на ефективність його сприйняття.

Список літератури

1. Веркман К. Дж. Товарные знаки: содержание, психология, восприятие. – М. : Прогресс, 1989. – 689 с.
2. Волошко В. М. Принципы решения знаковых изображений. – М. : МАРХИ, 1987. – 20 с.
3. Михайленко В. С., Яковлев М. І. Основи композиції (геометричні аспекти художнього формотворення): Навч. посіб. 2-е вид. – К. : Каравела, 2008. – С. 106-134.
4. Победін В. А. Знаки у графічному дизайні. – Харків : Ранок 2001. – 95 с.
5. Ельбрюн Б. Логотип. – М. : ОГІМД-ПРЕСС, 2003. – 127 с.

Науковий керівник – Кузнецова І.О., д.мист.

УДК 725.211(045)

Вишневська О.В.

Національний авіаційний університет, Київ

ОСОБЛИВОСТІ ПЛАНУВАННЯ МАГАЗИНІВ АВІАМІСТЕЧКА

В даній статті проаналізовані чинники, що впливають на планувальні рішення магазинів та виділений вид планування, який найбільш частіше використовується при проектуванні магазину в авіамістечку.

Постановка проблеми. Метою роботи кожного магазину є збільшення незапланованих покупок. Не є виключенням і магазини, які знаходяться на території авіамістечка. Грамотне викладення товару, обов'язкове зонування торговельної площі, функціональне й естетичне торговельне устаткування, в результаті дозволяють підвищити відсоток імпульсивних (незапланованих) покупок, коли продукт та марка товару вибирається безпосередньо в магазині.

Аналіз досліджень і публікацій. В. В. Божкова, Т. О. Башук [1] розкрили прийоми марчендайзингу, особливу увагу приділяють плануванню магазинів не тільки зовнішнього, а й внутрішнього середовища.

К. Канаян, Р. Канаян [2] описали основні етапи формування та становлення магазинів та звертають увагу на колірне рішення, яке допомагає виділити продукт.

Ф. Котлер [3] описав основні прийоми маркетингу, не пов'язуючи їх з дизайном інтер'єру та не розкриваючи питання планування магазинів.

Стаття в журналі «Практический маркетинг» [5] розкриває питання по основним видам планувальних рушень та наводить приклада їх використання на реальних об'єктах.

Мета статті: проаналізувати види планування торгового залу магазину; чинники, що впливають на планування та виокремити вид планування, який найчастіше використовується при проектуванні магазину авіамістечка.

Виклад основного матеріалу.

Від того, наскільки грамотно підібрано і сплановано торгове приміщення, залежить, чи буде перебування у магазині комфортним для відвідувачів. Чим вдаліше планування магазину, тим більше часу проведуть у ньому покупці, і тим вищим буде рівень продажів.

Ідеальним рішенням для магазину є приміщення квадратної або прямокутної форми. Головне, щоб прямокутник не був занадто витягнутим: оптимальним вважається співвідношення сторін 2:3 або 1:2 при висоті стелі 3,3 м.

Чим простіше форма торгового залу, тим він ефективніший і функціональніший, таким чином вся увага покупця звернена на товар.

Віддача від площі торговельного закладу визначається за допомогою формули розрахунку коефіцієнта установочної площі (Ку). Ку визначається відношенням площі устаткування до загальної площі торгового залу. Оптимальна величина Ку повинна бути в діапазоні 0,25-0,35. При коефіцієнті нижче 0,25 магазин може виглядати занадто просторим, а якщо більше 0,35 – занадто заставленим торговим обладнанням [2].

Крім форми приміщення на зручність магазину впливає спосіб розміщення торгового обладнання.

Розглядаються такі види планування торговельного залу:

1. Лінійне планування (грати) – характерна для продовольчих магазинів з режимом самообслуговування і являє собою паралельні лінії торговельного обладнання;

При лінійній плануванні важливо вибрати оптимальну ширину проходів. Вона залежить від поведінки покупців у різних зонах магазину, а також від висоти стелажів (чим вище стелажі, тим ширше повинен бути прохід):

- для проходу відвідувача з кошиком потрібно 0,8 м;
- для того, щоб покупці могли розійтися в проході, потрібно 1,4-2 м (при наявності візки);
- для того, щоб відвідувач міг нахилитися до нижньої полиці, необхідно передбачити 1 м.

Занадто широкі проходи не ефективні тим, що з'їдають багато площі, а покупці оглядають лише той товар, який розміщений на найближчому до них стелажі.

Планування за даним принципом передбачає лінійне розміщення прилавків і стелажів, відокремлених проходами. Більшість продовольчих магазинів організовано саме так. Плюсами такої розстановки є ефективне використання торговельних площ і хороший огляд залу. Але одноманітність стелажів і прилавків, знаходилися в одній лінії, швидко стомлює відвідувача. Оживити сприйняття покупця можна, використовуючи об-

ладнання різної конфігурації (по висоті, формі і зовнішньому вигляду). Варіанти розміщення об-

ладнання з використанням планування решітки вказаний на рис. 1, 2, 3.

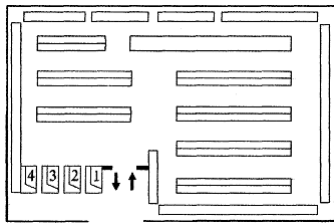


Рис. 1. Лінійне планування з позовжнім розміщенням обладнання

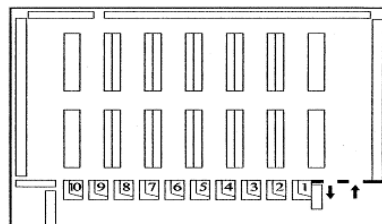


Рис. 2. Лінійне планування з попере- речним розміщенням обладнання

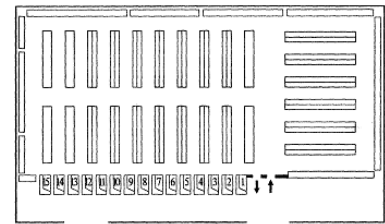


Рис. 3. Лінійне планування зі змішаним розміщенням обладнання

2. Петля (боксове планування, трек) – використовується, як правило, у великих, наприклад, універсальних магазинах, де часто торгівля ведеться через прилавок. Таке планування ще називають боксовим тому, що торговий зал розбивається на секції, ізольовані один від одного. Торговельне обладнання розміщується так, що утворює свого роду петлю, спрямовуючи відвідувачів за потрібною маршрутом і примушуючи їх обійти весь магазин. За цим принципом зазвичай організовані великі торгові комплекси й меблеві центри. Перевага боксового планування в тому, що увага відвідувачів не знижується, і вони роблять більше імпульсних покупок. Недоліком же часто є те, що покупцям складно рухатися в зворотному напрямку, тому що доводиться йти назустріч основному потоку. Приклад розміщення обладнання з використанням планування петлі вказаний на рис. 4.

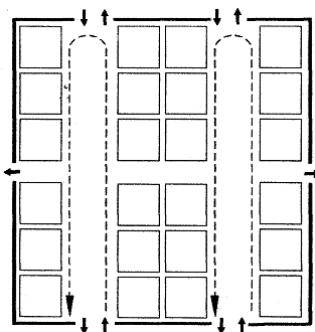


Рис. 4. Варіант розміщення обладнання з використанням петлі

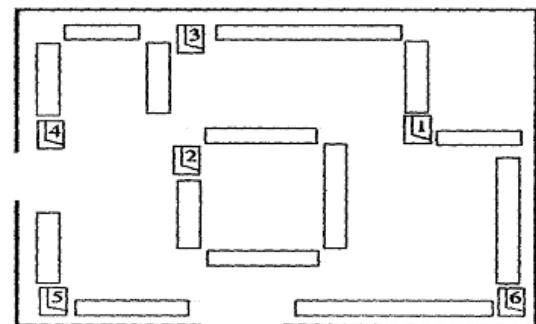


Рис. 5. Змішане планування

3. Виставкове планування – найчастіше використовується при представленні товарів дизайну.

Особливістю виставкового планування є те, що стелажі або прилавки, розміщені вздовж стін, доповнюються островами з супутнім торговим обладнанням. Такими островами можуть бути манекени, меблі, різні конструкції або сам товар.

Виставкове планування є традиційним для магазинів світильників і предметів інтер'єру, а також при продажу взуття і спортивних товарів. Перевага такої експозиції у тому, що вона не тільки привертає увагу відвідувачів магазину, але й надає вільний доступ до товару, дозволяючи оглянути його з усіх сторін.

4. Змішане планування (довільне, комбіноване) – найчастіше використовується у невеликих магазинах та бутіках.

Довільний тип планування ідеальний для невеликих магазинів і бутіків. Тут немає системності в розстановці торговельного обладнання, рух покупців по залу здійснюється спонтанно і природно. Така невимушена обстановка найбільше подобається відвідувачам. Приклад розміщення обладнання з використанням планування петлі вказаний на рис. 5[5].

Не завжди при такому плануванні використовують стандартне обладнання. При використанні нестандартного обладнання слід пам'ятати, що вони погіршують видимість товару та знижують контроль руху покупця.

Приклади ілюстрацій магазинів з використанням видів планувальних рішень наведені на рис. 6.

Назва	Ілюстрація	
Лінійне планування		
Петля		
Виставкове планування		
Змішане планування		

Рис. 6. Планувальні рішення в магазинах

Важливу роль при проектуванні планування магазину відіграє напрям руху покупця. Обов'язково враховується оглядовість полиць та область зору покупця. Зазвичай найдорожчий товар викладають на рівні очей. При проектуванні планування магазину враховують рух покупців, при цьому враховуються, що більшість покупців правши і вони рухаються з ліва на пра-

во, тому зазвичай нові надходження товару виставляють на полицях з правого боку.

Також не слід забувати, що покупець зазвичай оглядає товар за рухом письма та читання – з ліва на право, це теж значною мірою впливає на розміщення полиць[2]. Схема руху покупця та напрям огляд товарів наведений на рис. 7.

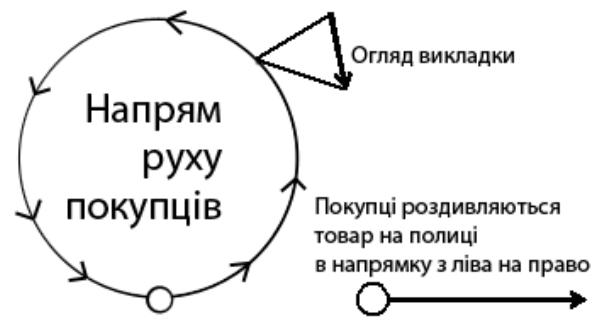


Рис. 7. Напрямок руху покупця та напрям огляду товару

В магазинах авіамістечка найчастіше використовують лінійне планування магазинів.



Рис. 8. Планування магазину при аеропорті Бориспіль та аеропорту в Дубаях

Даний вид планування використовується тому, що економічніший з точки зору площі, легкий для сприйняття покупців, особливо коли магазин містить одночасно порівняльно великий потік людей.

Висновки. На проектування планування магазину найбільш впливають площа та форма магазину, вид планування, людський фактор. Для магазинів авіамістечка найчастіше використовується лінійний вид планування, що економічніше з точки зору площі і легкий для сприйняття покупців.

Подальший напрямок дослідження. Дослідити вплив кольору та освітлення на художнє сприйняття інтер'єрів магазинів.

Список літератури

1. Божкова В. В., Башук Т. О. Мерчендайзинг. – Суми: Університетська книга, 2007. – 124 с.
2. Канаян К., Канаян Р. Мерчендайзинг. – М. : РИП-холдинг, 2003. – 236 с.
3. Котлер Ф. Основы маркетинга. – М. : «Вильямс», 2006. – 943 с.
4. Мерчендайзинг: Сб. ст. по теории и практике мерчендайзинга / Е.В. Ромат. – Х. : Студцентр, 2003. – 264 с.
5. Журнал «Практический маркетинг» – № 4, 2000 – http://www.acgroup.ru/publics/managers/marketing_pub4.shtml

Науковий керівник – Кузнецова І.О., д.мист

УДК 72.012:72.04(045)

Гнатюк Л.Р., Бовкун М.С.

Національний авіаційний університет, Київ

МІСЬКИЙ ІНТЕР'ЄР ПЕРІОДУ КИЇВСЬКОГО МОДЕРНУ

Стаття присвячена аналізу міського інтер'єру періоду київського модерну. На основі проведеного аналізу були виявлені основні елементи пріоритетного стилю забудови центра Києва та запропоновано їхнє використання для формування сучасного міського середовища

Сьогодні, як і в період модерну, перші поверхи, які виходять на вулицю, займають торгівельні або обслуговуючі заклади. Але зараз ці поверхи часто закриваються вивісками, які мають стильове рішення, що не відповідає фасаду будинку.

Яскраво виражена стилістика міста залежить не тільки від архітектури, але й від ретельного добору окремих елементів дизайну міського середовища. Модерн є однією з найбільш значних складових забудови центру Києва. Тому для формування обличчя міста, з метою збереження цілісного враження, актуальним є використання основних композиційних схем та орнаментики модерну при проектуванні нових та реконструкції існуючих фрагментів міського інтер'єру.

На зламі XIX і XX ст. закінчилася доба історизму та почалося формування нового стилю в архітектурі – модерну, який розвивався від декоративно насиченого до раціонального й органічно переріс у конструктивізм та функціоналізм [3, с. 299].

