

Міністерство освіти і науки України  
Національний авіаційний університет

НАУКА І МОЛОДЬ  
ПРИКЛАДНА СЕРІЯ  
ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Випуск 13

Київ 2013

УДК 001:378-057.87:009(082)

НАУКА І МОЛОДЬ. ПРИКЛАДНА СЕРІЯ: Зб. наук. праць / редкол. М.С. Кулик [та ін.] – К.: НАУ, 2013. – 96 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, д-р техн. 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, д-р техн. 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**

*Чепіженко В.І.*, д-р техн. наук, с.н.с.;

*Азарсков В.М.*, д-р техн. наук, професор;

*Конахович Г.Ф.*, д-р техн. наук, професор;

*Філоненко С.Ф.*, д-р техн. наук, професор;

*Сінеглазов В.М.*, д-р техн. наук, професор;

*Шмаров В.М.*, д-р техн. наук, професор;

*Дмитрієв С.О.*, д-р техн. наук, професор;

*Запорожець О.І.*, д-р техн. наук, професор;

*Бойченко С.В.*, д-р техн. наук, професор;

*Юдін О.К.*, д-р техн. наук, професор;

*Сидоров М.О.*, д-р техн. наук, професор;

*Литвиненко О.Є.*, д-р техн. наук, професор;

*Бєлятинський А.О.*, д-р техн. наук, професор.

Друкується за постановою вченої ради Національного авіаційного університету (протокол № 7 від 18.06.2014р.).

Зареєстровано Державним комітетом телебачення і радіомовлення України.

Свідоцтво 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.

УДК 629.735.33(043.2)

**Bondarchuk L.F., Mazur O.S., Kalinovska M.O.**  
*National Aviation University, Kiev*

## **RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION TECHNOLOGY FOR IMPROVING ON PASSENGER SERVICE AND BAGGAGE HANDLING PROCESSES AT AIRPORTS**

*The article is dedicated to the analysis of future innovations in usage of radio frequency identification technology for improving on passenger service and baggage handling processes at airports. The possibility of radio frequency means introduction into the airport technological operations.*

**Introduction.** Today's airports are overcrowded. The queues are long, passengers don't have time to spend it on the airport queuing, but security restrictions must be kept. Everyone would like to lower the high cost wherever it is possible. Such an area is the amount of costs generated by the baggage loss within the air travel. Another factor is the delay of flights, which can be generated by passengers late at the boarding or even not appearing. The aircraft can only take off if all the checked-in baggage has its owner on board. If not, the baggage has to be offloaded. Additionally, the costs generated by baggage loss are very high for both airlines and airport. Therefore it is of current importance to apply the automation of passenger service and baggage handling processes at the airports.

**Analysis of latest investigations.** The control and check functions of passenger service and baggage handling transfer from the personnel to equipment and automation devices. The automation equipment, systems and IT-technologies used for passenger service can be classified according to the technological purposes:

1. Booking: ticket reservation and sale computerized systems (Amadeus, Galileo); tickets with Magnetic Strip, Microchip or other encoding systems; (e-ticket).

2. Customs and passport inspection: Biometric Identification Systems and Boarding Gate Reader.

3. Registration: Common Use Self Service System, Boarding Pass Printer, 2-D Bar Code Boarding Pass, Bar Code Reader, Printer for Baggage Tags, IT-system of airline which include all

programs necessary for passengers service and baggage handling, wireless communication.

4. Baggage Handling:

- baggage tracking and reconciliation system ensures correspondence of baggage units to the passengers on the aircraft board;

- automation baggage handling and identification systems;

- baggage search system.

5. Operational decision making for service optimization: database (AODB), which kept all information about airports operation and connects other IT-systems using special communication system (AIMS); resource management system, cloud computing.

**Problem definition.** The costs generated by baggage loss are very high for both the airlines and the airports. The application of RFID technology would reduce these costs extremely. RFID (Radio Frequency Identification) - method for automatically identification of objects in which by means of radio signals are read from or written to the data stored in the so-called transponders or RFID-tags.

**Solving of the defined problem.** RFID technology can be used for identification, locating and monitoring both people and items. Any RFID-system consists of a reading device (reader) and the transponder (RFID-tag). The memory of each tag can store a unique number, a description of the object, the data of the supplier and other information. After getting RFID object in the field of the reader, its memory chip detects the signal and transmits the information to the RFID-tag, which forwards it to the controlling computer for processing.

In aviation sector RFID is very useful and is becoming widely adopted. Current trends of the aviation industry, following the Simplifying the Business program of the International Air Transport Associations are: simple and seamless travel experience with minimum hassle and more control by the passenger, meet the consumer friendly expectations, establish financially sustainable business environment, lower the costs of the airlines, environment friendly, faster and more efficient baggage handling, to create industry-wide standards.

The RFID technology enables baggage to be sorted automatically and loaded faster than with barcode systems, while reducing the number of mishandled baggage and its associated costs at the same time. The main differences between the RFID and

the barcode-scanner technology of baggage handling are listed below:

- the tag is read by an antenna, it doesn't need optical sight;
- greater amount of baggage can be read simultaneously;
- ability to talk-write to a single tag allowing updating the status of the baggage as it is processed;
- barcode baggage tag read rates average 85% while RFID baggage read rates range between 95-99%.

Today's implementation and chip prices are very high but with time it will decrease. Application of RFID technology would solve problems in airports connected with long queues and baggage loss. For example, the average industry cost per mishandled baggage is US\$100. Approximately 1% of the 1.7 billion bags that passes through the system every per year is mishandled and RFID is an ideal candidate to reduce these losses. Airlines can save \$768 million and even more every year reducing baggage loss by only 1%. The system increase efficiency and service level, minimizes costs of the paper-based technology, that is useful for environment. The passenger has only to take care of its passport or only of the bracelet.

The aviation industry is already trialing and in some areas already applying the RFID technology. Tracking Ground Support Equipment (GSE), catering, cargo is becoming common. Another useful application of the RFID technology is for the access control of vehicles to airport operational areas.

At London Heathrow airport American Airlines' access control system prevents unauthorized drivers from using American Airline equipment as the driver can only start the vehicle's engine by using Airport Security pass which is recognized by the use of RFID technology supplied by Vehicle Telematics Information System (VTIS). Airbus and Boeing cooperated in using RFID for the parts of the aircrafts. Airbus applied it to track tools and for inventory control on inbound shipping pallets

Various tests are conducted at major airports with RFID baggage tags. At Las Vegas McCarran International Airport, Hong Kong International Airport RFID technology is already used for baggage handling. Heathrow started a six month trial of RFID technology for Emirates passengers. At Paris, Amsterdam, Milan and San Francisco airports this technology is still tested. Trials were completed in Vancouver, Philadelphia, New York, Honolulu, Nairobi, Frankfurt, London, Rome, Kuala Lumpur, Beijing,

Narita in Japan and some Korean airports. Today more than 70 airlines take part in this project.

On the Amsterdam Passenger Terminal Expo and Conference international companies showed their latest developments, which provide the technologies necessary for printing and reading 2D Boarding Cards in any format. Different 2D boarding pass printers and technologies were on display that could be built into Self Check-in kiosks or mobile printers. One of the latest possibilities was the boarding pass sent to mobile phones or PDAs via SMS or MMS. The greatest advantage of this technology was that the passenger can be informed of the changes related to his trip, but this requires the user to have a modern mobile phone or PDA capable of receiving MMS, which is always on, and can communicate on all frequencies. These solutions are targeted for frequent flyers and business passengers, but they cannot be used for all passengers, because it cannot be expected that everyone has a mobile phone or PDA with such technology.

Another problem with this innovation is that a mobile phone or PDA can run out of battery without possibility to recharge it. In the show, boarding pass readers and identification machines were also on display. The automated boarding gate can read 2D barcode Boarding Passes from mobile phones, PDAs and paper. It is not only a boarding gate it has the facility of the basic process of automated passenger authentication. That means to have the biometric data of the passenger scanned while he is standing at the gate, to instantly compare this data to an existing biometric template of the same passenger and to check if both match.

The second step is to check whether this passenger ID is included in the list of passengers who checked in for the flight. The biometric data is sufficient to perform both steps and reading the boarding pass is not necessary (PTEC). In such an automated boarding gate an RFID reader can be integrated easily.

Scandinavian Airlines tested at Copenhagen airport a more efficient passenger processing and reduced the flight delays due to passengers. The point was that each passenger having an RFID tag card were informed by SMS in case they were not appearing on time at the gate. The only problem with this is that the passenger has to have a boarding card and an RFID tag card as well.

Swissair conducted a trial at Zurich airport for checking passengers with RFID tags. Each Travel Club member was issued an e-pass, which is based on the membership number. Upon booking the flight

this is entered into the reservation system of the airline.

The trial involved only for members of the Travel Club without a checked-in baggage. They are automatically checked-in when they pass through the passport control and show their passport (the reservation system passes their data to the DCS), after the border control they had to proceed to the information desks and pick up the boarding pass.

The problem with this is that they still needed to print a boarding pass for the passenger and it was not the immigration who gave them the boarding pass, so they had to find the information desk and queue again, which was time consuming.

The airports testing the RFID put the RFID tag into a paper and then attach the paper to the baggage. Even though the paper can come off, the identification is much easier. The other main problem is that if only some airport are applying RFID and the rest is using only barcode application it is not as efficient and still can get lost during the air travel. Currently the trials and already applied systems are embedding the RFID tag into a BagTag. The baggage tag is a long paper and with embedded RFID tag it can still fall off the baggage.

The now common boarding pass with the magnetic strip or the new 2D barcode boarding

pass has a very short lifetime, and is not used after the boarding, only for redeeming frequent flyer points. The recently introduced 2D barcode Boarding Pass, which should be adopted by all IATA members until the end of 2010, avoids printing a new boarding pass for each connecting flight it can store the boarding pass data of all the connecting flights.

But still, after the last boarding it will be thrown away and it is not possible to re-use it. The airports testing RFID are only using the RFID tag as a baggage tag to minimize the costs for lost baggage. More can be profited from this new technology when it is applied for the baggage as for the passengers too.

By giving the passenger an RFID chip implemented into a watch/bracelet, the passenger tracking at the flight procedure can be solved and it facilitates the orientation at the airports for the passengers. In case of a problem it is much quicker and easier to locate the passenger and its luggage. The passenger's way after the check-in could be tracked until the end of the flight procedure. This would make the followings possible:

- The RFID tag implemented into a watch/bracelet would be machine fixed to the baggage at the check in. (It would be almost impossible

to remove it.) No more barcode would be attached to the baggage. (It would be almost impossible to remove the bracelet from the baggage.)

- The passenger's bracelet could have a small display to show the information of today's boarding pass, the flight information, and, at the arrival to the final destination, the details about the baggage claim. In case of transfer flight the actual details would be shown. This makes the passenger's orientation much easier.

- With the bracelet of the passenger having a speaker and vibration it would be possible to warn the passenger in advance so he would not be late at the gate. In case the passenger is late, it would be much simpler to find him. The flight coordinator could contact the passenger or simply find him in a second within the terminal and the time and costs of unloading its luggage would be minimized or totally avoided.

- In the transit hall right at the entry point or at several points, an information appliance could be installed to facilitate the passenger's orientation. The passenger has to hold his RFID tag against the machine and the machine shows automatically how much time the passenger needs to get to his gate and how far he is by illustrating the way with a printable map.

- It's also possible to offer the shop list and additional services on the way. In case of an arrival passenger it could show the number of the baggage belt and the way to it and whether his baggage is already circulating on the belt or not. This could be a good service provided to the passengers feeling lost at big, complicated airports.

- At the boarding, where today the boarding passes are checked manually, the whole process could be automated with much less human intervention. The passenger would only have to hold his chip against the identifier and if he is at the wrong gate it would automatically alert with a sound.

- In case of automated boarding gate the door would not open if the passenger is at the wrong gate and would automatically display the gate number and time with a map where the passenger is supposed to board. While the passenger is crossing the boarding gate, the system is automatically checking if its baggage was already loaded or not, if not it knows where it is. At the end of the boarding procedure the system indicates to the flight agent whose baggage is already loaded but the owner hasn't passed yet the boarding gate and who boarded already but his baggage is still not loaded.

- If the passenger has an RFID tag with the same data as his baggage, the passenger baggage check at the customs – before leaving the airport – could be effectively completed. The possibility that a baggage is taken away by another passenger by accident or intentionally stolen would be almost zero. It would be checked automatically, so it would be quick and it would not influence or slow down the passenger flow. Costs generated here for the airline could be reduced enormously.

Of course the passenger's privacy must be protected. The personal information of the passenger and his location should only be accessed by the flight coordinator if there is a problem. Until the system is not sending an alarm to the flight coordinator, the staff is only monitoring RFID tag numbers.

To avoid mishandling of the personal data a one-way code must be applied and the tag of the passenger should be only activated when the passenger enters the transit hall of the airport at the security or passport check. In the exit doors of the airport an extra reader could be implemented: in case of leaving the airport after checking-in a baggage and not returning on time to reach the gate punctually, the system could send an alarm to the flight coordinator.

If the passenger has an RFID tag containing baggage data, the passenger-baggage check at the customs – before leaving the airport – could be effectively completed. The possibility that a baggage gets taken away by accident or stolen by another passenger would be almost zero. It is not manually checked, so it would be quick and it wouldn't influence or slow down the passenger flow. The realization of this check depends on whether the RFID tag is a one-time used tag or capable of reuse.

In case of a single use tag the check is very easy: In the exit door an antenna is placed which identifies the tags and in case of a problem a signal would be automatically forwarded to the security. Of course a couple of seconds are necessary to complete a check and the passenger must walk into a narrow lane in order to do this.

However the system to be implemented must be capable of handling all the ways passengers bring their luggage. It also has to be ensured that the reader is capable of identifying many passengers ex-

iting at the same time. After leaving this area the RFID chip should be de-activated to avoid mishandling of personal data and the chip itself.

In case of reusable chips, they must be returned at the airport. This can be processed with a box, where the passenger has to put the bracelet in a holder at the box, while pulling the luggage through. In the box the identification can be made and the chip removed. The exit door is opened if everything goes well. If there is a problem the door stays shut. To save time and space at the airport this identification procedure could be made at the customs.

If a passenger has more baggage it is encoded in the tags so the system knows that several baggages are coming through the box. In case a baggage did not arrive on time, a tag writer could be used at the Lost and Found desk to overwrite the data so that exit problems are avoided.

As an additional service for the passenger, an information appliance at the arrival side could be used to inform the passenger where his baggage belt is located and other important information such as shops or money exchange, etc.

In case of RFID boarding pass integrated into the passport the passenger has to go through a door like at the boarding gate and has not even to take out his/her passport.

**Conclusions:** This system helps to guarantee the security of the passenger. Giving passengers RFID tag their tracking and tracing within the whole flight procedure can be visualized by map. The way of the baggage is also seen.

The airports are tending to use more space for customers facilities. The RFID allows better use of resources for airports. Seeing the passengers flow within the transit hall the airport can see what type of shops, bars, services the passengers like, where they spend their time while waiting for the plane. All data is stored in a database, any type of request can be made.

That's why RFID technology can also improve service in the Ukrainian international airports such as "Boryspil", "Donetsk", "Lviv" and make the life of many people easier and more comfortable.

*Supervisor – M. Storozhenko, associate professor*

**Kostiuk Y.P.**  
National Aviation University, Kyiv

## ANALYSIS OF METHODS AND SYSTEMS OF LEAKAGE DETECTION IN AIRCRAFT HYDRANT FUELING SYSTEMS

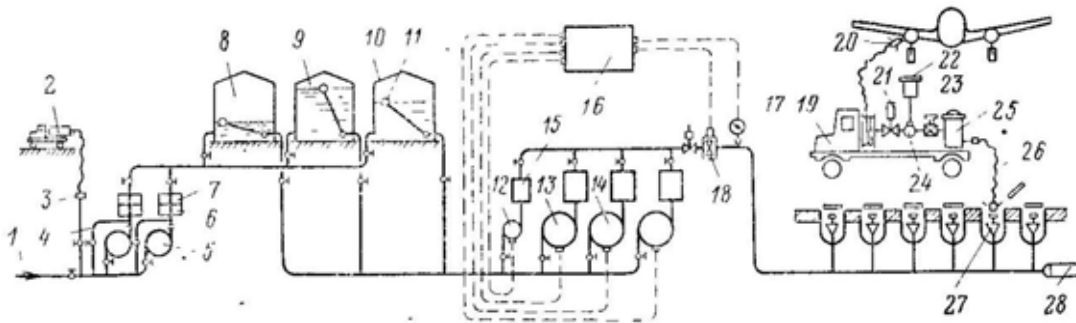
*This article considers problem of leakage detection in aircraft hydrant fueling systems at airports. Hydrant fueling system design and requirements to pipelines are provided. Several types of systems are analyzed as well as their advantages and disadvantages.*

Basically there are two ways how to fuel an aircraft. If the amount of fuel is low, it is more rational to use refuelers for fueling, but when amount of fuel is high and it is necessary to fuel many aircraft at the same time hydrant fueling system is more preferable. Pipelines of hydrant fueling systems are usually installed under the apron pavement. in the aircraft hydrant fueling system Fuel is pumped by stationary pump unit from tanks located at fuel depot directly to the aircraft tanks. Needed fuel purification from mechanical impurities and water is provided and control over dispensed fuel is realized. Due to absence of fuel contact with environment the possibility of fuel contamination is eliminated.

Aircraft hydrant fueling system consists of the following main components:

1. Station that includes place for fuel reception, tank farm, filtration unit, pump station and fuel feed control unit;
2. Pipework with pit boxes and hydrants
3. Hydrant dispensers and hydrant carts

Fuel is fed to the station systems through pipework from the fuel depot or from the fuel tanker. During pressure feeding fuel goes through coarse and fine filters to station tanks. Fuel is supplied from the upper part of reservoirs to aircraft parking places. If aircraft are not fuelled, the whole hydrant system is filled with fuel and is under some excessive pressure.



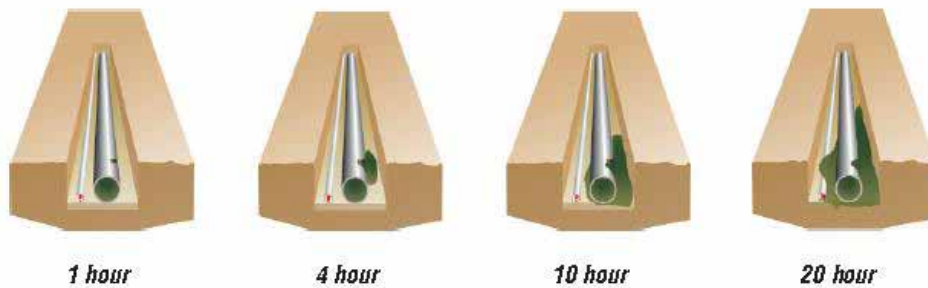
**Fig.1. Automated aircraft hydrant fueling system scheme**

1 – feeding pipeline; 2 – fuel tanker; 3 – drain valve; 4 – bypass pipeline; 5 – drain pump; 6 – coarse filter; 7, 15, 25 – fine filters; 8-10 – tanks; 11 – float; 12-14 – pumps; 16 – control panel; 17 – manometer; 18 – flowmeter; 19 – hydrant dispenser; 20 – fueling adapter; 21 – flowmeter; 22 - ethyl cellosolve tank; 23 – pressure control; 24 – metering and dosing unit; 26 – hose; 27 – hydrant; 28 – hydraulic shock absorber

Current requirements for the hydrant fueling systems are:

1. There must be no leakages due to corrosion or structural failures in the system.
2. The underground fuel piping must have cathodic protection against corrosion or it must be either coated with non-corrodible material or designed to prevent leakage of stored substance.
3. System materials must be compatible with the stored substance.

Modern hydrant fueling system must provide not only uninterrupted supply of fuel to the aircraft but also ensure safe operation and detect leaks in case of their occurrence. The system must be completely safe and in compliance with environmental regulations. As the pipelines are buried the problem of leak detection and location is quite difficult. For this purpose several types of systems with different operation principles were developed. These systems provide detection of the smallest leaks and determine their precise location.



**Fig.2. Propagation of leak**

Leak detection system must be automated and operate as quickly as possible because small leak that was not determined in time will result in large fuel spill into soil.

Nowadays there are two major leak detection systems; they are German Hansa and Vista Research systems. Hansa system relies on sophisticated pressure test to determine if there is a leak in the system, while Vista uses volumetric test. Vista system keeps constant pressure in the system and determines how much volume must be added or removed from the system in order to keep constant pressure. Hansa system uses a pressure step method for leak determination. It is considered that at high pressure leak rate will be proportionally greater than at low pressure. This phenomenon allows to determine according to pressure gradients if the system is tight or not.

Both systems carry out testing under high and low pressure in order to reduce thermal effects and results of their tests will be similar. Although they can determine if there is a leak, they cannot determine where it is. Disadvantages of these two systems are: 1) other technologies must be used for location of the leak; 2) system cannot operate during testing.

Another technology that combines leak detection and determination of its location is the TraceTek Leak Detection and Locating system. It can monitor miles of single-wall buried pipelines for fuel leaks, provide a precise location of a small developing leak, close valves before it becomes catastrophic and interface with a pipeline monitoring control center for notification.

TraceTek leak detection system is a modular system comprising interchangeable components that can be configured in many different ways. This system consists of:

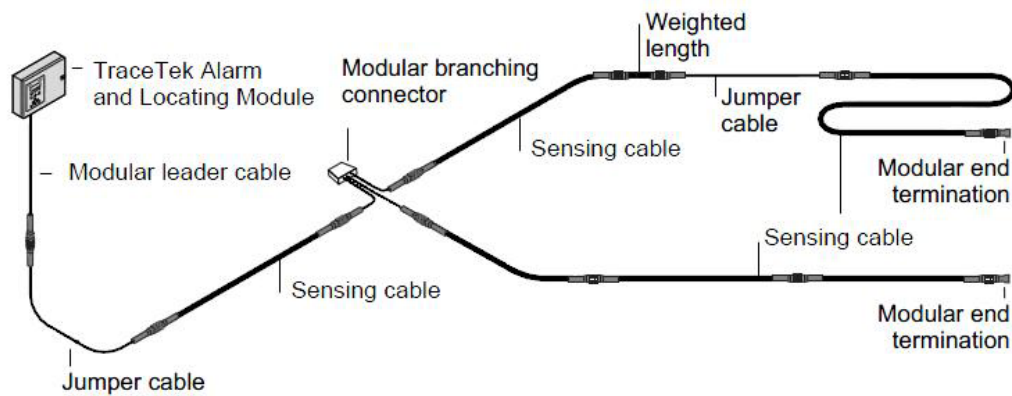
- TraceTek locating module;
- Sensing cable;
- Circuit components (leader cable, jumper cables, end terminators, weighted lengths, branching connectors).

The *weighted length* is installed at the boundary between two areas (every 5m) and allows to identify the area where the leak has occurred. The *branching connector* allows the sensing cable branching. *End termination* is installed at the end of each branch. In order to precisely locate leaks modules work with *system maps*. A system map is a representation of cable layout with actual distances. In case of alarm it allows quick and easy determination of leak location. System map is located near the alarm and locating module.

The most important element of this system is a sensing cable installed inside slotted PVC conduit (Fig.4) along a buried hydrant pipeline that can detect a small fuel leak and identify its location with high accuracy. Spilled fuel contacts with the sensing cable, then cable triggers the alarm and the location of the leak is determined.

Sensing cable is used to monitor the soil under and around fuel carrying pipes and tanks. It is made of materials with excellent resistance to chemicals, abrasion, corrosion and have high pulling strength. The properties of cable material ensure that cable senses liquid hydrocarbon fuels (such as jet fuel, gasoline and diesel) but completely ignore presence of water.

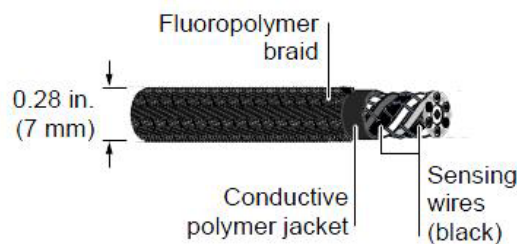




**Fig.3. TraceTek leak detection system components**

Sensor cable has a slotted PVC conduit and is constructed with an outer layer of polyethylene fibers. Cables have a fluoropolymere construction that resists corrosion, abrasion, chemicals, dust and

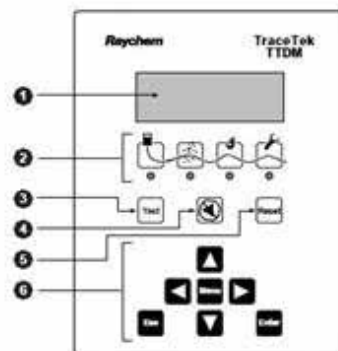
dirt. For easy installation cable can be cut to the needed length. Uniform sensitivity and cable resistance per unit length allow to determine precisely the location of the leak.



**Fig.4. Sensor cable**

Another important component of the system is the alarm and locating module that has simple three-button operation and does not require programming. Its purpose is continuous monitoring of the sensing cable for faults and liquid spills. There is a special button for testing the entire system. In case of leak or cable continuity faults the display shows their

presence and alarm works. In case of leak detection the red LED light is displayed on the alarm module; yellow LED light means that there is a cable brake in the system; green LED light means that the system is not powered and you need to check power wiring.



**Fig.5. TraceTek leak sensor interface module external view**

1 – LCD display giving up-to-date information regarding the condition of the system; 2 – icons and LEDs; 3 - self test key used to verify that the module is operating correctly; 4 – silence key used to silence audible alarms; 5 – reset key used to reset the leak alarm relay after a leak has been fixed; 6 – menu keys

The possibility of leak detection by the cable is provided by uniform cable resistance per unit length that is tightly controlled during production processes. In order to check system integrity the sensor interface module measures resistance of each loop independently. In case of leakage presence the voltage difference is measured between two cable wires (yellow and black). Then the resistance of

black sensing wire to the leak is determined by the Ohm's law:

$$R = \frac{U}{I}$$

After that it is easy to determine distance to the leak in the system.

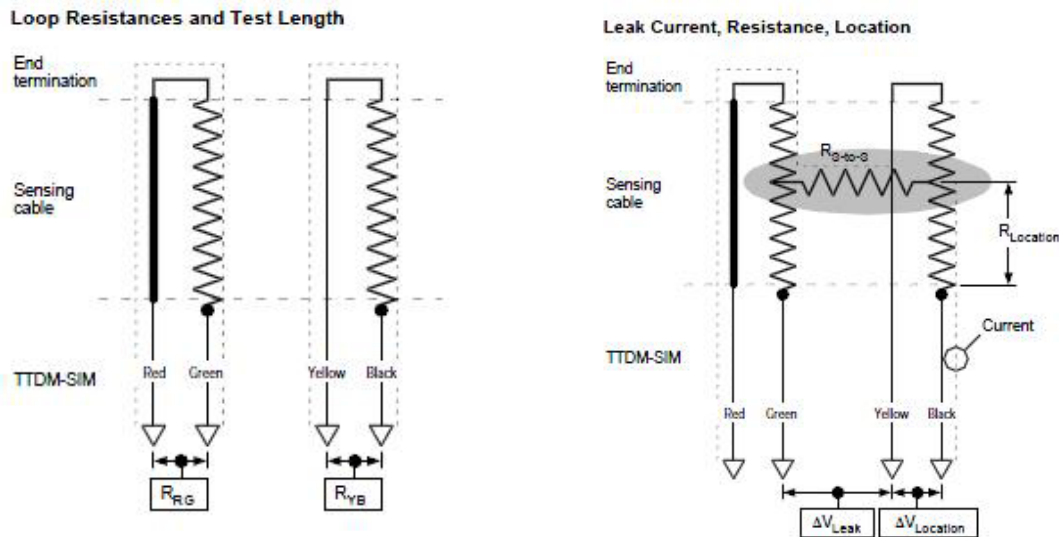


Fig.6. Operation of Sensor Interface Module

Hydrant fueling systems are nowadays widely used in the world's largest airports. Older hydrant fueling systems and transfer fuel lines were constructed of only single-wall pipe without leak detection systems. The biggest difference between modern and older systems is that the newer designs take more into account the environmental concerns, leak detection and corrosion control. They are also more automated so you can detect a leak much quicker than before. Leak detection systems have become much more complicated and can detect extremely small leaks. Such systems have great importance in airports because in case of leak it is extremely difficult to determine its presence and location without visual monitoring of the pipelines. Besides, undetected leaks result in large fuel spills that affect environment and ecology. Hydrant systems pipelines must ensure that fuel is clean, but when there is a leak this requirement is not fulfilled.

**Conclusions:** according to performed analysis it should be mentioned that TraceTek leak detection and location system is optimal for use in airports because of its advantages such as simple operation, construction and installation and multi-functional performance.

#### References

1. Шишкин Г.В. Справочник по проектированию нефтебаз. – Л.: Недра, 1978. -215 с.
2. Инатов А.М. Средства заправки горюче-смазочными материалами. – К.: КМУГА 1997. – 303 с.
3. Инатов А.М. Гидравлический расчет трубопроводных коммуникаций стационарных систем заправки летательных аппаратов. – К.: КИИГА 1978 – 56 с.
4. <http://www.tracetek.uk.com/>
5. <http://www.hcna-llc.com/>
6. <http://www.vistaleakdetection.com/>

УДК 629.735.035.3'7:004.032.2(045)

Єнчев С.В., Товкач С.С.  
Національний авіаційний університет, Київ

## ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВУЗЛІВ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛІЗУ

*Стаття присвячена питанню оцінки вібростану вузлів авіаційних газотурбінних двигунів. Розглянутий підхід обробки вібраційних сигналів підшипників кочення з використанням вейвлет-аналізу. На основі комплексного вейвлету Морле побудовано банк вейвлет-фільтрів для розділення різних частотних компонент сигналів. Наведено приклади тестових віброцигалів бездефектного підшипника і підшипників з дефектами на доріжках кочення і на шарику.*

**Вступ.** На сьогоднішній день одним з найбільш інформативних параметрів для оцінки технічного стану газотурбінного двигуна (ТС ГТД) є рівень вібрації. Головним тут є запобігання можливого перевищення рівня вібрації в польоті, тому що при цьому, через необхідність виключення двигуна можливий інцидент, що приводить, у свою чергу, до невиправданих матеріальних витрат. У статті запропоновано рекомендації побудови алгоритму оцінки вібростану ГТД для виявлення несправностей двигунів або апаратури контролю вібрації на ранній стадії, до моменту спрацьовування сигналізації підвищеної вібрації.

Рівень вібрації являє собою узагальнену характеристику – амплітудне значення віброшвидкості  $V$  (іноді – віброзміщення або віброперегрузок) у смузі частот пропускання фільтрів вібровиміральної апаратури – і визначається, перш за все, амплітудою вібрації з частотою обертання ротора турбокомпресора (ТК), а також іншими дискретними складовими вібрації і рівнем вібраційного шуму (фону).

При виникненні та розвитку несправності процес зміни вібрації стає нестационарним (настає «розлад» в роботі ГТД), що необхідно використовувати для діагностування ТС ГТД. У зв'язку з цим, пропонується методика оцінки вібростану, яка є типовою для всіх ГТД і дозволяє проводити оперативну оцінку ТС двигунів по зміні рівня вібрації.

Визначення ТС ГТД методом вібродіагностики проводиться шляхом аналізу зміни поточних характеристик параметра вібрації за часом напруцювання, так званий трендовий аналіз.

В основу процесу діагностування двигуна даним методом спочатку покладений візуальний аналіз, який дозволяє порівнювати поточні значення величини вібрації з ознаками (еталонами) відповідних несправностей. До характерних несправностей можна віднести:

- забойни, ризики на пері лопаток,
- обриви робочих лопаток,
- розбандажування полиць лопаток компресора,

- руйнування внаслідок зносу контактних поверхонь стиків бандажних полиць лопаток,
- прогари лопаток соплового апарату,
- перегрів робочих лопаток турбіни,
- прогари жарової труби,
- пошкодження ступенів компресора,
- тріщини корпусів опор ГТД,
- руйнування роликів підшипників роторів.

Зміна вібрації, що свідчить про можливу несправність авіадвигуна, діагностується на основі зіставлення поточних змін вібрації, статистичних характеристик випадкового процесу зміни вібрації даного екземпляра двигуна і статистичних характеристик сукупності випадкових процесів зміни вібрації справних двигунів даного типу.

**Постановка проблеми.** Підшипники кочення є найбільш поширеними і в той же час уразливими елементами роторних механізмів. Технічний стан підшипників є найважливішою складовою, що визначає працездатність механізму в цілому.

Сигнал вібрації дефектного підшипника кочення і його спектр містять характерні ознаки, за якими можна досить коректно виявити вид та місце знаходження дефекту.

Підшипник з дефектами може генерувати вібрацію на чотирьох типах частот [1]:

- на роторних частотах, кратних частоті обертання (частоти кінематичного збудження);
- на власних частотах;
- на сумарних і різницевиx частотах;
- на випадкових частотах.

Існує безліч методик аналізу віброцигалу підшипників кочення. Всі вони розробляються з двома цілями: відокремити сигнал підшипника від інших компонент і мінімізувати шум, який може маскувати сигнал підшипника особливо на ранніх стадіях дефекту, та ідентифікувати стан підшипника, розрізнити нормальні і дефектні підшипники, вказати дефектні компоненти.

Аналіз сигналу в частотній області або ж іншими словами спектральний аналіз є найбільш поширеним методом виявлення дефектів підшипників. Більшість методів даної категорії аналізу-

ють енергетичний спектр вібросигнал підшипника за допомогою швидкого перетворення Фур'є, не дошки якого широко відомі практикуючим фахівцям [2]. Тому пропонується використання вейвлет-аналізу, який на наш погляд збільшує швидкість і надійність діагнозу.

**Вейвлет-фільтрація вібросигналів підшипників кочення.** Неперервне вейвлет-перетворення являє собою розклад аналізованого сигналу в базисі аналізуючої вейвлетної функції.

Базис вейвлет-перетворення будується шляхом масштабних перетворень і переносів материнського вейвлету  $\psi(t)$  з неперервними значеннями базисних параметрів – масштабного коефіцієнта  $a$  і параметра зсуву  $b$ :

$$\psi_{a,b}(t) = |a|^{-1/2} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right), \quad a, b \in \mathbb{R}, \quad (1)$$

де  $\psi_{a,b}(t)$  – дочірній вейвлет базису.

В інтегральній формі вейвлет-перетворення неперервного сигналу  $s(t)$  може бути виражене:

$$W(a,b) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \psi_{a,b}^*(t) dt, \quad (2)$$

де  $*$  – оператор комплексного спряження.

Легко помітити, що неперервне вейвлет-перетворення сигналу  $s(t)$  з аналізуючим вейвлетом  $\psi(t)$  являє собою згортку сигналу з комплексно-сполученим дочірнім вейвлетом.

Використовуючи рівність Парсеваля, яке описує зв'язок між функціями і їх образами Фур'є, вираз (2) може бути записано в альтернативній формі:

$$W(a,b) = \sqrt{a} F^{-1} \{ S(f) \Psi^*(af) \}, \quad (3)$$

де  $F^{-1}$  – оператор зворотного перетворення Фур'є;  $\Psi(af)$  – перетворення Фур'є дочірнього вейвлету;  $S(f)$  – перетворення Фур'є аналізуючого сигналу;  $f$  – частота;  $a$  – масштабний коефіцієнт.

Таке представлення дозволяє прискорити обчислення вейвлет-коефіцієнтів за рахунок використання швидкого перетворення Фур'є. До того ж, перетворення Фур'є материнського вейвлету відомо в аналітичному вигляді і, отже, кількість обчислень скорочується.

Вираз (3) показує, що вейвлет-перетворення може бути розглянуте як спеціальна операція фільтрації з вейвлетом в якості ядра фільтра. Також можна помітити, що вейвлет-перетворення є фільтрацією з постійною добротністю (з постійною  $Q$ ), при якій відношення середньоквадратичної ширини смуги пропускання до центральної частоти фільтра є постійною величиною.

Серед існуючих вейвлет-функцій, які використовуються у неперервному вейвлет-аналізі, був обраний комплексний вейвлет Морле. Комплексний вейвлет Морле найбільше за формою подібний імпульсним складовим вібраційним сигналам, які генеруються дефектними елементами обладнання. Крім того, перевага комплексного вейвлету для аналізу вібраційних сигналів перед його дійсним аналогом полягає в тому, що його перетворення Фур'є дорівнює нулю для негативних частот, що дозволяє розділити фазові і амплітудні компоненти аналізованого сигналу.

У часовій області комплексний вейвлет Морле являє собою комплексну експоненту, яка модулюється функцією Гауса:

$$\psi(t) = \frac{\sigma}{\sqrt{\pi}} e^{-\sigma^2 t^2} e^{i2\pi f_0 t}, \quad (4)$$

де  $t$  – час;  $\sigma$  і  $f_0$  – параметри вейвлету, які задають його форму.

У частотній області вейвлет Морле має форму Гаусового вікна з центральною частотою  $f_0$  і шириною  $\sigma$ :

$$\Psi(f) = e^{-(\pi^2/\sigma^2)(f-f_0)^2}, \quad (5)$$

де  $\Psi(f)$  – перетворення Фур'є вейвлету Морле;  $f_0$  – центральна частота аналізуючого вейвлету;  $\sigma$  – ширина аналізованого діапазону частот.

Таким чином, відповідний частотний діапазон, який покривається вікном, практично обмежений інтервалом  $[f_0 - \sigma/2, f_0 + \sigma/2]$ .

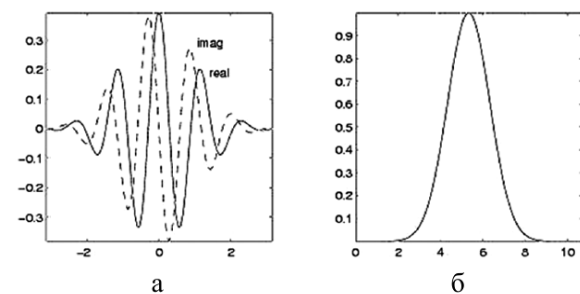


Рис.1. Вейвлет Морле: а – в часовій області; б – в частотній області

Для розділення різних частотних компонент сигналів використовуються банки фільтрів. Як було зазначено, вейвлет-перетворення сигналів можна розглядати як фільтрацію з постійною відносною смугою частот. Тому за аналогією зі звичайними банками (гребінками) з  $1/n$ -октавних смугових фільтрів може бути побудований вейвлетний банк фільтрів.

Для побудови аналізуючого банку фільтрів на основі комплексного вейвлету Морле пропонується використовувати наступну стратегію.

Добротність вейвлету Морле в якості фільтра визначається як:

$$Q_W = \frac{\sigma}{f_0}. \quad (6)$$

При використанні набору масштабів  $a_i$ , набір відповідних центральних частот  $f_i$  і параметрів ширини діапазону частот  $\sigma_i$  комплексного вейвлету Морле можуть бути отримані за допомогою константи  $Q_W$ :

$$f_i = \frac{f_0}{a_i} \text{ і } \sigma_i = f_i Q_W. \quad (7)$$

Таким чином, отриманий набір значень  $f_i$  і  $\sigma_i$  покриває заданий інтервал частот.

Задаючи вихідні параметри вейвлету  $f_0$  і  $\sigma$ , а також набір масштабів для розрахунку неперервного вейвлет-перетворення можна побудувати банк фільтрів з необхідними аналізуючими параметрами.

Побудуємо банк фільтрів із заданою кількістю фільтрів на октаву ( $k = 1, 2, 3, 4, 6, 12, 24$ ), модифікуючи процедуру викладену в [3].

Параметри, які необхідно визначити для такого банку:

- загальну кількість фільтрів в банку  $M$ ;
- основу для розрахунку масштабів вейвлет-перетворення  $scalebase = 2^{1/k}$ ;
- параметр добротності вибраний таким чином, щоб ширина діапазону кожного фільтра дорівнювала відстані між фільтрами

$$Q_W = \frac{\sigma_i}{f_i} = 2 * 2^{1/k} - 2; \quad (8)$$

- центральні частоти фільтрів:

$$f_i = \frac{f_0}{scalebase^i}, \quad (9)$$

де  $f_0 = 0,8 * f_{Nyq}$ ;  $f_{Nyq}$  – частота Найквіста сигналу;

- ширина діапазону частот

$$\sigma_i = f_i * Q_W. \quad (10)$$

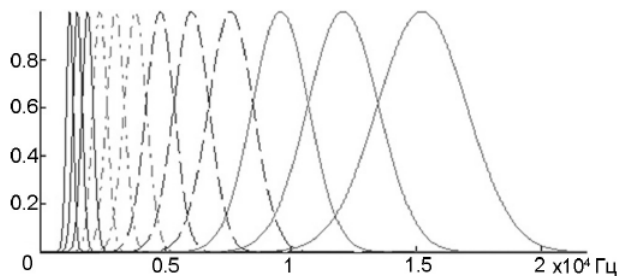


Рис. 2. Банк вейвлет-фільтрів з 3 фільтрами на октаву, який покриває 4 октави

Після визначення позначених параметрів за допомогою виразу (5) може бути побудований банк фільтрів.

Використовуючи вираз (3) проводиться вейвлет-фільтрація аналізованого сигналу.

Так як використовуваний вейвлет є комплексним, одержувані вейвлет-коефіцієнти для кожного масштабу/фільтра також є комплексними значеннями. Реальна частина вейвлет-коефіцієнтів  $W_{re}(a, b)$  представляє собою відфільтрований сигнал, уявна частина  $W_{im}(a, b)$  – фаза відфільтрованого сигналу.

Для аналізу особливостей вібраційного сигналу пропонується використовувати спектр огинаючої вейвлет-перетворення

$$EW(a, b) = [W_{re}(a, b)^2 + W_{im}(a, b)^2]^{1/2}. \quad (11)$$

Налаштування банку фільтрів необхідно провести таким чином, щоб першими фільтрами покрити смугу частот, в якій під дією сил тертя або ударних імпульсів виникає сильна резонансна вібрація із власними частотами коливань тіла кочення або зовнішнього (нерухомого) кільця підшипника, або використовувати більш високочастотну нерезонансну вібрацію, збуджувану цими ж силами. Некоректне налаштування фільтрів може істотно спотворити інформацію про стан підшипника.

Для знаходження однакових ознак у різних частотних діапазонах пропонується використовувати взаємний спектр огинаючих вейвлет-перетворення сигналу на парі масштабів.

Крос-спектральний аналіз визначає наявність або відсутність істотних гармонічних складових у досліджуваних частотних діапазонах та оцінку тісноти зв'язку між цими рядами.

**Експериментальні дані і аналіз отриманих результатів.** В якості вихідних даних були використані тестові вібраційні сигнали [4].

На рис. 3 показані приклади тестових вібросигналів бездефектного підшипника і підшипників з дефектами на доріжках кочення і на шаріку.

На рис. 4 представлені результати застосування пропонованого методу для аналізу вібросигналів, представлених на рис. 3.

Як параметр для експрес-аналізу, що дозволяє судити про виникнення і розвиток дефекту підшипника, пропонується використовувати максимальні амплітуди взаємних спектрів вейвлет-коефіцієнтів 1, 2 і 3 фільтрів.

На рис. 5 наведені графіки, що ілюструють поведінку даного параметра для тестових сигналів.

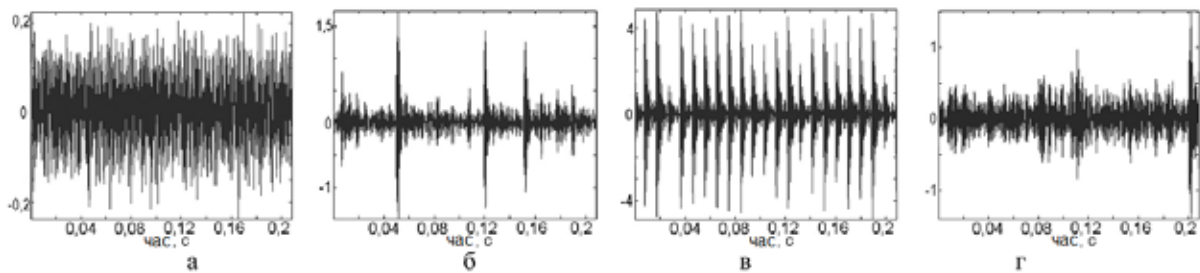


Рис. 3. Форма вібросигналів: а – підшипник без дефектів; б – підшипник з дефектом внутрішньої доріжки; в – підшипник з дефектом зовнішньої доріжки; г – підшипник з дефектом шарика.

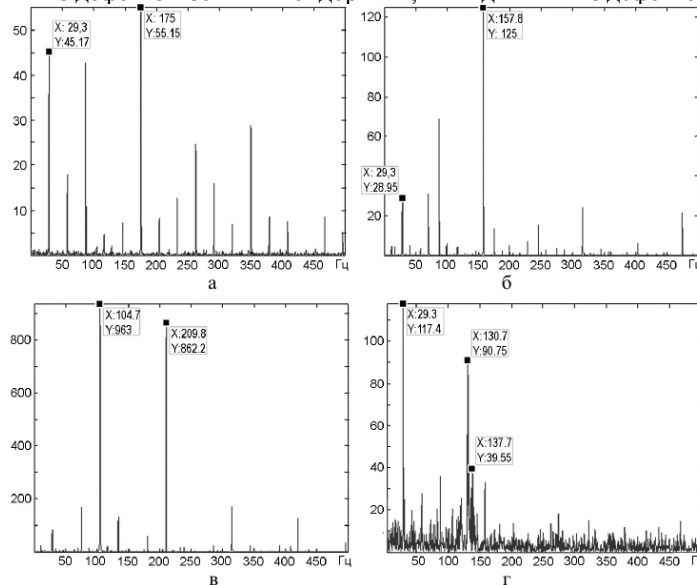


Рис. 4. Взаємні спектри, отримані в результаті застосування вейвлет-аналізу

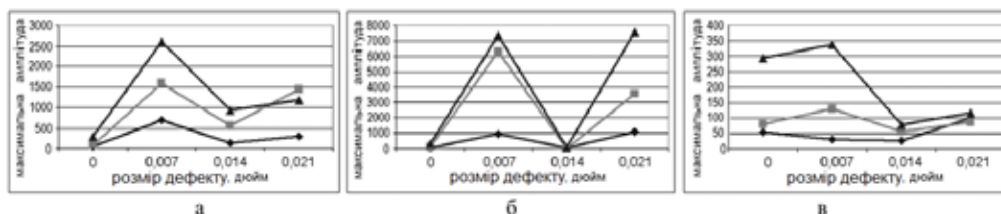


Рис. 5. Поведінка максимальної амплітуди взаємних спектрів: а – дефект внутрішньої доріжки; б – дефект зовнішньої доріжки; в – дефект шарика (ромб – на масштабах 1-2, квадрат – на масштабах 1-3, трикутник – на масштабах 2-3)

**Висновки:** в ході даного дослідження розроблено методику обробки вібросигналів підшипників кочення з використанням вейвлет-аналізу. Результати показали, що застосування вейвлет-фільтрації для аналізу вібраційних сигналів збільшує швидкість і надійність постановки діагнозу.

Крім того, отримані результати дозволяють зробити висновок про універсальність запропонованого методу та можливості його ефективного застосування для аналізу інших типів нестаціонарних сигналів з метою ідентифікації дефектів вузлів газотурбінного двигуна.

#### Список використаних джерел

1. Виявлення дефектів підшипників кочення (переклад матеріалів фірми IRD) [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [http://www.vibration.ru/obnar\\_defekt.shtml](http://www.vibration.ru/obnar_defekt.shtml).
2. Прыгунов А.И. Вейвлеты в вибрационной динамике машин [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.vibration.ru/wavelet.shtml>
3. Федорончак Т.В. Диагностирование технического состояния подшипников качения / Т.В. Федорончак, В.Н. Харитонов, В.И. Дубровин // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2009. – № 7 (64). – С. 166-170.
4. Абдулаев А.А. Автоматизация вибродиагностирования подшипниковых узлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.vibration.ru/avd-avpu/avd-avpu.shtml>



УДК 629.735.018.006.26; 681.26.077(045)

Панчук Л.В., Голубчик Д.Р.  
Національний авіаційний університет, Київ

## СТЕНД ДЛЯ ОЦІНКИ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАГАТОКОМПОНЕНТНОЇ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТИПУ ТЕНЗОМЕТРИЧНИХ ВАГ

*В даній роботі показано стенд еталонних навантажень для калібрування шестикомпонентних аеродинамічних ваг. В подальшому калібрувальний стенд можна використовувати для оцінки метрологічних характеристик інших аеродинамічних ваг, що говорить про його універсальність.*

### Постановка проблеми

Дослідження аеродинамічних характеристик несучих систем типу авторотуючий гвинт, несучий гвинт вертольоту, а також об'єктів складної геометричної форми, вимагають застосування ефективних експериментальних засобів. В аеродинамічних трубах, для вимірювання діючих на модель аеродинамічних навантажень використовують багатокомпонентні механічні і тензометричні ваги. Для зменшення взаємного впливу між компонентами виміру ваги проектують у вигляді складної просторової конструкції, що різко звужує як діапазон вимірювання за окремими компонентами, так і можливість задавати для моделі відповідні кути набігання потоку у повному обсязі (0-360 градусів).

На сьогоднішній день в Національному Авіаційному Університеті НАУ для аеродинамічної труби ТАД-2 отримано багатокомпонентну систему вимірювання аеродинамічних навантажень (БСВАН), яка дає змогу в процесі експерименту проводити незалежне вимірювання шести компонент від повного аеродинамічного навантаження. Дана система є доопрацюванням БСВАН, котра давала змогу вимірювати 5 компонент від повного аеродинамічного навантаження. Саме для оцінки метрологічних характеристик (калібрування) даної БСВАН виконується роботи по створенню стенду, котрий дасть змогу задавати еталонні навантаження.

Під калібруванням слід розуміти процес визначення метрологічних характеристик елементів вимірювального обладнання комплексу від ваг до апаратури яка виконує процес реєстрації, включаючи дослідження як випадкових, так і систематичних похибок.

### Мета роботи:

1. Розробка кінематичної схеми калібрувального стенду для задавання

навантажень БСВАН по незалежним ступеням вільності.

2. Розробка креслень конструкції калібрувального стенду та вибір матеріалів для його виготовлення.

3. Дослідження калібрувальних характеристик БСВАН по конкретним ступеням вільності.

4. Адаптувати тензометричні ваги стрижневого типу з можливістю їх застосування в аеродинамічній трубі ТАД-2 Національного Авіаційного Університету.

### Актуальність роботи:

Суттєвою проблемою є проектування кріплення моделі об'єкту дослідження (ОД) до аеродинамічних ваг. Моделі деяких (ОД) (несуча система гелікоптера, автожиру) генерують знакозмінні навантаження на систему кріплення в широкому діапазоні частот, що може викликати резонансні явища в конструкції тензометричних ваг (ТВ) і як наслідок зруйнувати їх.

На рис.1. зображено стрілками спеціальні підвісні системи, які застосовуються на сьогоднішній день в аеродинамічній трубі ТАД-2.

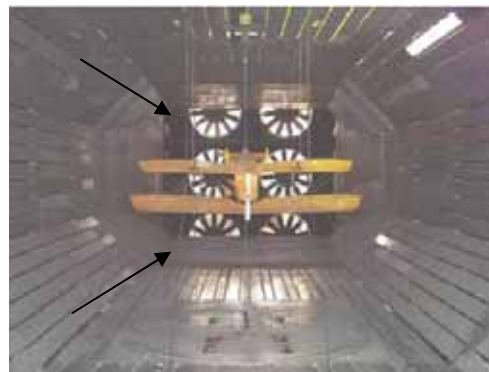


Рис.1. Приклад закріплення моделі (ОД) в трубі ТАД-2.

Саме ця система заважає проводити експерименти для несучих систем гелікоптера чи автожиру. Один із методів вирішення наведених проблем - це створення нових більш жорстких конструкцій системи вимірювання з високими метрологічними характеристиками.

### Проектування і розробка калібрувального стенду.

Калібрувальний стенд призначений для оцінки метрологічних характеристик аеродинамічних ваг стрижневого типу. Побудова даного стенду вимагає максимальної точності виконання відповідних деталей і повинен відповідати наступним вимогам:

1. стенд і калібрувальне обладнання повинно бути жорстким;
2. калібрувальне устаткування повинно бути побудоване таким чином щоб, була можливість прикладення всіх сил в одній точці, яка лежить на початку координат ваг, і моментів у відповідних координатних площинах;
3. при прикладенні складових сил в точку початку координат стенду, розраховані моменти по калібрувальним формулам, мають бути рівними нулю, тобто кінематична схема повинна бути такою, щоб вона виключала моменти які створюються при прикладенні сили;
4. при приложенні до ваг максимального навантаження, нахил опорної плити стенда, на якій встановлюються ваги і калібрувальне устаткування, не повинно перевищувати  $1/20000$  радіана.

Взаємний вплив компонентів сил і моментів визначається як люба зміна показників даного компонента при загрузці ваг іншими компонентами. У тензOMETричних вагах взаємний вплив компонентів умовно розділимо на дві групи. До першої групи відноситься взаємний вплив, які мають такий самий характер, як і на механічних вагах. Ці взаємні впливи являються наслідком деформації конструкції ваг і підтримуючих пристроїв. До другої групи відноситься те що, при прикладенні навантаження до тензOMETричних ваг жорсткий контур міняє своє положення в просторі, внаслідок чого геометричні вісі відхиляються від прийнятих вагових вісей.

При проведенні калібрування до ваг, за допомогою еталонних гир прикладають різні комбінації навантажень, які відповідають типовим аеродинамічним навантаженням на модель і визначають в наслідок зміщення напрямку дії прикладеної сили до відповідної осі

ваг, та можуть бути визначені як проекція на відповідні осі. Правильність виведених калібрувальних формул визначається зрівнянням навантажень, розрахованим по калібрувальним формулам, з прикладеними.

приведена на рис. 2. Аеродинамічні ваги стрижневого типу встановлюються під хрестоподібним калібрувальним пристосуванням (1) які з ним жорстко закріплені. Початок координат розташовується в точці O. На схемі позитивні напрямки компонентів X, Y, Z позначені відповідними стрілками. В початковому стані, при нульових навантаженнях на ваги, вісь X є подовженням повздовжньої осі ваг. По результатам цих навантажень створюється регресійна модель калібрувальної залежності для даної ступені вільності. Центр ваги калібрувального хрестоподібного пристосування повинно знаходитися на початку координат. Вага калібрувального пристосування урівнюється гирями через блок який розміщений на верхній балці стенда.

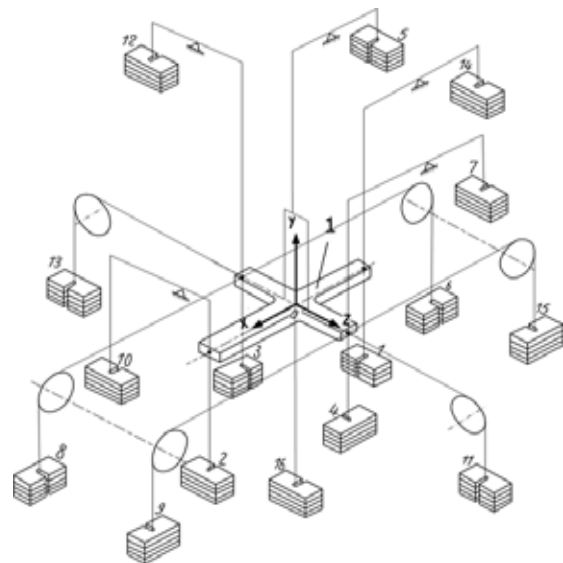


Рис. 2. Принципова схема калібрувального стенду.

Принципова схема калібрувального стенду. При виконанні цих вимог, вага калібрувального пристосування і момент від його ваги не впливають на показники ваг.

Згідно кінематичної схеми яка зображена на рис.2. в процесі калібрування, навантаження до ваг прикладаються наступним чином:

1. Компонента X. завантажуються платформи 8 і 9. Для створення від'ємних значень X завантажуються платформи 6 і 5;



2. Компонента У. Завантажується платформа 5. Для створення відємних значень У завантажується платформа 16;

3. Компонента Z. Завантажується платформи 11. Для створення відємних значень завантажуються платформи 13;

4. Компонента Мх. Завантажується

5. платформи 3 і 7. Для створення відємного моменту завантажуються платформи 4 і 12;

6. Компонента Мz. Завантажується платформи 2 і 14. Для створення відємних значень Мz завантажуються платформи 10 і 1;

7. Компонента Му. Завантажується платформи 8 і 15. Для створення відємних значень Му завантажуються платформи 9 і 6.

На рис. 3. зображено розміщення п'ятикомпонентних тензометричних аеродинамічних ваг (3) з вимірювальним блоком шостої компоненти (2) які встановлені на плиту калібрувального стенду (4), в подальшому дану плиту з вагами (шестикомпонентними, включають п'ятикомпонентний стрижень та вимірювальний блок осьової компоненти) буде встановлено в робочій частині аеродинамічної труби ТАД-2 НАУ, для дослідження аеродинамічних характеристик несучих систем типу авторотуючий гвинт, несучий гвинт вертольоту, а також об'єктів складної геометричної форми.



Рис.3. Розміщення аеродинамічних ваг стрижневого типу.

Вимірювальний блок шостої компоненти призначений для виміру сили по осі У, яка

знаходиться у вертикальній площині. На вимірювальному блоці жорстко закріплене хрестоподібне пристосування (1), до кінців якого закріплюються троси, які в свою чергу ідуть через систему блоків, за допомогою якої, тензометричні ваги навантажуються еталонними гирями.

На даний час калібрувальний стенд знаходиться на завершальному етапі побудови, в подальшому при калібруванні шестикомпонентних тензометричних ваг, будуть визначатись різні коефіцієнти впливу однієї компоненти на іншу, тобто при прикладенні сили на одну компоненту, всі інші розрахункові сили і моменти повинні показувати нуль, а також повинні враховані похибки, які впливають на результат вимірювання, по цим даним будуть побудовані формули по яким розраховується навантаження і моменти по всім осям.

Основними похибками є повзучість та гістерезис, які були, по експериментальним даним, розраховані для п'ятикомпонентних аеродинамічних ваг (див. рис.3. під номером 3).

Значення П для подібних тензорезисторів повинне перебувати у межах 0,01...0,6. Як видно з табл. 1, значення повзучості за вимірювальними мостами не перевищує 0,022 %.

Розрахунок повзучості проводимо за формулою:

$$\Pi = \frac{\Delta u - \Delta u_0}{\Delta u_{\max}} 100,$$

де  $\Delta u_0$  – вихідний сигнал відразу після навантаження;  $\Delta u$  – вихідний сигнал навантаженого тензорезистора після витримки у часі  $\tau$ ;  $\Delta u_{\max}$  – вихідний сигнал за максимальної деформації тензорезисторів.

Механічний гістерезис визначають як різницю вихідного сигналу  $\Delta u_n$  у разі збільшення (навантаження – прямий хід) та  $\Delta u_p$  у разі зменшення (зворотний хід) деформації, отриманої за однакових значень деформації деталі, на якій встановлено тензорезистор:

$$\Gamma = \frac{\Delta u_p - \Delta u_n}{\Delta u_{\max}} 100.$$

Залежність прямого та зворотного ходу для вимірювального мосту Му показана на рис. 4, котра наочно демонструє наявність гістерезису.

Таблиця 1.

Вимірювальний міст	$M_{z(A-A)}$	$M_{x(A-A)}$	$M_{z(B-B)}$	$M_{x(B-B)}$	$M_y$
$\Pi$ , %, за $\Phi=30$ хв.	0,022	0,012	0,0071	0,0023	0,002
$\Gamma$ , %	0,0448	0,048	0,1189	0,0805	0,112

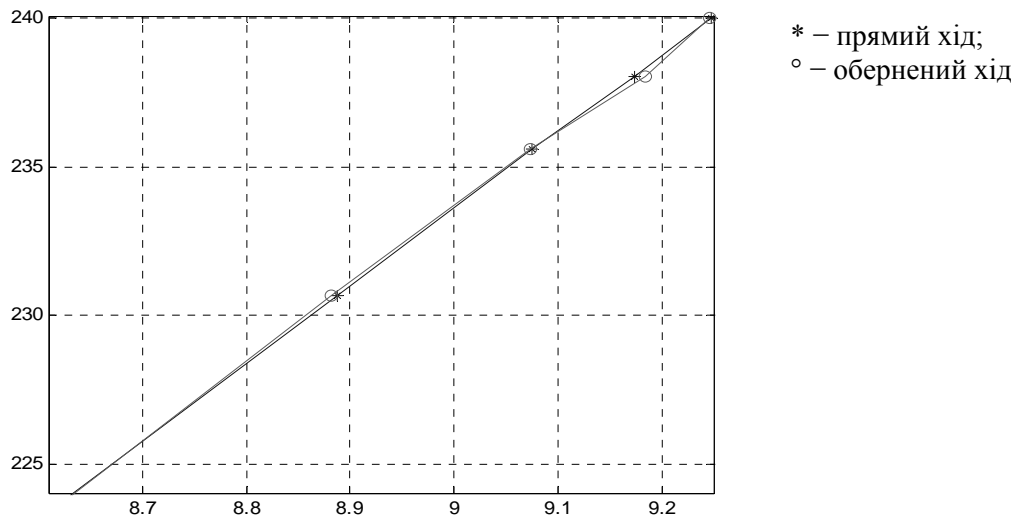


Рис. 4. Калібрувальна залежність для визначення гістерезису вимірювального мосту  $M_y$ :  
Результати досліджень подано в табл. 2 Для тензометричних датчиків зусилля параметр  $\Gamma$  може досягати значень до 0,5%, для подібних тензорезисторів – 0,05 – 0,1.

#### Висновки:

1) Отримана конструкція тензометричних ваг, дає змогу в процесі експерименту проводити незалежне вимірювання шести компонент від повного аеродинамічного навантаження, що діє на об'єкт дослідження, зокрема таких об'єктів, як несуча система типу авторотуючий гвинт, несучий гвинт вертольоту, а також об'єктів складної геометричної форми.

2) В даній роботі спроектовано, розроблено та виготовлено калібрувальний стенд для оцінки метрологічних характеристик аеродинамічних ваг з внутрішньо модельним розміщенням для аеродинамічного експерименту, за допомогою розробленого калібрувального стенду буде проводитись оцінка метрологічних

характеристик тензометричних ваг даного конструктивного виконання, а також в майбутньому проводити подібну оцінку характеристик ваг іншої конструкції.

#### Список використаних джерел

1. *Іщенко С.О., Бондар О.В.* Багатокомпонентна система вимірювання аеродинамічних навантажень. Вісник НАУ, 2009 р. №2. с. 8-16.
2. *Бертынь В.Р.* Методика тарировки обработки результатов испытаний на многокомпонентных весах тензометрического типа в аэродинамических трубах / В.Р.Бертынь, Н.А. Овсянников,
3. *И.И. Юшков* // Технический отчет Центрального аэродинамического института им. проф. Н.Е. Жуковского. – М.: ЦАГИ, 1963. – 12 с.

УДК: 620.93:621.313.322:629.73(043.2)

Тихонов В.В., Масленников С.В.,  
Николайчук Т.В., Ничипоренко Л.В.  
Національний авіаційний університет, Київ

## СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ БЕСКОНТАКТНОГО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

Данная статья посвящена способу регулирования, синхронного генератора с постоянными магнитами различными методами и устранения недостатков регулирования. Представлена новая схема регулирования, в которой реализовано два закона управления: - по возмущению и по отклонению, что в свою очередь позволяет добиться высокого быстродействия.

### Вступ.

На современных летательных аппаратах в качестве основного источника электроэнергии используется синхронный генератор серии ГТ, (рис.1).

По принципу действия авиационные генераторы не отличаются от аналогичных

наземных генераторов, но обладают рядом особенностей: малый вес и габариты, большая плотность тока якоря, принудительное воздушное, испарительное или жидкостное охлаждение, высокая частота вращения ротора, применение высококачественных конструктивных материалов [1].

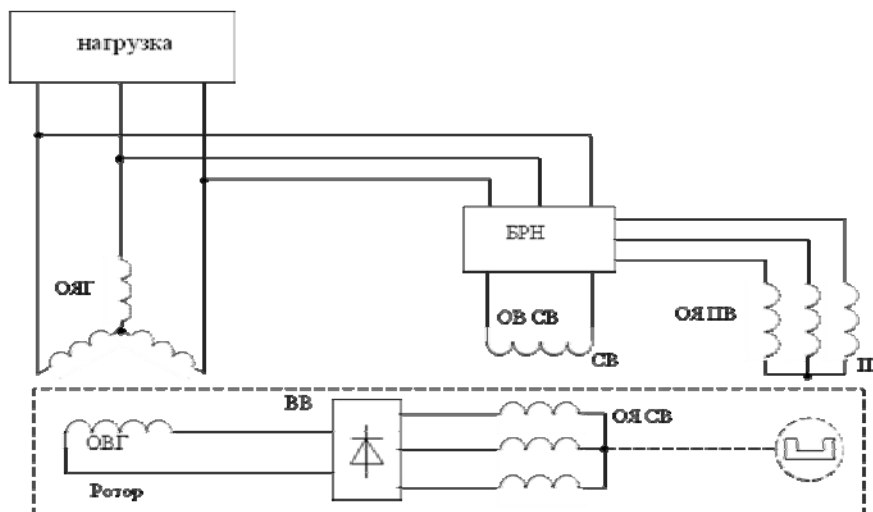


Рис.1. Основной генератор, синхронный возбудитель и подвозбудитель.