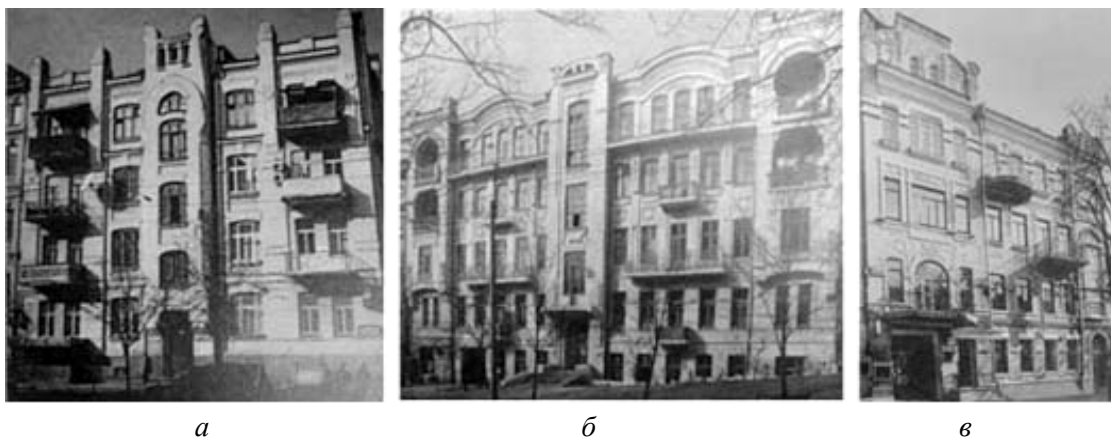
Домінантною тогочасного міста була житлова частина, яка представлена прибутковими будинками. На відмінну від панельних будинків наступних періодів, масове будівництво модерну мало яскраву стилістичну вираженість.

Композиція головних фасадів модерну базується на таких схемах (рис. 1):

а) осьова симетрія (будинки на вул. Саксаганського, 2/34, вул. Саксаганського, 117, вул. Саксаганського, 123, вул. Ярославів Вал, 4 та ін.);

б) симетрія, яка має відступ, щодо розташування проїзду на подвір'я, головного входу та балконів (будинки на вул. Володимирська, 81, вул. Гончара, 74, вул. Рейтарська, 17, вул. Ярославів Вал, 14, вул. Ярославів Вал, 14-Б, вул. Саксаганського, 99, вул. Саксаганського, 104 та ін.);

в) асиметрія (будинки на вул. Пушкінська, 41, вул. Володимирська, 61/11 та ін.).



а

б

в

Рис. 1. Композиційні схеми фасадів модерну:

а – симетрія; б – симетрія, яка має відступ; в – асиметрія

Звідси випливає, що для київських прибуткових будинків в стилі модерн найбільш характерною є симетрія, яка має відступ (варіант б).

Композиційним домінантом головного фасаду є розташування на осі входу еркера, ризоліта

чи вертикалі вікон, яка виділена з обох боків розкріпкою.

Еркери є активними елементами формування фасаду в стилі модерн. В київських прибуткових будинках зустрічаються в плані прямокутні, тра-

пецієподібні, шестикутні, заокруглені еркери. Зверху вони часто переходять в балкони.

Балкони часто відповідають ширині кімнати. Іноді на горішніх поверхах застосовуються суцільні балкони, які в плані повторюють обриси еркерів.

Основу еркерів підтримують кронштейни, які в залежності від типу модерна, мали різні конфігурації. Вони розвивались від заокруглених декорованих до геометричних форм. Популярні кронштейни в декоративно-насиченому модерні у вигляді рослинного плетіння (будинок на вул. Ярославів Вал, 14, а в раціональному – простого трикутника (будинок на вул. Рейтарська, 17).

В пізньому модерні, який набуває конструктивних рис, відбувається поступова відмова від еркерів, наприклад будинок зведений в 1914 р. на вул. Академіка Богомольця, 5.

Завершення фасаду найчастіше має геометричні обриси, але для прибуткових будинків декоративно-насиченого модерну характерне також криволінійне закінчення, яскравим прикладом такого випадку є будинок на вул. Володимирській, 81. Більшість фасадів увінчується аттиками з прорізом на горище, які посилюють його динамізм.

Стіни прибуткових будинків тиньковані або пофарбовані в найбільш характерні для київської архітектури кольори – світло жовтий, зелений, блакитний, сірий. Якщо будинок покритий фарбою, то проступає фактура цегляної кладки. Цоколь або цокольний поверх зливається з фасадом або оздоблюється грубим рустом сірого або бурого кольорів, який в деяких випадках покриває пару поверхів вище, й утворює контраст з верхньою гладкою стіною. Такий випадок можна спостерігати в будинку на вул. Володимирській, 61/11.

В деяких випадках фасади оздоблювались керамічною плиткою. Яскравий приклад – буди-

нок, який збудований в 1909-10 рр. за проектом П. Альошина на вул. Гончара, 74.

Одним з основних засобів пластичного вираження фасаду є групування різних за пропорціями і формами прорізів вікон — прямокутних, арочних, еліптичних, трапецієподібних, зі скошеними перемичками. Віконні прорізи мають тристулкове заповнення, як в будинку на вул. Ярославів Вал, 4 та часто зустрічається групування вікон по три, як в будинку на вул. Рейтарській, 17.

Вікна завершуються сандриками, які в декоративно-насиченому модерні багато орнаментовані, а в пізньому – мають геометричні обриси або відсутні. Часто вікна обрамляються лиштвами. В ранньому модерні вікна оточують багато декоровані орнаментальні площини.

Особливість цих будинків – це контраст між головним та дворовим фасадом. Перший вирішувався репрезентативно, а другий оформлювався стримано. Головний фасад будинку має досить виразні та насичені пластикою деталей площини.

У декорі фасаду модерну є стійкий набір елементарних форм, які є основою для створення композицій. Найбільш поширені флористичні мотиви, які поєднуються в класичні форми – розетка, гірлянда, вінок, букет. Флористичні композиції зустрічаються як однорідні за набором мотивів, так і різноманітні, ускладнені введенням сюжетних, зооморфних та антропоморфних форм.

Серед рослинних мотивів зустрічаються мотиви аканта, квітів білого латаття, ірисів-півників, тюльпанів, жолудів. Популярним для декоративного модерну є використання грон калини та винограду, листя каштана. Цей вид орнаменту є актуальним, оскільки ця рослина являється символом міста Києва (рис. 2.).



Рис. 2. Рослинні мотиви характерні для київського модерну

Одна з особливостей орнаментального модерну — прикрашати різні частини будівель маскаронами. Більш популярним є використання форм жіночої голови, яка в декоративно-насиченого модерну представлена з пишним, розпущеним, хвилястим волоссям.

В декоративно-насиченому періоді поширеним є використання жіночих постатей в повний зріст, які відтворювались у формах каріатид, як в будинку на вул. Ярославів Вал, 14. Вони використовуються і в орнаментальних площинах з доповненням рослинними мотивами, як наприклад в будинку на вул. Ярославів Вал, 14-Б.

Типовими для модерну є декоративні кола з вертикальними стрічками, як наприклад будинки на вул. Саксаганського, 104 та на вул. Ярославів Вал, 14-Б.

При вирішенні фасаду застосовуються ордерні елементи: арки, кронштейни, лопатки, пілястри, півколони, які в період декоративного модерну декорувались канелюрами та оздоблювались нагорі маскаронами. Популярними були й готичні елементи. Це пінаклі, тристулкове заповнення вікон з готичним орнаментом — кола та стрілчасті арки.

Фасади раціоналістичного модерну декоруються значно менше. В декорі відбувається тя-

жіння до раціоналістичності, геометризації, лаконізму. Зустрічається рослинний та геометричний орнамент. Флористичні мотиви набувають стилізованих форм.

Мотиви модерну втілились також і в кованому металі, який використовувався в оформленні воріт, балконної огорожі та накладних деталей вхідних дверей. З часом криволінійні форми поступово змінюються на прямолінійні. Типові для модерну ґрати з рисунком зірки-перехрестя.

В наш час елементи модерну найчастіше використовуються під час реконструкції існуючих пам'яток архітектури в стилі модерн (будинки на вул. Ярославів Вал, 14, вул. Ярославів Вал, 14-Б та ін.). Рідше мотиви модерну застосовуються при проектуванні нових фрагментів міського інтер'єру (будинки на вул. Саксаганського, 115, вул. Саксаганського, 111-А та ін.).

Сьогодні можна спостерігати використання деталей та елементів дизайну архітектурного середовища, які виконують в основному функціональну роль і менше декоративну (рис. 3.). Часом це призводить до знищення загального цілісного сприйняття фасаду в стилі модерн.



а



б

Рис. 3. Приклад: а — невдалого (вул. Саксаганського, 72); б — вдалого (вул. Ярославів Вал, 14-Б) оформлення воріт в Києві

Найбільш розповсюджені малі архітектурні форми, особливо популярні кіоски та зупинки громадського транспорту, в Києві переважно мають вигляд однотипних прямокутних коробок. Для цих об'єктів стилізація є досить актуальною.

В Україні така спроба була використана при проектуванні зупинки громадського транспорту в Львові. Також важливим питанням є розміщення торгових кіосків, оскільки в деяких місцях вони затуляють перші поверхи архітектурних споруд,

які внаслідок цього втрачають цілісне сприйняття та красу. Цю проблему можна порушити й щодо вітрин магазинів, що знаходяться в будин-

ках на перших поверхах та щодо нової тенденції – вивіска рекламного плакату на весь фасад будівлі (рис. 4.).



а



б

Рис. 4. Приклад: а – невідлого (вул. Саксаганського, 123); б – вдалого (вул. Володимирська, 61/11) оздоблення вітрин торгівельного приміщення

В Україні, зокрема в Києві, в цілому не розвинутий комунікативний дизайн. Вдалим прикладом може слугувати дизайн елементів метро Парижу

(рис. 5.). Домінуюче завдання полягає в поєднанні образу з середовищем, але при обов'язковому додержанні функціональності виробу.



Рис. 5. Комунікаційний дизайн в Києві по вул. Ярославів Вал, 14-Б та паризького метро

Висновки. Цільність міського інтер'єру залежить не тільки від архітектури, але й від ретельного добору багатьох окремих елементів. Це стосується в першу чергу вітрин, кіосків, зупинок громадського транспорту, рекламних бікбордів, як найбільш розповсюджених форм в місті Києві.

Кожне місто повинне мати свою індивідуальність й свій художній образ, який би закріплювався тільки за ним. Тоді він стає цікавим та зрозумілим не тільки спеціалістам, але й широкому загалу.

Доцільним для дизайну міського середовища Шевченківського району в Києві є використання стилістики модерну, з домінуванням раціонального.

Список літератури

1. *Звід пам'яток історії та культури України*: Київ, Енциклопедичне видання. Кн. 1, ч. 1. А-Л / Ред-

кол. тому: Відп. ред. П. Тронько та ін.; Упоряд.: В. Горбик, М. Кіпоренко, Л. Федорова. НАН України. Інститут історії України. – К. : Голов. ред. Зводу пам'яток історії та культури при вид-ві «Укр. енциклопедія» ім. М. П. Бажана, 1999. – 608 с.

2. *Звід пам'яток історії та культури України*: Київ: Енциклопедичне видання. Кн. 1, ч. 2.: М-С / Редкол. тому: Відп. ред. П. Тронько та ін. Упоряд.: В. Горбик, М. Кіпоренко, Н. Коваленко, Л. Федорова. НАН України. Інститут історії України; Інститут археології України; Інститут мистецтвознавства, фольклористики та етнології ім. М. Рильського. – К. : Голов. ред. Зводу пам'яток історії та культури при вид-ві «Українська енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 2004. – 585-1216 с.

3. *Історія української архітектури* / Ю. С. Асєєв, В.В. Вечерський, О. М. Годованюк та ін.; за ред. В. І. Тимофійєнка. – К. : Техніка, 2003. – 472 с.

УДК 72.012.8(045)

Куракіна А. В., Гнатюк Л.Р.

Національний авіаційний університет, Київ

ДИЗАЙН ІНТЕР'ЄРІВ МАРСЕЛЯ ВАНДЕРСА

Розглядається важливість дизайну інтер'єру від Марселя Вандерса в сучасному світі. Його новизна, винахідливість, креативність, та яким чином з крихкого зробити міцне, а з непрактичного – практичне.

Марсель Вандерс – ідеолог і натхненник неobarocco. Він використовує елементи барокового стилю як абетку. Вандерс відчуває себе одночасно чарівником, алхіміком і блазнем, а в його візитці скромно написано: «Дизайнер нової ери». Голландець Марсель Вандерс – один з найбільш харизматичних дизайнерів нової хвилі. Усі його проекти вражають несподіваним задумом і технологіями.

Заснована ним в Амстердамі «Моооі» всього за п'ять років стала інновативною і комерційно успішною компанією. При цьому сам Вандерс, удостоєний в свої 42 роки найпрестижніших нагород, а саме: "Elle Decoration International Design Awards" і отримав звання «Дизайнер року», звання «Чоловік року» за версією німецького журналу "MAN" та інші нагороди.

Дизайн Вандерса – розважальний і провокаційний. Розважати і провокувати за допомогою кричущої гламурної змішання історичних і сучасних стилів ще в 90-ті роки почав Філіп Старк, якого Марсель Вандерс вважає своїм ідолом.

Дизайнер працює з формами, які універсальні і зрозумілі, він визначає їх як зразки та прототипи. Дизайн від Вандерса – міжвіковий, здатний подобатися не тільки типовим міським модникам, але і його бабусям. Wonders з англ. – «чудеса» і «здивування» і Марсель придумав гру і назвав свій бренд Wanderswonders.

Як будь-який майстер Вандерс з особливим трепетом ставиться до деяких своїх робіт. Серед них, звичайно, Knotted Chair, що приніс дизайнерів світову популярність, готель «Lute Suites» в Амстердамі, «дорогоцінні» колекції сантехніки «Aqua Jewels» і табурети «Stone» (рис. 1).



Рис. 1. Knotted Chair

У його роботах сильний магічний елемент: як зробити крихке – міцним, непрактичне – практичним. Марсель – універсал, який не боїться пробувати себе у всіх галузях дизайну. Архітектура, інтер'єр, предмети меблів, посуд і

навіть hi-fi-системи. Оригінальне рішення – полична акустика.

Аудіоколонка, яка виглядає як чорний валун, з'єднаний солоною водою та океанськими штормами (рис. 2).

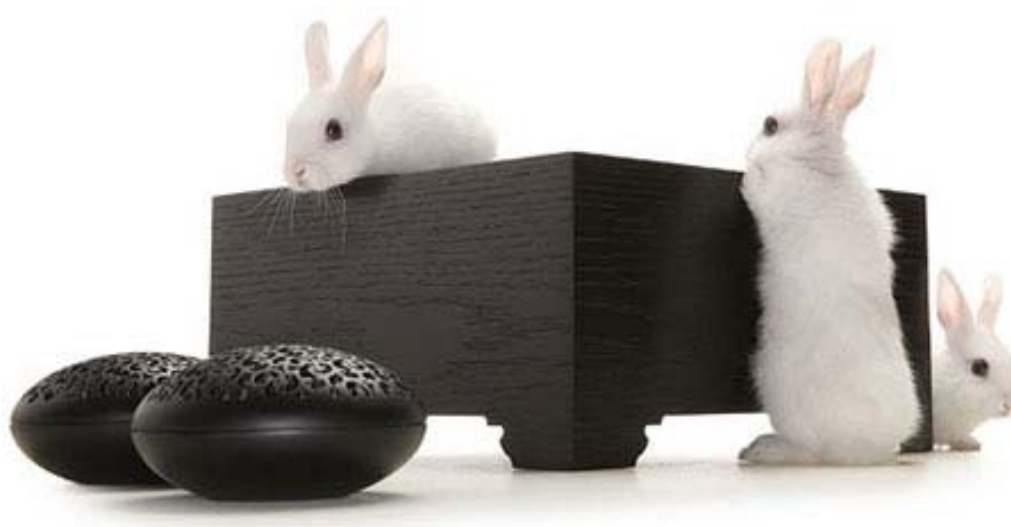


Рис. 2. Pandora, MP3 speaker system

«Люстра в павутині» – переспів забутої люстри Акилу Кастільоні у виконанні Марселя Вандерса – знахідка року від компанії Flos. Каркас

обтягнута целюлозною масою, а світло дають – не основні, а додаткові лампи, що знаходяться всередині (рис. 3).

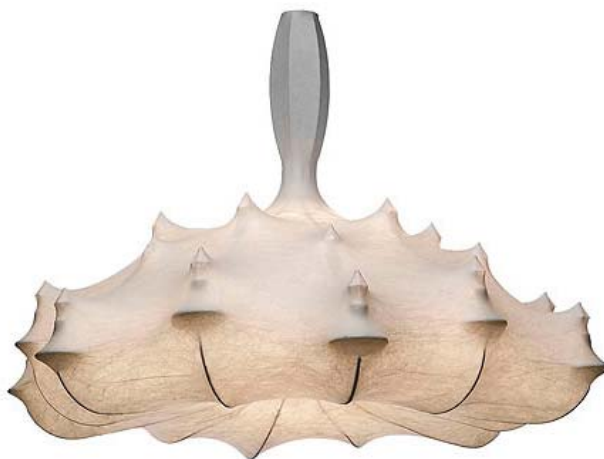


Рис. 3. Люстра в павутині

У 2010 році на виставці «Milan 2010» Марсель Вандерс презентував свій креативний проект під назвою Monster Chair, розроблений для компанії Moooi.

Сам по собі стілець дуже м'який і зручний, запевняє його творець, оскільки виготовлений він з чорної шкіри, всередині якої – синтетичний наповнювач, схожий на той, яким наповнюють подушки. У планах Вандерса виготовити диван Monster Sofa (рис. 4).

Творіння Марселя Вандерса – це інвестиції, які приносять величезне естетичне задоволення. Складних орнаментів та яскравих кольорів Марсель теж ніколи не боявся: на поручнях сходів п'ятизіркового готелю, валізі – холодильнику і пляжному рушнику – класичні арабески та барочні завитки; на меблях і лампах – традиційні

узори в червоних і синіх тонах, перенесені з голандської порцеляни.

На межі між мистецтвом і дизайном, його твори увібрали в себе традиційні поняття соціального та екологічного функціоналізму, не втрачаючи при цьому іронії та новаторства.

У більшості випадків колір для Марселя – спосіб декорування предмету або інтер'єру. Чорний та білий кольори – для нього особливо важливі, оскільки він часто їх використовує у його дизайн розробках, переважає прямота виразності і контраст любить прямоту виразності і контраст. Також він часто застосовує кольори золотистий, сріблястий і коричневий, які природно і просто створюють відчуття простору. Яскравий, дещо несподівані кольори – м'ятний та яскравий жов-

тий – гарні для акцентування будь-якого предмету в інтер'єрі.

Вандерс вносить в дизайн драматичність та театральність.

Марсель Вандерс завжди намагається створити простір, який би дивував. Простір, який так само здавався би новим, але в той же час неймовірно зручним і відповідним до психологічного портрету його замовника, та простір, в якому відчуваєш себе по-новому. Він створює інтер'єри, здатні змінюватися, гнучкі інтер'єри, з безліччю

ідей – і так його замовник сам знаходить масу можливостей і способів використання створеного Марселем інтер'єру.

Нещодавно, компанія MAC і один з найбільш харизматичних дизайнерів нової хвилі Марсель Вандерс створили нову колекцію косметики класу люкс. Колекція вийшла дуже епатжна і стильна. Ця колекція кардинально відрізняється від усього, що до цього створювалося компанією MAC (рис. 5).



Рис. 4. Monster Chair



Рис. 5. Колекція косметики класу люкс

Також представлено новий проект – колекцію посуду для першого класу королівських голандських авіаліній KLM. Набір предметів для сніданків, обідів і вечерь включає в себе порцеляновий посуд, скляні келихи, столові прилади, полотняні серветки і підноси (рис. 6).

За словами самого дизайнера, ще в 1989 році, на початку своєї кар'єри, він вже отримував за-

мовлення від KLM на створення сервізу. Але тоді він не виграв конкурс, потім його взяла на роботу компанія, яка отримала цей проект, з умовою, що саме він буде над ним працювати.

Епопея тягнулася ще деякий час, але потім проект закрили. І ось через 22 роки KLM знову звернулася до дизайнера з тим же завданням.



Рис. 6. Набір посуду для першого класу королівських голандських авіаліній KLM

Останньою розробкою Марселя в 2011 році стала колекція для Vassarat. Ним був створений «Канделябр Царя», названий на честь Миколи II, висотою 3,25 м., 79 ламп; а створений пізніше «Канделябр Цариці» на 24 лампи, 2,15 м. висотою. Один з двох канделябрів знаходиться в експозиції паризького музею Vassarat поряд з коштами і «Царським сервізом» доповнює історичну колекцію та трепетно зберігається компанією.

Дизайнер працює на себе. Усе вищезгадане випускає його власна фірма.

Актуальним є подальші розробки та проекти Вандерса, адже він каже, що його мета — створити середовище проживання любові, жити та творити треба пристрасно, щоб втілити хвилюючі мрії в реальність. Його творчість — справжня фабрика мрій, а його девіз: «Тільки гуманізм може стати основою для дизайну майбутнього». З любов'ю, пристрасною і поезією він веде дизайн до нових висот.

Висновки. Твори Марселя Вандерсом — прикраса Музею сучасного мистецтва Америки, голландських Stedelijk Museum і Vitra Design Museum, а сам майстер — центральна фігура будь-якого проекту та виставки. Він пристрасно надихається матеріалом, з яким працює, і не перестає дивувати теплими дизайнерськими рі-

шеннями, що йдуть від самого серця. Розглядаючи його роботи, дивуєшся немислимій простоті і доступності створених ним форм. Це єдиний майстер у всьому дизайнерському світі, який на диво гармонійно поєднує в собі талант казкаря і точне, практичне розуміння дизайну. Марсель Вандерс талановитий дизайнер, який створює дивовижні за красою речі, а також творча особистість, він проявляється в усьому — пише вірші та книги. Загалом, мету своєї місії він бачить так: «Я прийшов дати вам радість».

Список літератури

1. Кондратьева К. Дизайн и экология культуры / К. Кондратьева. — М. : МГХПУ им. С.Г. Строгонова, 2000. — 274 с.
2. Лакшми Б. Дизайн и время / Б. Лакшми // Стили и направления в современном искусстве и архитектуре. — М. АРТ-РОДНИК, 2006. — 94 с.
3. Anderson L. Minimalism and Post-Minimalism: Drawing Distinctions / L. Anderson. — Publisher: Hood Museum of Art, 1990. — 104 p.
4. Ando T. The Japan Architect: JA1: 1991 / T. Ando. — Tokyo, Japan Architect, 1991. — 215 p.
5. Overy P. De Stijl: Art, Architecture, Design / P. Overy. — N.Y., Publisher: Thames & Hudson Ltd, 1991. — 216 p.

УДК 72.012:747(045)

Шиманська Т. А.

Національний авіаційний університет, Київ

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ В ДИЗАЙНІ, ЩО ТРАНСФОРМУЮТЬСЯ

Було розкрито особливість принципів формування об'єктів в дизайні інтер'єру, що трансформуються на основі використання таких принципів формоутворення як комбінаторика, агрегування, уніфікація, котрі виступають одним із перспективних методів видозміни об'єктів в дизайні інтер'єру, що трансформуються.

Постановка проблеми. На сьогодні, в постіндустріальну та інформаційну епоху постає питання створення раціонального та функціонального дизайну інтер'єру. ХХІ століття відкриває не мислимі перш потреби і можливості дизайн-розробки і виробництва трансформованих виробів. На перший план висуваються проблеми раціоналізму та функціоналізму об'єктів дизайну, їх індивідуальність та зручність у використанні. Основним чинником задоволення даних потреб виступає використання трансформованих предметів. Посилюється тенденція заощадити площу приміщення, зокрема житлову, за рахунок використання об'єктів дизайну, котрі передбачають інший вигляд їхньої форми шляхом видозміни внутрішніх елементів при збереженні загальних постійних розмірів, трансформацій. Прийоми формоутворення того чи іншого предмету дизайну доводять, що в дизайн-процесі закладена орієнтація на соціально-культурні вимоги людини, на її духовні цінності відношення до предметного середовища, що знаходять своє відображення в певній естетиці та відчутті гармонії. Питання щодо застосування «трансформерів» знаходиться на стадії вирішення, в стані культурогенезу і потребує подальшого вивчення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дану проблему досліджували такі вчені як Генисаретский О.И., Сапрыкина Н.А., Грашин А.А., Волкотруб И.Т., Божко Ю.Г. та інші [1,2,3]. З їхніх тверджень випливає, що при проектуванні кожного нового об'єкта вигідніше вирішувати його не окремо, а в певній сукупності параметричного ряду при використанні комбінаторних принципів. У цьому випадку в одному ряду об'єднуються вироби однакового призначення конструкції і за градаціями їхніх показників. Актуалізується завдання гармонізації структурних зв'язків між людиною і

промисловим виробом, включений в процес життєдіяльності людини в соціально побутовій сфері. Для цього застосовуються, що склалися в практиці дизайну прийоми формоутворення.

Метою роботи є виявлення особливостей формування об'єктів в дизайні, що трансформуються.

Основна частина. Термін «трансформація» означає зміну структури та форми об'єкту дизайнерського проектування. Для створення об'єктів дизайну, що трансформуються слід використовувати різні принципи їх формоутворення, відповідно до задач поставлених на проектування того чи іншого предмету. В основі трансформованого об'єкту лежить принцип його видозміни шляхом застосування формотворчих методів або ж на основі їх комбінування. Основною особливістю формування об'єктів в дизайні, що трансформуються є використання таких принципів формоутворення, як комбінаторика, агрегування, уніфікація та використання модульності (табл.1).

Один із основних принципів трансформування – комбінаторика. Даний прийом характеризується знаходженням різних комбінацій, поєднань, розміщень із даних елементів в певному порядку. Як і в будь-якому формоутворенні, так і в комбінаторному відбувається процес становлення морфологічної та об'ємно-просторово структурної організації об'єкту. Комбінаторні методи формоутворення застосовуються для виявлення найбільшого різноманіття поєднання обмеженого числа елементів та їх конструктивів. Складність цілісної форми, що відповідає багатьом вимогам – функціональним, конструктивним, естетичним утруднює процес створення розвинутих комбінаторних систем у «чистому вигляді». В комбінаторному принципі використовується комбінаторні елементи: геометричні, конструктивні, кольорові (рис.1).

Таблиця 1

Принцип комбінаторики	Принцип агрегування	Принцип модульності	Принцип уніфікації
1.Процес становлення морфології об'єкту; 2.Грунтування на декоративному комбінаторному елементі та методі кінематизму.	1.Процес морфологічної трансформації об'єктів. 2.Вивчення матеріалу та структури об'єкту.	1. «Переріз об'єкту» на різні частини, котрі використовуються як ансамбль. 2.В основі конструктивного елементу лежить модуль	1.Створення уніфікованих рядів однорідних виробів. 2.Застосування базових моделей та модифікацій в проектуванні об'єкту.