### Цель задачи.

Современное бортовое оборудования ЛА требует значительное улучшения качества выходного напряжения, а именно – уменьшения времени переходного процесса и перерегулирования. На постоянную времени генераторной установки наибольшее влияние оказывает обмотка возбуждения синхронного генератора. Поэтому все большее находит применение генераторов с возбуждением от постоянных магнитов.

### Решение поставленной задачи.

Основной недостаток синхронных генераторов с ПМ – сложность регулирования выходного напряжения и его стабилизации. Для регулирования напряжения синхронных генераторов применяется следующие способы: [2,3].

- введение в цепь якоря генератора емкостных элементов, которые влияют на реакцию якоря, (рис.2.)

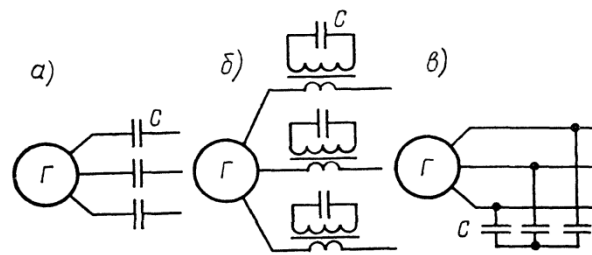


Рис.2. Емкостные элементы, включенные а) последовательно, б) через трансформатор, в) параллельное включение.

- путем использования в генераторе *дополнительной* подмагничивающей обмотки (ПО), изменяющей степень насыщения магнитопроводов, (рис.3).

При регулировании тока ПО изменяются степень насыщения стальных сердечников, их проницаемость  $\mu_{ст}$ , магнитная проводимость внешней цепи  $\Lambda_{вн}$ , угол  $\alpha$  наклона луча и положение рабочей точки магнита.

Если, например, ток ПО уменьшился так, что внешняя магнитная проводимость возросла, поток в зазоре при холостом ходе возрастает от  $\Phi_{\delta 1}$  до  $\Phi_{\delta 2}$ , (рис.3. а). Подмагничивающую обмотку наматывают вокруг сердечника якоря на статоре, (рис.3. б).

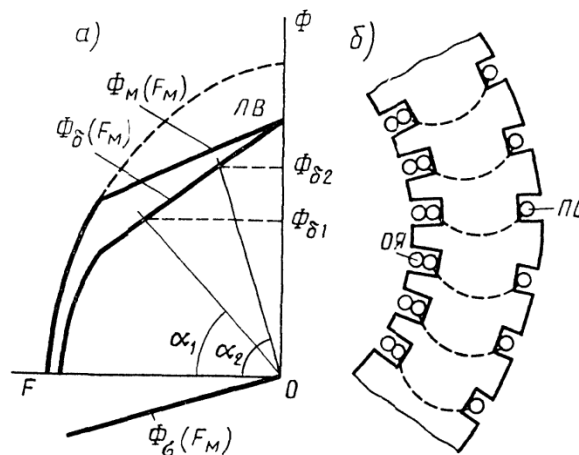


Рис.3 а) – Рабочая диаграмма магнита. б) – размещение подмагничивающей обмотки

- использование в СГ *вольтодобавочной* машины, (рис.4.) [4]

Магнитопровод статора вольтодобавочной машины имеет пазы, в которых размещена трехфазная обмотка и тороидальная обмотка подмагничивания. Обмотка (вольтодобавочной машины) «подмагничивания» включена на блок, регулирования напряжения который получает питание и сигнал о величине выходного напряжения генераторной установки. Изменение величины тока в ОП позволяет *изменять величину и фазу ЭДС* вольтодобавочной машины, а значит и, обеспечивает стабилизацию выходного напряжения СГ.

### Новая схема стабилизации выходного напряжения .

Рассмотренные выше схемы стабилизации позволяет обеспечить качество выходного напряжения в требуемых пределах, однако каждая из рассмотренных систем имеет свои недостатки.

Поэтому с целью устранения этих недостатков и уменьшения времени переходного процесса, а так же величины перерегулирования предлагается, *новая* схема, стабилизации выходного напряжения генератора с постоянными магнитами [5].

Схема состоит из синхронного генератора (1), и управляемого асинхронного возбудителя (2), (рис. 5). Якорь синхронного генератора (1), размещенный на статоре с трехфазной обмоткой (3), выполнен по традиционной схеме.

Индуктор синхронного генератора имеет радиально намагниченные магниты (4), которые

удерживаются магнитопроводящей обоймой (шунт) (4). (рис. 6.)

В межполюсном пространстве магнитопроводящая обойма охвачена тороидальной обмоткой (6), питание которой осуществляется от блока выпрямителя (7).

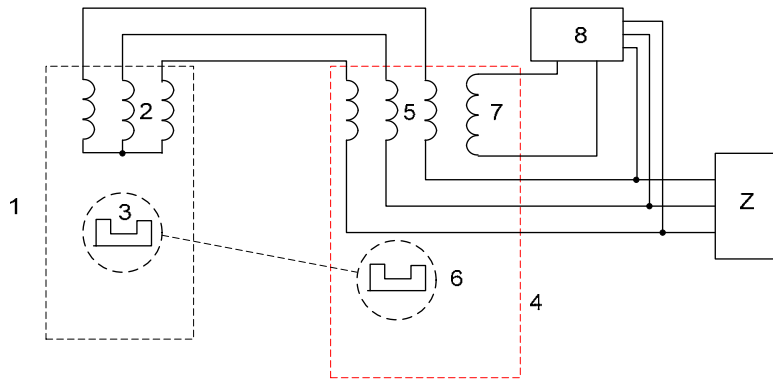


Рис.4. 1 – Генератор, 2 – трехфазная обмотка якоря, 3 – постоянный магнит, 4 – вольтодобавочная машина, 5 – трехфазная обмотка статора вольтодобавочной машины, 6 – Ротор вольтодобавочной машины, 7 – тороидальная обмотка подмагничивания, 8 – блок регулирования напряжения.

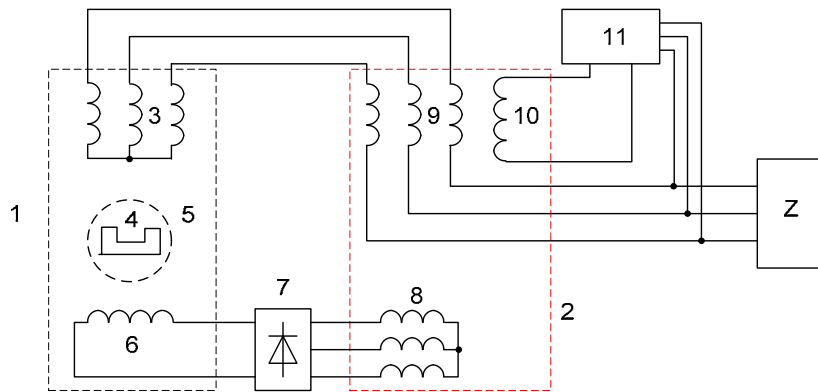


Рис.5. – Синхронный генератор с асинхронным возбудителем

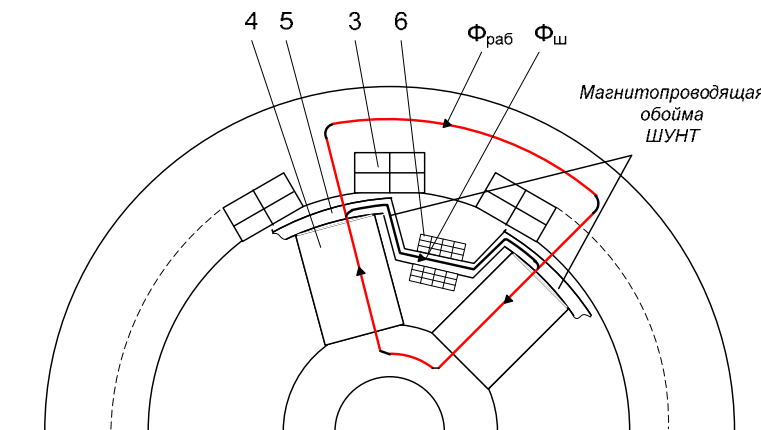


Рис.6. - принцип регулирования напряжения

В одном корпусе с синхронным генератором размещен управляемый асинхронный возбудитель (2). Ротор асинхронного возбудителя имеет на наружной поверхности пазы, в которой уложена трехфазная обмотка (8). Обмотка соединена в звезду и выводы ее подключены к блоку силовых выпрямителей (7). (рис. 5.)

Статор имеет два ряда пазов в которых размещаются трехфазная обмотка (9) и обмотка подмагничивания шунта (10). (рис. 7.)

Трехфазная обмотка 9, включенная последовательно с обмоткой якоря 3 синхронного генератора 1, а тороидальная обмотка подмагничивания 10, получает питание от блока регулирования напряжения 11. (рис. 5.)

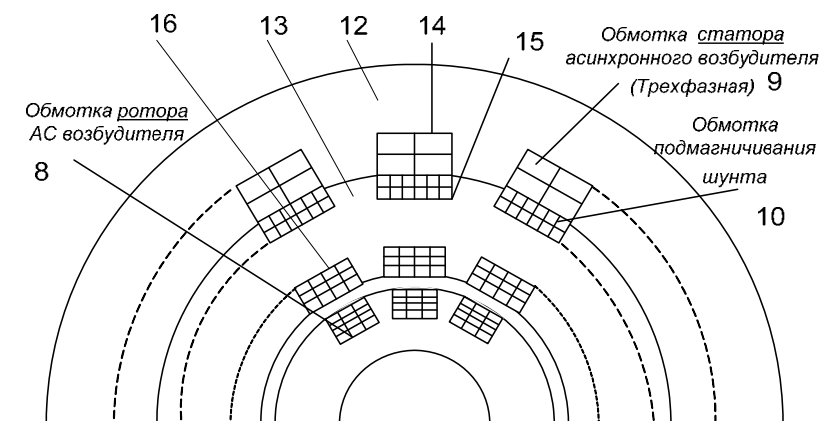


Рис.7. Вид статора асинхронной машины

Основной принцип регулирования напряжения заключается в изменении магнитного состояния шунта (рис. 6.), путем изменения тока в обмотке 6, что в свою очередь вызывает изменение величины основного магнитного потока, а значит и величины выходного напряжения генератора.

Так при подключении нагрузки по обмотке 3 синхронного генератора протекает ток, что ведет к уменьшению выходного напряжения. Однако по обмотке 9 статора управляемого асинхронного возбудителя так же протекает ток. В результате появляется магнитодвижущая сила, а значит и магнитный поток, который замыкается по магнитопроводу ротора и по второму полюсу цилиндру 13, управляемого асинхронного возбудителя, (рис. 7.)

Поток, сцепленный с витками обмотки ротора, наводит в ней электродвижущую силу, это приводит к увеличению магнитного сопротивления шунта. Рабочий магнитный поток генератора возрастает и выходное напряжение восстанавливается. Если напряжение на нагрузке отличается от требуемого значения, то под действием блока регулирования напряжения 11 ток в обмотке подмагничивания 10 изменяется и

ведет к восстановлению напряжения генератора, (рис. 5.).

#### Вывод.

Таким образом, в предлагаемых схемах регулировании напряжения генератора с постоянными магнитами реализован закон регулирования по возмущению с коррекцией по отклонению. Вследствие отсутствия в С.Г. обмотки возбуждения, которая имеет значительную постоянную времени, время переходного процесса в предлагаемой схеме, будет составлять порядка 20м. сек. (ГОСТ 80м.сек.) и кроме того, значительно уменьшается величина перерегулирования при изменении нагрузки.

#### Список використаних джерел

1. Копылов И.П. Электрические машины: Учебник – 5-е изд., – М.: Высшая школа, 2006.
2. Бут Д.А. Бесконтактные электрические машины. М.: Высшая школа, 1990.
3. Балагуров В.А., Галтеев Р.Р. Электрические генераторы с постоянными магнитами. – М.: Высшая школа, 1988.
4. Патент «Российской Федерации» N 2132107, 1998.
5. Тихонов В.В., Масленников С.В. Джерело електропостачання. – Заявка на патент.

УДК 629.735.33.015.3.025.35(045)

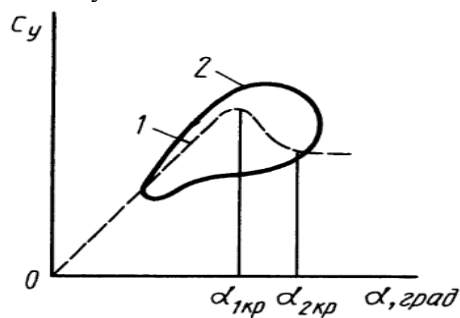
Шандура Т.Н., Овсянникова Д.В.  
 Національний авіаційний університет, Київ

### АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ ГИСТЕРЕЗИС И БОРЬБА С НИМ

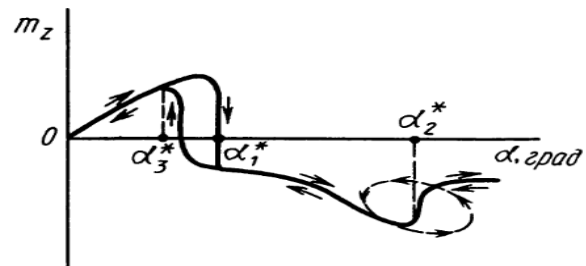
Приведены результаты экспериментальных исследований влияния на аэродинамический гистерезис организованного продольно-вихревого следа генераторов вихрей расположенных на носовой кромке крыла.

В процессе статических исследований прямоугольных крыльев при увеличении углов атаки на закритические значения и последующем уменьшении углов атаки до летных значений

появляются неоднозначные изменения аэродинамических характеристик продольного движения  $C_y=f(\alpha)$  и  $M_z=f(\alpha)$  [1, 2] в виде петель гистерезиса рис. 1.



Зависимость коэффициента  $c_y$  от  $\alpha$ :  
 1 — стационарное нагружение, 2 — динамическое нагружение



Коэффициент продольного момента  $m_z(\alpha)$

Рис. 1 Петли гистерезиса

Эффект гистерезиса зависит от многих причин: скорость обтекания крыла, удлинения крыла, шероховатость поверхности, степени турбулентности набегающего потока [3]. Простейший метод борьбы с гистерезисом это мощная турбулизация потока. Эффект гистерезиса является результатом перестройки вихревой структуры обтекания крыла при увеличении и уменьшении угла атаки [4].

При увеличении угла атаки свыше критического у задней кромки зарождается и развивается отрывной вихрь пограничного слоя, вызванный вязкостью. Дальнейшее увеличение угла атаки приводит к глобальному отрыву, развитие которого определяет формирующийся отрывной вихрь у передней кромки, что хорошо видно на рис. 2, полученном в гидродинамической трубе в результате наших исследований.

Турбулизация приводит к росту сопротивления, уменьшению оптимального аэродинамического качества. А хорошо подобранные носовые вихреобразователи продольных вихрей не

уменьшают оптимальное аэродинамическое качество, увеличивают критический угол атаки и увеличивают коэффициент подъемной силы [4]. Наша задача показать, что вихреобразователи существенно влияют на аэродинамический гистерезис на больших углах атаки.

Дальнейшие исследования проводились в аэродинамической трубе на крыле снабженном носовыми вихрегенераторами размахом 0.4 м, хордой 0.15 м с несимметричным профилем при скоростях 20 м/с ( $Re=2 \cdot 10^5$ ). Степень турбулентности набегающего потока 2.4%. Размеры вихреобразователей выбирались по зависимости: длина 0.2-0.3 от хорды, ширина 0.1-0.2 от хорды. Расстояние между вихреобразователями равное длине одного вихреобразователя. Исследование велось на аэродинамических весах оборудованных автоматической системой определения аэродинамических параметров  $C_y=f(\alpha)$ ,  $M_z=f(\alpha)$  и  $C_x=f(\alpha)$ .

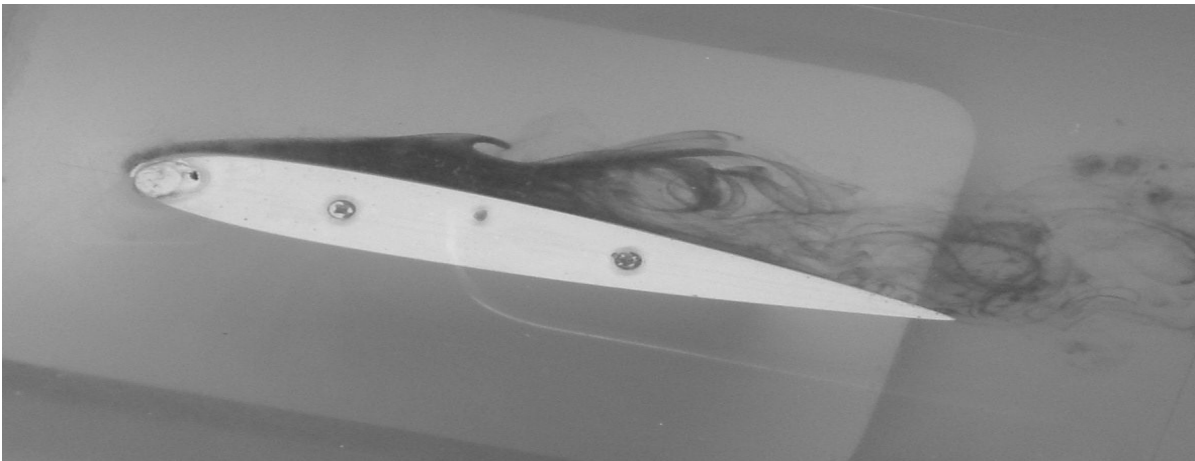


Рис. 2 Исследование в гидродинамической трубе

Носовые вихреобразователи представляют собой наплывы на передней кромке крыла, порождающие вихри при углах атаки близких к критическим. Для улучшения аэродинамических характеристик ось вихреобразователей наклоняют вниз

относительно хорды крыла на несколько градусов, рис.3. В работе представлены результаты аэродинамических характеристик крыльев с вихреобразователями установленными по потоку.

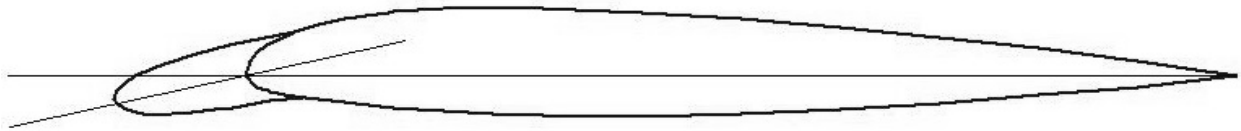
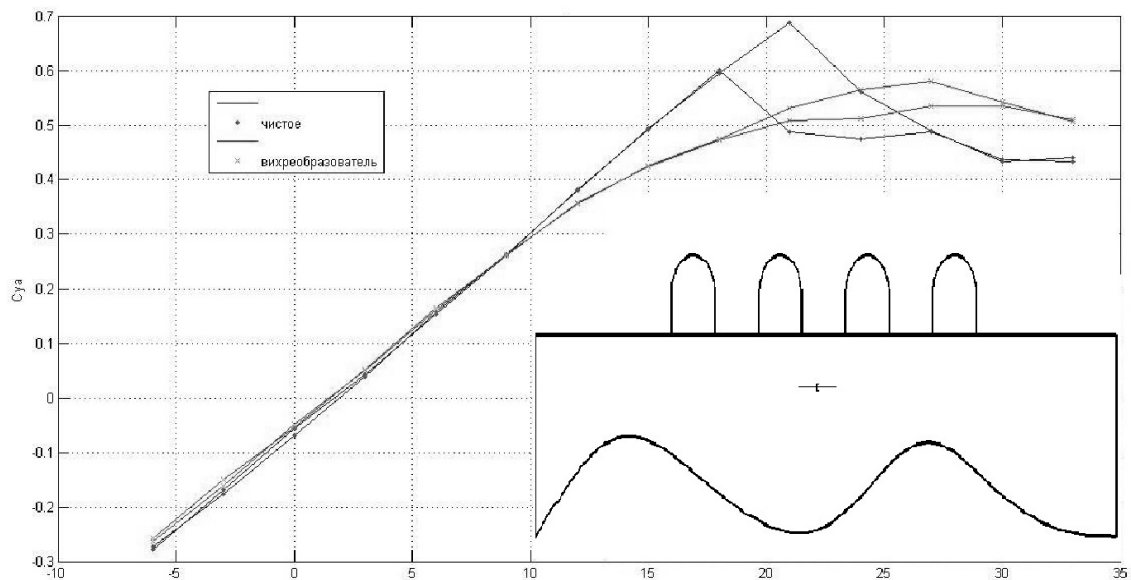


Рис.3 Вихреобразователь, установленный под углом к хорде профиля

### Результаты

Исследования проводились с несколькими видами носовых турбулизаторов – вихреобразователей, отличающихся формой вихреобразующей поверхности.

На рис. 4 приведены результаты продувок модели с турбулизаторами, которые уменьшили гистерезис, но полностью не убрали, и увеличили критический угол атаки с 21 до 27 градусов.

Рис. 4 Зависимость коэффициента подъемной силы от угла атаки  $C_y=f(\alpha)$



Такие характеристики можно получить применяя вихреобразователи цилиндрических и эллиптических форм, без острых кромок, которые ламинарно обтекаются.

На рис. 5 изображены вихреобразователи треугольной формы ( ассиметричные ) которые привели к устранению гистерезиса. Этот результат доказывает, что турбулизация потока является важнейшим фактором влияющим на гистерезис.

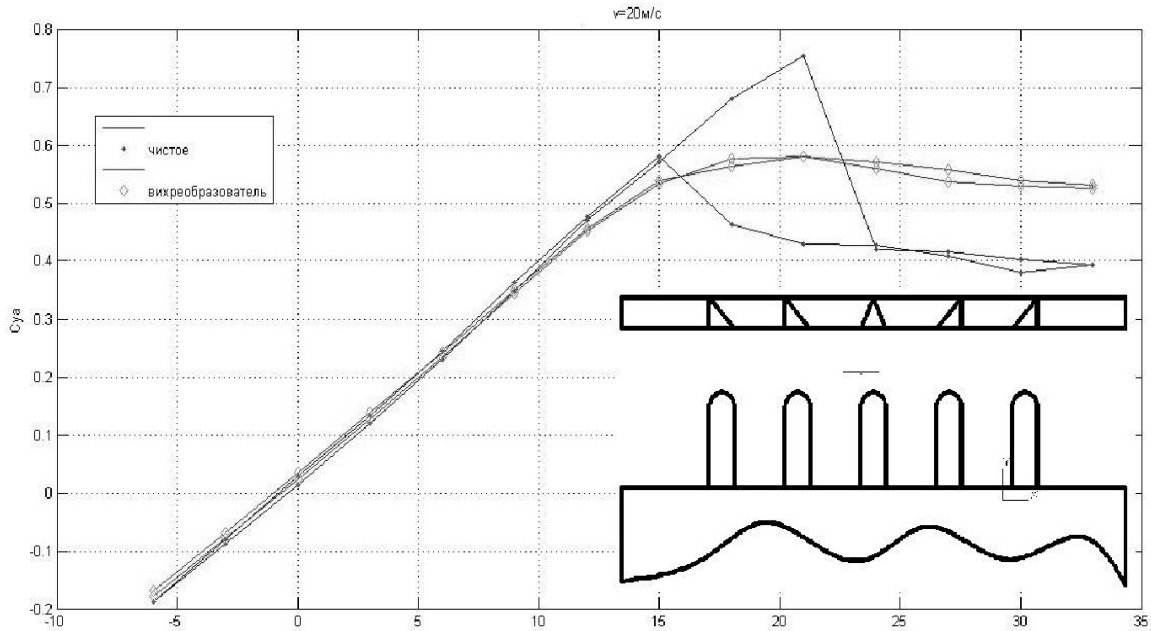


Рис. 5 Зависимость коэффициента подъемной силы от угла атаки  $C_y=f(\alpha)$

На рис.6 приведены результаты продувок модели с вихреобразователями сложной формы. Эта форма вихреобразователей полностью убирает гистерезис, но слабо влияет на критический угол атаки. Однако, эти вихреобразователи уве-

личивают коэффициент подъемной силы в за- критической области углов атаки.

Влияние вихреобразователей (смотри рис. 6) на гистерезис мы можем увидеть и на зависимости  $C_x= f(\alpha)$ , представленной на рис. 7.

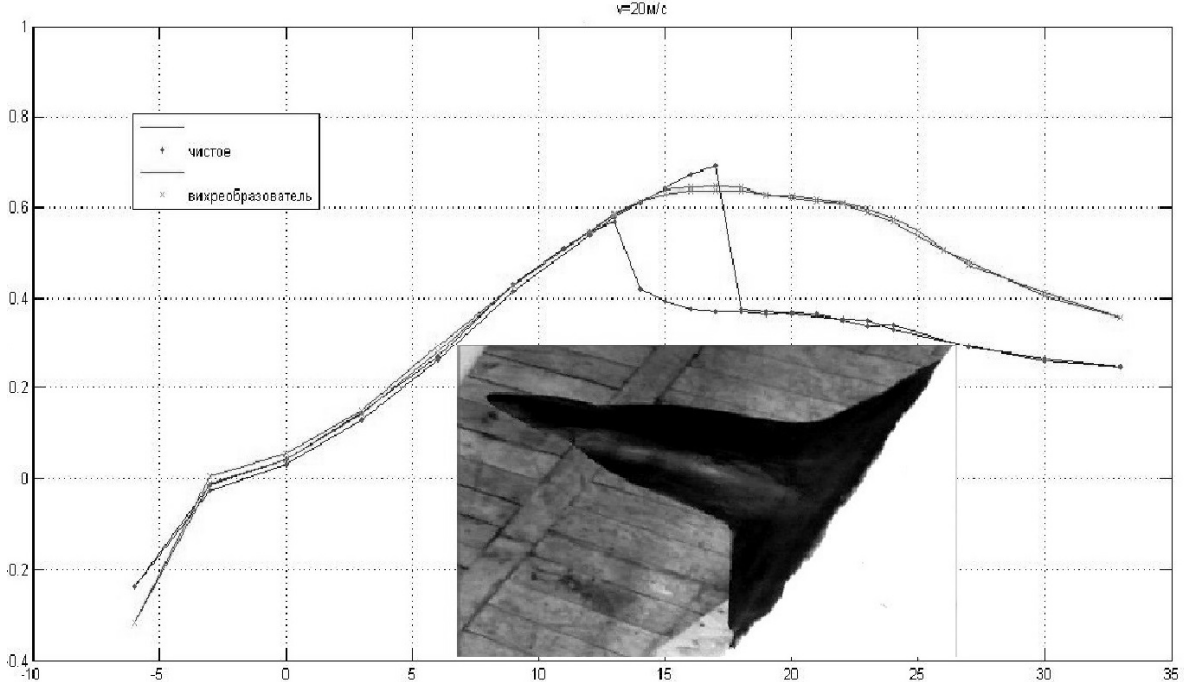


Рис 6. Зависимость коэффициента подъемной силы от угла атаки  $C_y=f(\alpha)$

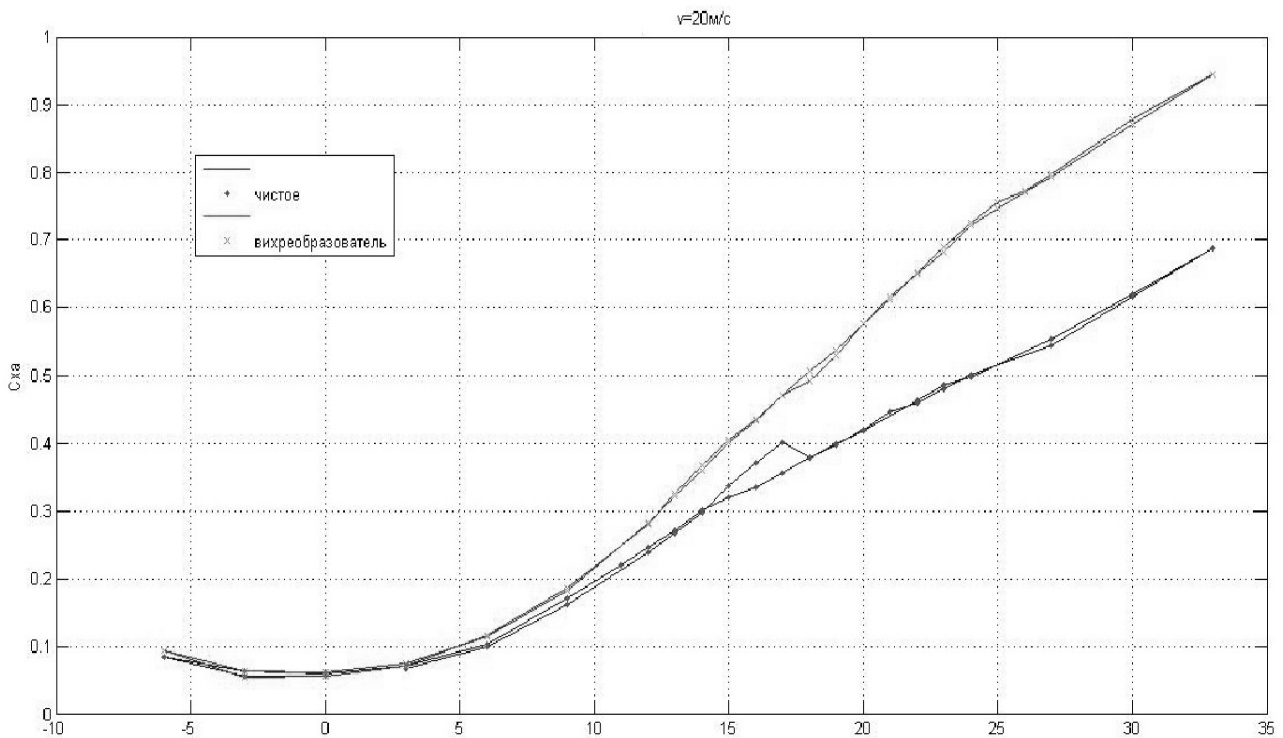


Рис. 7 Зависимость коэффициента лобового сопротивления от угла атаки  $C_x=f(\alpha)$

### Выводы

Все исследованные формы турбулизаторов – вихреобразователей приводят к эффективному влиянию на гистерезис, а некоторые полностью устраняют гистерезис и увеличивают коэффициент подъемной силы в закритической области.

Объемные асимметричные вихреобразователи установленные под отрицательным углом относительно хорды производят больший эффект увеличения подъемной силы и критического угла атаки.

Для большего эффекта вихреобразователей необходимо чтобы продольный вихрь достигал задней кромки крыла.

Топология границ в области гистерезиса зависит от числа Рейнольдса, кривизны, шероховатости поверхности, формы профиля, предыстории движения. Вследствии этого при низких числах Рейнольдса необходимо учитывать множество факторов и выделить среди них основные, чтобы разрабатывать методику устранения гистерезиса.

### Список использованных источников

1. Краснов Н.О., Кошевой В.Н., Калугин В.Т., Аэродинамика отрывных течений. – М.: Высшая школа, 1988.-351с.
2. Ильяшенко Н.П., Колин И.В. Влияние турбулентности потока аэродинамической трубы на характеристики гистерезиса в статических силах и моментах. Ученые записки ЦАГИ Т. XXXIX, 2008.-40с.
3. Ильяшенко Н.П. и др. Множественный гистерезис в статических аэродинамических характеристиках механизированного крыла. Ученые записки ЦАГИ, Т. XXXV, №1-2, 2004. - 39-43с.
4. Ударцев С.П., Щербанос О.Г., Експлуатаційні дослідження крила з генераторами вихорів. Вісник НАУ, 2010.-№1-с.45-47

УДК 621.317 (043.2)

Сунетчісва С.Р.

Національний авіаційний університет, Київ

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ФАЗОВИХ ПОРТРЕТІВ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ПРИ НЕРУЙНІВНОМУ КОНТРОЛІ

У статті описано методику опрацювання результатів при імпульсному імпедансному контролі виробів з композиційних матеріалів авіаційного призначення. Розглянуто спосіб апроксимації функції розподілу значень інформативних параметрів контролю, у випадках якщо закон розподілу вихідних даних відрізняється від нормального. Розглянуто використання фазових портретів для ідентифікації закону розподілу інформативних ознак.