Пошук декоративного комбінаторного елементу відбувається на основі геометричних фігур, або ж на сонові природного аналогу. Будь-яка геометрична фігура може слугувати мотивом декоративного комбінаторного елементу, а він як відомо є основою створення єдності форми та змісту того чи іншого об'єкту. Формалізація комбінаторних операцій надає універсальний характер процедурам гармонізації пропорцій трансформованого об'єкту за допомогою підбору відповідних відношень та розмірів. Також слід використовувати в комбінаторному принципі комбінаторний аналіз, котрий, в свою чергу досліджує розміщення та взаємне розташування частин кінцевої множини об'єктів довільної форми.

Одним із методів, що вводить в процес проектування принципу комбінаторики виступає кінематизм. В його основі лежить ідея введення форми в рух, забезпечення будь-якої її зміни. Метод кінематизму полягає в створенні динаміки форми, забезпеченні багато варіативності. Даний метод забезпечує можливість створювати динаміку всередині статичної форми, що є характерною особливістю «трансформерів». Декоративний комбінаторний елемент повинен бути складовою частиною композиції об'єкту, що трансформується. Шляхом їх використання виділяються два основні начала комбінаторики: постійне та змінне. Постійним відзначається начало, в основі якого лежить ідея, котра напружує комбінаторний шлях.

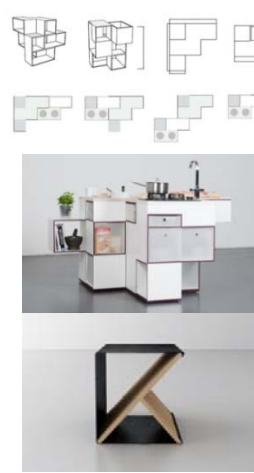
Кольоровий
декоративний елемент
об'єктуГеометричний
декоративний
елементКонструктивний
елементЕлемент
кінематизму

Рис.1. Комбінаторний принцип

Принцип агрегування націлений на акцентування та скорочення невинновданого різноманіття предметних форм, на підвищення якості та багатоваріативності конфігурацій виробів (рис. 2). Завдяки цьому методу всі конструктивні

елементи трансформованого об'єкту об'єднуються в єдине ціле. Метод агрегування можна розглядати також як «конструктор». Збірні-розбірні конструкції забезпечують різну конфігуративність об'єктів, що трансформуються. У дизайн - концепціях цей

принцип розглядається як один з найважливіших принципів морфологічної трансформації формування комплексних об'єктів. Це у своєму роді трансформована морфологічна структура, що складається з певних базових конструктивів. Такий спосіб дає змогу кардинально не змінюючи структуру об'єкту, створити нову конфігурацію, варіативність, зберігаючи при цьому естетичну цінність трансформуючого об'єкту,

єдність його змісту та форми. Метод агрегування включає в себе також вивчення матеріалу та структури об'єкту, а також дозволяє представити все різноманіття конструкторів лише в трьох його формах, як типорозмірний конструктор, базово-модифікаційний конструктор і агрегатний (модульний) конструктор, в яких все їх елементи-конструктиви визначені за складом і номенклатурі і являють собою своєрідні мінімальні набори.



Рис.2. Принцип агрегування

Введення модульної системи значно полегшує задачі, пов'язані із формоутворенням об'єкту. В основі формоутворення даного типу конструкцій лежить ідея так званого «перерізу» об'єкту на різні частини, котрі можна використовувати як окремі предмети, так і як один ансамбль. Це дає змогу легко змінювати не тільки їх конфігурацію, а й розташування. У внутрішньому просторі, котрий має складну незручну форму для облаштування (квадратну), за допомогою використання трансформуючих об'єктів: меблів, інших предметів наповнення інтер'єру легко виправити даний недолік, за рахунок змінення форми, різних варіацій та комбінацій (рис. 3).

В модульному принципі використовуються так звані перестановки; це означає, що об'єкти, котрі складаються із однакових за кількістю та типорозмірністю частин, рівні всій сукупності елементів, але різні за порядком та розміщенням цих елементів. Перестановки модульного принципу з однаковими повторюваними елементами з'єднуються із зіставних предметів, змінюючи при цьому усіма можливими способами їх порядок. Важливим фактором в модульній системі виступає розміщення

зіставних (модульних) частин. Вони повинні бути однаковими за чисельним рядом, але різні за якісним складом, порядком і чергуванням.

Всі модульні складові об'єкту повинні включати в себе поєднання, котре передбачає однакові по чисельному ряду, але різні по якісному складу поєднання елементів і не залежні від їх порядку чергування. З даного методу випливає, що перестановки найбільш чисельні в комбінаторних перетвореннях та поєднаннях. В розробці дизайну інтер'єрів із невеликою площею використання модульного принципу є найбільш перспективним та зручним методом проектування.

Лаконічні прості лінії, форми створюють відчуття ритму, симетричності, або ж асиметрії. Даний спосіб дає змогу досягти в інтер'єрі ефект просторовості, відчуття не нагромадженості. Такі конструктивні рішення використовуються також для того аби заощадити площу, або розбити її на окремі зони, підзони.

На сьогодні також при проектуванні об'єктів, що трансформуються дизайнером повинна застосовуватися уніфікація. Виділяється два основних напрями впровадження уніфікації в

проектну практику: типова, що здійснюється шляхом створення і випуску уніфікованих рядів однорідних виробів, з базовими моделями і модифікаціями, або за допомогою типорозмір

них рядів; міжтипова, що досягається шляхом створення та застосування в різнорідних виробках одних і тих же уніфікованих елементів (агрегатів, вузлів і деталей).

Модульні елементи в інтер'єрі



Елементи комбінаторики



Рис.3. Поєднання модульних та комбінаторних елементів шляхом уніфікації.

Висновки: Процес виявлення основних принципів формування об'єктів, що трансформуються в дизайні відбувається шляхом оперування безліччю уніфікованих об'ємних елементів на площині того чи іншого об'єкту, застосуванням принципів та методів комбінаторики, уніфікації та агрегування, котрі дозволяють створювати різні конфігурації та видозміни. Будь-який трансформований об'єкт завдяки використанню формотворчих принципів забезпечує більшу раціональність та заощадження площі приміщення. Трансформовані об'єкти в дизайні мають важливу роль не тільки з естетичного аспекту, а й з практичного, тобто проектування. З практичної точки зору трансформовані об'єкти дозволяють створювати різного виду та конфігурації предмету; естетична сторона зумовлена використанням трансформації для забезпечення психоемоціонального стану людини в тому приміщенні, де вона перебуває.

Перспективи дослідження. Використання об'єктів дизайну, що трансформуються в подальшому дасть змогу змінити внутрішній простір, адаптуватися до просторового рішення таким чином, щоб без перепланування змінити його вигляд. Різна варіативність та конфігурація об'єктів, котра отримується шляхом комбінаторних сполучень та застосування модульності допоможе в подальшому знайти нові шляхи створення наповнення інтер'єру. Метод «трансформерів» має широкий спектр використання, може застосовуватися у різних типах приміщень та їх призначення. Особливо це

актуально в інтер'єрах із невеликою площею, або ж інтер'єрах громадського призначення та комерційних, наприклад офісах. Використання трансформного підходу в проектуванні сучасних інтер'єрів є досить перспективним і дає змогу досягти різного вигляду інтер'єрних планувань. Значення комбінаторного принципу стрімко зростає і полягає в загальних рисах та можливостях різних об'єктів, що складаються з однотипних частин, модулів. Це забезпечує багатоцільове використання виробів дизайну, їх збірність, розбірність, що і є по своїй суті трансформації.

Список літератури

1. *Генисаретский О.И.* Проектная культура и концептуализм. – М.: Союз дизайнеров России, 2004. – Т.1. – 296 с.
2. *Сапрыкина Н.А.* Основы динамического формообразования в архитектуре. – М.: Архитектура - С, 2005.- с. 27;
3. *Грашин А.А.* Методология дизайн-проектирования элементов предметной среды. - М.: Архитектура - С, 2004. - 232 с.
4. *Волкотруб И. Т.* Основы комбинаторики в художественном проектировании. К.: Вища школа, 1986. - 192 с;
5. Периодическое издание «Domusdesign» № 12 - 1- 2011

Науковий керівник – Кузнецова І.О.,
докт. мистецтвознавства

УДК 621.372.(043.2)

Семак К.С., Халанич Т.І.¹, Добровольська Н.В.²¹Національний авіаційний університет, Київ,²Київський Національний економічний університет ім. В.Гетьмана, Київ

РАДІОЕЛЕКТРОННИЙ ВРАЖАЮЧИЙ УДАР – ПЕРСПЕКТИВНА ФОРМА ЗАСТОСУВАННЯ ЗБРОЇ. РОЗВІДКА РЕЗУЛЬТАТІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ВРАЖАЮЧОГО УДАРУ

В статті розкрито особливості проведення радіоелектронного вражаючого удару та запропонований методичний підхід щодо прийняття рішення на доцільність проведення розвідки результатів радіоелектронного вражаючого удару на основі ігрової математичної моделі.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. Радіоелектронний вражаючий удар (РЕВУ), сьогодні розглядається як перспективна форма застосування зброї. Під поняттям РЕВУ розуміється нанесення по противнику комбінованих електромагнітно-імпульсних (ЕМІ) та вогневих ударів з метою виводу із ладу радіоелектронних засобів (РЕЗ) противника [1, 2, 4]. Такі удари характеризуються потужними короткочасними діями за окремим напрямком або по одному об'єкту шляхом застосування потужних електромагнітних імпульсів електромагнітно-імпульсної зброї (ЕМІЗ) та одночасними вогневими ударами, які призводять як до тимчасового виведення з ладу елементів системи управління військами та зброєю так і до їх функціонального ураження. В сучасних умовах розвитку засобів ЕМІЗ нанесення таких ударів можливо одним і тим же боєприпасом, який містить у собі як бойову частину так і джерела потужного ЕМІ випромінювання [4, 5].

Характерними рисами зброї, яка використовується при РЕВУ є [1, 2]: швидкість досягання цілей; універсальність (ЕМІЗ діє на різні радіоелектронні прилади, комп'ютери та інші елементи); низька вартість ЕМІЗ надає доступність мати конструкторську документацію та здатність виробляти цю зброю різним країнам; дія ЕМІЗ може призводити як до тимчасового виведення з ладу елементів системи управління противника, так і до її повного функціонального ураження.

В більшості випадків, радіоелектронні вражаючі удари (РЕВУ) проводяться безпосередньо перед початком бойових дій, але не виключається можливість їх нанесення і під час їх ведення. РЕВУ направлені на ураження вузлів управління, зв'язку, елементів систем

ППО [2, 4]. Досвід воєнних конфліктів останніх десятиріч свідчить про те, що на передній план у початковій фазі ведення бойових дій виходить авіація, яка наносить повітряні удари високоточною зброєю, що має у своєму складі радіоелектронне обладнання, тому РЕВУ повинні стати основою протиповітряних операцій на майбутнє. Ці удари повинні наноситися по аеродромах з метою виведення з ладу систем комунікації, контролю за повітряною обстановкою, радіонавігації та бортової електроніки.

На сьогоднішній день вартість бортової електроніки сучасного літака дуже велика, кількість запасного бортового радіоелектронного обладнання на аеродромах обмежена, тому РЕВУ роблять літаки непридатними до експлуатації протягом значного часу. Також РЕВУ унеможливають роботу ЗРК, РЛС, які працюють в активному режимі, а також роботу апаратури надводних кораблів. Вони є ефективною альтернативою в порівнянні з масованими ударами антикорабельними ракетами [5, 6].

Особливістю застосування РЕВУ, сьогодні, є складність точно спрогнозувати його ефективність. РЛС або засоби зв'язку можуть випромінювати сигнали, навіть, коли їх приймачі виведені з ладу. З іншого боку, противник може виключати, передавачі при загрозі РЕВУ. Відсутність випромінювання ще не означає, що РЕВУ проведено ефективно, тобто зараз неможливо отримати інформацію про ступінь ефективності його нанесення. При проведенні не ефективних РЕВУ ударні літаки, які після РЕВУ виконують завдання по вогневому знищенню цілей, можуть понести значні втрати, що призведе до невиконання поставлених завдань [2, 4, 6]. Тому після проведення РЕВУ необхідно прийняти рішення на застосування бойових

літаків відразу без проведення розвідки результатів РЕВУ чи після її проведення. Також можливе рішення на застосування бойових літаків після здійснення ще одного РЕВУ або без нього. Внаслідок цього виникає необхідність в відпрацюванні методичного підходу щодо прийняття рішень на проведення відповідних заходів після РЕВУ. Це і зумовлює актуальність теми, яка розглядається в цій статті.

Аналіз останніх досліджень, публікацій та стану питання показує, що прийняття рішення на проведення відповідних заходів після РЕВУ здійснювалися за принципом тривіального вибору рішення особою, яка відповідає за ведення бойових дій на інтуїтивній основі [1,2].

Головною метою статті є запропонувати методичний підхід щодо прийняття рішення після нанесення РЕВУ.

Візьмемо ситуацію, коли перед особою, що приймає рішення постає завдання обрати: застосувати бойові літаки після проведення розвідки РЕВУ чи без неї.

Математичну модель цієї задачі прийняття рішення можна представити у вигляді ігрової моделі, де у якості другого гравця виступає радіоелектронна обстановка ("гра з природою") [3], а оціночна матриця a_{ij} має розмір (2×2) :

$$\begin{matrix} & \Pi_1 & \Pi_2 \\ \begin{matrix} |a_{ij}| = x_1 \\ x_2 \end{matrix} & \begin{matrix} a_{11} \\ a_{21} \end{matrix} & \begin{matrix} a_{12} \\ a_{22} \end{matrix} \end{matrix}, \quad (1)$$

де: x_1 - рішення на застосування літаків без проведення розвідки РЕВУ; x_2 - рішення на застосування бойових літаків після проведення розвідки РЕВУ; Π_1 - стан радіоелектронної обстановки (РЕО), який відповідає ефективно проведеному першому РЕВУ; Π_2 - стан РЕО, який відповідає неефективному першому РЕВУ.

При стані РЕО Π_2 , рішення на застосування ударних літаків для виконання бойових завдань щодо знищення стратегічних об'єктів противника може призвести до їх значних втрат. При стані Π_1 , рішення на проведення розвідки РЕВУ – недоцільно, бо при цьому витрачаються значні ресурси та знижується ефективність операції, яка буде проводитися з втратою часу. На основі такого лише якісного аналізу можна математично записати, що елементи оціночної матриці відповідають наступним умовам:

$$\begin{aligned} a_{11} &> a_{22}; a_{11} > a_{12}; a_{11} > a_{21}; \\ a_{12} &< a_{22}; a_{21} < a_{22}; a_{21} > a_{12}. \end{aligned}$$

За таких співвідношень елементів a_{ij} домінуючого рішення гри не має. Тому, коли особі, яка приймає рішення, відомі ймовірності $q_1 = P(\Pi_1)$; $q_2 = P(\Pi_2)$, станів РЕО, то рішення можна приймати на основі критерію Байєса [2]:

$$x_{opt}^B = \left\{ x_k \in X \cap \bar{a}_k = \max_{j=1} \sum a_{ij} \right\}, \quad (2)$$

де: X - множина існуючих рішень; $\bar{a}_k$ - середній результат (математичне очікування) k - рішень.

Коли розвідка достовірно визначає стан середовища, її доцільно проводити при виконанні умов:

$$\min_i \sum_{j=1} r_{ij} \cdot q_j > K, \quad (3)$$

$$\text{де: } r_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij}. \quad (4)$$

де: r_{ij} - величина ризику прийняття невірної i - ого рішення при стані РЕО Π_j ; K - вартість розвідки.

Для випадку, коли розвідка визначає стан середовища недостовірно, а лише призводить до одного із L несумісних результатів $B_i, i = \overline{1, L}$ (наприклад, B_1 - безпілотні розвідувальні літаки збиті; B_2 - безпілотні розвідувальні літаки були тільки опромінені РЛС ЗРК та інші), тоді кожний із результатів дає лише ймовірності дані відносно стану РЕО Π_j .

Коли відомі умовні ймовірності $P(B_i/\Pi_j), i = \overline{1, L}; j = \overline{1, 2}$, тоді можна показати, що доцільність розвідки визначається нерівністю:

$$\sum_i \max_{an. ik} \bar{a}_{ik} \cdot P(B_k) - \max_i \sum_{j=1} a_{ij} \cdot q_j > K, \quad (5)$$

де ймовірності результатів визначаються за формулами повної ймовірності:

$$P(B_k) = \sum_{j=1} P(B_k/\Pi_j), k = \overline{1, L}, \quad (6)$$

а апостеріорні середні результати за формулою:

$$\bar{a}_{an, ik} = \sum_{j=1}^L a_{ij} \cdot P(\Pi_j / B_k), k = \overline{1, L}. \quad (7)$$

Наведемо ілюстративний приклад використання запропонованого методичного підходу щодо прийняття рішення на розвідку результатів РЕВУ. Нехай розвідка може призвести до двох результатів: B_1 - безпілотні розвідувальні літаки збиті під час проведення розвідки після РЕВУ; B_2 - безпілотні розвідувальні літаки не збиті і виявили випромінювання РЛС ЗРК. Вихідні данні наступні, платіжна матриця має вигляд:

$$|a_{ij}| = \begin{matrix} & \Pi_1 & \Pi_2 \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \end{matrix} & \begin{matrix} 10 \\ 2 \end{matrix} & \begin{matrix} 1 \\ 5 \end{matrix} \end{matrix},$$

та відомі апіорні ймовірності виникнення станів РЕО Π_{ij} після проведення РЕВУ по противнику:

$$q_1 = P(\Pi_1) = 0,8; q_2 = P(\Pi_2) = 0,2; K = 0,5.$$

Умовні ймовірності $P(B_i / \Pi_j)$ наведені в наступній таблиці:

B_i / Π_j	Π_1	Π_2
B_1	0,1	0,7
B_2	0,9	0,3

Потрібно визначити необхідність проведення розвідки після РЕВУ.

Рішення. Відповідно виразу (4) визначаємо матрицю ризиків:

$$|r_{ij}| = \begin{vmatrix} 0 & 4 \\ 8 & 0 \end{vmatrix}.$$

При достовірних результатах розвідки, її доцільність визначається умовою (3). Для нашого приклада отримуємо:

$$\min_i \left(\sum_{j=1}^L r_{ij} \cdot q_j \right) = \min_i \left(\begin{matrix} 0 \cdot 0,8 + 4 \cdot 0,2 = 0,8 \\ 8 \cdot 0,8 + 0 \cdot 0,2 = 6,4 \end{matrix} \right) = 0,8 > 0,5$$

З отриманих результатів підрахунків прикладу, який розглядається достовірну розвідку проводити доцільно.

Для випадку, коли розвідка визначає стан середовища недостовірно, доцільність її проведення визначається умовою (5).

Математичні очікування рішень:

$$\bar{a}_1 = \sum a_{1j} \cdot q_j = 10 \cdot 0,8 + 1 \cdot 0,2 = 8,2; \bar{a}_2 =$$

$$= \sum a_{2j} \cdot q_j = 2 \cdot 0,8 + 5 \cdot 0,2 = 2,6.$$

$$\max_i \bar{a}_i = 8,2, \text{ відповідно критерію Байєса,}$$

означає, що потрібно приймати рішення x_1 .

Ймовірності результатів розвідки відповідно (6) дорівнюють:

$$P(B_1) = \sum_j P(B_1 / \Pi_j) \cdot P(\Pi_j) = 0,1 \cdot 0,8 + 0,7 \cdot 0,2 = 0,22;$$

$$P(B_2) = \sum_j P(B_2 / \Pi_j) \cdot P(\Pi_j) = 0,9 \cdot 0,8 + 0,3 \cdot 0,2 = 0,78.$$

За формулою перевірки гіпотез визначаємо апостеріорні ймовірності стану РЕО:

$$P(\Pi_1 / B_1) = \frac{P(B_1 / \Pi_1) \cdot P(\Pi_1)}{\sum_j P(B_1 / \Pi_j) \cdot P(\Pi_j)} = \frac{0,1 \cdot 0,8}{0,22} = \frac{8}{22};$$

$$P(\Pi_2 / B_1) = \frac{P(B_1 / \Pi_2) \cdot P(\Pi_2)}{\sum_j P(B_1 / \Pi_j) \cdot P(\Pi_j)} = \frac{0,7 \cdot 0,2}{0,22} = \frac{14}{22};$$

$$P(\Pi_1 / B_2) = \frac{0,9 \cdot 0,8}{0,78} = \frac{72}{78}; \quad P(\Pi_2 / B_2) = \frac{0,3 \cdot 0,2}{0,78} = \frac{6}{78}.$$

Середні апостеріорні результати для кожного рішення x_i та результату B_1 дорівнюють:

$$\bar{a}_{an11} = \sum_j a_{1j} \cdot P(\Pi_j / B_1) = 10 \cdot \frac{8}{22} + 1 \cdot \frac{14}{22} = \frac{94}{22};$$

$$\bar{a}_{an21} = \sum_j a_{2j} \cdot P(\Pi_j / B_1) = 8 \cdot \frac{8}{22} + 5 \cdot \frac{14}{22} = \frac{134}{22}.$$

Таким чином, якщо б результатом проведення розвідки був би результат B_1 , то оптимальним рішенням було б x_2 , при якому середній апостеріорний результат максимальний і дорівнює $134/22$. Середні апостеріорні результати для кожного рішення x_i та результату розвідки B_2 дорівнюють:

$$\bar{a}_{an12} = \sum_j a_{1j} \cdot P(\Pi_j / B_2) = 10 \cdot \frac{72}{78} + 1 \cdot \frac{6}{78} = \frac{726}{78};$$

$$\bar{a}_{an22} = \sum_j a_{2j} \cdot P(\Pi_j / B_2) = 2 \cdot \frac{72}{78} + 5 \cdot \frac{6}{78} = \frac{172}{78}.$$

Таким чином, якщо б результатом розвідки був би результат B_2 , то оптимальним рішенням було б x_1 , при якому середні апостеріорні

результат дорівнює $726/78$.

Доцільність проведення недостовірної розвідки визначається умовою (5):

$$\begin{aligned} & \sum_k \max_i \bar{a}_{ik} \cdot P(B_k) - \max_i \sum_j a_{ij} \cdot q_j = \\ & = \frac{134}{22} \cdot 0,22 + \frac{726}{78} - \max_i \left\{ \begin{matrix} 8,2 \\ 2,6 \end{matrix} \right\} = \\ & = 8,6 - 8,2 = 0,4 < 0,5. \end{aligned}$$

В наслідок отриманих результатів можна зробити висновок, що недостовірну розвідку проводити недоцільно. Наприкінці відмітимо, що ступінь виконання умов (3) і (5), характеризує стабільність рішень, які приймаються до зміни вихідних даних.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Головним результатом даної статті є те, що в ній запропоновано методичний підхід щодо прийняття рішення на проведення розвідки результатів РЕВУ на основі використання математичної ігрової моделі, яка є найбільш доцільною для вирішування наведеного у статті питання. Отримані результати розрахунків на основі використання запропонованої математичної моделі дозволяє обґрунтувати доцільність вибору рішення щодо проведення розвідки результатів РЕВУ.

Запропонований у статті підхід може застосовуватися і під час обґрунтування рішення

на доцільність проведення розвідки результатів застосування інших видів зброї, коли можливі більше двох станів обстановки та більше альтернатив можливих рішень. Тобто ігрова матриця повинна буде мати більший розмір, але методичний підхід щодо отримання необхідного результату залишиться такий самий.

Список літератури

1. Копп, К. Электронная бомба – оружие электронного массового поражения [Текст]: пер. с англ., 2001. – 111 с.
2. Симонов, В. Электромагнитный импульс – новое оружие [Текст] // Вестник ПВО. – М., 1985. – № 3. – С. 81–84.
3. Василевич, Л. Ф. Математические методы принятия решений [Текст] : Монография. – К.: Наша справа, 2004. – 52 с.
4. Оружие будущего: импульсное вооружение. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.livadnyy.com/forum/index.php>.
5. Электромагнитная бомба. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.popmech.ru/article/2531-uboynyiy-reyting/>.
6. Пекин создает электромагнитное оружие. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: ("The Washington Times", США). <http://www.inosmi.ru/fareast/20110724/172375391.html>.

УДК 629.735.05:621.396.6(043.2)

Чередниченко А. Ю., Марусяк А. Д., Сидоренко Т. І.
Національний авіаційний університет, Київ

ЩОДО ПЕРСПЕКТИВНОГО НАПРЯМКУ РОЗВИТКУ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ ДЛЯ ЛІТАКІВ-ВИНИЩУВАЧІВ

В статті авторами пропонується один із можливих перспективних напрямків розвитку індивідуальних засобів радіоелектронної боротьби - контррадіоелектронна протидія (КРЕП) сучасним бортовим засобам радіоелектронного подавлення, а також визначаються основні завдання ведення КРЕП, склад необхідного обладнання для його ведення на борту літака-винищувача.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. Становлення української держави цілком та повністю залежить від всебічного розвитку і зміцнення власних Збройних Сил (ЗС). Повітряні Сили є однією з найважливіших видів будь-яких ЗС, при веденні сучасних бойових дій. В теперішній час, не можливо уявити літак, будь-то винищувач чи бомбардувальник, без засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Літак не обладнаний цими засобами, в умовах сучасного розвитку засобів виявлення та ураження, має дуже низьку ймовірність виживання при подоланні сучасної системи ППО [1 – 5].

Ефективність РЕБ, у значній мірі, залежить від рівня розвитку та удосконалення способів застосування радіоелектронних засобів (РЕЗ) та засобів РЕБ. Як показує досвід локальних війн, РЕБ розповсюджується практично на всі види електронних засобів – радіозв'язок, радіолокацію, радіотелеуправління, радіонавігацію тощо [5,6]. Вивчення досвіду використання авіації в локальних конфліктах останніх років [1 – 6], показує, що вирішення бойових завдань здійснюється в умовах добре організованої системи протиповітряної оборони (ППО) та протидії високоефективних наземних та бортових засобів РЕБ противника, тому завдання підвищення можливостей тактичної авіації (ТА) щодо подолання сучасної системи ППО противника шляхом зниження ефективності дії його систем РЕБ є сьогодні достатньо актуальним. Йому приділяється багато уваги з боку іноземних та українських фахівців як під час модернізації існуючих так і розробки нових типів літаків. Це і зумовлює актуальність теми, яка розглядається в цій статті

Аналіз останніх досліджень та публікацій з цього напрямку свідчить про те, що під час

військових конфліктів останнього періоду [1 – 6] ТА залишається одним з найголовніших ударних засобів [1, 3]. Тактичні винищувачі мають високі бойові характеристики, різні види озброєння, як для дії по наземним цілям, так і для ведення повітряного бою. Бойові можливості тактичного винищувача багато в чому визначаються якістю роботи бортового комплексу управління зброєю (БКУЗ) та бортових засобів РЕБ. Разом з маскуванням своїх військ та об'єктів, дезінформацією і ураженням РЕЗ противника авіацією, ракетами та артилерією, заходи РЕБ, в минулих війнах і конфліктах, дозволяли дезорганізовувати системи розвідки, управління військами (силами) та управління зброєю противника, а також забезпечували стійкість дії аналогічних систем своїх військ.