Вироби з композиційних матеріалів, які широко використовуються в авіабудуванні, на відміну від виробів з металів, формуються з первинної сировини одночасно з формуванням самих матеріалів. Через складність технології та значні фізико-механічні відмінності окремих складових, такі елементи конструкції характеризуються широкою номенклатурою можливих дефектів.

В сучасному авіабудуванні одним з найбільш поширених методів контролю виробів із композиційних матеріалів є акустичний імпедансний метод. Він базується на оцінці відмінностей значень механічного імпедансу в дефектних та бездефектних зонах контрольованих багатошарових конструкцій, що визначаються з поверхні виробу за допомогою збудження в ньому згинних коливань низьких частот [1]. В на сьогоднішній день в авіабудівній галузі імпульсний імпедансний метод займає частку у 90% при контролі стільникових конструкцій та елементів виконаних із шаруватих пластиків.

При імпульсному імпедансному контролі рішення про наявність пошкодженої ділянки у контрольованій області приймається у випадку перевищення граничних значень для одного або декількох інформативних параметрів [1], які, в свою чергу, встановлюються після налаштування дефектоскопу на стандартних зразках з нанесеними моделями дефектів. Стандартні зразки виробляються із матеріалів, аналогічних до тих, що використовуються у контрольованих виробках, вони мають ту саму товщину і шорсткість поверхні.

В процесі контролю інформаційний сигнал первинного перетворювача, що являє собою експоненційно затухаючий радіоімпульс, за допомогою аналого-цифрового перетворювача конвертується у послідовність дискретних відліків  $S_k$ . Дискретні реалізації інформаційного сигналу можуть піддаватися впливу завад, що мають му-

льтиплікативні  $m_k$  та адитивні  $n_k$  складові. Таким чином результат перетворення можна записати у вигляді:

$$x_k = m_k S_k + n_k$$

В той же час відліки сигналу мають в своєму складі як детерміновану  $S_{0k}$  так і випадкову  $\Delta S_k$  компоненти кожна з яких несе в собі інформацію щодо фізико-механічних характеристик контрольованої зони.

Випадкова складова сигналу  $\Delta S_k$  може бути обумовлена великою кількістю факторів.

Насамперед на неї впливають неконтрольовані відхиленнями фізико-механічних характеристик сканованої зони від деяких середніх значень. Композиційні матеріали характеризуються значною неоднорідністю структури, що може залежати як від складових матеріалу так і від конструкції самого виробу. Наприклад, при контролі стільникових панелей можлива періодична зміна жорсткості: вона може набувати максимального значення в зонах, що відповідають стінкам соти та мінімального в області її середини. Крім того велике значення при контролі мають так звані фрикційні шуми.

Хоча фрикційні шуми мають широкий спектр, що залежить від характеристик перетворювача та характеру шорсткості поверхні контрольованого виробу, їх вплив на результати може бути зменшено як конструктивними методами – зміною радіусу кривизни контактної поверхні перетворювача, так і на етапі обробки – шляхом застосування цифрових чи аналогових фільтрів для пригнічення відповідних ділянок в спектрі сигналу перетворювача [3].

Вплив випадкових складових на інформаційний параметр у випадку, коли вирішальне правило базується виключно на порівнянні із деяким пороговим значенням може привести до ситуації коли

область контролю буде помилково прийнята за дефектну, або навпаки, дефект буде пропущено.

У випадку коли на інформативний параметр, за змінами якого приймається рішення про наявність дефекту, впливає випадкова величина, рішення про наявність дефекту може бути прийняте на основі статистичних критеріїв, що включають в себе інформацію про закони розподілу вибірок результатів оцінки інформативних параметрів отриманих у апріорно дефектних та бездефектних областях виробу, а також допустимі значення похибок першого та другого роду. До таких статистичних критеріїв відносяться метод Неймана-Пірсона, метод максимальної правдоподібності, метод мінімаксу, та ін. Найбільш поширеними інформаційними параметрами, які були отримані за допомогою перетворення Гільберта: амплітуда, кумулятивна фаза та частота сигналу. Але основною проблемою при застосуванні статистичних критеріїв для прийняття рішення є припущення, що закон розподілу інформативного параметру відомий та описаний аналітично. Зазвичай приймається, що вхідні дані мають нормальний розподіл, однак це не завжди підтверджується при експериментальній оцінці. Зазначена ситуація в першу чергу пов'язана з високим ступенем неоднорідності структури композиту, у випадку, якщо об'єкт контролю являє собою панель із сотовим заповнювачем: ребро соти матиме порівняно більшу жорсткість ніж її центр, а при використанні пінопластового заповнювачу можливе непрогнозоване виникнення зон із неоднаковими щільностями. В той же час відмінність характеристик законів розподілів інформативних параметрів можна використовувати у якості показника на основі якого приймається діагностичне рішення при проведенні неруйнівного контролю[4].

Оскільки форма закону розподілу апріорно невідома постає питання її апроксимації.

Тому, у статті запропоновано методику опрацювання інформативних параметрів, отриманих з дефектних і без дефектної зон. На Рис.1 проілюстровано блок-схему методики.

Методика вибору складається з наступних етапів:

1) Оператор має провести почергове сканування дефектної та бездефектної зон стандартного зразка з подальшим формуванням бібліотек сигналів відповідно до типу зони.

2) На основі отриманих сигналів сформувані вибірки інформативних параметрів: максималь-

ної амплітуди, миттєвої частоти та кумулятивної фази.



Рис. 1 Блок-схема методики опрацювання експериментальних даних

На основі критерію, що не залежить від типу розподілу відбувається попереднє цензурування кожної вибірки. Його сутність полягає в тому, що з ряду спостережень виключаються результати  $x_i < x_{r-}$  та  $x_i > x_{r+}$ . Значення  $x_{r-}$ ,  $x_{r+}$  визначаються за наступними формулами

$$x_{r-} = \bar{x} - s \cdot \left( 1 + A \cdot \sqrt{\frac{1}{\gamma^2} - 1} \right),$$

$$x_{r+} = \bar{x} + s \cdot \left( 1 + A \cdot \sqrt{\frac{1}{\gamma^2} - 1} \right),$$

де  $\bar{x}, s$  – вибіркові математичне сподівання та СКВ ряду спостережень;

$A$  – коефіцієнт, значення якого вибирається залежно від заданої довірчої імовірності в діапазоні від 0,85 до 1,30 (рекомендовано)  $A = 1,3$  ;

$\gamma$  – контрекссес, значення якого залежить від форми закону розподілу,

$$\gamma = \sqrt{s^4 / \mu_4},$$

де  $\mu_4$  – четвертий центральний момент

$$\mu_4 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4.$$

Процедура фільтрації повторюється до моменту поки жодне зі значень не буде виходити за граничні межі.

3) Оскільки, форма закону розподілу апріорно не відома, слід попередньо виконати перевірку вибірки на нормальність. Таку перевірку можна зробити за такими критеріями:

1) Критерій перевірки на асиметрію, який використовує статистику  $|\sqrt{b_1}|$

$$|\sqrt{b_1}| = \frac{m_3}{m_2^{3/2}},$$

$$\text{де } m_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2; m_3 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$$

2) Критерій перевірки на кривизну з використанням статистики  $b_2$  :

$$b_2 = \frac{m_4}{m_2^2}$$

$$\text{де } m_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2; m_4 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$$

3) Критерій Фроціні

$$B_n = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1}^n \left| \Phi(z_i) - \frac{i-0,5}{n} \right|,$$

$$\text{Де } z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}; \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2;$$

$\Phi(z_i)$  - функція розподілу  $N(0,1)$ .

4) У випадку, якщо гіпотеза про відповідність підтверджена, можна використовувати стандартну формулу нормального закону, а в іншому випадку слід перейти до процедури апроксимації за допомогою кривих Грама-Шарльє коли розподіл може бути представлений у вигляді ряду

$$f_A(x) = f(x) + a_1 f^{(1)}(x) + a_2 f^{(2)}(x) + \dots, \quad (1)$$

де  $f(x)$  являє собою функцію нормального розподілу

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2};$$

$f^{(n)}(x)$  —  $n$ -на похідна від  $f(x)$  по  $x$  :

$$f^{(n)}(x) = \frac{d^n f(x)}{dx^n} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{d^n e^{-x^2/2}}{dx^n}.$$

Коефіцієнти ряду вираховуються як

$$a_n = \frac{(-1)^n}{n!} \sum_{h=0}^n \frac{n^{[2h]}}{2^h \cdot h!} r_{n-2h},$$

де  $r_n$  — відношення центральних моментів відповідних порядків до середньоквадратичних відхилень вихідних вибірок,  $h$  - номер ітерації сумування.

Прийнявши що  $r_0 = r_2 = 1$ , а  $r_1 = 0$  та розраховавши і підставивши  $a_n$  до виразу (1) остаточну формулу ряду можна записати як:

$$f_A(x) = f(x) - \frac{r_3}{6} f^{(3)}(x) + \frac{r_4 - 3}{24} f^{(4)}(x) - \dots \quad (2)$$

Таким чином процедура апроксимації емпіричного закону розподілу вихідних даних полягає у визначенні необхідної кількості членів формули (2) та розрахунку відповідних центральних моментів, при чому так як для більшості випадків достатньо використовувати лише перші три члени (2) необхідно отримати лише значення коефіцієнту ексцесу  $r_4$  та  $r_3$  асиметрії. [2]

5) Завершення процедури первинного налаштування.

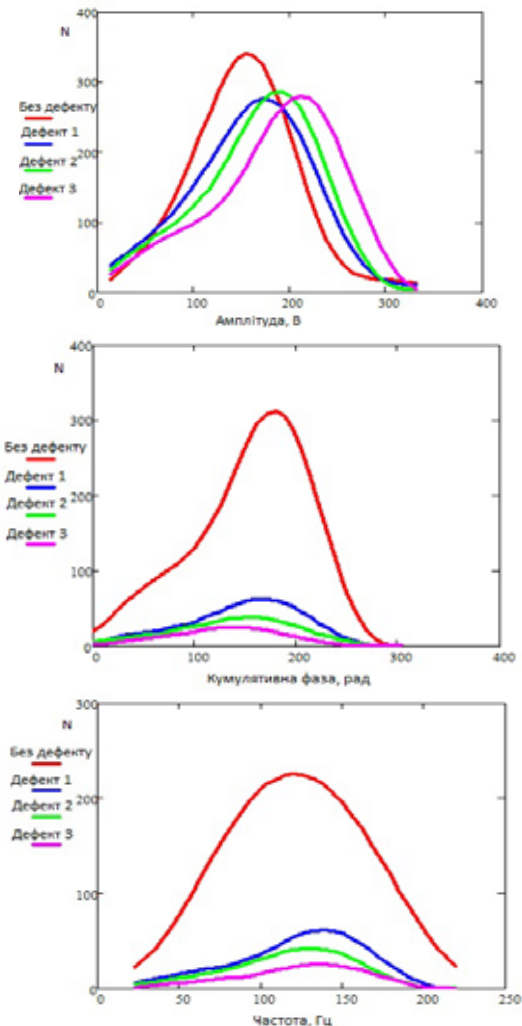


Рис.2 Апроксимації емпіричних законів розподілу амплітуди, кумулятивної фази та частоти

Як видно з рис.2 апроксимація різних інформативних параметрів дає можливість вибрати найзмістовніший та найінформативніший параметр.

Також, для ідентифікації закону розподілу інформативних ознак використовувати фазові портрети, які представляють собою графічну залежність, побудовану в координатах  $f_x(x)$  і  $f'_x(x)$ . Кожному закону розподілу  $f_x(x)$  відповідає свій, унікальний фазовий портрет, який є незалежним від параметрів закону розподілу. При розрахунку координат фазового портрета замість точного значення похідної щільності розподілу  $f'_x(x)$  ймовірностей визначався приріст щільності на заданому інтервалі.

В експерименті досліджувалися фазові портрети побудовані на значеннях інформативних параметрів (амплітуди, кумулятивної фази та частоти) імпульсних інформаційних сигналів, отриманих з досліджуваних зон стільникової панелі за допомогою імпедансного дефектоскопу. Їх обробка відбувалася у програмному забезпеченні Mathcad.

Також, дослідження показали, що фазові портрети Рис. 3 дозволяють зробити ідентифікацію емпіричних законів розподілу інформативних параметрів не тільки по їх характеристикам розсіяння або положення, а також за формою самих законів[5].

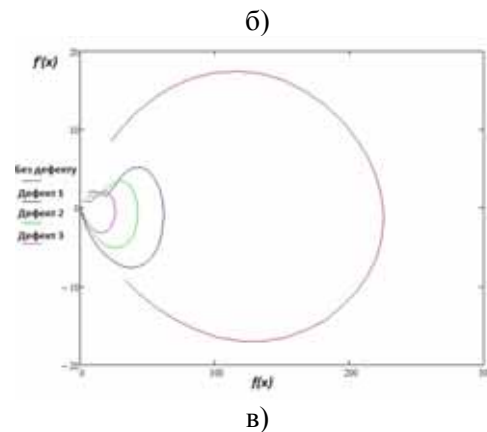
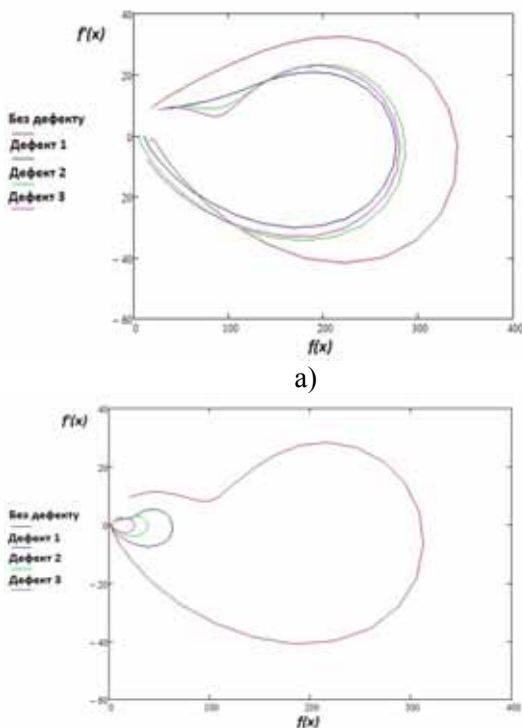


Рисунок 3 Фазові портрети інформативних параметрів: а) амплітуда, б) кумулятивна фаза, в) частота

### Список використаних джерел

1. Ланге Ю.В. Акустические низкочастотные методы и средства неразрушающего контроля многослойных конструкций / Ю.В. Ланге. — М.: Машиностроение, 1991 — 272с.
2. Кендалл М. Теория распределений / Кендалл М., Стюарт А.; пер. с англ. В. В. Сазонова, А. Н. Ширяева; под ред. А. Н. Колмогорова — М.: Наука, 1966., 588 с.
3. Сунетчієва С.Р. Апроксимація законів розподілу інформативних параметрів при неруйнівному контролі композиційних матеріалів / Є.Ф. Суслів//Східно-Європейський журнал передових технологій «Радіотехнічні інформаційні засоби». 6/11 (60) 2012. —г.Харьков.: Технологический центр, 2012— с.45-47.
4. Сунетчієва С.Р. Дослідження розподілів амплітуд інформаційних сигналів імпульсних імпедансних дефектоскопів при контролі стільникових панелей / В.С. Єременко, Є.Ф. Суслів, О.В. Самойліченко// Матеріали X II Міжнародної науково-технічної конференції «Електромагнітні та акустичні методи неруйнівного контролю матеріалів та виробів Леотест-2012» —м.Львів.: центр «ЛЕОТЕСТ-МЕДІУМ», 2012— с.50-55.
5. Прохоров С.А. Прикладной анализ случайных процессов /Прохоров С.А., Графкин А.В. и другие // СЦН РАН, 2007, 582 стр.

УДК 349.414 (043.2)

Балицька М.Е.

Національний авіаційний університет, Київ

## ВИЛУЧЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ДЛЯ СУСПІЛЬНИХ ПОТРЕБ ТА З МОТИВІВ СУСПІЛЬНОЇ НЕОБХІДНОСТІ

*Стаття присвячена аналізу законодавства України, що регулює порядок вилучення земельних ділянок для суспільних потреб та з мотивів суспільної необхідності. Виокремлено певні стадії цього процесу. Визначено перелік випадків доцільного вилучення земель. Запропоновано доповнити та внести зміни до законодавства України для врегулювання умов, при яких вилучається земельна ділянка.*

### Постановка проблеми

Останнім часом дуже гостро постало питання вилучення державою земельних ділянок із приватної власності громадян для державних потреб із відшкодуванням вартості ділянки. Причиною цього є розширення меж міст, необхідність будівництва нових об'єктів транспортної інфраструктури, промислових підприємств тощо.

У разі вилучення земель із приватної власності для забезпечення суспільних потреб можуть виникати конфлікти інтересів власників землі з одного боку та територіальних громад і держави – з іншого. Постає питання, чи кожен буде згодний віддати свою земельну ділянку? Адже вилучення її на тих умовах, що пропонує держава для власника земельної ділянки не завжди є вигідним.

**Метою дослідження** є аналіз проблем законодавчого врегулювання вилучення земельних ділянок для суспільних потреб та з мотивів суспільної необхідності, визначення стадій цього процесу та кола питань, які постають при виконанні цих дій, з'ясування випадків дійсно доцільного вилучення земель та встановлення його чіткого переліку.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вивченню питання примусового відчуження земельних ділянок для суспільних потреб та з мотивів суспільної необхідності приділяли увагу багато науковців. Зокрема, у статтях Д. Хилюка, Т. Коваленко, О. Олійника висвітлено окремі підстави примусового припинення права користування земельною ділянкою, а також різноманітність юридичних маневрів органами державної влади під час здійснення такого вилучення [1–3].

### Нормативно-правове забезпечення

Викуп земельних ділянок для суспільних потреб і примусове відчуження земельних ділянок із мотивів суспільної необхідності проводиться відповідно до Закону України від 17 листопада 2009 р. № 1559-VI «Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспі-

льної необхідності» [4] у порядку, передбаченому відповідними процесуальними кодексами.

Закон передбачає два види відчуження: при суспільній потребі й у випадку суспільної необхідності. Суспільна потреба – обумовлена загальнодержавними інтересами або інтересами територіальної громади потреба у земельних ділянках, у тому числі тих, на яких розміщені об'єкти нерухомого майна, викуп яких здійснюється в порядку, встановленому законом.

Суспільна необхідність – обумовлена загальнодержавними інтересами або інтересами територіальної громади виключна необхідність, для забезпечення якої допускається примусове відчуження земельної ділянки, інших об'єктів нерухомого майна, що на ній розміщені, у встановленому законом порядку.

Отже, перший вид відчуження передбачає викуп за домовленістю сторін, другий – примусове вилучення (з оплатою) земельних ділянок через суд, що може бути ініційовано, якщо власник землі відмовився добровільно продати її й об'єкти, що перебувають на ній.

З прийняттям вищезгаданого закону з'явилась реальна можливість законними методами змусити землевласника віддати свою ділянку, посилаючись на важливість та необхідність таких дій. Це стосується зокрема прав сільських, селищних та міських рад ставити питання про будівництво на відповідній території дороги чи готельного комплексу. Раніше ставились питання розміщення на певній території, наприклад, об'єктів заповідного фонду, чи віднесення цих площ до земель рекреаційного призначення. Отже, підстава змінилася, а результат залишився таким самим.

Однозначно, що самі власники намагатимуться відстоювати право власності на земельну ділянку і розташований на ній об'єкт, тлумачачи його як абсолютне і ніким не порушне право. У свою чергу, органи, які намагатимуться вилучити її, спиратимуться на суспільну необхідність та відповідні норми законодавства, які не завжди є на боці пересічної людини. Тому, потрібно визначити випа-

дки дійсно доцільного вилучення земель та встановити чіткий перелік таких випадків.

Згідно зі статтею 41 Конституції України примусове відчуження об'єктів права приватної власності може застосовуватись тільки як виняток із мотивів суспільної необхідності (примусове відчуження допускається лише в умовах воєнного чи надзвичайного стану). Отже, право власності на землю гарантується, і ніхто не може бути незаконно позбавлений цього права. Таким чином, головний закон держави майже повністю захищає власника, встановлюючи лише деякі винятки.

Натомість Закон України «Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності» навпаки спрямований надати органам державної влади й органам місцевого самоврядування у визначених Законом випадках право ініціювати викуп приватних земельних ділянок, нерухомого майна і багаторічних насаджень, що на них розміщені, для реалізації проектів, спрямованих на задоволення громадських та державних інтересів.

Однак, не все так бездоганно, як здається на перший погляд. У разі вилучення земель із приватної власності для забезпечення суспільних потреб як правило виникають конфлікти інтересів власників землі та територіальних громад і держави. Адже вилучення (примусове відчуження) її на тих умовах, які пропонує держава для власника земельної ділянки не завжди є вигідним (особливо з огляду оцінювання вартості вилученого об'єкта, яке проводиться, як правило, органом, встановленим державою). Крім того, викуп землі може суперечити планам землевласника щодо реалізації її корисного потенціалу. Простежується чітке нав'язування волі державних органів власнику землі та обмеження його прав власності.

#### **Стадії примусового припинення користування земельною ділянкою**

Користування земельною ділянкою є одним із основних правових титулів, на якому земельна ділянка може належати суб'єктам земельних правовідносин. Відповідне право гарантується державою. Суб'єкт користування не може бути позбавлений даного права без порушення законодавства або наявності підстав припинення такого права. Для дотримання засад законності та гарантування прав на землю, передбачених Конституцією України, законодавець передбачив особливий порядок примусового припинення права землекористування.

Земельний кодекс України містить певні статті, що відповідно до назви мають врегульовува-

ти дане питання, однак єдиного порядку примусового припинення права користування земельною ділянкою даний нормативно-правовий акт не закріплює, що зумовлює актуальність даної проблеми.

Проаналізувавши статі Закону України «Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності» можна виділити чотири стадії примусового вилучення земельної ділянки з мотивів суспільної необхідності.

Перша стадія – прийняття рішення про викуп земельної ділянки. Суть даної стадії докладно розкрито у статті 10 [4], відповідно до якої ініціатива щодо викупу земельної ділянки, інших об'єктів нерухомого майна, що на ній розміщені, для суспільних потреб може належати лише органам виконавчої влади чи органам місцевого самоврядування, спеціальним адміністраціям щодо управління територіями та об'єктами природно-заповідного фонду, особам, які отримали спеціальний дозвіл (ліцензію) на користування надрами, і підприємствам, які здійснюють будівництво, капітальний ремонт, реконструкцію, експлуатацію об'єктів транспортної та енергетичної інфраструктури, захисних гідротехнічних споруд і які погодили місце розташування таких об'єктів у випадках та в порядку, визначених статтею 151 Земельного кодексу України. За наслідками розгляду пропозицій зазначених суб'єктів відповідний орган виконавчої влади чи орган місцевого самоврядування у місячний строк з дня надходження такої пропозиції приймає рішення про викуп земельної ділянки, інших об'єктів нерухомого майна, що на ній розміщені, для суспільних потреб.

Другою стадією примусового припинення права користування земельною ділянкою є проведення переговорів щодо умов викупу земельної ділянки, інших об'єктів нерухомого майна, що на ній розміщені, для суспільних потреб. Дана стадія детально врегульована положеннями статті 11 [4].

Третя стадія примусового припинення права користування земельною ділянкою полягає у зверненні органу виконавчої влади чи органу місцевого самоврядування, що прийняв рішення про відчуження земельної ділянки, у разі недосягнення згоди з власником земельної ділянки, інших об'єктів нерухомого майна, що на ній розміщені, щодо їх викупу для суспільних потреб до адміністративного суду із позовом про примусове відчуження зазначених об'єктів. Дана стадія врегульована положеннями статті 16 [4], проце-



суальними нормами, що закріплено Кодексом Адміністративного судочинства України.

Орган виконавчої влади чи орган місцевого самоврядування, що прийняв рішення про відчуження земельної ділянки, у разі недосягнення згоди з власником земельної ділянки, інших об'єктів нерухомого майна, що на ній розміщені, щодо їх викупу для суспільних потреб звертається до адміністративного суду із позовом про примусове відчуження зазначених об'єктів.

Вимога про примусове відчуження земельної ділянки, інших об'єктів нерухомого майна, що на ній розміщені, підлягає задоволенню, у разі якщо позивач доведе, що будівництво, капітальний ремонт, реконструкція об'єктів, під розміщення яких відчужується відповідне майно, є неможливим без припинення права власності на таке майно попереднього власника.

У разі задоволення позовних вимог рішенням суду визначається викупна ціна та порядок її виплати, а також перелік та порядок надання майна замість відчуженого. Одночасно із задоволенням позовних вимог щодо примусового відчуження земельної ділянки, інших об'єктів нерухомого майна, що на ній розміщені, з мотивів суспільної необхідності суд може задовольнити вимоги щодо знесення житлового будинку, інших будівель, споруд, багаторічних насаджень, розміщених на земельній ділянці, що підлягають примусовому відчуженню.

Рішення суду про примусове відчуження земельної ділянки, інших об'єктів нерухомого майна, що на ній розміщені, разом із документами, що підтверджують попередню та повну сплату колишньому власнику викупної ціни або державну реєстрацію права власності на нерухоме майно, надане замість відчуженого, є підставою для державної реєстрації права власності держави чи територіальної громади на зазначені об'єкти.

Попереднє повне відшкодування вартості земельної ділянки, інших об'єктів нерухомого майна, що на ній розміщені, у грошовій формі здійснюється шляхом внесення органом виконавчої влади чи органом місцевого самоврядування, що прийняв рішення про відчуження земельної ділянки, коштів на депозит нотаріальної контори в порядку, встановленому законом, за місцем розташування земельної ділянки, інших об'єктів нерухомого майна, що на ній розміщені, або перерахування коштів на зазначений власником цих об'єктів банківський рахунок.

Четвертою стадією примусового припинення права користування земельною ділянкою є саме припинення права землекористування у зв'язку з примусовим відчуженням земельної ділянки. Згідно з положеннями статті 17 [4] примусове

припинення права користування земельною ділянкою здійснюється відповідно до закону.

Таким чином на сьогоднішній день існує реально діючий механізм примусового припинення права користування земельною ділянкою, а саме механізм примусового припинення права землекористування з мотивів суспільної необхідності.

Хоча Земельний Кодекс України містить певні статті, що мають врегулювати дане питання, зокрема статтю 149 «Порядок вилучення земельних ділянок», єдиний порядок примусового припинення права користування земельною ділянкою встановлено Законом України «Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності». Проаналізувавши положення даного нормативно-правового акту можна виділити такі стадії примусового припинення права користування земельною ділянкою з мотивів суспільної необхідності:

1. прийняття рішення про викуп земельної ділянки;
2. проведення переговорів щодо умов викупу земельної ділянки, інших об'єктів нерухомого майна, що на ній розміщені, для суспільних потреб;
3. звернення органу виконавчої влади чи органу місцевого самоврядування, що прийняв рішення про відчуження земельної ділянки, у разі недосягнення згоди з власником земельної ділянки, інших об'єктів нерухомого майна, що на ній розміщені, щодо їх викупу для суспільних потреб до адміністративного суду із позовом про примусове відчуження зазначених об'єктів;
4. саме припинення права землекористування у зв'язку з примусовим відчуженням земельної ділянки.

#### **Коло суспільних потреб для вилучення земельної ділянки**

Законом України «Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності», а саме у статті 7 визначено таке коло суспільних потреб:

- забезпечення національної безпеки і оборони;
- будівництво, капітальний ремонт, реконструкція та обслуговування лінійних об'єктів та об'єктів транспортної і енергетичної інфраструктури (доріг, мостів, естакад, нафто-, газо- та водопроводів, ліній електропередачі, зв'язку, аеропортів, нафтових і газових терміналів, електростанцій) та об'єктів, необхідних для їх експлуатації;

- розміщення іноземних дипломатичних представництв та консульських установ, представництв міжнародних організацій в Україні згідно з міжнародними договорами України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України;

- розміщення та обслуговування об'єктів, пов'язаних із видобуванням корисних копалин; будівництво захисних гідротехнічних споруд;

- будівництво та обслуговування нафтових і газових свердловин та виробничих споруд, необхідних для їх експлуатації, споруд для підземного зберігання нафти, газу та інших речовин і матеріалів, захоронення шкідливих речовин і відходів виробництва;

- створення міських парків, будівництво дошкільних навчальних закладів, майданчиків відпочинку, стадіонів та кладовищ;

- розташування об'єктів природно-заповідного фонду.

На сьогодні на наш погляд дуже суб'єктивною є процедура оцінювання вилученого майна, яка здійснюється відповідно до пункту 3 Методики експертної оцінки земельних ділянок, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 11 жовтня 2002 р. № 1531, і передбачає визначення ринкової (ймовірної ціни продажу на ринку) або іншого виду вартості об'єкта оцінювання (заставна, страхова, для бухгалтерського обліку тощо), за яку він може бути проданий (придбаний) або іншим чином відчужений на дату оцінювання відповідно до умов угоди.

У визначенні інформаційної бази для експертного грошового оцінювання земельних ділянок існує пункт 4, де зазначені «інші дані, що впливають на вартість об'єкта оцінювання», які дають змогу, враховуючи інші чинники, варіювати оцінну вартість у будь-який бік (як правило, у бік зменшення вартості).

Виходячи з вищенаведеного, доцільно закріпити в Законі України «Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розмішені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності» таке:

- можливість власнику ділянки визначити експерта з оцінювання його землі в межах коштів, які витрачалися би державним органом на власного оцінювача;

- варіювання терміну, протягом якого відчужуватиметься земельна ділянка (враховуючи

потреби власника на реалізацію вирощеної продукції), у межах терміну від 1 до 3 місяців;

- установити в окремих випадках обмеження на вилучення земельної ділянки (наприклад, коли земля є єдиним джерелом доходів її власника чи коли з нею пов'язані укладені довгострокові договори).

Внести зміни до Методики експертної грошової оцінки земельних ділянок, дозволивши враховувати інші дані, що впливають на вартість об'єкта оцінювання, лише в тому разі, якщо вони сприяють підвищенню вартості земельної ділянки, цим самим запобігти звуженню прав землевласника.

### Висновки

Вилучення земельних ділянок для суспільних потреб та з мотивів суспільної необхідності неоднозначно визначено в законодавстві нашої країни. Перелік мотивів викупу землі для суспільних потреб має бути суттєво обмежений і точно визначений. Не визначена відповідальність за те, що викуплена земля використовуватиметься не за призначенням, тому пропонується законодавчо закріпити, що використовувати землю можна тільки з тією метою, з якою вона викуплена.

Також доречним є внесення змін до Методики експертної грошової оцінки земельних ділянок, а також до Закону України «Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розмішені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності», які сприятимуть врегулюванню спірних питань між землевласником і державою.

### Список використаних джерел

1. Олійник О. Вилучення землі для суспільних потреб, закон є, якою буде його реалізація? / О. Олійник // Земельне право України: теорія і практика. – 2010. – №2. – С. 58–60.
2. Коваленко Т. Примусове відчуження земельних ділянок // Агробізнес сьогодні. Україна. – 2011. – №13(212). – Режим доступу: <http://www.agrobusiness.com.ua/component/content/article/29-2011-05-11-22-05-40/514-2011-07-04-07-23-13.html>.
3. Хилюк Д. «Суспільна необхідність» легко позбавить будь-кого його приватної власності / Д. Хилюк // Земельне право України: теорія і практика. – 2010. – №4. – С. 14–17.
4. Закон України від 17 листопада 2009 р. № 1559-VI «Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розмішені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності». – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1559-17>.

УДК 628.477:543-414(045)

Бовсуновський Є.О., Личманенко О.Г.  
Національний авіаційний університет, Київ

## УТИЛІЗАЦІЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГЛИНИСТИХ СОРБЕНТІВ

*В статті проаналізовано можливості утилізації відпрацьованих глинистих сорбентів. Наведено результати досліджень по десорбції важких металів з будівельних матеріалів до яких додається відпрацьований сорбент – суглинок темно-бурий. Встановлені оптимальні умови механічної фіксації важких металів у будівельних сумішах.*

Використання природних дисперсних сорбентів для очищення стічних вод, забруднених важкими металами, достатньо повно обґрунтовано в багатьох наукових працях. Проте сьогодні для багатьох промислових підприємств дуже гострою є проблема обробки та утилізації осадів, які утворюються при очищенні стічної води.