Внаслідок вивчення досвіду локальних війн, змінювались напрямки досліджень та розробок техніки радіоелектронної розвідки (РЕР) та РЕБ. В останній час, спостерігається тенденція упередженої розробки засобів РЕБ, з урахуванням прогнозів розвитку РЕЗ, а не реагування на зміну радіоелектронної обстановки, як це було в минулому. Тому актуальність питання щодо контрпротидії засобам бортових систем РЕБ літаків-винищувачів, яке розглядається в статті не викликає сумніву.

Зважаючи на зазначене, **мета статті** полягає у визначенні одного із перспективних напрямків розвитку індивідуальних засобів радіоелектронної боротьби для літаків-винищувачів ЗС України, а також в визначенні його основних завдань та складу необхідного обладнання на борту для його ведення.

Виклад основних положень матеріалу статті. Бойові можливості сучасних засобів ведення повітряної війни, у значній мірі, залежать від надійного функціонування бортових

РЕЗ та систем управління зброєю. Тому в ході бойових дій, кожна з воюючих сторін буде прагнути максимально дезорганізувати роботу РЕЗ і засобів управління зброєю противника, і усіма способами забезпечити стійку роботу своїх РЕЗ, для досягнення мети виконання поставленого бойового завдання. Це завдання, під час ведення повітряного бою, покладено на засоби РЕП індивідуального захисту літака (станція активних перешкод індивідуального захисту (САП ІЗ)), місце та роль яких в сучасних видах бойових дій постійно зростає, що пов'язано з прямою залежністю живучості літака та виконання їм бойового завдання [1 – 4]. Так наприклад, долаючи систему ППО без використання засобів РЕБ, показник живучості літака складає всього 0,01...0,35 [2], а з використанням засобів РЕБ, його живучість збільшується: при використанні засобів індивідуального захисту до 0,44 [4]. Сумісне використання засобів індивідуального та колективного захисту підвищує показник живучості літака до 0,85 [1]. Комплексне використання засобів РЕБ до 0,95 [1]. Ймовірність виживання літака збільшується, внаслідок цього збільшується кількість потрібних противнику, сучасних засобів ураження, які мають велику вартість. Великий стрибок в теорії та практиці розвитку засобів РЕБ вимагає негайної уваги до можливості зниження ефективності засобів РЕБ, з метою підвищення ефективності БКУЗ в повітряному бою.

На основі аналізу сучасного стану та перспектив розвитку і модернізації БРЛС літаків-винищувачів та станцій САП ІЗ, як об'єктів КРЕП можна зробити висновок, що розробці способів та пристроїв захисту від перешкод, для підвищення ефективності використання бортових систем управління зброєю, завжди приділялася особлива увага, але питання активної протидії сучасним САП ІЗ поки що достатньо не досліджено.

Тому в статті питання підвищення ефективності бойового застосування тактичного винищувача та його системи управління зброєю (СУЗ), в умовах перешкод, пропонується досягати шляхом введення перспективного напрямку розвитку засобів РЕБ для літаків-винищувачів ТА такого як – КОНТРРАДІОЕЛЕКТРОННА ПРОТИДІЯ. Вперше цей термін з'явився у літературі у 1976 році [7].

Під цим поняттям розуміється не просто підвищення перешкодозахищеності БРЛС літака-винищувача, а процес активної протидії САП ІЗ, тобто подавлення самих бортових засобів РЕП, а саме, САП ІЗ та її інформаційної підсистеми (станції попередження про опромінення (СПО), автомату постановки перешкод (АПП) тощо) (рис.1).

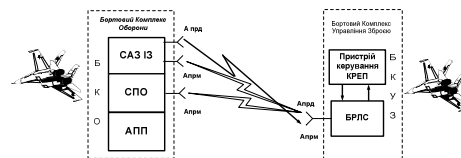


Рис.1. Направлення здійснення КРЕП

Новизна задачі КРЕП обумовлена, як новим об'єктом подавлення, так і необхідністю розробки нових способів та засобів його здійснення, а також розробкою нової системи управління КРЕП на борту та стратегії (алгоритму) його ведення.

Аналіз можливих перспектив подальшого розвитку літаків-винищувачів, які знаходяться на озброєнні ЗС України показує, що найбільш перспективними напрямками їх удосконалення та модернізації сьогодні є [6, 8 – 10]: інтеграція різноманітних радіоелектронних засобів літака-винищувача (засобів радіолокації, радіолокаційного визначення, радіопротидії, радіонавігації, зв'язку тощо) в єдиний багатоцільовий комплекс з метою поєднання та сукупного опрацювання інформації щодо радіоелектронного стану та координат літака, підвищення перешкодозахищеності, вирішення проблем електромагнітного поєднання, енергозбереження, діагностування та контролю всіх радіоелектронних засобів бортового комплексу; створення нових витратних засобів радіоелектронної протидії: передавачів та ретрансляторів одноразового використання, вистрілюючих та буксирюємих пасток у доступному хвильовому діапазоні роботи РЛС управління зброєю та ГНС ракет; активна протидія бортовим засобам РЕБ літаків-винищувачів противника шляхом розробки та застосування нових способів КРЕП цим засобам.

До основних завдань КРЕП на борту літака-винищувача сьогодні можна віднести: подавлення інформаційної системи бортових засобів РЕБ противника шляхом зміни роботи БРЛС (введення в оману); ускладнення противнику виявлення цілі на потрібній

дальності шляхом змін потужності сигналів зондування та перешкод, що випромінюються; ускладнення визначення текучих координат цілі шляхом зміни режимів роботи БРЛС управління зброєю; навмисна зміна режимів роботи БРЛС за визначеною стратегією ведення КРЕП з метою постійної зміни ступеню небезпеки цілі та прийняття (або не прийняття) хибних рішень БКУЗ на атаку та знищення цілі; створення багатофункціонального сигналу, який дозволить одночасно підвищити рівень корисної інформації та подавити інформаційну систему РЕБ винищувача (перехоплювача) противника; розробка нових пристроїв підвищення перешкодозахищеності винищувача в момент роботи засобів РЕБ літака противника; активне врахування природи створення перешкод засобами РЕБ противника з метою уникнення їх дії на системи автоматичного супроводження БКУЗ за направленням, дальністю та швидкістю.

Сторона, яка перша почне розробляти та використовувати способи та засоби КРЕП отримає на визначеному часовому інтервалі переваги в ефективності ведення РЕБ та отримає перевагу під час повітряного бою взагалі. На хвилі повсякчасної модернізації засобів РЕБ на основі нової технологічної бази та інтеграції засобів РЕБ на літаках в єдиний інтегрований радіолокаційний перешкодовий комплекс, встановлення нового інтегрованого комплексу на літак без реалізації способів та пристроїв КРЕП не дасть потрібної ефективності ведення війни у радіочастотному діапазоні.

Постановка перешкод не повинна виключати застосування власних ракет до супротивника, особливо під час етапу підготовки їх запуску. Це може виявитися найефективнішим шляхом боротьби з повітряною ціллю, бо вона ухиляється від ракетної загрози та має перейти на пасивну тактику ведення бою. Така тактична перевага може досягатися веденням КРЕП, бо забезпечується завчасне виявлення випромінюючої цілі та її ідентифікація. Однією із тактичних вимог до інформаційної підсистеми КРЕП є забезпечення пасивного виявлення випромінювання РЕЗ супротивника на відстані, що перевищує дальність активного виявлення ним винищувача. Пасивне виявлення повинне доповнюватися визначенням типу цілі. Передчасне виявлення та ідентифікація цілі дозволяє винищувачу зайняти більш вигідну позицію для нападу. При знаходженні у спільному активному інформаційному контакті з ціллю, пасивна інформаційна підсистема КРЕП повинна забезпечувати визначення фази нападу

на ціль, фіксацію переходу БРЛС цілі до режиму прицільного супроводження винищувача та увімкнення каналу підсвічування, що є тактичними вимогами до інформаційної підсистеми КРЕП. У випадку знаходження декількох випромінюючих цілей, під час ведення КРЕП повинно проводитися ранжування їх за ступенем небезпеки цілей, виділення (вибір) найбільш небезпечної цілі та забезпечуватися відображення цілей на екранах індикаторів кабіни екіпажу. Виділення найнебезпечнішої цілі та фіксація пуску ракети по винищувачу є однією із головних тактичних вимог до інформаційної підсистеми комплексу радіоелектронної протидії. Для забезпечення свого виживання у повітряній битві винищувач повинен використовувати всі оборонні можливості РЕБ та КРЕП, а також постійно ці можливості повинні нарощуватися та удосконалюватися.

При оптимізації складу обладнання для ведення КРЕП треба спиратися результати оцінювання ефективності ведення КРЕП на основі показника інформативності під час вирішення завдань протидії. Аналіз роботи радіолокатора, з точки зору його характеристик, показує, що існують такі етапи, як: виявлення об'єкту, вимірювання його параметрів, супроводження об'єкту, наведення ракети. Ці етапи відрізняються між собою параметрами сигналу зондування, періодом та тривалістю опромінення об'єкта, типом сигналу, інформаційними параметрами та параметрами селекції відбитого сигналу. Тому алгоритм визначення методу роботи радіолокатора супротивника, розроблено на базі наявного чи відсутнього сигналу зондування. Зменшення кількості корисної інформації вимірюваних параметрів (які є випадковими величинами) можна оцінювати у відповідності з інформаційним критерієм, у якому показником якості є величина кількості корисної інформації. Зменшення корисної інформації, наприклад, на етапі виявлення цілі, призводить до зменшення часу підготовки пуску ракети, а скорочення цього показника на величину, яка перевищує необхідний для проведення операцій мінімум, виключає використання ракетних засобів.

Використання підходу до оцінювання ефективності ведення КРЕП, критерієм якого є показник інформативності, дозволяє: оцінити потенціальні характеристики ведення КРЕП за реальних умов; порівняти кількість інформації, що отримується супротивником при дії перешкод та без їх впливу; оцінити зміну кількості інформації, що отримана

супротивником за умов ведення РЕБ та КРЕП; сформувати алгоритм ведення КРЕП та РЕБ, при якому кількість корисної інформації на всіх етапах роботи БКУЗ та інформаційної системи РЕБ противника буде максимально знижена. Вибір інформативного критерію оцінювання дозволить не тільки визначати види та параметри перешкод, але й розробити сумісний алгоритм ведення РЕБ та КРЕП, з метою забезпечення у радіолокаторі супротивника мінімальне отримання корисної інформації щодо параметрів цілі, а також дозволить обґрунтовувати необхідність використання нових функціональних елементів. В загальному вигляді майбутня система КРЕП на борту літака повинна складатися з таких підсистем: інформаційної; виконавчої; обчислювальної (забезпечує взаємодію елементів КРЕП, спільну роботу з іншими системами літака); відображення інформації.

До складу інформаційної підсистеми КРЕП повинні входити пристрої та датчики різноманітного спектру електромагнітних коливань (станція попередження опромінення, теплогенератор, пристрій виявлення лазерного опромінення). До системи КРЕП також повинні надходити данні від пристроїв, які спрягаються з бортовим устаткуванням літака та пристроїв ширококутового інформаційного обміну з системами РЕБ та КРЕП інших літаків групи.

До складу виконавчої системи КРЕП повинні входити: РЛС управління зброєю; станція активних перешкод індивідуального захисту; станції перешкод інфрачервоного діапазону; станції перешкод лазерного діапазону; устаткування хибних теплових та радіолокаційних цілей; пастки, що буксуються. Обчислювальна підсистема повинна бути окремою за умов впровадження системи КРЕП на літаки-винищувачі без інтегрованого радіолокаційно перешкодового комплексу (ІРПК) та інтегрована в загальну обчислювальну систему за умов створення ІРПК на борту нового чи модернізованого винищувача. Підсистема відображення інформації може мати свої пристрої відображення, або інформація може виноситися вже на існуючі пристрої відображення.

Висновки та перспективи подальших досліджень. В статті запропонований один із можливих перспективних напрямків розвитку індивідуальних засобів радіоелектронної боротьби – контррадіоелектронна протидія (КРЕП) сучасним бортовим засобам радіоелектронного подавлення. Також в статті були визначені основні завдання ведення КРЕП

та можливий склад обладнання для його ведення на борту літака-винищувача. Модернізація існуючих літаків-винищувачів ЗС України шляхом розроблення нових способів ведення КРЕП сучасним станціям активних перешкод індивідуального захисту шляхом зміни параметрів роботи БРЛС літаків-винищувачів можлива й сьогодні. Ведення КРЕП дозволить підвищити ефективність застосування БКУЗ в умовах перешкод; перешкодозахищеність літака в бою, його живучість та ефективність виконання ним завдань, що вирішуються. В сучасних умовах обмеженого фінансування ЗС України модернізація існуючих зразків найбільш можлива шляхом застосування способів ведення КРЕП на основі змін параметрів та режимів роботи БРЛС. Створення та впровадження системи ведення КРЕП з окремим алгоритмом його ведення є доцільним та перспективним напрямком подальшої модернізації літаків-винищувачів ЗС України, та особливо актуально за умов інтеграції бортового радіоелектронного обладнання літаків-винищувачів у єдиний інтегрований радіолокаційний комплекс. В якості подальших досліджень за цим напрямком планується розроблення способів КРЕП та побудова алгоритму його ведення, а також розробка математичного апарату оцінювання ефективності його ведення.

Список літератури

1. Боевые действия в Персидском заливе. Аналитический обзор. – М.: ИНФО-ТАСС, АСОНТИ, 1991.-50с.
2. Истребитель-бомбардировщик Ягуар. Системы и оборудование: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://aviac.ru/fighters/8-mnogocelevoj-istrebitel-mirazh-f-i.html>.
3. Lockheed-Boeing-General Dynamics F-22 Raptor Многоцелевой истребитель: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.paralay.com/f22.html>.
4. Защита от радиопомех/ Под редакцией М.В. Максимова.-М.: Сов. радио,1976. – 496с.
5. Многоцелевой истребитель Мираз F-I: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://aviac.ru/fighters/8-mnogocelevoj-istrebitel-mirazh-f-i.html>.
6. Vant Brunt L. B. Applied EGM, V 1,2, 1982. E.W. Engineering, USA.
7. Защита от радиопомех / Под редакцией М.В.Максимова. – М.: Сов. радио, 1976. – 496с.
8. Семененко О.М., Добровольський Ю.Б. Щодо інтегрування бортового радіоелектронного обладнання літаків-винищувачів Збройних Сил України в єдиний комплекс Збірник наукових праць ЦНДІ ЗС України №1(55). – К.: ЦНДІ ЗС України, 2002. – С. 48-50.

УДК 621.372 (043.2)

Сабадаш С. С.

Житомирський військовий інститут імені С.П. Корольова, Житомир

ЦИФРОВИЙ ДЕМОДУЛЯТОР РАДІОПРИЙМАЧА СТАНЦІЇ ПРИЙОМУ КОСМІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

У статті представлено можливий варіант побудови цифрового демодулятора фазоманіпульованих сигналів із залишком носійного коливання ШСЗ NOAA в L діапазоні. Подаються результати моделювання демодулятора з використанням програмного комплексу «LabVIEW 2011».

Вступ. Сучасні дистанційні методи зондування об'єктів, особливо космічні, відкрили якісно новий етап в інформаційному забезпеченні досліджень і розробок в науках про Землю, під час вирішення завдань прогнозу погоди, природоохоронного моніторингу тощо. В наш час велику частину даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) отримують з штучних супутників Землі (ШСЗ). Дані ДЗЗ на сьогодні — це аерокосмічні знімки, які представляються в цифровій формі, як растрові зображення, тому проблематика інтерпретації даних ДЗЗ тісно пов'язана з цифровою обробкою інформації. На сьогоднішній день відомо багато ШСЗ, що передають інформацію ДЗЗ у режимі відкритого доступу, зокрема для отримання метеорологічних даних (відповідно до концепції Всесвітньої метеорологічної організації). Серед них відомі супутники погоди з полярною орбітою: NOAA (США), Meteor (Росія), Fengyun-1 (Китай) тощо [1]. Тому проблематика, що стосується розробки окремих структурних елементів або приймальних пристроїв інформації ДДЗ в цілому є досить актуальною на сьогоднішній день.

Аналіз основних досліджень та публікацій. Сучасні системи ДЗЗ передбачають сумісне функціонування двох сегментів: космічного (орбітального) та наземного [2]. До орбітального сегменту входять: базова платформа з встановленою на ній цільовою апаратурою та бортові засоби передачі інформації на Землю по радіоканалах. Наземний сегмент забезпечує управління польотами космічних апаратів, регулювання режимів роботи цільової апаратури, приймання результатів ДЗЗ, первинну і тематичну обробку тощо.

На сьогоднішній день відомо багато розробок цільової апаратури для приймання та обробки даних ДЗЗ. Серед них можна відмітити спроектовані російськими інженерами

приймальні станції «Аліса-СК», «УниСкан», «КосмЭк-АРТ», «Гиацинт», «Байкал» та інші, головним чином комерційного спрямування [3-6]. Відомі також розробки персональних приймальних станцій серед аматорів, зокрема приймач даних ДЗЗ американського метеосупутника NOAA в L діапазоні, приймач діапазону (137...141) МГц для роботи із супутниками NOAA, METEOSAT, WEFAX, Meteor тощо [7,8].

Відомо, що дані ШСЗ NOAA в L діапазоні передаються з використанням фазоманіпульованого сигналу з залишком носійного коливання (зсув фаз: $\Delta\varphi = \pm 68^\circ$) [9]. Демодулятор для прийому такого сигналу можна побудувати за відомою схемою аналогового когерентного демодулятора [10]. Такий підхід використаний авторами приймальних станцій, описаних в [4,7,8]. Але під час прийому радіосигналу з ШСЗ у міських умовах (тобто присутня негативна дія явища багатопримесності, наявні адитивні та мультиплікативні перешкоди тощо) найбільш доцільно для демодуляції прийнятого сигналу застосовувати цифрову обробку. Цифрові приймачі мають істотні переваги над аналоговими, зокрема гнучкі можливості перебудови алгоритмів роботи без зміни апаратної частини. Крім того, цифрова реалізація дозволить ефективно боротись з перешкодами, зокрема використовуючи цифрові режекторні фільтри та сучасні перспективні адаптивні методи подавлення перешкод [11-13].

Викладення основного матеріалу. Розглянемо структурну схему цифрового демодулятора (ЦД) фазоманіпульованих сигналів. Можливий варіант побудови демодулятора станції прийому даних ДЗЗ показаний на рис. 1.

Обробка, прийнятого станцією сигналу (з виходу антенного пристрою), розпочинається в

аналоговій частині приймального тракту (АЧПТ). В аналоговому тракті виконується попереднє підсилення, частотна селекція та перенесення інформаційного спектра на другу проміжну частоту (АЧПТ побудована за відомою супергетеродинною схемою з подвійним перетворенням частоти). Отже, сигнал на вхід демодулятора потрапляє на проміжній частоті, що значно засобів ЦД.

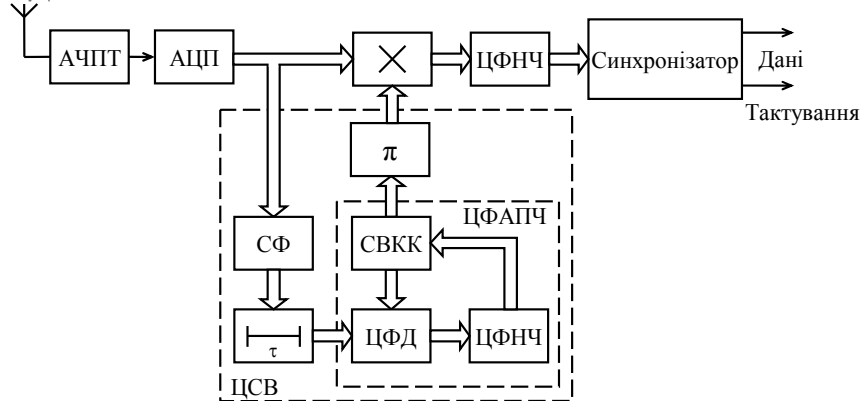


Рис. 1. Структурна схема цифрового демодулятора

Формування опорного колювання відбувається при наявності в спектрі прийнятого сигналу носійного колювання. Як відомо, при використанні класичної фазової маніпуляції (початкові фази 0, π) носійне колювання в спектрі модульованого сигналу відсутнє. У такому разі, як правило, використовують когерентні демодулятори на основі схем Сіфорова, Костаса тощо [10]. У сигналі, що передається з метеосупутника NOAA застосована спліт-фазова маніпуляція із залишком носійної [9]. Наявність носійного колювання пояснюється використанням набору початкових фаз відмінних від «0» та « π ». У даному випадку зсув фаз становить $\pm 68^\circ$. Такий факт дозволяє досить просто вирішити питання добування когерентного опорного колювання, а також забезпечення тактової синхронізації (бітова послідовність).

До складу формувача опорного колювання входять: смуговий фільтр — СФ (фільтр має вузьку смугу пропускання для виділення носійного колювання); коло цифрового фазового автопідстроювання частоти (ЦФАПЧ) та фазообертач на « π ». Коло ЦФАПЧ має цифровий фазовий детектор (ЦФД), синтезатор відліків керований кодом (СВКК) та ЦФНЧ. На виході СФ встановлена схема компенсації затримки ЦФНЧ. Як видно з рис. 1, на вхід помножувача подаються два сигнали: інформаційний (з виходу аналогово-цифрового перетворювача — АЦП) та

Прототипом демодулятора, про який йдеться в статті, є аналоговий кореляційний приймач з фазовим автопідстроюванням частоти [10]. Отже, до складу ЦД входять: помножувач, формувач опорного сигналу на основі фазового автопідстроювання частоти — цифровий синтезатор відліків (ЦСВ) та цифровий фільтр нижніх частот (ЦФНЧ).

відліки опорного колювання « $-\sin(nT_d)$ ». Вибір саме такого опорного колювання пояснюється тим, що в ЦД частково відбувається квадратурна обробка. У даному разі, набір елементів цифрового демодулятора виконує функції квадратурного каналу за відомою схемою квадратурної обробки радіосигналу [14,15]. Синфазний канал не використовується тому, що в ньому не передається корисна інформація. У разі застосування фазової маніпуляції з зсувом фаз $\Delta\phi = \pm 68^\circ$ на виході синфазного каналу буде присутня тільки постійна складова. Даний факт підтвердився під час дослідження моделі ЦД, розробленої в програмному середовищі LabVIEW.

У складі цифрового когерентного демодулятора застосований також пристрій тактової синхронізації (далі — «синхронізатор») на основі оцінки затримки сигналу прямокутної форми за методом максимальної правдоподібності (без застосування фазового перестроювання частоти), запропонований в [16]. Метою використання синхронізатора стала необхідність відновлення переданої бітової послідовності та сигналу тактової синхронізації. При достатньо великих відношеннях сигнал/шум (ВСШ) на вході демодулятора (20-30 дБ) відновлену послідовність символів можна знімати безпосередньо з виходу ЦД. Але при зменшенні ВСШ до 10-15 дБ форма сигналу на виході ЦД починає спотворюватись (виникають

помилкові перепади, зсув фронтів за часом тощо). Тому до виходу ЦД під'єднується синхронізатор. Синхронізатор призначений для відновлення істинної форми демодульованого радіосигналу завдяки його накопиченню та аналізу вздовж N символів, що йдуть один за одним. Відновленню підлягають істинні моменти зміни символів у радіосигналі (тактова синхронізація), а також істинна полярність символів.

Структурна схема цифрового демодулятора фазоманіпульованих сигналів із залишком носійного коливання була покладена в основу розробки комп'ютерної моделі, виконаної в програмному середовищі «LabVIEW 2011». Модель ЦД у середовищі LabVIEW має окремі складові — віртуальні інструменти. Через те, що блок-схема моделі дуже велика повністю розмістити її у статті не є можливим. Тому нижче будуть наведені основні фрагменти блок-схеми моделі цифрового демодулятора.

На рис. 2 наведені: помножувач та цифровий фільтр нижніх частот (з можливістю квадратурної обробки); формувач опорного сигналу (має вузькосмуговий фільтр), схема компенсації затримки, синхронізатор та система цифрового фазового автопідстроювання частоти. У моделі можна змінювати значення параметрів цифрових фільтрів (задавати порядок, частотні параметри тощо), є можливість ввімкнення (вимкнення) системи ЦФАПЧ, а також зміни її параметрів. Також можливо змінювати параметри синхронізатора — задавати значення

N (кількості символів, що йдуть один за одним). Необхідно зауважити, що модель демодулятора в середовищі LabVIEW складається з двох частин: панелі віртуальних приладів (Front Panel) та блок-схеми (Block Diagram). Панель віртуальних приладів дозволяє візуально спостерігати за процесами, що виникають під час роботи ЦД, а також задавати основні параметри роботи схеми. Модель також дозволяє виконати дослідження характеристик перешкодостійкості ЦД.

На основі розробленої моделі проведений експеримент по дослідженню впливу зміни відношення сигнал/шум (на вході ЦД) на значення ймовірності символної (бітової) похибки — $p_{\text{ном}}(q)$. Порівняння результату виконувалось за теоретично розрахованою залежністю $p_{\text{ном}}(q)$. Така залежність отримана за відомою формулою [17]:

$$p_{\text{ном}} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}(\sin i \sqrt{q}), \quad (1)$$

де $\operatorname{erfc}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} e^{-y^2} dy$ — додаткова функція

похибки; i — значення дискрети фази фазоманіпульованого сигналу, q — відношення сигнал/шум на вході ЦД.

Результати експерименту є середньостатистичними даними, які отримані під час роботи з моделлю ЦД та при сталих значеннях q . На основі отриманих даних побудований відповідний графік (рис. 3).