Часто осади в необробленому вигляді протягом десятків років зливалися на переобтяжені мулові площадки, у відвали, кар'єри, що привело до порушення екологічної безпеки довкілля й умов життя населення. Вартість самих природних дисперсних сорбентів невелика, отже недоцільно планувати їх регенерацію, оскільки вартість регенерування буде на порядок вищою від вартості нового сорбенту [1]. Тому питання накопичення сорбентів, які використали свій сорбційний потенціал, їх регенерація або утилізація залишається актуальною і вимагає створення комплексних безвідходних технологій.

Застосування глинистих матеріалів як сорбентів важких металів досить поширено [2]. Для глибокого очищення стічних вод від розчинних органічних і неорганічних забруднюючих речовин, у тому числі й від іонів важких металів, використовують метод сорбції, ефективність якого коливається від 80 до 99,5 %, залежно від хімічної природи адсорбенту, величини адсорбуючої поверхні, структури і властивостей забруднюючих речовин і т.д. Основні труднощі при застосуванні сорбційної очистки стічних вод – це десорбція забруднень. Ця проблема сьогодні вимагає до себе підвищеної уваги фахівців [3].

Сорбція – це процес поглинання твердим тілом або рідиною речовини з навколишнього середовища. Речовина, яка поглинає, називається сорбентом, а яка поглинається – сорбатом. Розрізняють поглинання речовини всією масою рідкого сорбенту (абсорбція) або поверхневим

шаром твердого або рідкого сорбенту (адсорбція) [4]. Відрізняють сорбцію у статичних умовах, яка здійснюється уведенням подрібненого сорбенту у стічну рідину та сорбцію в динамічних умовах, яка здійснюється фільтруванням води через шар сорбенту (вугілля, торф, каолін, тирса тощо).

Після цього в залежності від цінності речовин, що вилучаються, можуть бути прийняті два рішення:

- якщо речовина має високу вартість, то відпрацьований сорбент направляється на регенерацію;

- якщо речовина має невисоку цінність, то відпрацьований сорбент збирається в ємності і потім утилізується [5].

Проблему утилізації відпрацьованих сорбентів розглядає низка дослідників [1]. Вибір методу утилізації, знешкодження та поховання небезпечних відходів багато в чому має визначитися наступними обставинами:

- ефективністю методу з урахуванням забезпечення екологічної безпеки кінцевих продуктів утилізації чи знешкодження;

- їхньою економічною ефективністю;

- взаємозв'язком та взаємним доповненням вибраних технологічних рішень утилізації, знешкодження чи захоронення [6].

До основних небезпечних відходів, що підлягають першочерговій утилізації, знешкодженню чи похованню, належать шлами гальванічних виробництв [6], які утворюються в результаті очищення стічних вод, котрі містять у своєму складі широкий спектр важких металів, серед яких присутній і хром (III).

Можливість поховання відпрацьованих сорбентів на шламосховищах оцінюється на основі ступеню десорбції сорбата. Тому були проведені дослідження десорбції металу з необробленого осаду. В ході експерименту було встановлено, що при концентрації, 2 мг/л, хрому (III) в сорбенті, у воду через 14 діб переходить 0,166 мг/л металу. Отже вивезення на полігон

осаду утвореного після очистки стічних вод, які містять важкі метали, неможливе – оскільки присутній ефект десорбції (табл. 1).

Десорбція – видалення адсорбованої речовини з поверхні адсорбенту. Це зворотній процес адсорбції і відбувається при зменшенні концентрації адсорбату в середовищі, що оточує

адсорбент. Десорбцію часто застосовують для вилучення із адсорбентів поглинутих ними газів, парів або розчинених речовин – регенерації адсорбенту. Швидкість десорбції залежить від температури, природи і швидкості потоку десорбуємого газу або розчинника, а також від особливостей структури адсорбенту [3].

Таблиця 1

Десорбція хрому (III) з сорбенту суглинку темно-бурого	
Вихідна концентрація хрому (III) в осаді	Концентрація хрому (III) у воді після десорбції протягом доби, мг/л
2 мг/л	0,166

Через те, що необхідною умовою утилізації відпрацьованих сорбентів є уникнення десорбції із них важких металів, то перспективним їх утилізації є іммобілізація. Існує чимало методів іммобілізації відходів серед них є:

- метод заскльовання відходів;
- компактування небезпечних відходів;
- депонування небезпечних відходів.

Одним з найбільш простих і надійних засобів знешкодження та поховання небезпечних відходів є їх депонування у процесі виробництва будівельних матеріалів (бетону, кераміки тощо). В основу методу покладено введення небезпечних відходів до сировинної суміші під час виробництва будівельних матеріалів.

Унаслідок фізико-хімічних процесів, що відбуваються при твердінні таких матеріалів, токсичні складові відходів «затискуються» в будівельному конгломераті. Кількість небезпечних відходів, що депонуються, у таких випадках визначається з розрахунку забезпечення необхідних фізико-хімічних характеристик та максимальної екологічної безпеки матеріалів, що отримуються. У зв'язку з цим кількість небезпечних відходів суміші не має перевищувати 3 – 5 %.

Використання для цих цілей спеціальних в'язучих речовин дає змогу довести кількість депонованих небезпечних відходів до 20 % маси виробу.

До рішень, що дозволяють знешкоджувати небезпечні відходи методом депонування, належить технологія їх омонолічування. Омонолічування здійснюється за використання високоміцних в'язучих, фізико-хімічні процеси в яких забезпечують зв'язування основних токсичних компонентів відходів у нерозчинні силікатні та алюмосилікатні утворення, а самі

в'язучі завдяки своїм специфічним властивостям забезпечують необхідну непроникність системи та її довговічність.

В основу технології знешкодження та поховання неорганічних токсичних відходів, а також забруднених небезпечними речовинами ґрунтів, золошлакових відходів, термічного знешкодження небезпечних відходів покладено принципи їх омонолічування розробленими в Україні шлаколужними бетонами. Шлаколужний бетон являє собою штучний камінь, який отриманий після формування та твердіння раціонально підібраної та ущільненої суміші крупного і дрібного заповнювачів та шлаколужного в'язучого (меленого гранульованого шлаку та водного розчину лужного компонента).

Застосування шлаколужних бетонів для знешкодження та поховання небезпечних відходів та забруднених ґрунтів зумовлено їхніми особливими властивостями, які полягають:

- у зв'язуванні токсичних складових відходів та забруднених ґрунтів у нерозчинні силікатні та алюмосилікатні новоутворення;
- наявності в складі новоутворень бетону цеолітних фаз типу анальциму, що виступають у ролі молекулярних сит та забезпечують затиснення у своїй тривимірній алюмосилікатній решітці токсичних складових;
- високій довговічності та корозійній стійкості бетонних виробів, що майже виключає можливість вимивання токсичних компонентів відходів у навколишнє середовище;
- можливості застосування в бетонах дрібних заповнювачів з підвищеною дисперсністю (дрібні піски, супіски, суглинки тощо), з вмістом глинистих частинок до 5 % та

пилуватих до 20 %, які можна використовувати як дрібні заповнювачі таких бетонів, а також ґрунтів, забруднених унаслідок екологічних аварій та катастроф.

Кількість небезпечних відходів I – IV класів небезпеки, що омонолічуються шлаколузкими бетонами, може становити до 50 кг на 1 м<sup>3</sup> бетону, а забруднених ґрунтів, золошлакових відходів термічного знешкодження, які використовується як заповнювачі в бетонних сумішах, 500 – 1800 кг на 1 м<sup>3</sup> бетону.

Будівельні вироби та конструкції, що випускаються на основі шлаколузних бетонних сумішей, відрізняються від аналогічної продукції, що випускається з використанням портландцементу нижчою собівартістю (в 1,3 рази). Вони можуть бути використані як блоки, моноліти, шляхові покриття та інші складові інженерних споруд. Для їх виготовлення може бути використано серійне обладнання існуючих заводів з виготовлення бетонних виробів та конструкцій.

Застосування шлаколузних бетонів для знешкодження небезпечних відходів методом депонування, особливо тих, що містять важкі метали (шлами гальванічного виробництва, забруднені ґрунти тощо), зумовлено передусім можливістю їх зв'язування в нерозчинні силікати та алюмосилікати, що робить можливим подальше використання бетонних конструкцій у будівельних спорудах груп «А», «Б» та «В» [1].

За рахунок надійної механічної фіксації відпрацьованих сорбентів у композитних будівельних сумішах можна уникнути десорбції, із утворених осадів, важких металів, що відкриває широкі перспективи утилізації.

Були проведені експериментальні дослідження щодо десорбції важких металів з будівельної суміші (ДСТУ-П Б В.2.7-126:2006 Будівельні матеріали. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови), що була отримана шляхом поєднання таких компонентів як цемент і пісок у співвідношеннях 1:3 і 1:5 відповідно. Для збереження технологічних властивостей будівельної суміші тільки 5 % заповнювача (піску) були замінені на відпрацьований сорбент – суглинок темно-бурий.

Експерименти проводилися за наступною методикою: в ємність з дистильованою водою поміщали досліджуваний зразок (співвідношення за масою 20:1 відповідно), через добу

відбиралися проби води в яких і визначався вміст досліджуваного елемента (хрому III).

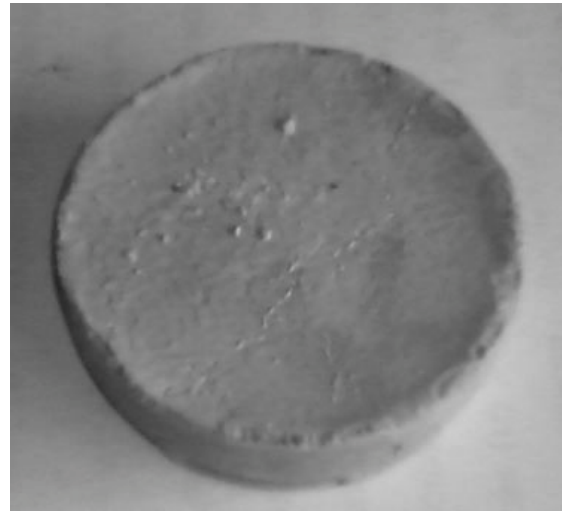


Рис. 1 Загальний вигляд досліджуваних зразків

У першій пробі початкова концентрація хрому (III) становила 0,1 мг/л, а суміш була приготована у співвідношенні 1:3, десорбція досліджуваного металу з суглинку темно-бурого за добу склала 0,032 мг/л.

У другій пробі коли початкова концентрація хрому (III) залишалася незмінною, по відношенню до першої проби, а суміш була приготована у співвідношенні 1:5, десорбція хрому (III) за добу дорівнювала 0,020 мг/л.

У третій пробі коли початкова концентрація хрому (III) становила 1 мг/л, а суміш була приготована у співвідношенні 1:3, десорбція металу з суглинку за добу становила 0,026 мг/л.

У четвертій пробі коли початкова концентрація хрому (III) залишалася незмінною, у порівнянні з попередньою пробою, а суміш була приготована у співвідношенні 1:5, десорбція металу за добу склала 0,019 мг/л.

У п'ятій пробі коли початкова концентрація хрому (III) становила 2 мг/л, а суміш була приготована у співвідношенні 1:3, десорбція досліджуваного металу з суглинку за добу склала 0,035 мг/л.

У шостій пробі коли початкова концентрація залишалася незмінною, по відношенню до попередньої проби, а суміш була приготована у співвідношенні 1:5, десорбція хрому (III) за добу дорівнювала 0,018 мг/л.

Таблиця 2

Десорбція хрому (III) з суміші, через 24 години

№ п/п	Вихідна концентрація хрому (III) в осаді	Будівельна суміш і співвідношенні цемент пісок	Концентрація хрому (III) у воді після десорбції протягом доби, мг/л
1	2	3	4
1	0,1 мг/л	1:3	0,048
2	0,1 мг/л	1:5	0,008
3	1 мг/л	1:3	0,043
4	1 мг/л	1:5	0,007
5	2 мг/л	1:3	0,051
6	2 мг/л	1:5	0,006

Коливання концентрацій у пробах (табл. 2) можна пояснити наявністю інших хімічних елементів, наприклад оксидів кремнію, кальцію, заліза, алюмінію, магнію, які входять до складу цементу, котрі можуть впливати на дані експерименту.

Порівнявши результати досліджень, можна зробити висновок, що оптимально прийнятна пропорція суміші при додаванні в розчини сорбенту – суглинка темно-бурого становить співвідношення 1:5 (цемент:пісок відповідно). Оскільки десорбція в цих розчинах незначна і становить значно менший відсоток переходу хрому (III) у воду в порівнянні з іншим досліджуваним розчином – 1:3 (цемент:пісок відповідно).

Проведені експериментальні дослідження та отримані результати підтвердили ефективність використання механічної фіксації суглинка темно-бурого в будівельних сумішах.

#### Список використаних джерел

1. Сорокіна К. Б., Козловська С. Б. Технологія переробки та утилізації осадів: навч. посібник. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 226 с.

2. Вплив параметрів кислотної активації суглинка темно бурого на його сорбційні властивості щодо іонів хрому (III)/ Є.О. Бовсуновський, О.В. Рябчевський, Ю.Я. Годовська, О.Г. Личманенко// Вісник НАУ. – 2012. - №4. – с. 123 – 125.

3. Долина Л.Ф. Современная техника и технологии для очистки сточных вод от солей тяжелых металлов: Монография. – Днепропетровск: Континент, 2008. – 254 с.

4. Долина Л.Ф. Сорбционные методы очистки производственных сточных вод. Учебное пособие по проектированию локальных станций очистки производственных сточных вод (часть 4). Днепропетровск, 2000. – 84 с.

5. Современные методы обезвреживания, утилизации и захоронения токсичных отходов промышленности: учеб. пособие / И.В. Глуховский, В.В. Глуховский, В.М. Овруцкий и др.; ГИПК Минэкобезопасности Украины. – К., 1996. – 100с.

6. Савицький В.М., Хільчевський В.К., Чунар'юв О.В., Яцюк М.В. Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні води : Навчальний посібник / За ред. В.К. Хільчевського. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2007. – 152 с.

УДК 504.054 (477) (043.2)

Боруль Н.В.

Національний авіаційний університет, Київ

## ОЦІНКА НАСЛІДКІВ РАДІАЦІЙНОГО ВПЛИВУ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ ДУБРОВИЦЬКОГО РАЙОНУ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ, ЩО ПОСТРАЖДАЛО В РЕЗУЛЬТАТІ АВАРІЇ НА ЧАЕС

*Проведено оцінку радіаційної обстановки на території Дубровицького району Рівненської області. Прийнявши рівень захворюваності за основний показник радіоекологічної небезпеки в досліджуваному районі, проаналізовано його динаміку за основними класами хвороб серед дорослого та дитячого населення за період 1985-2010 рр.*

**Вступ.** Найбільша еколого-техногенна катастрофа сучасності – аварія на Чорнобильській АЕС – уже впродовж 27 років впливає на здоров'я людей та довкілля, зокрема, на радіоактивно забруднених територіях [1]. У зв'язку з цим надзвичайно актуальним і пріоритетним завданням є вивчення чинників формування екологічного ризику для населення в умовах радіоактивного забруднення довкілля.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Аналіз останніх досліджень та публікацій показав, що проблема наслідків Чорнобильської катастрофи опрацьовувалася не лише в загальному, а й по окремих питаннях й по окремих регіонах. В узагальнюючих статтях наукових та науково-популярних видань фахівцями було розглянуто найрізноманітніші аспекти питання наслідків радіаційного впливу для населення в результаті аварії на ЧАЕС. Проблеми, породжені станом здоров'я мешканців радіоактивно забруднених територій після подій 1986 року, привертають велику увагу медиків – і науковців і практиків. При цьому коло виникаючих питань є надзвичайно широким.

**Постановка задачі.** Величезна увага до радіоекологічних, соціально-демографічних та медичних аспектів наслідків Чорнобильської катас-

трофи, що переконливо відображені у напрацюваннях вітчизняних та зарубіжних фахівців, на жаль, не рятує кожную окрему людину від біди. Високий рівень захворюваності населення, що проживає на забруднених в результаті аварії на ЧАЕС територіях, свідчить про те, що наслідки цієї найбільшої в історії ядерної екологічної катастрофи відзначається тривалістю, а тому накопичення та неуперджений аналіз матеріалу щодо наслідків та мінімізації радіаційного впливу на населення є вкрай актуальним та доцільним завданням.

**Вирішення поставленої задачі.** В результаті аварії на Чорнобильській АЕС первинному інтенсивному радіоактивному забрудненню піддалася значна територія нашої країни [2]. Вже з перших днів аварії в Україні розпочалося здійснення великої за обсягом роботи з ліквідації наслідків катастрофи та із соціального, медичного й протирадіаційного захисту постраждалих внаслідок катастрофи. Проте вона ще не дала остаточних позитивних результатів і наслідки Чорнобильської катастрофи через 27 років ще не ліквідовано. Протягом останніх років (табл. 1) такі показники, як площі радіоактивно забруднених територій, сільгоспугідь і лісів та масштаби радіоактивного забруднення, на жаль, не змінилися [3].

Таблиця 1

Динаміка основних радіоекологічних наслідків Чорнобильської катастрофи в Україні

Показники	2000 р.	2010 р.
Площа радіоактивно забрудненої території $^{137}\text{Cs}$ із щільністю випадінь $37 \text{ kBк/м}^2$ і більше	53 454 км <sup>2</sup> (4,8 % території країни)	53 454 км <sup>2</sup> (4,8 % території країни)
Площа радіоактивно забруднених сільгоспугідь	4,6 млн. га (12 % загальної площі)	4,6 млн. га (12 % загальної площі)
Площа радіоактивно забруднених лісів	25 357 км <sup>2</sup> (40 % загальної площі)	25 357 км <sup>2</sup> (40 % загальної площі)
Масштаби радіоактивного забруднення	12 областей 73 райони 2293 населені пункти	12 областей 73 райони 2293 населені пункти

В залежності від рівня забруднення ґрунтів, ст. 2 Закону України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» визначає такі зони радіоактивно забруднених територій:

- 1 зона – зона відчуження – це територія, з якої проведено евакуацію населення в 1986 році (30 км від епіцентру вибуху);

- 2 зона – зона безумовного (обов'язкового) відселення;

- 3 зона – зона гарантованого добровільного відселення;

- 4 зона – зона посиленого радіоекологічного контролю.

Дубровицький район Рівненської області вважається радіоактивно забрудненим районом внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС, йому надано «Статус району, який належить до 2 і 3 зон після аварії на Чорнобильській АЕС».

До 2-ої зони, тобто зони безумовного обов'язкового відселення належать громадяни досліджуваного району, які проживають в селах

В. Озера, Шахи, Великий Черемель, Будимля. 3-я зона – зона гарантованого добровільного відселення. До неї належать громадяни, які проживають в усіх інших населених пунктах, включаючи м. Дубровицю.

Площа ураженої території району займає 181,8 тис. га із них 90,6 тис. га становлять лісові масиви [4].

Основними дозоутворюючими радіонуклідами в Дубровицькому районі на даний час залишаються цезій-137 (Cs-137) та стронцій-90 (Sr-90). Такі особливості ґрунтів досліджуваного району як недостатній вміст калію, кальцію, кисла реакція ґрунтового розчину сприяють високим коефіцієнтам переходу радіонуклідів із ґрунтів у рослини (табл. 2). Найбільш критичними ґрунтами, з точки зору забрудненості сільськогосподарської продукції, є торф'яні, торф'яно-глеєві та торф'яно-болотні, які є показовими для «північних» районів Рівненської області, в тому числі й для Дубровицького району [5].

Таблиця 2

**Коефіцієнти переходу  $^{137}\text{Cs}$  ( $K_n$ ) з різних ґрунтів в найважливіші продукти харчування населення, (Бк/кг)/(кБк/м<sup>2</sup>)  
(жирним шрифтом виділені рекомендовані значення)**

Продукт	Група ґрунтів				
	Дерново-підзолисті	Сірі лісові	Чорноземи	Торф'яні	Вологі торф'яники Рівненської області
Молоко	0,17±0,07	0,07±0,03	0,03±0,02	0,6±0,3	6±3
	<b>0,20</b>	<b>0,07</b>	<b>0,03</b>	<b>0,60</b>	<b>5,00</b>
Яловичина	0,6±0,1	0,3±0,1	0,13±0,09	1,7±0,7	12±4
	<b>0,6</b>	<b>0,25</b>	<b>0,10</b>	<b>2,00</b>	<b>10,00</b>
Свинина	0,3±0,1	0,16±0,08	0,08±0,02	1,1±0,7	2,4±1,1
	<b>0,30</b>	<b>0,10</b>	<b>0,05</b>	<b>1,00</b>	<b>4,00</b>
Картопля	0,06±0,02	0,04±0,02	0,015±0,001	0,16±0,08	0,7±0,4
	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>0,015</b>	<b>0,20</b>	<b>1,00</b>
Гриби	13±8	5±3	1,3±0,5	18±11	-
	<b>13,00</b>	<b>4,00</b>	<b>1,00</b>	<b>20,00</b>	-

Зважаючи на те, що основна частина дози додаткового опромінення населення Дубровицького району Рівненської області обумовлена внутрішнім опроміненням за рахунок забруднених харчових продуктів, відділ радіаційної гігієни обласної санепідемстанції та радіологічні групи районної санепідемстанції постійно проводять радіаційний контроль за продуктами харчування, продовольчою сировиною, питною водою та об'єктами навколишнього середовища у досліджуваному районі.

У 2011 році в Дубровицькому районі була проведена значна кількість гамма-спектрометричних досліджень харчових продуктів на вміст цезію-137. Дані, отримані в результаті спо-

стережень, свідчать про наступні максимальні рівні невідповідності харчових продуктів на вміст радіонукліду  $^{137}\text{Cs}$ :

- гриби сухі – 10560 Бк/кг (при нормативі 2500 Бк/кг, згідно ДР-2006);

- гриби свіжі – 1230 Бк/кг (при нормативі 500 Бк/кг, згідно ДР-2006);

- молоко індивідуального сектора – 268 Бк/л (при нормативі 100 Бк/л, згідно ДР-2006);

- ягоди дикоростучі – 875 Бк/кг (при нормативі 500 Бк/кг, згідно ДР-2006);

- м'ясопродукти – 627 Бк/кг (при нормативі 200 Бк/кг, згідно ДР-2006).

Радіологічною службою Рівненської області також постійно проводяться й заміри гамма-



фону, проте з 1987 року до сьогодні перевищень чинних нормативів на території Дубровицького району не було зафіксовано.

Таким чином, через 25 років після Чорнобильської катастрофи у досліджуваному районі вміст радіонуклідів у сільськогосподарській продукції часто перевищує допустимі рівні. Головним дозоутворюючим радіонуклідом на території району сьогодні та в найближчі роки залишатиметься цезій-137, а основними дозоформуєчими продуктами – молоко власного виробництва, м'ясо, дикоростучі ягоди та гриби, картопля.

Безсумнівно, оцінюючи сучасний радіаційний стан Дубровицького району, слід звертати увагу перш за все на фактори радіаційного впливу на здоров'я проживаючого в забрудненому районі населення. При цьому слід зазначити, що дослідження радіоекологічних ризиків серед населення, що мешкає на радіаційно забруднених територіях, являє собою типову антропоєкологічну задачу, оскільки тут маємо усі ознаки, притаманні антропоєкології:

- існує техногенно змінене навколишнє середовище;
- існує популяція людини, з якою взаємодіє навколишнє середовище;
- вивчаються на популяційному рівні ефекти, спричинені цією взаємодією (у даному випадку рівень захворюваності).

Безперечно, об'єктивна картина радіаційного навантаження на населення може бути представлена лише в результаті комплексної оцінки усіх факторів радіаційного впливу на здоров'я населення.

Метою даного дослідження є проаналізувати динаміку рівня захворюваності населення Дубровицького району за основними класами хвороб і нозологічними формами серед дорослого та дитячого населення за період 1985-2010 рр., прийнявши рівень захворюваності за основний показник радіоекологічної небезпеки в досліджуваному районі.

Результати епідеміологічних досліджень свідчать про негативні зміни у стані здоров'я постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи за роки, що пройшли після аварії – високий рівень захворюваності та смертності [2]. До цього часу мало вивченими залишаються епідеміологічні особливості формування стохастичної непухлинної захворюваності.

На основі статистичних даних [6] було встановлено, що рівень захворюваності у осіб, що постраждали від Чорнобильської катастрофи і нині проживають у Дубровицькому районі Рівненської області, а також становлять групу підвищеного радіаційного ризику, по деяких хворобах вища, ніж у цілому по області та Україні. Це стосується, зокрема, рівнів захворюваності дорослого населення на ревматизм протягом 1995-2005 рр. та, відповідно, дитячого населення у 2000 році (рис. 1, 2); рівнів захворюваності дорослого населення на бронхіт хронічний протягом 1988-2010 рр. та, відповідно, дитячого населення протягом 1990-2000 рр. (рис. 3, 4); рівнів захворюваності дорослого населення на виразкову хворобу шлунка та 12-палої кишки у 1986 році й протягом 1995-2005 рр. та, відповідно, дитячого населення протягом 2000-2005 рр.; рівнів захворюваності дорослого населення на жовчнокам'яну хворобу та холецистит протягом 1990-2005 рр. та, відповідно, дитячого населення у 1990 році; рівнів вроджених аномалій системи кровообігу для дорослого населення у 1986, 1995, 2010 роках та, відповідно, для дитячого населення у 1985 році й протягом 1990-1995 рр.; рівнів захворюваності дорослого населення на ішемічну хворобу серця протягом 1995-2010 рр.



Рис. 1. Динаміка захворюваності дорослого населення Дубровицького району на ревматизм за період 1985-2010 рр.



Рис. 2. Динаміка захворюваності дитячого населення Дубровицького району на ревматизм за період 1985-2010 рр.



Рис. 3. Динаміка захворюваності дорослого населення Дубровицького району на бронхіт хронічний за період 1985-2010 рр.

Узагальнюючи досвід двадцятип'ятирічного моніторингу та аналізуючи статистичні дані щодо онкозахворюваності населення Дубровицького району, було встановлено перевищення рівнів захворюваності населення досліджуваного райо-



Рис. 4. Динаміка захворюваності дитячого населення Дубровицького району на бронхіт хронічний за період 1985-2010 рр.

ну по окремих видах раку порівняно із середньо обласним показником (рівень захворюваності на рак щитоподібної залози протягом 1986-2005 рр. (рис. 5) та рівень захворюваності на рак легенів і бронхів протягом 1990-2000 рр. (рис. 6).



Рис. 5. Динаміка захворюваності населення Дубровицького району на рак щитоподібної залози за період 1985-2005 рр.

**Висновки.** Таким чином, антропоєкологічні дослідження у контексті визначення рівнів негативного впливу радіаційно забрудненого навколишнього середовища на населення Дубровицького району виправдані й доцільні. Надзвичайно важливою задачею при цьому слід вважати пошук й обґрунтування ефективних методів управління радіоекологічними ризиками. Але це слід робити зважено, на підставі повної оцінки радіаційного стану та виваженого прогнозу можливих наслідків.

#### Список використаних джерел

1. Горішина О.В. Чорнобиль залишається з нами. Чорнобильська катастрофа та стан здоров'я населення. Підсумки наукових досліджень. – К.: 2008. – 120 с.



Рис. 6. Динаміка захворюваності населення Дубровицького району на рак легенів і бронхів за період 1985-2005 рр.

2. Возіанов О.Ф., Бебешко В.Г., Базика Д.А. Медичні наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції. – К.: ДІА, 2007. – 800 с.

3. Сердюк А.М., Бебешко В.Г., Базика Д.А., Романенко А.Ю., Петриченко О.О. Медичні наслідки Чорнобильської катастрофи. – Т: Укрмедкн., 2011. – 1090 с.

4. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області у 2009 році. – Електронний ресурс: [http://www.ecorivne.gov.ua/tmp/dopovid\\_2009.pdf](http://www.ecorivne.gov.ua/tmp/dopovid_2009.pdf)

5. Гудков І.М., Гайченко В.А., Кашираров В.О., Кутлахмедов Ю.О., Гудков Д.І. Радіоекологія: Навчальний посібник. – К.: 2011. – 368 с.

6. Збірник показників здоров'я населення та діяльності медичних закладів Рівненської області за 2009-2010 роки / За ред. В. І. Височанського. – Рівне, 2011. – 300 с.

УДК 602.4(403.2)

Булигіна Т.В.

Національний авіаційний університет, Київ

**ВПЛИВ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БІОЛОГІЧНУ АКТИВНІСТЬ ЛІПОПОЛІСАХАРИДІВ *PANTOEA AGGLOMERANS***

Досліджували фітотоксичність препаратів ЛПС (ліпополісахаридів) *Pantoea agglomerans* після опромінення ультрафіолетом на насінні томату та салату. Крім цього проводили біохімічний аналіз препаратів ЛПС до та після опромінення ультрафіолетом.

**Вступ.** *Pantoea agglomerans* – грамнегативна бактерія, яка відноситься до родини *Enterobacteriaceae*. Зазвичай, це фітопатогенний мікроорганізм, але деякі штами можуть продукувати антибіотичні речовини, щодо фітопатогенних бактерій і грибів [6, 12].

Представники роду *Pantoea* раніше утворювали групу «*herbicola*» серед роду *Erwinia*. У сучасній систематиці бактерії *E. herbicola* та *E. agglomerans* знову об'єднують в один вид під назвою *Pantoea agglomerans* та переводять до роду *Pantoea*.

Цей рід характеризується низкою особливостей. Насамперед, він об'єднує рід прямих паличкоподібних перетрихціальних аспорогенних грамнегативних хемоорганотрофних факультативно анаеробних бактерій. Зазвичай клітини прямі, паличкоподібні, розміром 0,5-1\*10-3 мкм. Як зазначалося раніше, утворюють жовтий пігмент. Найсприятливіші умови для росту: t=30°C та рН=6,8 7,0. Добре ростуть за наявності *KCNS* (роданиду калію).

Специфічні компоненти зовнішньої мембрани грамнегативних бактерій – ліпополісахариди – залучили увагу дослідників завдяки їх хімічному складу, який суттєво відрізняється від складу інших компонентів клітини, а також широкому спектру їх біологічної активності. Так, склад та структура ліпополісахаридів обумовлюють серологічну специфічність бактеріальної клітини та являються основою серологічних класифікаційних схем грамнегативних мікроорганізмів.

Крім того, ЛПС відіграють значну роль у підтримці цілісності мембрани, регулюють її проникність для різних сполук, приймають участь у контактах мікроорганізму з іншими макро- та мікроорганізмами. Одним із пояснень такого широкого спектру біологічної активності є різноманітність молекулярних форм ліпополісахаридів в межах одного виду, що обумовлена гетерогенністю їх структурних компонентів [1], як ліпиду А, так і О-специфічних полісахаридів та олігосахаридів кору.

Історично склалося, вивчення ендотоксинів грамнегативних бактерій було розпочато на мік-

роорганізмах, які входять до групи кишкових бактерій і є представниками нормофлори людини. Як правило, це представники *Escherichia* та *Salmonella*. І тому ендотоксини цієї групи мікроорганізмів є найбільш дослідженими.

У кінці XIX сторіччя П. Райфер та Е. Сентанні довели, що при руйнуванні грамнегативних бактерій виділяється термостабільний токсин, що володіє пірогенними властивостями. Практично одночасно У.Б. Колі виявив протипухлинні властивості ендотоксинів.

Таким чином, ЛПС є індивідуальними хімічними утвореннями, які характерні для всіх груп грамнегативних бактерій і відсутні у грампозитивних. Вони представляють собою групу макромолекул, які можуть відрізнятися за своєю структурою та хімічним складом, але є обов'язковими компонентами зовнішньої мембрани клітинної оболонки грамнегативних бактерій [4].

**Матеріали та методи досліджень.** Предметом досліджень були ліпополісахариди 2-х штамів *Pantoea agglomerans* 8490 та 8606, одержані з колекції культур відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України.

ЛПС виділяли із клітин водно-фенольною екстракцією [8, 7].

Вміст вуглеводів визначали за реакцією із фенолом та сірчаною кислотою, білків – за методом Лоурі та нуклеїнових кислот – за методом Спіріна [10,2].

Препарати ЛПС піддавали дії ультрафіолету ( $\lambda=253\text{nm}$ ), протягом 90 хв. Для ультрафіолетового (УФ) випромінювання були вибрані лампи БУВ-30.

Фітотоксичність препаратів ЛПС перевіряли на зернах «Кресс» салату та томату «Атоль» [9, 3]. Для цього, насіння рослин обробляли розчинами ЛПС різної концентрації протягом 20 хвилин. Ріст зерен фіксували за допомогою фотографування. На четверту добу підраховували зерна, які проросли, вимірювали довжину їх пагонів та коренців. Розраховували індекси схожо-

сті зерен (IC), кореня (IK), пагона (IP) за наступними формулами:

**Індекс схожості:**

$$IC = \frac{KPN_D}{KPN_K} \times 100\%$$

$KPN_D$  - кількість насіння, яке проросло у досліді;  
 $KPN_K$  - кількість насіння, яке проросло у контролі.

**Індекс кореня:**

$$IK = \frac{DK_D}{DK_N} \times 100\%$$

$DK_D$  – довжина кореня у досліді;  
 $DK_N$  – довжина кореня у контролі.

**Індекс пагона:**

$$IP = \frac{DP_D}{DP_N} \times 100\%$$

$DP_D$  – довжина пагона у досліді;  
 $DP_N$  – довжина пагона у контролі.

**Експериментальна частина.** Оцінювали біохімічний склад препаратів виділених ЛПС до і після опромінення ультрафіолетом.

Результати досліджень представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Вплив ультрафіолетового випромінювання на біохімічний склад ліпополісахаридів**

Компоненти ЛПС, (%)	Штами мікроорганізму <i>Pantoea agglomerans</i>			
	8490		8606	
	До обробки УФ	Після обробки УФ	До обробки УФ	Після обробки УФ
Білки	1,25	1,00	3,50	1,50
Вуглеводи	14,00	30,00	50,00	26,00
НК	13,55	12,00	8,13	9,50
Вихід ЛПС (% до сухої ваги клітин)	15,60		25,60	

Проаналізувавши отримані дані, можна зробити висновок, що обробка препарату ЛПС ультрафіолетовим випромінюванням призводила до зміни біохімічного складу ЛПС.

На четверту добу після обробки насіння розчинами ЛПС підраховували зерна, які проросли, вимірювали довжина пагонів та коренців. Розрахунки індексу схожості (IC), індексу кореня (IK),

індексу пагона (IP) наведені в таблиці 2.

Із наведених у таблиці даних видно, що після опромінення зменшувалась токсична дія препаратів ЛПС, в той час як кількість насіння, яке проросло, збільшувалась. Повністю нейтралізувати токсичну дію ЛПС опроміненням не вдалося і це позначилося на інших показниках.

Таблиця 2

**Вплив розчинів ЛПС на проростання насіння**

Параметри	Томати								
	контроль	$C_{ЛПС} = 3 \text{ мг/мл}$				$C_{ЛПС} = 1 \text{ мг/мл}$			
		8490	8490 уф	8606	8606 уф	8490	8490 уф	8606	8606 уф
$KPN$ , шт.	7	1	6	12	16	15	6	12	15
$DK$ см	1,21	0,99	0,99	1,02	1,08	1,07	0,99	1,02	0,97
$DP$ , см	1,09	0,97	0,77	1,19	1,10	1,08	0,77	1,19	0,94
$IC$ , %	100	64,7	94,1	70,6	94,1	88,2	94,1	70,6	88,2
$IK$ , %	100	81,8	81,8	84,3	89,3	88,4	81,8	84,3	80,2
$IP$ , %	100	89,0	70,6	109,2	100,9	99,1	70,6	109,2	86,2

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Параметри	Салат								
	контроль	СЛПС=3мг/мл				СЛПС=1мг/мл			
		8490	8490 уф	8606	8606 уф	8490	8490 уф	8606	8606 уф
KPN, шт.	9	10	11	7	11	7	8	10	10
DK, см	0,77	1,64	1,63	0,97	1,11	1,46	1,39	1,42	2,18
DP, см	0,83	1,13	1,10	0,77	0,82	1,00	1,05	1,01	1,38
IC, %	100	111,1	122,2	77,8	122,2	77,8	88,9	111,1	111,1
IK, %	100	213	211,7	126,0	144,2	189,6	180,5	184,4	283,1
IP, %	100	136,1	132,5	92,8	98,8	120,5	126,5	121,7	166,3

Для томату довжина корінців та пагонів була меншою після змочування зернин у препаратах ЛПС, оброблених ультрафіолетом, ніж після змочування зернин у препаратах ЛПС, необроблених ультрафіолетом. А для салату у залежності від штаму та концентрації ЛПС опромінені ультрафіолетом препарати ЛПС по різному впливали на проростання кореня та пагона.

**Висновки:**

1) Вплив ультрафіолетового випромінювання на ЛПС *Pantoea agglomerans* призводив до зміни процентного складу вуглеводів, білків та нуклеїнових кислот.

2) Після обробки ультрафіолетовим випромінюванням токсичність досліджуваних препаратів ЛПС зменшувалася, тобто

а) кількість насіння, яка проросла на 2-5 зернин більша після обробки УФ випромінюванням, ніж до обробки у всіх зразках і для томатів і для салату;

б) у зернах салату довжина корінців та пагонів була довшою під впливом ЛПС (С=3мг/мл, 1мг/мл) штаму 8606 після опромінення УФ, ніж до обробки УФ та штаму 8490 до обробки УФ ніж після впливу УФ;

в) у зернах томатів довжина корінців та пагонів була довшою під впливом ЛПС (С=3мг/мл, 1 мг/мл) штамів 8606 та 8490 до обробки УФ ніж після впливу УФ.

**Список використаних джерел**

1. Варбанец Л.Д., Винарская Н.В. Структура, функции, биологическая активность эндотоксинов грамотрицательных бактерий (обзор) // Современные проблемы токсикологии. – 2001 – С.33-41.

2. Варбанец Л.Д., Здоровенко Г.М., Книрель Ю.А. Методы исследования эндотоксинов. – Киев: Наукова думка. – 2006. – 237 с.

3. Варбанец Л.Д., Косенко Л.В., Васильев В.Н., Винарская Н.В., Затовская Т.В., Кислюк В.В., Лозовский В.З., Пагуца И.М. Исследование бактериальных гликополимеров методом лазерной спектроскопии // Микробиол. Журн. – 2002. – 64, №2 – С.11-20.

4. Винарська Н.В. Залежність біологічної активності ліпополісахаридів *RALSTONIA SOLANACEARUM* від їх складу та структурних особливостей / автореферат канд. дис.– К.: 2002.

5. Книрель Ю.А., Кочетков Н.К. Строение липополисахаридов грамотрицательных бактерий // Структура О-специфических полисахаридов // Биохимия. – 1994. – Т.59, №12 – С.1784-1851.

6. Литвин В.Ю. Факторы патогенности бактерий: функции в окружающей среде / В.Ю. Литвин, В.И. Пушкарева // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии – 1994. – №3. – С. 83-87.

7. Методы исследования эндотоксинов / Варбанец Л.Д., Здоровенко Г.М., Книрель Ю.А. – Киев: Наук. думка, 2006. – 233 с.

8. Няникова Г.Г. Биосинтез и изучение микробных полисахаридов/Методические указания. – СПб.:2006. – 22с.

9. Строганов Н.С. Методика определения токсичности водной среды / Н.С. Строганов // Методики биологических исследований по водной токсикологии / под ред. Строганова Н.С. – М.: Наука, 1971. – С.14-60.

10. Тацуа С.П. Методи виділення та очищення біополімерів / Методичні вказівки / К.: - 2011.

11. Углеводсодержащие биополимеры мембран бактерий / Захарова И.Я., Варбанец Л.Д. – Киев: Наук. думка, 1983 – 128 с.

12. Яковлева Л.М., Патыка В.Ф., Гвоздяк Р.И., Щербина Т.Н. Фитопатогенные бактерии пырея ползучего в посевах пшеницы / Микробиол. журн. – 2009. – 71, №3 – С.30-36

Науковий керівник – Гаркава К. Г., д-р. біол. наук

УДК 574.63:543.31:629.73(045)

Годовська Ю.Я.

Національний авіаційний університет, Київ

## МОДИФІКОВАНІ ПРИРОДНІ СОРБЕНТИ В ПРОЦЕСАХ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД АВІАПІДПРИЄМСТВ

*Проаналізовано сорбційні способи очистки стічних вод від важких металів з використанням природних адсорбентів. Приведено переваги їх використання для очищення стічних вод авіапідприємств. Встановлено екологічну та економічну доцільність використання глинистих матеріалів як природних сорбентів у процесі доочистки стічних вод.*

Збільшення масштабів виробництва і підвищення вимог до якості води зумовлюють пошук все більш ефективних способів видалення забруднень із природних та стічних вод, повернення очищених стоків для повторного використання.

Хімічна, нафтохімічна промисловості являються основними забруднювачами води домішками, які неможливо видалити механічно або які не окислюються при біологічних методах очистки. Проходячи через такі очисні споруди, вони потрапляють у водойми, погіршуючи їх санітарний стан і викликаючи необхідність спеціальної глибокої очистки води перед використанням її для господарсько-питних і деяких промислових цілей. Аналогічно проблеми виникають при організації замкнених систем водопостачання промислових підприємств.

Незважаючи на постійне удосконалення старих і створення нових технологій, до числа найменш екологічних виробництв відноситься гальванічне. Воно відрізняється великим споживанням води високої якості і скиданням великої кількості відходів. Середній обсяг стічних вод, що утворюються тільки на одному гальванічному виробництві, становить 600-800 м<sup>3</sup>/добу. Склад і концентрації забруднюючих речовин у розчинах, що надходять на знешкодження, обумовлюють склад і властивості шламів, що утворюються після нейтралізації, а також вміст у них важких металів.[2]

У процесі роботи гальванічних ліній на підприємстві утворюються два види стоків: промислові стічні води і відпрацьовані гальванічні розчини. У цих стоках міститься цілий ряд надзвичайно токсичних домішок, але найбільш небезпечні для навколишнього середовища іони важких металів - кадмію, міді, цинку, хрому, нікелю, свинцю тощо.

Частина відпрацьованих гальванічних розчинів після їх регенерації використовується

повторно. Однак регенерація відпрацьованих розчинів являє собою складне, дороге, і не завжди здійсненне завдання. Тому в більшості випадків відпрацьовані гальванічні розчини направляються на очисні споруди підприємств для знешкодження разом із промисловими стічними водами, що збільшує навантаження на очисні споруди при доведенні концентрацій іонів металів до нормативів скидання стічних вод.

Ступінь небезпеки стічних вод залежить від токсичності забруднюючих її речовин. Такі домішки, як солі важких металів зумовлюють високу токсичність стічних вод.

При попаданні іонів важких металів у водойми у багатьох нижчих організмів порушується нормальний розвиток вже при концентрації деяких іонів важких металів від 0,01 до 0,1 мг/л, а загибель іноді відзначається при концентрації 0,02 мг/л.[2]

При накопиченні в організмі людини хрому проявляється його токсикологічний вплив на життєво важливі органи - ураження мозку і центральної нервової системи.

Іони важких металів також надають токсичну дію на біоценоз активного мулу, тому дуже важливим є дотримання нормативів по скидах і максимально можливе очищення стоків від металів, що надходять на міські очисні споруди.

Більшість сучасних способів і методів очистки стічних вод від забруднення важкими металами характеризуються високим ступенем ефективності і відносно широким спектром застосування при істотних економічних, матеріальних та енергетичних витратах.

Серед методів, які успішно застосовуються для вирішення цього завдання, сорбційна очистка води являється одним із найбільш дієвих. До переваг сорбційного методу відносять: можливість видалення забруднень надзвичайно широкої природи практично до будь-якої залишкової концентрації незалежно від

їх хімічної стійкості, відсутність вторинних забруднень і управління процесом.

Сорбція - процес поглинання забруднень твердими та рідкими сорбентами (активованим вугіллям, золюю, дрібним коксом, торфом, активною глиною тощо). Активність сорбентів характеризується кількістю забруднень, що поглинаються на одиницю їхнього об'єму або маси (кг/м<sup>3</sup>).

Сорбційне очищення води - це високоефективний метод глибокого очищення. При сорбції видаляються шкідливі хімічні сполуки і домішки за рахунок того, що частки зв'язуються між собою через сили молекулярної взаємодії. Унікальність сорбційної очистки води полягає в тому, що за допомогою сорбційних матеріалів можна очистити воду від таких органічних речовин, що не видалялися за допомогою інших методів.[1]

Завдяки очищенню високоактивними сорбентами забезпечується вихід води з майже нульовими залишковими концентраціями. Варто також відзначити, що високоактивні сорбенти реагують навіть з тими речовинами, які містяться у воді в малих концентраціях, коли інші методи виявлено неефективними.

Перевагою сорбційного методу також є висока ефективність, можливість очищення стічних вод, що містять кілька речовин, а також рекуперації цих речовин. Сорбційна очистка води може бути регенеративною, тобто з витягом речовини з адсорбенту і його утилізацією, і деструктивною, при якій видалені зі стічних вод речовини знищуються разом з адсорбентом. Ефективність адсорбційного очищення досягає 80-98% і залежить від хімічної природи адсорбенту, величини адсорбційної поверхні і її доступності, від хімічної будови речовини та її стану в розчині.

Залежно від механізму взаємодії сорбенту з сорбатом сорбційні процеси поділяються на такі типи: адсорбція - концентрування компонентів на поверхні хімічного інертного сорбенту внаслідок міжмолекулярної взаємодії; екстракція - розчинення компонентів у розчиннику, нанесеному на сорбент; іонний обмін - оборотна хімічна реакція компонентів електроліту з рухомими катіонами або аніонами іоніту; осадоутворення - фомування компонентами розчину малорозчинних сполук при взаємодії з хімічно активними речовинами, що знаходяться в порах сорбенту.[2]

При адсорбції забруднень, що містяться в стічних водах, мають місце три процеси: зовнішня дифузія молекул з рідкої фази до поверхні адсорбенту, що здійснюється за участю броунівської дифузії або перемішування рідини за рахунок турбулентної дифузії; внутрішня дифузія молекул через макропори до поверхні мікропор, швидкість якої визначається будовою адсорбенту і розміром молекул сорбуючої речовини; власне адсорбція молекул розчиненої речовини.

При адсорбції грають роль як фізичні, так і хімічні взаємодії між адсорбентом і адсорбованою речовиною.

У разі фізичної взаємодії забруднення затримуються на поверхні сорбенту за рахунок слабких Ван-дер-Ваальсових сил тяжіння. Затримання ж забруднень при хімічній взаємодії є результатом виникнення міцного зв'язку між активними центрами на поверхні сорбенту з забрудненнями.

Таким чином, ефективність сорбенту залежить від наявності достатньої площі поверхні і присутності активних, по відношенню до забруднень стічних вод, ділянок на цій поверхні. Ефективність процесу адсорбції залежить не тільки від властивостей і кількості сорбенту, а й від хімічної природи і концентрації адсорбованих речовин: чим вища концентрація речовини, тим більша його кількість буде адсорбуватися на кожен грам сорбенту.

На швидкість адсорбції впливають розмір часток сорбенту, швидкість потоку рідини через сорбційне завантаження, концентрація забруднень, температура, реакція середовища.

Адсорбція - реакція екзотермічна, в якій має місце зменшення вільної енергії, тому при зниженні температури ступінь адсорбції збільшується. На ступінь адсорбції робить також вплив реакція середовища: у більшості випадків зниження кислотності викликає збільшення адсорбції забруднюючих речовин із стічних вод. Речовини, що володіють меншою розчинністю, адсорбуються сильніше.

При адсорбції з розчинів поряд з поглинанням нейтральних молекул може відбуватися адсорбція іонів, що містяться в розчині. При цьому іон, заряджений позитивно, адсорбується переважно на сорбентах з негативно зарядженою поверхнею, і навпаки. Ці процеси зазвичай супроводжуються явищем обміну іонами між адсорбентом і розчином - так званою іонообмінною адсорбцією.

Найчастіше сорбційними методами проводиться доочищення забруднених стічних вод.

У сорбційних методах очищення промислових стоків зростає застосування знаходять природні сорбенти (каоолініти, монтморилоніти, суглинки тощо), які у порівнянні із синтетичними сорбентами розглядаються як доступні і дешеві матеріали (ціна складає від 24 грн/т) з високими ємністю та катіонообмінними властивостями.[4]

Однак самі по собі природні сорбенти в ряді випадків застосовувати для очищення промислових стоків нераціонально через підвищені їх витрати. Тому при очищенні стічних вод з використанням природних сорбентів виникає необхідність підвищення їх сорбційної ємності або ефективності за допомогою різних технологічних прийомів.

Модифікація шляхом активації природних сорбентів проводиться з метою спрямованої зміни їх властивостей.

Активация глини – збільшення сорбційної здатності глини, тобто здатності поглинати і втримувати іони важких металів. Активация глин заснована на зміні їх електрокінетичного потенціалу (заміні в дифузному шарі глинистої частки іонів  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ). В результаті такої заміни збільшується електрокінетичний потенціал глин.

На сьогодні існує ряд ефективних методів хімічного та фізичного модифікування поверхні та регулювання пористості сорбентів.

Фізичні способи модифікації сорбентів полягають у термообробці зразків в умовах вакууму (вакуумне сушіння) або високого тиску (гідротермальна обробка), а також впливу на зразки ультразвукових коливань, радіації і струму високої частоти.

Проте багато із перерахованих методів фізичної обробки потребують спеціального складного обладнання, тому доцільно застосовувати хімічну модифікацію.

Хімічні способи модифікації сорбентів полягають у впливі на зразки хімічних реагентів, таких як:

а) мінеральні кислоти - сірчана, соляна, фосфорна тощо;

б) органічні кислоти - щавлева, оцтова тощо;

в) луги - їдкий натр, їдкий калій, вуглекислий натрій тощо;

г) легкорозчинні у воді солі – хлорид натрію, хлорид калію тощо;

д) важкорозчинні у воді солі, наприклад, карбонат кальцію тощо;

е) органічні речовини - аміни, аміди тощо;

ж) водорозчинні полімерні речовини.

Метод кислотної активації природних мінеральних сорбентів полягає в обробці зразків розчинами сірчаної, соляної, фосфорної та оцтової кислот у певному проміжку часу при нагріванні та перемішуванні. Цей метод впливу на природні мінеральні сорбенти фактично прискорює процеси, що протікають у природних умовах під впливом повітря, води, яка містить вуглекислоту, тиску протягом тривалого часу (процес хімічного вивітрювання в зоні гіпергенезу).[3]

У процесі кислотної активації змінюється структура глинистих матеріалів: руйнуються кристалічні ґратки, збільшується питома поверхня, вимиваються окисли, в результаті чого утворюються порожнини, змінюється пориста структура (збільшується діаметр та об'єм пор), що може сприяти більш ефективному очищенню стічних вод від іонів важких металів.

Під час кислотної активації природних мінеральних сорбентів важливу роль відіграють такі чинники, як природа кислоти, кількісне співвідношення кислоти й зразка, температура обробки, тривалість активації, а також мінералогічний склад породи.

Вибір кислоти для проведення активації глинистих матеріалів є одним із визначальних факторів. Одними з кращих активаторів є сірчана і соляна кислоти.

Застосовуючи різноманітні хімічні реагенти, можна змінювати хімічний склад природних сорбентів, а отже, моделювати їх властивості.

Застосування природних модифікованих сорбентів у різних галузях народного господарства пов'язане з процесом висушування, який призводить до зміни їх властивостей. Оптимальна температура активації глинистих матеріалів, при якій найбільшою мірою виявляються їх адсорбційні, відбілюючі, каталітичні та інші властивості, залежить від мінералогічного складу сорбенту, його родовища тощо. Тому умови термоактивації для кожного виду глин визначаються дослідним шляхом.

Термічна активація полягає у обробці зразка при високих температурах, що також дозволяє значно збільшити адсорбційну ємність.

Термоактивацію природних сорбентів доцільно проводити в діапазоні температур, при яких спостерігається найвища сорбційна



активність зразків – від 110<sup>0</sup>С до 300-500<sup>0</sup>С, оскільки більш високі температури призводять до зниження сорбційних властивостей глин, що спричинене спіканням глинистих часточок. При цьому кількість активних центрів, з якими взаємодіють молекули адсорбтивів, зменшується внаслідок видалення гідроксильної води глин.[3]

Зміна сорбційних властивостей природних сорбентів під час їх термоактивації зумовлена, в першу чергу, виділенням вологи, зв'язаної з мінеральними та іншими частинами сорбенту.

Покращення фізико-хімічних властивостей глинистих матеріалів з ростом температури обробки пов'язане з видаленням адсорбційно зв'язаної (гідратної) води, а їх зниження – з видаленням конституційної (кристалізаційної) води.

Термічна обробка сорбентів може проводитися як окремо, так і в поєднанні з іншими способами активації. Зустрічаються технології одержання сорбентів, коли термообробку проводять як перед кислотною активацією, так і після.

Основною проблемою застосування сучасних технологічних систем є розробка екологічно безпечних технологій з максимально замкнутим циклом і мінімальною кількістю відходів. Сформована в даний час ситуація в цій галузі досліджень викликала необхідність

вдосконалення сорбційних технологій очищення забруднених іонами важких металів стічних вод для комплексного вирішення ресурсозберігаючих та екологічних проблем. Аналіз сучасного стану проблеми очищення стічних вод від важких металів приводить до висновку про перспективність застосування природних мінералів, в тому числі і модифікованих, для використання в системах очищення. Широкі можливості хімічної і термічної активації, а також їх поєднання зумовлюють необхідність подальшого теоретичного та практичного пошуку з метою вирішення такої важливої екологічної проблеми як очищення стічних вод.

#### Список використаних джерел

1. *Запольський А. К.* Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А.К. Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін, М.Т. Брик, П.І. Гвоздик, Т.В. Князькова – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
2. *Климов. Е. С.* Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е. С. Климов, М. В. Бузаева. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 201 с.
3. *Михайлова О.А.* Технологии химической активации природных минеральных сорбентов: Дисс. канд. техн. наук: 05.17.01. – Казань, 2007. – 148 с.
4. *Тарасевич Ю.И.* Природные сорбенты в процессах очистки воды. – Киев: Наукова думка, 1981. – 207с.

УДК 332.33(043.2)

Дубрава Т.О., Крячек В.С.  
Національний авіаційний університет, Київ

## АНАЛІЗ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ДЕРЖАВНОГО ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ УКРАЇНИ

У статті висвітлено аналіз розвитку кадастрової системи України з огляду на світові тенденції, що були визначені на початку 90-х років у праці «Кадастр 2014». Розглянуті основні шляхи розвитку, згідно яким розвивались світові кадастрові системи та досягнення та недоліки кадастру України на теперішній час.

### Постановка проблеми

Земельна реформа, розпочата після здобуття Україною незалежності, триває вже понад 20 років. Необхідність реформування земельних відносин були визнані ще на початку 90-х років минулого століття. З того часу і до сьогоднішнього дня проблема упорядкованості та сумісності системи державного земельного кадастру України залишається досі невирішеною. Україна в питаннях створення прогресивної кадастрової системи не є новатором, тому в даній статті розглядаються та аналізуються шляхи розвитку державного земельного кадастру в загальносвітовій системі з урахуванням розвитку інформаційних технологій та потреб суспільства [2].

**Метою** статті є проведення порівняльної характеристики української системи земельного кадастру з робочим планом по розвитку кадастрових систем Міжнародної асоціації землемірів «Кадастр 2014».

В Європі, починаючи з 90-х років, розроблялися плани по веденню та наповненню кадастрових систем, ставилися окремі цілі та плани по їх виконанню та реалізації. Так, на 20 конгресі Міжнародної асоціації землемірів (МАЗ), що проходив в 1994 році в Мельбурні (Австралія) було створено три робочі групи, яким було доручено вивчення різних аспектів кадастру та землеуправління. Провідних фахівців з землеустрою та кадастру Юрга Кауфманна і Даніеля Стеудлера було призначено головою та секретарем робочої групи 7.1 комісії 7 (Кадастр і землеустрій) по опрацюванню існуючої кадастрової системи та шляхів її розвитку. В результаті проведеної роботи була підготовлена науково-методична праця «Кадастр 2014», яка представляла собою огляд тогочасної кадастрової системи, бачення напрямків її розвитку в майбутньому і мала вплив на розвиток кадастрових системи всього світу [1].

### Основна частина

Публікація «Кадастр 2014» вийшла друком у 1998 році. Основними напрямками розгляду кадастрової системи стали:

- ідеалізованість кадастрових систем, і як наслідок ускладнення процедур, низька швидкість та висока вартість наданих послуг;
- впровадження інформаційних технологій та автоматизація роботи систем;
- відображення права власності на землю та обмеження по її використанню;
- самоокупність кадастру;
- контроль з боку держави за веденням кадастру.

Публікація містила огляд та аналіз існуючих кадастрових систем світу, аналіз проведеного анкетування, розглядала шляхи реформування і напрямки розвитку в області кадастру, основні положення ведення та оцінки кадастрової системи, пропозиції щодо підвищення ролі землемірів в майбутньому та рекомендації того, в якому напрямку розвиватись.

Ефективне ведення кадастру неможливе без рівноваги його двох основних аспектів - технічного оснащення та нормативно-правового забезпечення. Ці складові доповнюють, корегують один одного та дозволяють інтегрувати кадастр в унісон розвитку суспільства.

Розглянемо впровадження сучасних інформаційних технологій. Автоматизація та інформатизація кадастру на різних етапах свого розвитку включала процеси діджиталізації та сканування існуючих картографічних матеріалів, автоматизацію введення даних, створення бази кадастрових даних та створення мережі систем баз даних, перехід від топографо-геодезичних та картографічних даних до геопросторових даних

та їх баз, визначення місцезнаходження завдяки глобальній системі позиціонування (GPS/DGPS, використання даних ДЗЗ, стандартизацію створення та обмінну кадастровими даними і т.д. [1].

Багато країн на сьогодні досягли високого рівня розвитку власних кадастрових систем шляхом проведення кадастрових реформ. Цілі таких реформ різняться між собою в залежності від країни, але є і спільні аспекти, які були визначені в публікації «Кадастр 2014». Саме на них Україні варто звернути увагу під час кадастрової реформи, що відбувається. Ці аспекти включають наступні технічні тенденції розвитку кадастрових систем:

1) Ведення цифрових кадастрових карт, що базуються на національній системі координат. Як показує практика, на території України існує проблема використання єдиної системи координат, геопросторові дані до теперішнього часу отримують в різних системах координат УСК-2000, СК-42 і WGS-84.

2) Перетворення наявних земельних даних в цифрову форму. Процес створення цифрових моделей даних має ґрунтуватися на оновлених та реальних даних. Але на разі, Україна використовує надбання СРСР, що є морально застарілими. В цифровій базі даних містяться нові і старі дані кадастру. Таке співіснування суперечить критерію динамічності системи кадастру [13].

3) Інтеграція різних баз даних в земельно-інформаційній системі. Оскільки різні бази даних перебувають в архівах різних державних структур і часто аби поєднати ті чи інші дані між собою, щоб отримати певний результат, приходиться мати справу з довготривалим процесом. Як наприклад, поєднання даних водного, лісового, містобудівного та земельного кадастрів [11, 14].

4) Удосконалення програмно-апаратного комплексу та технічної бази органів ведення кадастру. Процес електронної реєстрації даних, їх опрацювання та одержання результату залежить не лише від характеристик баз даних, але й від програмного середовища, в якому такі бази створюються, та навичок оператора. В Україні обробка основних даних виконується в програмному середовищі ESRI ArcGIS. Про те частина додаткових даних оброблюється в таких програмних середовищах, як КБ «Панорама» «Професіональна ГИС Карта», Autodesk AutoCAD Map 3D, MapInfo Professional, Delta

Digitals і це впливає на поєднання готових даних, їх комбінування між собою, а також комутацію в подальшому використанні.

5) Перетворення кадастрового картографування в кадастрове 3D-моделювання. В сучасному світі важливого значення набуло 3D картографування, яке надає можливість вести кадастр доступніше та зрозуміліше для громадян країни, підвищує обізнаність громадян у сфері земельних ресурсів. Окрім цього 3D-картографування дасть змогу модернізувати ринок земель, а також надати аналізу та дослідженню природних ресурсів візуального характеру.

На два основних аспекти кадастрових систем – здатність розміщувати об'єкти в фізичному і правовому світі і здатність представляти ці об'єкти на картографічній основі – в значній мірі впливають досягнення в області електроніки та інформаційної технології. Робоча група констатувала той факт, що технології в області інформатики стануть звичайним інструментом для кадастрових робіт. Використання таких технологій в комбінації з адміністративною системою забезпечать ефективне ведення системи для використання її керівними структурами, населенням та для раціонального використання землі.

Процеси, що визначають положення об'єктів в просторовій системі координат з використанням GPS, фотограмметрії, дистанційного контролю, електронного тахеометру, стають повністю автоматизованим процесом. Землеміри можуть знати менше відносно безпосереднього процесу вимірювання, але вони повинні гарно знати, як оцінити точність і надійність результатів вимірів.

Щодо юридичної основи «Кадастру 2014» науковці розширили традиційні визначення в області земельного кадастру та спрогнозували, як буде виглядати процес реєстрації земельних прав, повноваження органів, що стосуються земельних ресурсів.

Одним з найголовніших аспектів в області земельних питань в документі є гарантія та захист прав власності на землю. Законодавство України гарантує право громадян на володіння, користування та розпорядження нерухомістю, у т. ч. і земельними ділянками. Це право передбачене ст. 41 Конституції України, в ч. 4 якої проголошено, що «ніхто не може бути протиправно позбавлений права власності. Право приватної власності є непорушним» [4]. В

Цивільному кодексу України у розділі I главі 23 ст.319 встановлено, що власник «на свій розсуд володіє, користується і розпоряджається своїм майном на власний розсуд» [5]. Проте в Україні на даний момент діє мораторій на купівлю-продаж земель сільськогосподарського призначення й він не узгоджується з цими положеннями та суперечить змісту ст. 1 Протоколу Конвенції про захист прав людини та основоположних свобод [6].

В документі наводиться, що кадастрові системи майбутнього будуть відображати повне правове положення земель, включаючи публічні права та обмеження. Так, як Україна є аграрною державою й попит на землю є високим, вкрай необхідно виконувати умову врахування публічних прав. Адже зростаюче населення Землі й розвиток нових технологій тягне за собою більш інтенсивне використання природних ресурсів, включаючи землю. У цьому зв'язку існує певна суспільна необхідність захисту природних ресурсів від існуючого надмірного споживання, знищення та пошкодження земель, обмеження абсолютних прав користування природними ресурсами. В Земельному кодексі України відповідно до ч. 3 ст. 1 використання власності на землю не може завдавати шкоди правам і свободам громадян, інтересам суспільства, погіршувати екологічну ситуацію і природні якості землі [7]. Тобто особливість земельного законодавства полягає в тому, що воно є сферою взаємодії приватних і публічних інтересів, у зв'язку з чим регулювання земельних відносин здійснюється з використанням публічно-правових і приватноправових засобів. Отже, українська земельно-кадастрова система відповідає даному параметру, як кадастрова система майбутнього.

Варто звернути увагу, що науковці Міжнародної асоціації землемірів вважали за потрібне покращувати організаційну структуру кадастру. Більшість країн світу мають систему реєстрації, яка складається з кадастру та реєстрації прав. Кадастрова частину реалізується землемірами, а нотаріуси та юристи займаються реєстрацією прав. Але така система має недоліки — учасники ринку змушені звертатись до двох повноважних органів для реалізації угоди, й в кожній з них повинен внести оплату. Такий тип ведення реєстрації в минулому був обумовлений технологіями. З 01.01.2013 вступив в дію Закон України від 01.07.2004 № 1952-IV «Про державну реєстрацію речових прав на нерухоме

майно та їх обтяжень», яким передбачено створення єдиної системи державної реєстрації речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень [8]. Україна прийнявши даний закон зробила крок назад у створення сучасної земельно-кадастрової системи. Адже після прийняття даного закону вартість послуг нотаріусів збільшилась у 5 раз, новоутворена структура по реєстрації не здатна виконувати необхідний об'єм робіт по встановленню прав власності, працівники не мають відповідних знань, а головне доступу до архівів. Тому суть реформи абсолютно незрозуміла: величезні черги залишилися, а безладу стало ще більше.

Ще одним положенням «Кадастру 2014» є те, що в сферу земельних відносин увійдуть приватні організації. Відповідно до ст. 26 Закону України "Про землеустрій" розробниками документації із землеустрою є юридичні та фізичні особи, які отримали ліцензії (сертифікати) на проведення робіт із землеустрою відповідно до закону[9]. Більшість завдань, необхідних для сприяння та підтримки кадастрової системи, може бути виконано приватним сектором й в нашій державі це офіційно визначено, тому цей критерій виконується.