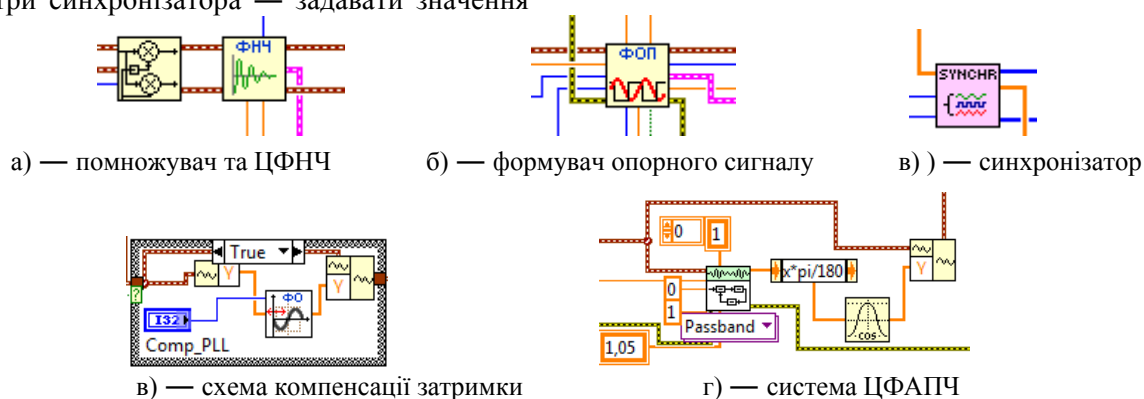


Рис. 2. Фрагменти блок-схеми моделі (основні елементи):

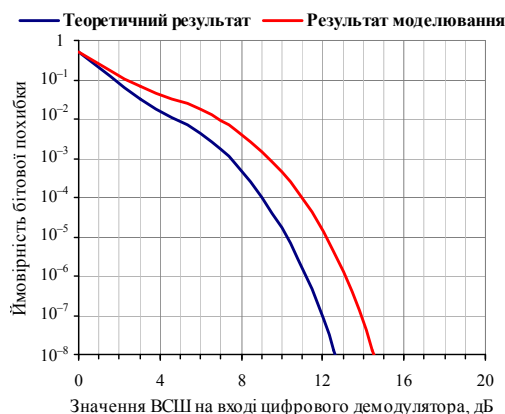


Рис. 3. Графік залежності ймовірності біткової похибки від відношення сигнал/шум на вході демодулятора

З набутого графіка (рис. 3) випливає, що характеристики перешкодостійкості розробленого цифрового демодулятора близькі до потенційних. Тобто при ймовірності біткової похибки на рівні 10^{-6} , енергетичні втрати не перевищують 2 дБ.

Висновки. Отримані результати дозволяють стверджувати, що запропонований в статті варіант цифрового демодулятора фазоманіпульованих сигналів є сенс використовувати в складі діючих зразків радіоприймальних пристроїв ДЗЗ. Отже, можна використати всі переваги цифрової реалізації, зокрема під час побудови засобів для боротьби з різними перешкодами. Мова йде про використання цифрових режекторних фільтрів та алгоритмів адаптивної цифрової фільтрації для ефективної боротьби з перешкодами, що виникають при експлуатації приймальних систем ДЗЗ у міських умовах. У цьому, власне і є актуальність даної роботи. Розроблений цифровий демодулятор передбачається використовувати в складі університетського комплексу прийому та обробки космічної інформації ДЗЗ, який створюється в інституті; в складі цифрових приймачів станції приймання інформації ШСЗ NOAA L діапазону та ШСЗ Terra, Aqua X діапазону. Такий комплекс створюється на заміну діючого аналогового обладнання, що за характеристиками перешкодостійкості виявилось неефективним.

Список літератури

1. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. — М.: Издательство А и Б, 1997. — 296 с., ил.
2. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О.С. Токарева; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. — 148 с.
3. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), космические снимки и спутниковый мониторинг,

карты. Станция «Унискан»: [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.scanex.ru>.

4. Спутниковая станция «КосмЭк-АРТ»: [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.vfs.org.ua/kosmek.htm>.

5. Станция приема РАДМИР-1,7-М: [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.niiri.com.ua/Rus/sp_radmir.htm.

6. Спутниковые приёмные комплексы «Байкал», «Гиацинт»: [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://meteosputnik.ru/item230>.

7. Matjaz Vidmar, S53MV. NOAA HRPT Receiver // VHF COMMUNICATIONS. — 1997, № 3. — С. 130 — 151.

8. Miroslav Gola, OK2UGS. FM Receiver For 137...141MHz (A double conversation superhetrodyne with pll) // VHF COMMUNICATIONS. — 2002, № 3. — С. 130 — 150.

9. National Oceanic and Atmospheric Administration: [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.noaa.gov>.

10. В.М. Коваль. Пристрої приймання та оброблення сигналів, частина I. Навчальний посібник. — Житомир, ЖВІРЕ.

11. Э. Айфичер, Б. Джервис. Цифровая обработка сигналов. Практический подход, 2-е издание, Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. — 992 с.: ил. Парал. тит. англ.

12. Адаптивные фильтры. /Под ред. К.Ф.Н. Коуэна и П.М. Гранта. — М.: Мир, 1988, 392 с.

13. Цифровая обработка сигналов. Лекции и практикум на ПК. Автор: проф. А.В. Давыдов: [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://prodav.narod.ru/dsp/index.html>.

14. Р. Лайонс. Цифровая обработка сигналов: Второе издание. Пер. с англ. — ООО «Бином-Пресс», 2006 г. — 656 с.: ил.

15. Выделение комплексной огибающей полосового радиосигнала. Квадратурный гетеродин: [Электрон. ресурс]. — Режим доступа: <http://www.dsplib.ru/content/quadosc/quadosc.html>.

16. В.Б. Стешенко. Цифровые разомкнутые схемы демодуляторов сигналов с частотной и фазовой манипуляцией // Цифровая обработка сигналов. — 2003, № 2. — С. 38 — 39.

17. Спилкер Дж. Цифровая спутниковая связь. Пер. с англ./ Под ред. В.В. Маркова. — М.: Связь, 1979. — 502 с., ил., — С. 270.

ЗМІСТ

СУЧАСНІ АВІАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

<i>Andzelika Grudzien, Przemyslaw Nowakowski, Mateusz Lewandowski</i> The Concept of Detachable Engine Pylons in Jet Airliners.....	3
<i>Łukasz Sawicki, Jacek Widziszowski, Norman Plaskociński</i> The General Aims of Constructing UAVs.....	7
<i>Бельская А.А., Артемьева О.Н.; Калакура Р.Т.</i> Линейная математическая модель пары дистанционно пилотируемых вертолётной схемы в фронтальном строю с моногрузом.....	12
<i>Єнчев С.В., Таку С.О.</i> Інтелектуальна система автоматичного керування авіаційним ГТД з використанням нейронних мереж.....	16
<i>Зайчукова О.В., Васильєва А.В., Антонова В.О.</i> Підвищення експлуатаційних властивостей паливно-мастильних матеріалів за допомогою присадок.....	20
<i>Захарченко Ю.А., Степанюк О.А.</i> Методичні основи вибору програмних засобів для автоматизації управління авіаційно-ремонтним підприємством на основі міжнародних стандартів управління ресурсами.....	23
<i>Казак В.М., Бабенко А.Є.</i> Діагностика зовнішнього обводу крила на основі температурного поля площини крила.....	27
<i>Конишев Д. В., Кулаєнко С.О.</i> Цифрове моделювання визначення крайового кута змочування.....	30
<i>Конотоп Д.І.</i> Впровадження керуючої базової моделі в процес проектування складного технічного об'єкта.....	34
<i>Кухарчук А.В., Гаченко К.Ю.</i> Впровадження альтернативних видів енергії в авіаційний транспорт.....	38
<i>Плахова М.О.</i> Безпека активних енергетичних систем.....	42
<i>Поникарчук А.А., Краснопольский В.С.</i> Современные системы контроля выработки ресурса воздушных судов в эксплуатации.....	45
<i>Савицкая И.В., Бельская А.А., Мазуркевич В.Б.</i> Линейная математическая модель изолированного продольного движения пары дистанционно пилотируемых вертолётной схемы с моногрузом.....	49
<i>Товкач С.С., Єнчев С.В.</i> Адаптивний вейвлет-фільтр для аналізу інформації в електронних системах керування газотурбінних двигунів.....	53

АЕРОНАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ

<i>Ivanenko M.S., Lobanov R.I.</i> Modeling of ADS-B Messages Transmission via Iridium Satellites Communication Channel.....	57
<i>Мельников Д. Є., Кіреєв М.Є., Смолич Д.В.</i> Пристрій для визначення кутового положення літака в просторі на основі МЕМС-акселерометра та гіроскопа.....	61
<i>Соломіна Н.О., Остроумов І.В.</i> Програмне забезпечення для моделювання системи електронної індикації.....	65
<i>Тимошенко Т.М., Пономарева А.Ю.</i> Оптимизация работы бортовых систем безопасности полетов для предотвращения столкновений исправных воздушных судов с водной и земной поверхностями.....	69
<i>Чинченко Ю.В., Пігур Я.А.</i> Дослідження небезпек та ризиків при виникненні інтерференції навичок в діяльності авіадиспетчерів.....	73

ЕЛЕКТРОНІКА ТА АЕРОКОСМІЧНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

<i>Dolgorukov S.O., Roman B.V.</i> Electropneumatic Automation Educational Laboratory.....	77
<i>Постоловский В.В.</i> Учебный лабораторный стенд на базе ПЛИС фирмы Altera.....	81

ІНФОРМАЦІЙНО-ДІАГНОСТИЧНІ СИСТЕМИ

<i>Остапенко В.В.</i> Датування в археології.....	85
<i>Прикладовский О.О.</i> Метрологическое обеспечение в сейсмологии.....	89
<i>Сунетчиева С.Р.</i> Квантовые эталоны и новые технологии.....	93

КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

<i>Добрин О.А.</i> Проектирование систем методами декларативного программирования.....	97
<i>Мацуева К.А.</i> Объектно-ориентированная технология ОМТ проектирования программных систем.....	101
<i>Чабан Т.О.</i> Особенности проектирования клиент-серверных систем оперативной обработки транзакций.....	105
<i>Біляєва М. М.</i> Підвищення ефективності засвоєння навчального матеріалу з використанням засобів мультимедіа.....	109

Дуднік А.С., Бондаренко Ю.В. Система покращеного передавання даних безпроводових комп'ютерних мереж стандарту IEEE 802.11.....	113
Коврижкін І.О. Визначення швидкості вітру з використанням системи супутникової навігації	117
Кондес Ю.В. Збільшення швидкодії операцій множення та ділення над числами у розрядно-логарифмічному представленні.....	119
Линник Ю.М. Засоби дистанційного навчання: поняття та класифікація	123
Никоненко О.В. Особливості голографічної системи захисту інформації.....	127

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Martynova Y.S., Goncharova M.T. Use of Sediment Quality Guidelines for the Assessment of Contaminated Sediments of Ukrainian Estuaries.....	131
Mittal Prakul, Muneshwar Rajesh N. Market Analysis and Potential of UAV Systems for Monitoring & Cartography in Ecology, Agriculture & Forestry.....	135
Бабій В.В. ГІС управління навігаційним станом аеропорту при взльоті та посадці літальних апаратів	138
Грінко В.В., Шкільнюк І.О. Мікробіологічна стабільність палив для повітряно-реактивних двигунів та її вплив на роботу паливної системи	141
Данилко О.І. Проблеми делімітації та демаркації українсько-молдовського кордону	144
Завадська М.В. Моделювання структури оксидних матеріалів за даними рентгенограм методом Рітвельда.....	148
Козяровський Б. С., Федоренко В.В., Шутейко О.С., Дмитренко В.В. Дослідження розкиснювальної здатності тугоплавких матеріалів у рідкому нікелі методом ЕРС.....	151
Коломієць Г.Ф. Стабілізація експлуатаційних властивостей органічних масел для авіаційних двигунів методом впливу зовнішнім електромагнітним полем	154
Малахова С.О. Роль оподаткування щодо раціонального використання земельних ресурсів країни	157
Павлюченко А.А., Гаєвська Т.А. Вплив природи кислотності поверхні гетерогенного каталізатора на перебіг процесу риформінгу н-гептану	161
Ольшєвський І.В., Бодачівський Ю.С. Гетерогенно-каталітична трансестерифікація естерів кислот спиртами.....	165
Федоренко В. В., Козяровський Б. С., Шутейко О.С., Дмитренко В.В. Термохімічні властивості рідких подвійних сплавів системи Ni – Zr.....	169

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ АЕРОПОРТІВ

Petrova T.A. New Stage of Life: Building on the Planet Mars.....	172
Łukasz Sawicki, Jacek Widziszowski, Norman Plaskociński Design Concept of a Long-Endurance Unmanned Aerial Vehicle.....	176
Бригинець І.Б. Тактильні характеристики оздоблювальних матеріалів.....	180
Буравська А.Р. Структура зображальних логотипів.....	184
Буравська А.Р. Формотворення логотипів.....	188
Вишневецька О.В. Особливості планування магазинів авіа містечка.....	192
Гнатюк Л.Р., Бовкун М.С. Міський інтер'єр періоду київського модерну.....	196
Куракіна А.В., Гнатюк Л.Р. Дизайн інтер'єрів Марселя Вандерса.....	200
Шиманська Т.А. Особливості формування об'єктів в дизайні, що трансформуються.....	204

ВІЙСЬКОВА ОСВІТА

Семак К.С., Халанич Т.І., Добровольська Н.В. Радіоелектронний вражаючий удар – перспективна форма застосування зброї. Розвідка результатів радіоелектронного вражаючого удару	208
Чередниченко А.Ю., Марусяк А.Д., Сидоренко Т.І. Щодо перспективного напрямку розвитку індивідуальних засобів радіоелектронної боротьби для літаків-винищувачів	212
Сабадаш С.С. Цифровий демодулятор радіоприймача станції прийому космічної інформації дистанційного зондування землі.....	216

Наукове видання

НАУКА І МОЛОДЬ

ПРИКЛАДНА СЕРІЯ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Випуск 11-12

Технічний редактор *А.І. Лавринович*
Комп'ютерна верстка: *К.Ю. Гаченко*

Оригінал-макет виготовлено у редакційно-видавничому відділі НАУ
Формат 60x84/8. Обл.-вид. арк. 27,75. Вид. № 27/П.

Видавництво НАУ.
03680. Київ-58, проспект Космонавта Комарова, 1.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002.