#### **Висновки**

Актуальність розгляду піднятого питання обумовлена тим, що Україна стоїть на порозі ведення земельного ринку. А це є серйозним кроком, що охоплює національні інтереси, та є частиною національної безпеки, тому ми повинні реалізувати усі можливі заходи по забезпеченню якості кадастрової системи. Й саме міжнародній досвід є опорою у здійсненні поставленої мети, що полягає у розкритті тих значущих та базових елементів, які ввійшли в основу кадастрових систем високорозвинених країн сьогодення.

Співставлення праці Міжнародної асоціації землемірів «Кадастр 2014» з реальними фактами української кадастрової системи виявляє, як позитивні досягнення нашої держави, так і помилки та прогалини в системі. Адже в майбутньому питання чітко визначених меж, площ, сумісності елементів українського кадастру як системи і досконале володіння інформацією про власні земельні ресурси дозволить Україні завершити земельну реформу. Інвентаризація і реєстрація усіх типів прав і обмежень, адаптація самої системи до нових технологій для максимізації ефективності і забезпечення максимального захисту даних,

об'єднання державного, публічного та приватного секторів задля рівноваги загальних та окремих інтересів, а також розвиток економічної структури, яка дозволить зробити всю діяльність в середині системи рентабельною є запорукою успішного функціонування кадастрової системи.

#### Список використаних джерел

1. Кауфманн Ю., Стеудлер Д. Кадастр 2014, Видение будущих кадастровых систем, совместно с рабочей группой 1 комиссии 7 Международной ассоциации землемеров, 1998.
2. Закон України «Про державний земельний кадастр» від 07.07.2011 № 3613-VI // – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/>
3. Постанова КМУ «Про затвердження порядку ведення Державного земельного кадастру» від 17.10.2012 № 1051 – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/>
4. Конституція України // Відомості Верховної Ради — 1996 — №30- ст.141.
5. Цивільний кодекс України від 16.01.2003 р. // Офіц. вісн. України. – 2003. – № 11. – Ст. 461.
6. Конвенція про захист прав людини та основоположних свобод від 4 листопада 1950 р.
7. Земельний кодекс України від 25.10.2001 № 2768-III // – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua>
8. Закон України від 01.07.2004 № 1952-IV «Про державну реєстрацію речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень».
9. Закон України "Про землеустрій" // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, N 36, ст.282.
10. Кодекс усталеної практики/Керівний технічний матеріал з виготовлення та приймання цифрової топо-графічної карти.: 2008.
11. Карпінський Ю., Лященко А. Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні.-К.:НДІГК,2006.-108с.
12. Наказ Укргеодезкартографії Про затвердження Науково-технічної програми зі стандартизації та підтвердження відповідності географічної інформації/ геоматики на 2008-2012 роки за № 156 від 12.12.2008.
13. Наказ Укргеодезкартографії Про проведення дослідних випробувань проекту комплексу стандартів «База топографічних даних» за № 57 від 26.07.2010.
14. Комплекс стандартів «База топографічних даних».- Мінприроди України, 2009-2010 рр.

Науковий керівник – Бойко О. Л.

УДК 528.837:629.783 (045)

Іванов О.В., Тараненко А.О., Ясенев С.О.  
Національний авіаційний університет, Київ

## ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБКИ І ВИКОРИСТАННЯ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ

*У даній статті розглянуті деякі способи отримання космічних знімків земної поверхні, особливості їх обробки і використання. Наведені математичні моделі для фотограмметричної обробки сканерних космічних знімків. Метою статті є здійснення аналізу щодо можливостей обробки і подальшого використання результатів космічної зйомки земної поверхні. Проведений аналіз математичних моделей для фотограмметричної обробки космічних знімків.*

**Постановка проблеми.** Існує декілька методів отримання просторових даних (аерофотозйомка, лазерне сканування, польові роботи і т.д.), серед яких слід виділити ДЗЗ. Дистанційне зондування Землі з космосу є найбільш оперативним серед методів отримання просторових даних. Космічні зображення міцно займають своє місце в картографічних роботах. На сьогоднішній день є можливість успішного застосування космічних знімків для створення та оновлення топографічних карт масштабом 1:5 000 і дрібніше. Завдяки оперативності отримання даних, зниженню вартості, поліпшення технічних характеристик, в ряді випадків (створення, оновлення картографічної основи дрібномасштабних карт, створення карт сільгоспугідь, моніторинг нафто- і газопроводів і т.д.) дистанційне зондування виявляється найбільш ефективною технологією.

Космічні знімки – збірна назва даних, які отримуються за допомогою космічних апаратів в різних діапазонах електромагнітного спектру та візуалізують потім по певному алгоритму. Космічні знімки земної поверхні дозволяють вирішити багато питань, наприклад: аналіз, картографування, створення об'ємних моделей місцевості, виявлення процесів і явищ, їхніх меж і прогнозування їхнього розвитку і т.д. Завдяки цифровим камерам ми маємо можливість відразу працювати із зображеннями на моніторі персонального комп'ютера. Після обробки ми можемо включити ці дані в ГІС та привести їх до єдиної проекції, тоді ми можемо створити цифрову карту. Одна з найважливіших вимог до знімків земної поверхні – оперативність одержання актуальної просторової інформації про земну поверхню і атмосферу для виявлення взаємозв'язків в процесах і явищах, що відбуваються в них.

В даний час на ринку ДЗЗ спостерігається стрімкий розвиток сектора знімків з надвисокою

роздільною здатністю. Швидкими темпами зростає кількість запусків космічних апаратів (КА) зі знімальними системами з просторовим розрізненням 1 м і краще [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вихідна інформація космічних знімків – зареєстроване певним видом сенсорів електромагнітне випромінювання (ЕМВ). Таке випромінювання може мати як природний характер, так і бути відбиттям штучного (антропогенного або іншого) походження. Наприклад, знімки Землі, т. зв. оптичного діапазону, є, по суті, звичайною фотографією (способи отримання якої, проте, можуть бути вельми складні). Такі знімки характеризуються тим, що реєструють відображення природного випромінювання Сонця від поверхні Землі (як у будь-якої фотографії ясним днем) [1-4, 7].

Для усунення впливу різних атмосферних явищ (водяної пари, кисню, вуглекислого газу, метану, озону, розсіювання молекулами аерозолів і частинками пилу) використовується алгоритм переносу випромінювань, у який включені кілька моделей атмосфери (літо в середніх широтах, зима в середніх широтах і т.д.) і моделі складу аерозолів (для сільської місцевості, міста, морських територій та ін.) за якими розраховується унікальне рішення для кожного знімка.

Знімки, що використовують відбиття штучного випромінювання, схожі на фотографію вночі при фотоспаляху, коли природного підсвічування немає, і використовується світло, відбите від яскравого спалаху лампи. На відміну від аматорської зйомки, КА можуть використовувати відображення в діапазонах електромагнітного спектра, що виходить за межі оптичного діапазону, видимого оком людини і чутливого для сенсорів побутових камер. Наприклад, такими є радіолокаційні знімки, для яких хмарність атмосфери є прозорою. Такі

знімки дають зображення поверхні Землі або інших космічних тіл «через хмарність» [1-2]. На 2013 рік переважає сканерний спосіб, коли поперечну розгортку (перпендикулярно маршруту руху КА) забезпечує скануючий (електрона розгортка) механізм, що передає ЕМВ на сенсор (приймальний пристрій) КА, а повздовжню розгортку (уздовж маршруту руху КА) забезпечує саме переміщення КА [7].

**Постановка завдання.** Космічні знімки Землі та інших небесних тіл можуть використовуватися для самої різної діяльності: оцінка ступеня дозрівання врожаю, оцінка забруднення поверхні певним речовиною, визначення меж поширеності якого-небудь об'єкта чи явища, визначення наявності корисних копалин на заданій території, з метою військової розвідки, промислової розвідки (пошук корисних копалин, транспортних маршрутів) та інших цілей. Маніпулюючи значеннями растрових даних і їх географічної позицією, можна виявити особливості місцевості, які в нормальних умовах ніколи не проглядаються, визначати географічні координати цих об'єктів, які за інших умов представляли б із себе виключно об'єкти графіки. Будь-яка зйомка – реєстрація яскравості поверхні Землі в певному діапазоні спектра електромагнітних хвиль. Рівень яскравості або рівень відбитого світла від поверхні Землі на конкретному зображенні є цінною інформацією при аналізі складу мінералів або рослинності цієї поверхні. Прикладом аналізу зображень є витяг

лінійних об'єктів, розробка просторової моделі обробки даних, переклад даних з одного формату в інший, складання мозаїки зображень, отримання стереозображень, автоматичне вилучення географічних даних [3].

Для розрахунку скоригованих значень яскравості використовується формула:

$$L = \left( \frac{Ap}{1 - p_e S} \right) + \left( \frac{Bp_e}{1 - p_e S} \right) + L_a, \text{ де}$$

$L$  - значення яскравості пікселя

$p$  - коефіцієнт відбиття для пікселя

$p_e$  - середній коефіцієнт відбиття для пікселя

і його найближчої області

$L_a$  - яскравість розсіяна атмосферою назад

$A$  і  $B$  - коефіцієнти, які залежать від атмосферних умов

$S$  - сферичне альbedo атмосфери

Значення  $A$ ,  $B$ ,  $S$ ,  $L_a$  – в залежності від моделі атмосфери, широти місцевості, пори року.

Дешифрування і аналіз супутникових знімків в даний час все більше виконується за допомогою автоматизованих програмних комплексів, таких як ERDAS Imagine або ENVI. Роздільна здатність знімків, отриманих оптико-електронними знімальними системами (сканерами), визначається розміром елементу зображення, пікселя:  $R = s\sqrt{2}$ , де  $s$  – розмір пікселя в метрах [2].

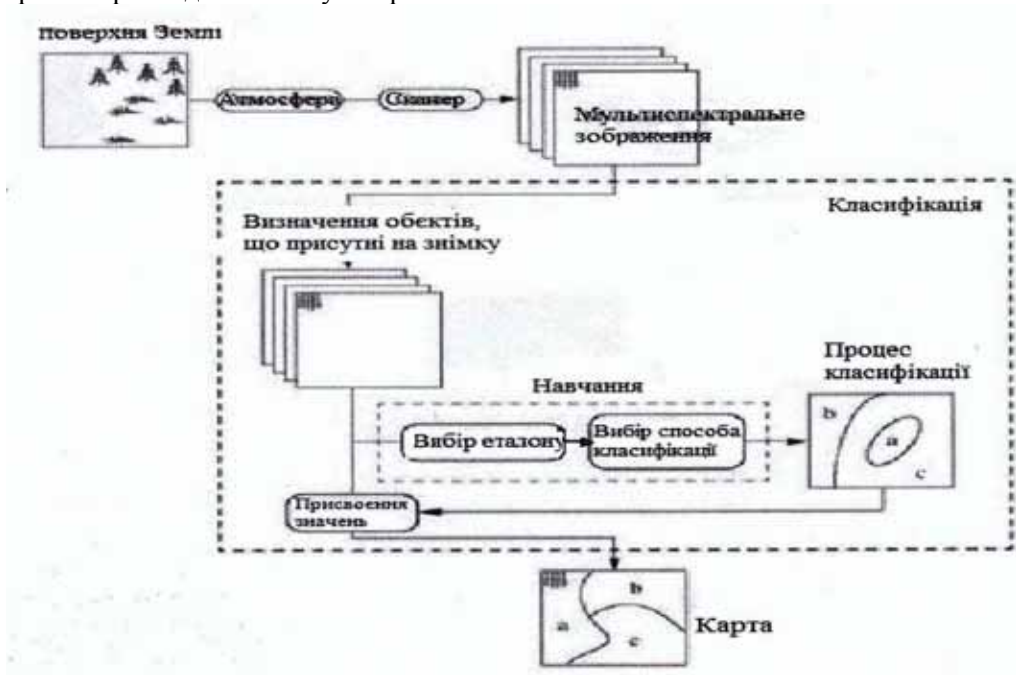


Рис. 1 Обробка мультиспектральних зображень

**Виклад основного матеріалу.** Для обробки космічних знімків важлива їх прив'язка до об'єктів місцевості, що мають добрі дешифрувальні властивості. В якості розпізнавальних знаків, як правило, вибираються кути будинків, парканів, основи ліній електропередач, кути асфальтованих (бетонних) площадок, які чітко проявляються на знімку. Потім вибирається робоча система координат (має значення, в якій системі відомі координати більшості опорних точок). Потім слідує фотограмметрична обробка, де одним з ключових питань є кількість і розташування опорних точок, тому перший етап роботи повинен бути спрямований на визначення

$$\begin{aligned} x - x_0 &= -f \frac{a_{11}(X - X_s) + a_{12}(Y - Y_s) + a_{13}(Z - Z_s)}{a_{31}(X - X_s) + a_{32}(Y - Y_s) + a_{33}(Z - Z_s)} \\ y - y_0 &= -f \frac{a_{21}(X - X_s) + a_{22}(Y - Y_s) + a_{23}(Z - Z_s)}{a_{31}(X - X_s) + a_{32}(Y - Y_s) + a_{33}(Z - Z_s)} \end{aligned} \quad (1),$$

де  $X_s, Y_s, Z_s$  – координати центра фотографування в момент зйомки,  $X, Y, Z$  – геодезичні координати точки,  $x, y$  – координати точки на зображенні,  $f$  – фокусна відстань камери,  $x_0, y_0$  – координати головної точки,  $a_{ij}$  – елементи матриці повороту на кути  $\omega, \varphi, \kappa$ . При цьому враховуються фізичні параметри камери (фокусна відстань, координати головної точки, розмір пікселя), оптична дисторсія, положення камери в момент зйомки. Рішення рівнянь (1) ускладнюється тим, що для кожної

максимально можливої точності орієнтування та оптимізацію планово-висотного забезпечення. Далі виконується зовнішнє орієнтування (мінімальна кількість опорних точок – 9). На цьому етапі також відбувається оцінка геометричної точності і якості знімка. Геометрична точність перевіряється по помилках планового положення контрольних точок.

Для фотограмметричної обробки сканерних космічних знімків використовують строги, універсальні і апроксимаційні моделі [4]. Суть строгого методу полягає у відновленні зв'язки променів, які проєктуються на поверхню Землі і вирішенні колінеарних рівнянь:

строки сканерного зображення параметри зовнішнього орієнтування  $X_s, Y_s, Z_s, \omega, \varphi, \kappa$  відмінні. Для їх розрахунку часто використовують поліноміальний алгоритм. Строгий метод дозволяє досягти максимальної точності.

Універсальні методи використовують стандартні математичні моделі – поліноміальні, паралельно-перспективні та ін. У розрахунок не приймаються додаткові дані про процес зйомки. Прикладом може служити метод раціональних функцій:

$$\begin{aligned} x &= \frac{P_1(X, Y, Z)}{P_2(X, Y, Z)} \\ y &= \frac{P_3(X, Y, Z)}{P_4(X, Y, Z)} \end{aligned} \quad (2),$$

$$\text{де } P_l(X, Y, Z) = \sum_{i=0}^{m_1} \sum_{j=0}^{m_2} \sum_{k=0}^{m_3} a_{ijk} X^i Y^j Z^k, \quad l = 1, 2, 3, 4, \quad i + j + k \leq 3 \quad (3)$$

Мінімальна кількість необхідних опорних точок ( $N$ ) буде залежати від ступеня поліномів (3) і відповідно від кількості коефіцієнтів  $a_{ijk}(Q)$  в поліномі  $P_l$  (4).

$$N = 2Q - 1 \quad (4)$$

Загальне визнання знайшла апроксимаційна модель на основі рівнянь (2) – компроміс між строгим і універсальним способом, в якій використовуються поліноми третього ступеня (5).



$$\begin{aligned}
 P(X, Y, Z) = & a_0 + a_1X + a_2Y + a_3Z + a_4X^2 + a_5XY + a_6XZ + \\
 & + a_7Y^2 + a_8YZ + a_9Z^2 + a_{10}X^3 + a_{11}X^2Y + a_{12}X^2Z + a_{13}XY^2 + \\
 & + a_{14}XYZ + a_{15}XZ^2 + a_{16}Y^3 + a_{17}Y^2Z + a_{18}YZ^2 + a_{19}Z^3
 \end{aligned}
 \quad (5)$$

Коефіцієнти раціональних функцій  $a_{ijk}$  розраховуються по строгій моделі. Корегування (зрівняння) знімків з використанням коефіцієнтів раціональних функцій може виконуватися і без опорних точок, однак кілька опорних точок допоможуть усунути систематичні помилки (такі, як, наприклад, при зміні системи координат). Застосування строгого методу дозволяє досягти більш рівномірного корегування.

Для впевненого використання космічних знімків недостатньо привести вихідні знімки до картографічної проекції, треба знати з якою точністю можуть бути розпізнані ті чи інші об'єкти (іноді доводиться штучно збільшувати просторове розрізнення – паншарпенінг). За рахунок цього космічні знімки надвисокої роздільної здатності можуть бути використані для задач, де потрібні висока точність, наприклад, при картографуванні і моніторингу територій населених пунктів [5-7].

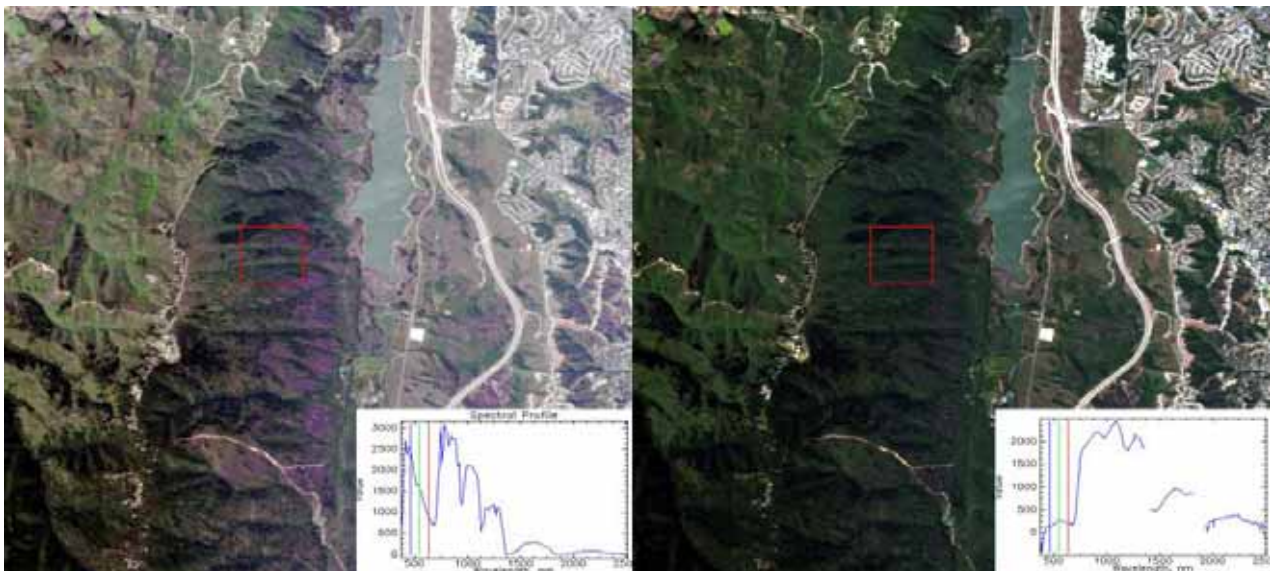


Рис. 2. Мультиспектральний знімок та результат корекції (на графіках – криві спектрального розподілу центру квадрата)

Останнім часом у світі дуже гостро постає питання стану екології. Використання даних дистанційного зондування дає змогу оперативно дізнаватися про стан екологічної ситуації [8]:

- Створення ГІС земельних ресурсів різних рівнів – від місцевого до обласного.
- Контроль за використанням земельних ресурсів. Оперативність, об'єктивність, повне територіальне охоплення – переваги даних космічних зйомок. Тому вони можуть бути використані для контролю за використанням земель.

- Обстеження земель – складова частина кадастрових зйомок, їхнє завдання – визначення стану земельних ділянок, моніторинг несприятливих процесів (засмічення, забруднення, засолення земель, ерозія ґрунтів тощо) та визначення можливості використання земель з певною метою. В залежності від змісту робіт обстеження земель розподіляють на агрогосподарські та спеціальні.

- Вивчення несприятливих природних процесів. Дані ДЗЗ, причому не тільки з високою роздільною здатністю, але й значно дешевші космічні знімки із розрізненням 10 – 30 м, у

поєднанні з цифровими моделями рельєфу і місцевості з успіхом використовуються для вивчення процесів ерозії, підтоплення, заболочення тощо. Наприклад, при вивченні ерозії використання космічних знімків має суттєві переваги – навіть на оновленій топографічній карті не завжди показані малі ерозійні форми (промоїни, рівчаки), яри, що швидко розвиваються, проте ці ерозійні форми дешифруються за космічними знімками. Дуже інформативними є радіолокаційні знімки: за рахунок природних особливостей відбиття радіохвиль, навіть невеликі ерозійні форми, перепади відносних висот легко читаються навіть під сільськогосподарською рослинністю.

**Висновки.** Якість фотограмметричної обробки зображень залежить від попередньої корекції та виду математичних моделей, що застосовуються для розрахунку параметрів орієнтування знімків. На закінчення відзначимо, що швидко розвиваючись технології дистанційного зондування все ширше використовуються для вирішення задач народного господарства, таких як: створення ГІС земельних ресурсів різних рівнів, контроль за використанням земельних ресурсів, обстеження земель, вивчення і прогнозування несприятливих природних процесів та явищ. Реальністю стало отримання точної просторової інформації без збору наземних даних, що призводить до істотного скорочення фінансових і часових витрат.

#### Список використаних джерел

1. Гершензон В.Е., Кучейко А.А. Рынок космических геоданных в 2010 году. Пространственные данные, № 2. 2010.
2. Лабутина Ирина Алексеевна. Дешифрирование аэрокосмических снимков. Учеб. Пособие для студентов вузов / И.А. Лабутина. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 184с., 8 с. цв. вкл.
3. Лютивинская М.В., Нейфельд И.Г. Использование данных ДЗЗ сверхвысокого разрешения для целей кадастрового учета // Геоматика. — 2009. — № 2. — С. 76–82.
4. Титаров П.С. Практические аспекты фотограмметрической обработки сканерных космических снимков высокого разрешения. Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации, № 2(45)-4(46), 2004.
5. Жуков Г.П., Осипов Е.А., Толмачева З.И. и др. Камеральное топографическое дешифрирование аэроснимков (вопросы теории и практики). М., РИО ВТС, 1962.
6. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании при создании цифровых топографических карт и планов. ГКИНП (ГНТА)-02-036-02, Москва, ЦНИИГАиК, 2002.
7. Зубарев А.Э. Обработка стереопары космических изображений сенсора GeoEye-1. — [www.racurs.ru/www\\_download/articles/Test\\_GE-1.pdf](http://www.racurs.ru/www_download/articles/Test_GE-1.pdf) (электронный ресурс).
8. Кодратьев К.Я., Козодеров В.В., Федченко П.П. Аэрокосмические исследования почв и растительности, Л.:Гидрометеиздат, 1986, - 229 с.

Науковий керівник – Чубко Л.С., канд. фіз.-мат. наук, доцент

УДК 622.83 (0432)

Кокотенко Н.В., Шарко М.П.  
Національний авіаційний університет, Київ

## МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОДИНАМІЧНИХ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ ВИСОКОТОЧНИХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЄФУ

*У статті розкрито проблеми існуючої системи протизсувних заходів, запропоновано методу оцінки ризиків зсувних процесів, розроблену на основі стандартів Європейського союзу, наведено аналіз зсувних процесів на території Нововодолазького району Харківської області та виконано моделювання зон потенційного виникнення зсувних процесів на основі високоточної моделі рельєфу.*

**Вступ** Виникнення надзвичайних ситуацій у різних ландшафтно-кліматичних зонах у багатьох випадках пов'язане із природними і, зокрема, геодинамічними чинниками. Згідно останніх даних на території України зафіксовано майже 23000 зсувів, кількість яких змінюється за рахунок ліквідації (зрізання, зчищення), злиття окремих близько розташованих зсувних форм або внаслідок утворення нових. Одним з регіонів розвитку несприятливих явищ є Харківська область, де активізація небезпечних геодинамічних процесів та їх вплив на численні техногенні об'єкти створює низку економічних та екологічних проблем. Тому, з'ясування природи небезпечних геодинамічних явищ, оцінка їх просторово-часових закономірностей є нагальною проблемою і потребує глибоких комплексних аналітичних досліджень.

Значна частина територій міських і сільських поселень області зазнають впливу постійно діючих небезпечних геодинамічних процесів, що спричиняє серйозні проблеми в проектуванні, будівництві та експлуатації об'єктів, суттєво збільшуючи затрати на ці цілі. Виникає необхідність вивчення і прогнозування цих процесів, їх картографування та районування за складністю інженерно-геологічних умов при освоєнні території.

Запропонований методичний підхід дозволяє точніше і повніше враховувати вплив геодинамічних умов земельних ділянок на їх грошову оцінку. Введення широкого масиву локальних коефіцієнтів геодинамічних факторів, визначених на єдиній математичній основі, сприятиме прозорості грошової оцінки.

**Метою дослідження** є розробка методики моделювання зон потенційної небезпеки зсувних процесів на прикладі території Нововодолазького району Харківської області в програмному середовищі ArcGIS.

**Завданням даної статті** є визначення методики оцінки ризиків зсувних процесів, аналіз зсувних процесів на території Нововодолазького району Харківської області та виконання моделювання зон потенційного виникнення зсувних процесів на основі високоточної моделі рельєфу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Інженерно-геологічний аналіз, моніторинг та захист території від зсувів досліджували в своїх роботах Гошовський С.В., Рудько Г.І., Блінов П.В. [5]; Врахування інженерно-геологічних умов при грошовій оцінці земель населених пунктів вивчав Мельничук О.Ю. та ін. [4].

Зсувні процеси є домінуючими в переліку серед сучасних екзогенних геодинамічних процесів (ЕГП) внаслідок значного поширення, особливо в місцях інтенсивного освоєння територій (Рис.1). Головними природними чинниками активізації зсувів є: метеорологічні (атмосферні опади, температура та вологість повітря), гідрологічні (рівні та витрати води в поверхневих водотоках, рівні води та хвильовий режим морів, озер, інших водойм, ерозійна та абразійна дія поверхневих вод), геологічні (вивітрювання властивостей ґрунту і ламання кам'яних утворень), гідрогеологічні (рівні, хімічний склад, умови живлення та дренажу підземних вод), сейсмічні (землетруси). Вплив господарської діяльності на розвиток зсувів часто пов'язаний з додатковим навантаженням, підрізкою схилів під час будівельних робіт, створенням динамічних навантажень на схилах тощо.

Існуюча система протизсувних заходів має такі недоліки [1]:

- наявність значної кількості недобудованих протизсувних об'єктів;
- відсутність системи планування та здійснення профілактичних заходів з попередження зсувів у сільській місцевості;

- недосконалість системи контролю за ста- споруд в містах і селищах міського типу;
- недостатнє врахування під час виконання проектно-вишукувальних робіт можливого негативного впливу споруд, що проєктуються, на інженерно-геологічний стан суміжних територій;
- недостатнє додаткове інженерно-геологічне вивчення зсувонебезпечних територій з метою уточнення їх просторових меж, головних чинників активізації зсувів, визначення заходів їх інженерно-геологічної реабілітації та посилення стійкості, а також розвитку системи моніторингу;

ном та ефективністю дії протизсувних

- недотримання встановлених норм і правил під час провадження господарської діяльності на зсувонебезпечних територіях або їх освоєння;

- відсутність у більшості зсувонебезпечних регіонів спеціалізованих підрозділів з інженерного захисту територій, відсутність промислових та житлових об'єктів і споруд від зсувів;

- недостатнє інформування про небезпеку зсувів, протизсувні заходи, незадовільне роз'яснення правил і порядку провадження господарської діяльності на зсувонебезпечних територіях.

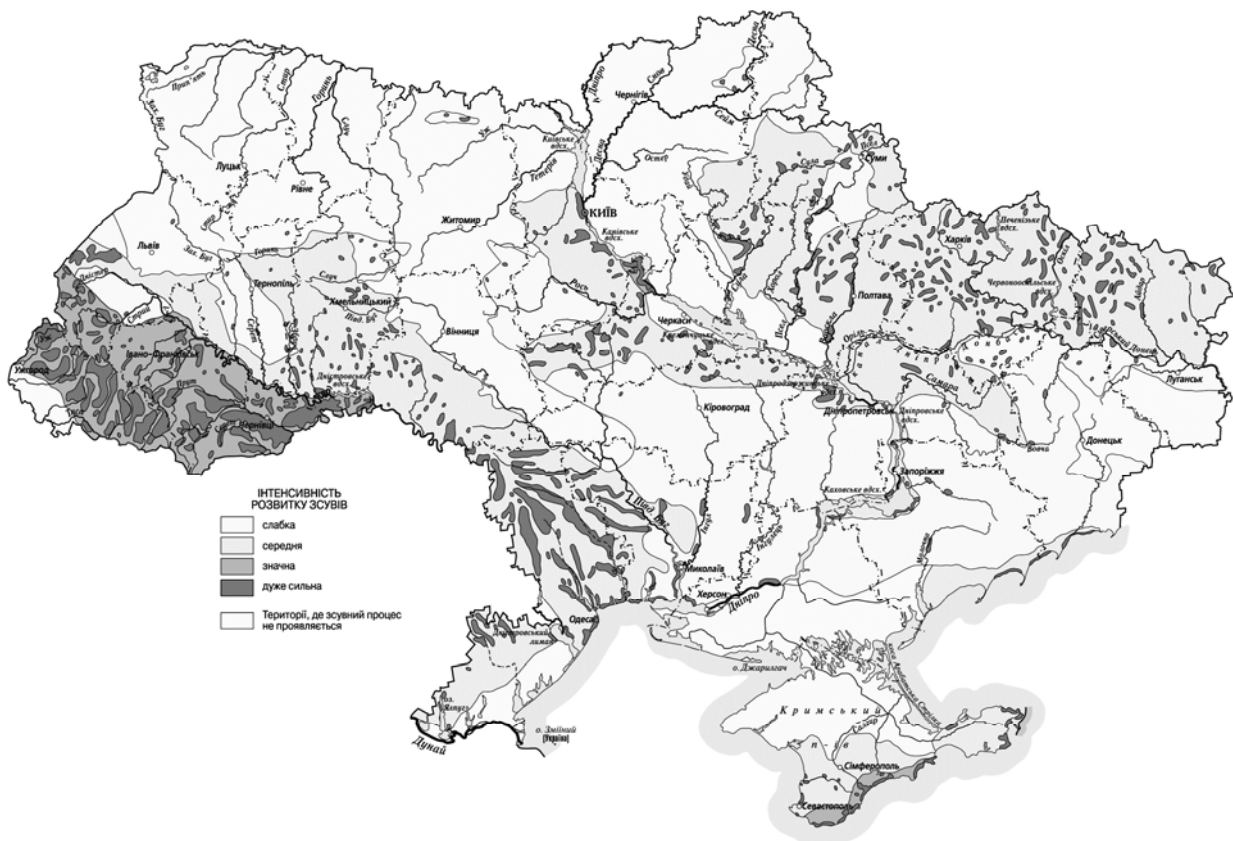


Рис. 1 - Поширення зсувів на території України

**Методика оцінки ризиків зсувних процесів, розроблена на основі стандартів Європейського союзу [2].**

Це індексний метод визначення небезпеки зсувів, заснований на виборі показників, які впливають на можливість зсуву. Показники насамперед ґрунтуються на історичних знаннях зсувів і їх провокуючих факторах.

Для забезпечення просторового аналізу, необхідно, щоб вихідні шари були стандартизовані від свого первісного значення в діапазоні значень від 0 до 1. Важливо зазначити, що різні показники мають різні масштаби виміру. (табл.1).

Підхід, описаний в цій методиці розглядає п'ять різних факторів, які можуть сприяти процесу активації зсувів. [3]

Таблиця 1 – Огляд показників небезпеки ризиків і ваги.

Небезпека			Вага	Стандартизація
0.8	Умови		Безпосередньо	
	0.5	Кут нахилу		Увігнутий
	0.2	Землекористування		Послідовне розміщення
	0.3	Геологія		Послідовне розміщення
0.2	Провокуючі фактори		Попарно	
	0.7	Кількість опадів		Максимальний
	0.3	Землетруси		Максимальний

Підхід, описаний в цій методиці розглядає п'ять різних факторів, які можуть сприяти процесу активації зсувів. [3] Показники ризику зсувів поряд з їх стандартизованими значеннями будуть описані нижче:

**Умови небезпеки:**

- *Градiєнт ухилу*

Рельєф є одним з найбільш важливих факторів в оцінці чутливості до зсувів. У літературі, в якості основних показників розглядають-

ся довжина схилу, його форма, азимут похилого напрямку і крутизна схилів (кут нахилу), тобто усі відповідні фактори розглядаються як найбільш важливі.

Наступні значення показників ризику представлені в таблиці 2 для класів нахилу, що повинні бути використані при аналізі в діапазоні від 0 до 10, де 10 означає, що це область високої чутливості, а 0 – означає відсутність чутливості.

Таблиця 2 – Значення показника нахилу та ризику зсувів.

Градiєнт нахилу	Значення показника ризику	Стандартизовані значення
0 – 10	1	0.1
10.1 – 20	1	0.1
20.1 – 30	1	0.1
30.1 – 40	1	0.1
40.1 – 50	2	0.2
50.1 – 60	5	0.5
60.1 – 70	10	1
70.1 – 80	8	0.8
80.1 – 90	1	0.1

- *Землекористування*

Способи використання земельних ресурсів впливають на можливість виникнення зсуву. Для присвоєння ваги, використовуються класи землі, де вони були послідовно розміщені відповідно до їх чутливості до зсувів без урахування будь-яких інших аспектів, таких як кут нахилу. З рейтингу випливає, що урбанізовані райони є найбільш важливими, а за ними й інші види землекористування, де ґрунт може зазнавати впливу від поверхневих процесів, таких як сільськогосподарські культури чи необроблювані землі.

- *Геологія*

Зсуви, як явище в першу чергу пов'язані з геоморфологічними умовами. Літологія (типу ґрунтів і каміння) і вивітрювання властивостей ґрунту схилу безпосередньо впливають на ймовірність зсуву. Щоб класифікувати різні

геологічні умови в регіоні були визначені п'ять рівнів чутливості зсуву. Для присвоєння ваги геологічних класів відповідно до чутливості зсувів, без урахування кута нахилу. З рейтингу випливає, що високий показник вивітрювання і ламання кам'яних утворень є найбільш важливим. Порядок ранжирування заснований на думці експертів та розміщенні відомих випадків зсувів. Для виявлення зсувних схилів першорядне значення має вивчення морфології схилів. Так в річкових долинах Харківської області характерними є піски з проверстками суглинків, глин, мулів, а основна територія та плакори виражені лесовими, суглинками легкими, середніми та важкими, рідше суглинками та глиною.

Додаткові фактори впливу на зсувні процеси:

Крім трьох вищезгаданих умовних факторів, також необхідно враховувати сильні опади та сейсмічну активність.

- *Опади*

Загалом на сьогоднішній день основними чинниками активації для зсуву є опади та поверхневі і підземні води. Добовий максимум опадів для Харківської області становить 150 мм. Для стандартизації даних про опади використовується значення в діапазоні від 0 до 1, що визначається шляхом ділення максимально зареєстрованих показників опадів на кожній станції на максимальні показники записані по країні.

- *Сейсмічна активність*

Максимальне значення для Харківської області – 5 балів макросейсмічної шкали MSK-64. Ймовірна оцінка сейсмічної небезпеки використовується для призначення стандартизованих значень сейсмічності в діапазоні від 0 до 1 для області.

На переважній частині Харківської області існує потенційна загроза для розвитку зсувів. На протязі 2011 року в населених пунктах були зареєстровані 1615 од. зсувних процесів, що призвело до руйнування будівель та об'єктів життєзабезпечення. Проблема вивчення зсуво-небезпечних ділянок в межах області з року в рік набуває все більш актуального значення. Це пов'язано перш за все з наростаючим дефіцитом вільних земельних ділянок і розміщенням будівництва в межах розвитку геодинамічних процесів. За останні роки з процесами зсувів ґрунтових мас доводиться стикатись дедалі частіше.

Сучасні технології тривимірної візуалізації дозволяють "поглянути" на рельєф місцевості з будь-якої точки простору під будь-яким кутом. Актуальність застосування тривимірного моделювання за допомогою ГІС-технологій пояснюється тим, що воно забезпечує велику наочність і інтерпретованість даних, надає можливість найбільш повно передавати інформацію про зміни об'єктів і досліджуваного середовища з плином часу. У даній роботі наведено приклад побудови три-

вимірної моделі рельєфу Нововодолазького району Харківської області за допомогою програмного продукту компанії ESRI ArcGIS 9.3, а саме методом апроксимації поверхні елементарними трикутниками - метод TIN (Triangulated Irregular Network).

TIN-моделі найбільше підходять для вирішення завдань побудови моделей рельєфу, де використовуються високоточні дані.

Щоб побудувати просторову модель, потрібно завантажити модуль ArcScene. Це можна зробити, запустивши розширення 3D Analyst по меню «Налаштування» Панелі інструментів» 3D Analyst». Після цього загрузаємо вихідний растровий матеріал масштабу 1:25 000. Щоб додати поверхні більш виразний і естетичний вигляд на формі «Properties» йдемо на вкладку символи і вибираємо більш відповідну палітру. Далі в контекстному меню «Properties» вибираємо вкладку «Base Heights» (Базові висоти). Після цього встановлюємо перемикач «Floating» на користувачької поверхні і задаємо масштабний коефіцієнт. Орієнтацію карти (повороти, нахили, обертання) можна здійснити за допомогою іконки «Navigate» панелі інструментів.

Етапи моделювання геодинамічних зсувних процесів на основі моделі рельєфу з перерізом рельєфу при 25000 території Харківської області:

1. Використовуючи розширення ArcGIS - 3D Analyst на основі атрибутів оцифрованих горизонталей створюємо - TIN-модель рельєфу частини Нововодолазького району Харківської області;

2. Створення растрової цифрової моделі рельєфу на основі TIN-моделі;

3. Створення карти ухилів на основі цифрової моделі рельєфу;

4. Перекласифікація карти ухилів в залежності від ризику розвитку зсувних процесів (рис.2);

5. Аналіз землекористування на досліджуваній території та його вплив на активізацію зсувних процесів.

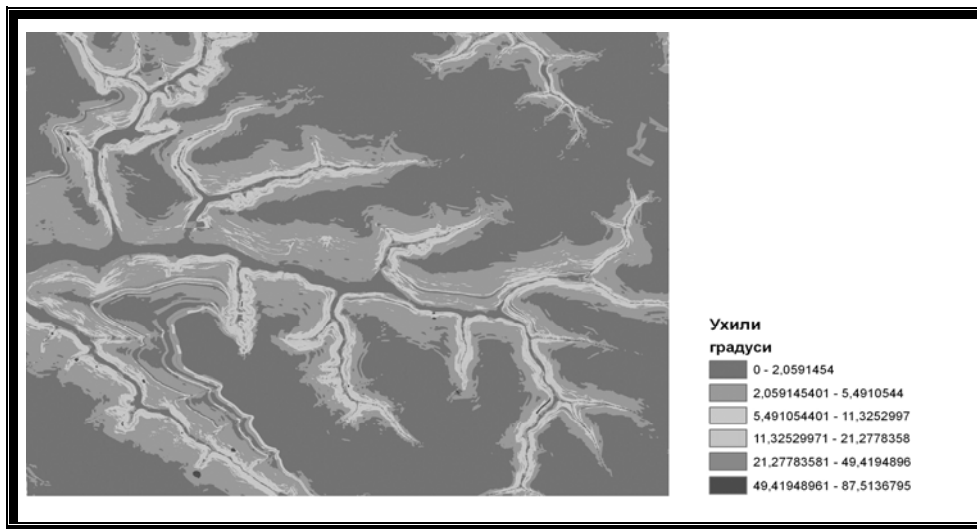


Рис.2 Карта ухилів території Нововодолазького району Харківської області

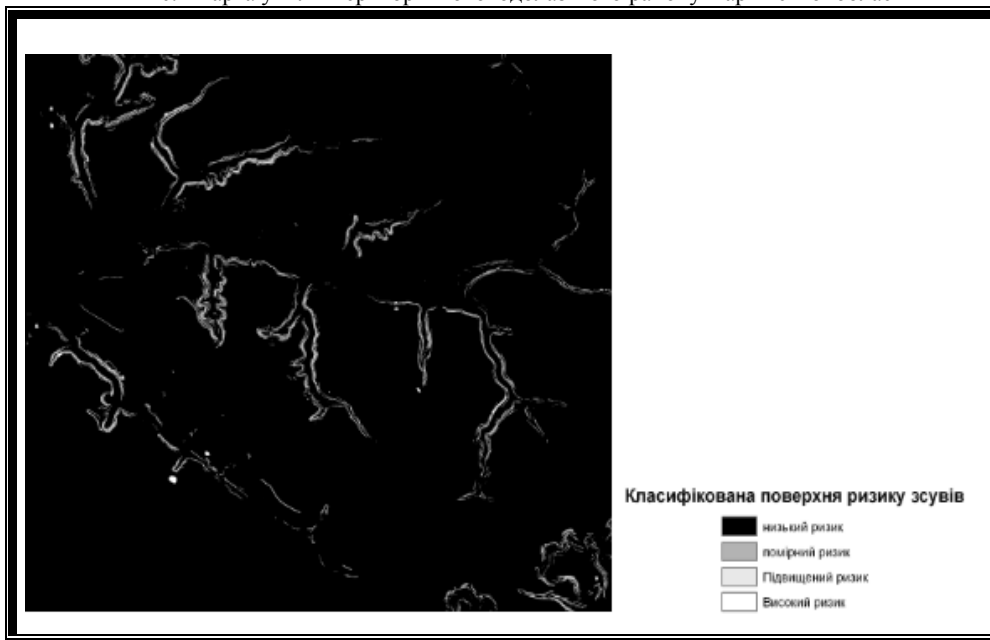


Рис.3 Карта класифікованої поверхні ризику зсувів на території Нововодолазького району Харківської області

Виконавши моделювання поверхні ризику зсуву на території Нововодолазького району Харківської області можна дійти висновку, що найбільш потенційно небезпечними ділянками до зсувних процесів є північна частина населеного пункту Старовірівка, а також на північному сході та північному заході від села Муравлінка. Підвищений ризик зсувних процесів спостерігається на півдні села Караван та на півночі від с. Парасковія.

**Висновки:** за результатом проведених досліджень виконано аналіз показників ризику зсуву за методикою оцінки ризиків зсувних процесів Нововодолазького району Харківської області та змодельовано зони потенційного виникнення зсувних процесів.

Врахування геодинамічних процесів і прогнозування їх розвитку дозволить передбачати необхідні витрати на поліпшення якості земельних ділянок та встановлювати способи найефективнішого їх використання. Виготовлену карту геодинамічних процесів, як кадастрово-моніторинговий графічний або електронний документ, що містить сукупність достовірної інформації про інженерно-геологічні умови території та можливі їх зміни, доцільно використовувати при управлінні земельними ресурсами населеного пункту. На основі цієї карти слід обґрунтовувати плату за землю, встановлювати пільги інвесторам у разі освоєння ними земельних ділянок зі

складними інженерними умовами та типи дозволеного їх використання.

В результаті проведеного моделювання зсувних процесів на основі моделі рельєфу очікується досягти таких позитивних процесів, як:

- створення сприятливих умови для життєдіяльності населення на зсувонебезпечних територіях, зменшення економічних та соціально-екологічних збитків від зсувів та ризику виникнення надзвичайних ситуацій;

- підвищення рівня безпеки безаварійного функціонування житлових і промислових об'єктів;

- удосконалення науково-методичної бази з питань здійснення протизсувних заходів, поліпшення координації заходів державного і регіонального рівня;

- визначення меж зсувонебезпечних територій, основні фактори активізації зсувів і заходи щодо запобігання зсувонебезпеки;

- забезпечення належного рівня інформування населення з питань здійснення протизсувних заходів.

#### Список використаних джерел

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України Про схвалення Концепції Комплексної програми протизсувних заходів// від 16 травня 2002 р. № 258-р. – Режим доступу: <http://uazakon.com/document/spart13/inx13157.htm>

2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. - К. : Міністерство екології та природних ресурсів України, LATI & K. - 2012. - 258 с.

3. *George Gaprindashvili* Landslide hazard assessment in Georgia // report produced as part of the MATRA project.

4. *Мельничук О.Ю.* Врахування інженерно-геологічних умов при грошовій оцінці земель населених пунктів// Державний університет водного господарства та природокористування. - 2 липня 2003 року.

5. *Гошовський С.В., Рудько Г.І., Блінов П.В.* Інженерно-геологічний аналіз, моніторинг та захист території від зсувів // Львів.- ЗУКЦ.- 2004р.

6. *Митропольський О.Ю.* Передбачення надзвичайних ситуацій, природних та техногенних катастроф // Основні напрями забезпечення безпеки населення та стійкості функціонування господарства України при загрозі виникнення природних та техногенних катастроф. – К.: Знання, 1997. – Ч. 1. – С. 22–25.

*Науковий керівник – Путренко В.В., канд. геогр. наук, доцент*



УДК349.41(043.2)

Левченко В.О.

Національний авіаційний університет, Київ

## НЕДОСКОНАЛІСТЬ ЗАКОНОДАВЧИХ ЗАСАД МОРАТОРІЮ НА ПРОДАЖ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*У статті розкрито недосконалість законодавчо-нормативних актів, які регулюють мораторій на продаж земель сільськогосподарського призначення в Україні. Наведено аналіз відношення власників та орендарів/орендодавців до мораторію. Запропоновано доповнити законодавство України щодо обмежень прав на придбання земель сільгоспризначення іноземними юридичними та фізичними особами для ефективного регулювання ринку земель України.*

Мораторій на землі сільськогосподарського призначення подовжено до 1 січня 2016 р., тому постає питання про реалізацію прав приватної власності на земельні ділянки (паї), і передусім права купівлі-продажу цих земель. Мораторій обмежує права власників земельних ділянок, закріплені частиною першою статті 90 Земельного кодексу України (далі – ЗКУ) та статтею 41 Конституції України. Відсутність ринку землі сільськогосподарського призначення є причиною низької інвестиційної привабливості аграрного сектору та неефективного використання потенціалу сільського господарства.

**Метою дослідження** є аналіз легальних і нелегальних шляхів подолання мораторію на купівлю/продаж земель сільськогосподарського призначення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження правових аспектів формування ринку земель сільськогосподарського призначення, визначення позитивних та негативних наслідків збереження і відміни мораторію на продаж земель цієї категорії розглядали Мельник О. [1], Шульга О. [2]. Аналіз мораторію та його соціально-економічні і правові аспекти на відчуження приватних земель сільськогосподарського призначення проводили Юрченко А., Мірошніченко А. [3], Барановський А. [4], Тернівський Т. [5] та ін.

Заборону на продаж або в інший спосіб відчуження земельної частки (паю), крім міни, передачі їх у спадщину та при вилученні земель для суспільних потреб, ще було передбачено ЗКУ в редакції від 25 жовтня 2001 р. За період від 2001р. до початку 2013р. мораторій на купівлю-продаж земель сільськогосподарського призначення зазнав багато змін, які робили його більш жорстким або зовсім скасовували заборону на певний період часу. На сьогодні в Перехідних положеннях ст. 14 та ст. 15 ЗКУ забороня-

ється купівля-продаж або іншим способом відчуження земельних ділянок і зміна цільового призначення (використання) земельних ділянок, які перебувають у власності громадян та юридичних осіб для ведення товарного сільськогосподарського виробництва, земельних ділянок, виділених в натурі (на місцевості) власникам земельних часток (паїв) для ведення особистого селянського господарства, але дозволяється передача їх у спадщину, обмін земельної ділянки на іншу земельну ділянку відповідно до закону та вилучення (викупу) земельних ділянок для суспільних потреб, а також зміну цільового призначення з метою надання їх інвесторам – учасникам угод про розподіл продукції для здійснення діяльності за такими угодами.

У ЗКУ прописана можливість дострокового скасування мораторію на землі сільськогосподарського призначення у разі прийняття Закону України «Про обіг земель сільськогосподарського призначення», але не раніше 1 січня 2016 р.

У власності громадян України на сьогодні знаходиться близько 30,7 млн. га сільськогосподарських угідь – це приблизно 74 % від площі цих угідь по Україні, в тому числі 27,1 млн. га ріллі, що є 83,5 % від загальної площі ріллі по Україні. За час проведення земельної реформи, відбулася демонополізація державної власності на землю, проведена реорганізація сільськогосподарських підприємств, об'єктом яких стали землі майже 12 тисяч господарств, а 7 мільйонів селян отримали земельну частку (пай) загальною площею майже 28 млн. га. Більше 7 мільйонів громадян отримали земельні ділянки для ведення особистого селянського господарства на площі 2,6 млн. га, створено майже 42 тисячі фермерських господарств, яким передано 4,3 млн. га земель.

Упровадження мораторію спричинило низку проблем різного характеру, наприклад, «тініза-

ція» ринку сільськогосподарських земель, високий рівень корупції, соціальна недовіра, відсутність соціальної справедливості при розподілі земельної ренти, швидка монополізація відносин сільськогосподарського землекористування агрохолдингами, соціально-демографічна деградація села та інші.

За даними соціологічних опитувань Центра Разумкова найпоширеніше ставлення до запровадження ринку землі власників земельних ділянок (паїв) – негативне (рис. 1) [6]. На нашу думку таке відношення до ринку земель сформувалося штучно, оскільки не всі громадяни України є власниками земель сільськогосподарського

призначення або учасниками сільськогосподарського виробництва продукції. Саме цієї категорії населення в першу чергу стосується мораторій на купівлю-продаж, тому було проведення опитування щодо ставлення до запровадження ринку земель зацікавлених сторін (рис. 2) [8]. Зазначимо, що ставлення представників місцевого самоврядування багато в чому повторює ставлення фермерів і керівників підприємств, різниця загалом є незначною, сільськогосподарські товаровиробники здебільшого є прихильниками запровадження ринку земель сільськогосподарського призначення.



Рис. 1. Ставлення власників паїв до купівлі-продажу земель сільськогосподарського призначення

Проаналізувавши основні аспекти мораторію на землю сільськогосподарського призначення, можна виділити аргументи як на продовження його терміну, так і на його скасування [1, 7].

Висуваються такі аргументи на скасування мораторію:

- майже половина власників паїв проживають за межами населених пунктів, а оренда на такі ділянки не великою, яка могла б приносити додатковий дохід і тому така ділянка приносить тільки додаткові витрати на утримання та інші проблеми;
- частина жителів сільських населених пунктів продали б свої паї для задоволення своїх поточних нагальних потреб;
- орендарі земельних ділянок для того, щоб розширити свій бізнес за рахунок купівлі орендованих земель;

- з юридичної точки зору, право власності на земельну ділянку(пай) виконується не в повному обсязі, тобто землевласник не може вільно розпоряджатися нею, в даному випадку купівля-продаж.

- земельні ділянки не використовуються та не поліпшуються, тому втрачають свою цінність.

Аргументи на подовження мораторію:

- зuboжіння певної кількості населення, після неефективного розпорядження отриманих коштів від продажу;
- можлива монополізація і знищення конкуренції на значних територіях;
- вільна зміна цільового призначення приведе до розораності земель сільгосппризначення.

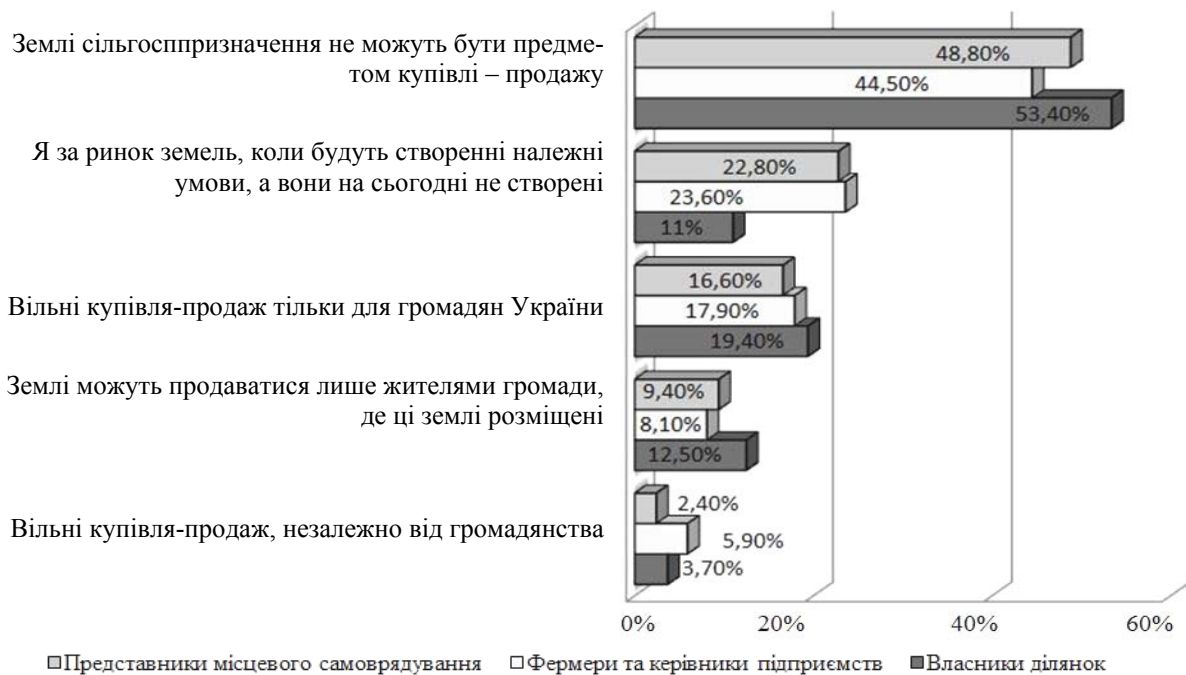


Рис. 2. Ставлення до купівлі-продажу сільськогосподарських земель різних верств населення

Із веденням мораторію на купівлю-продаж земельних ділянок (паїв) громадяни змогли знайти віконце в земельному законодавстві. Наведемо декілька схем, які дозволяють придбати такі земельні ділянки. Усі способи обходу мораторію можна поділити на 2 групи за законністю їх впровадження: «легальні» та «тіньові».

Перша група схем – «легальні»:

1. Штучний поділ/об'єднання земельних ділянок. Даний інструмент не використовується для продажу землі товарного сільськогосподарського виробництва. Внаслідок такого поділу або об'єднання юридично виникає нова земельна ділянка, якій буде присвоєно новий кадастровий номер. Так, обривається юридичний зв'язок із землею, на яку поширюється мораторій, і земля, утворена внаслідок такого поділу чи об'єднання, вважається новим об'єктом цивільно-правового обороту. Порядок оформлення технічної документації при поділі та об'єднанні земельних ділянок описується в статті 56 Закону України «Про Державний земельний кадастр» від 07.07.2011р. № 3613-VI.

2. Викуп (примусове вилучення) сільськогосподарської землі для суспільних потреб. Цей спосіб прописаний у Земельному кодексі України розділ X Прикінцеві положення ст. 15 (пункт а і б), де дозволяється вилучення (викуп) земельних ділянок для суспільних потреб. Даний спосіб може застосовуватися, якщо конкретна земельна ділянка необхідна для реалізації суспільно зна-

чимого проекту, наприклад, знаходиться на шляху прокладки важливої транспортної магістралі; на території будівництва об'єктів енергетики; на території виявлення корисних копалин державного значення. Питання пов'язані з викупом (примусовим вилученням) земельних ділянок або паїв регулюються нормами ЗКУ в статтях 146 та 151.

3. Обмін однієї земельної ділянки на іншу. Спочатку законодавець закладав обмін як одне з виключень із мораторію для консолідації земель та зменшення так званого «середсмужжя», тобто для можливості обміну паями в межах одного масиву для більш ефективної обробки землі. Обмін тільки можна використовувати, якщо знайдеться зацікавлена особа в тій ділянці. Наприклад, юридична особа яка займається товарним сільськогосподарським виробництвом обмінює вашу земельну частку (пай) на іншу ділянку рівноцінну вашій. Обмін земельними частками (паями) регулюється статтею 14 Закону України «Про порядок виділення в натурі (на місцевості) земельних ділянок власникам земельних часток (паїв)» від 05.06.2003 р. № 899-IV.

4. Довгострокова оренда і заповіт. Отримати довгострокове право на землю можна і не купуючи землю у власність. Українське законодавство дозволяє брати землю в оренду на термін до 50 років ст. 92 Земельного кодексу України. Іноді на додаток до договору оренди землевласник-

орендодавець оформляє заповіт, за яким після його смерті земля перейде орендареві.

5. Земельні інвестиційні фонди. Найновіша схема обходу дії заборони – створення земельних інвестиційних фондів. Компанія з управління активами організовує земельний інвестиційний фонд і випускає цінні папери, а власник земельної ділянки (паю) обмінює своє майно на акції фонду (на правах довгострокової оренди або купівлі-продажу). Пізніше фонд продає землю чи здає її в оренду зацікавленим особам і за рахунок цього сплачує дивіденди.

Друга група схем – «тіньові»:

1. Добровільна (узгоджена) відмова власника від землі на користь держави/місцевої громади з наступним виділенням землі інвестору із земель запасу відповідним уповноваженим органом. Добровільна відмова власника від земельної ділянки є однією з підстав припинення права власності, яке передбачене ст. 140 та 142 ЗКУ. Даний спосіб застосовують, якщо йдеться про великий земельний масив. Учасники операції домовляються з місцевим органом (як правило, з районною держадміністрацією). Інвестор погоджує із землевласником компенсацію за відмову від землі на користь держави або місцевої громади, якщо вона знаходиться в межах населеного пункту. Відповідний орган влади приймає цю землю, яка включається в земельний запас. Іноді виділення відбувається в порядку безоплатної приватизації, передбаченої ст. 118 Земельного кодексу України, яка наділяє кожного громадянина правом отримати безкоштовно до 2 га землі для особистого селянського господарства, згідно норм безоплатної приватизації ст. 121 Земельного кодексу України. Але тут є недолік, оскільки не факт, що орган виконавчої влади з питань земельних ресурсів, після добровільної відмови власника віддасть цю земельну ділянку інвестору.

2. Договори «заднім числом». До способів, які використовують для обходу мораторію на продаж сільськогосподарської землі, можна віднести схеми, побудовані на укладанні цивільно-правових договорів міни, попередніх договорів з власниками земельних паїв, «прив'язаних» в контексті укладення основного договору до моменту закінчення мораторію. Такий період з 1 по 12 січня 2007 року отримав назву «мораторійне вікно». Ця схема може використовуватись тільки в тому випадку, якщо є доступ до електронної бази даних реєстрів договорів, оскільки якщо його не зареєструвати, то відповідний договір не матиме юридичної сили.

У Земельному кодексі України в Прикінцевих положеннях чітко прописано, що угоди (у тому числі довіреності), укладені під час дії заборони на купівлю-продаж або передачі прав на такі земельні ділянки на майбутніми є недійсними з моменту їх укладання або посвідчення.

Україна має зобов'язання перед Міжнародним банком Реконструкції та Розвитку згідно з Проектом «Видача державних актів на право власності на землю в сільській місцевості та розвиток системи кадастру». Цей Проект спрямований на створення умов для запровадження ринку земель через закріплення прав власності на землі сільськогосподарського призначення та створення кадастрової системи, що гарантуватиме права власності на землю, що дасть можливість запровадити ринковий обіг земельних ділянок, залучити інвестиції та кредити в аграрний сектор економіки через іпотеку землі, сприятиме переходу до системи оподаткування на нерухомість, до ефективного управління та раціонального використання земельних ресурсів.

Однією з умов дострокового припинення мораторію, як зазначалося вище, є прийняття Закону України «Про обіг земель сільськогосподарського призначення», однією з вад якого є нечітко визначені засади щодо придбання сільгоспземель іноземними фізичними або юридичними особами. На мою думку, землі сільськогосподарського призначення треба зробити вільними для продажу як для фізичних та юридичних осіб України так і для іноземних. Обмежити право власності на землі сільськогосподарського призначення для іноземних осіб я пропоную таким чином:

1. Максимальна площа земельних ділянок не більша 100 га.

2. Площа земель сільськогосподарського призначення у приватній власності іноземних осіб не повинна перевищувати 15-20% загальної площі цих земель у районі (для ефективного та однорідного розподілу інвестицій по всій території України).

3. Кількість іноземних сільськогосподарських товариств на території району не повинно перевищувати 30% від загальної кількості таких товариств.

4. Встановити обмеження щодо експорту виготовленої сільськогосподарської продукції.

5. Ціна та земельний податок на земельні ділянки повинен бути вищий ніж для громадян та юридичних осіб України.

Залучення іноземних інвесторів зможе підняти аграрний сектор економіки, підвищити ефективність використання земель сільськогосподарського призначення та поповнити бюджет України. Якщо дозволити іноземним особам приватизувати земельні ділянки і ефективно контролювати цей процес, можна прослідкувати тільки позитивні зміни для нашої країни та суспільстві в цілому.

### Висновки

Системою державної влади не опрацьовано єдиного підходу та бачення завершення земельної реформи в Україні, принципів функціонування ринку землі та, як наслідок, не узгоджено ключові питання скасування мораторію на продаж сільськогосподарських земель, зокрема і стосовно осіб, які матимуть право їх купувати (чи матимуть право іноземці, особи без громадянства та юридичні особи), максимальні розміри земельних ділянок, які можуть бути у власності однієї особи.

Відсутність системного бачення та ефективної моделі реформування земельних відносин веде до нерозуміння у суспільстві необхідності ринку землі, що призводить до несприйняття великою частиною сільських жителів суті питання обігу землі як приватної власності.

Серед власників земельних ділянок не проведено роз'яснювальної роботи щодо їхніх можливостей і прав розпорядження такою власністю.

Продовження мораторію стримує створення цивілізованого земельного ринку та замість вирішення наявних проблем призводить до нагромадження нових. Для зупинення корупції, зв'язаної з купівлею-продажем земель сільгосппризначення, необхідно прийняти ЗУ «Про обіг земель сільськогосподарського призначення», який згідно з Указом Президента України Про Національний план дій на 2013 рік щодо впровадження Програми економічних реформ на 2010–2014

роки «Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна держава» повинен бути затверджений в червні 2013р. і може достроково скасувати цей мораторій.

Скасування мораторію може покращити аграрний стан країни та зробити її лідером у сільськогосподарському виробництві.

### Список використаних джерел

1. Мельник О.О. «За» і «Проти» становлення ринку земель сільськогосподарського призначення в Україні // Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету (економічні науки). – 2011. – № 3 (15). – Режим доступу: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/znptdau/2011\\_15/15-22.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/znptdau/2011_15/15-22.pdf).
2. Шульга О. Формування ринку землі сільськогосподарського призначення в Україні // Вісник Київського національного торгово-економічного університету: наук. журнал. – 2012. – №1. – Режим доступу: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/vknteu/2012\\_1/2.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/vknteu/2012_1/2.pdf).
3. Юрченко А.Д., Мірошніченко А.М. Соціально-економічні та правові аспекти мораторію на відчуження приватних земель сільськогосподарського призначення // Бюлетень Міністерства юстиції. – 2006. – №12. – С. 59-75.
4. Барановський А. Пай чи Пайка? // Земельний вісник України. – 2009. – №13-14. – Режим доступу: [http://www.zemnews.com.ua/ZWU\\_YULE\\_new.pdf](http://www.zemnews.com.ua/ZWU_YULE_new.pdf).
5. Тернівський Т. Мораторій на продаж землі скоро може піти в історію // Запорізька правда 21.03.2013 р. – Режим доступу: [http://www.zpravda.info/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5978:2013-02-23-21-46-12&catid=34:2009-04-14-10-24-35&Itemid=63](http://www.zpravda.info/index.php?option=com_content&view=article&id=5978:2013-02-23-21-46-12&catid=34:2009-04-14-10-24-35&Itemid=63)
6. Центр Разумкова. – Режим доступу: [http://www.razumkov.org.ua/ukr/poll.php?poll\\_id=605](http://www.razumkov.org.ua/ukr/poll.php?poll_id=605)
7. Гончарук О. Ринок земель сільськогосподарського призначення: погляд на проблему потенційних учасників // Ракурс 27.12.2012 р. – Режим доступу: <http://racurs.ua/111>.

Науковий керівник – Козлова Т.В., канд. техн. наук, доцент

УДК 665.777(043.2)

Сімейко К.В.

Інститут газу НАН України, Київ

### ПІРОЛІЗ МЕТАНУ В АПАРАТІ З ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНИМ ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ

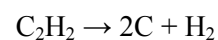
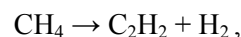
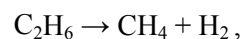
Стаття присвячена процесу піролізу метану в апараті з електротермічним псевдозрідженим шаром. Метою проведення піролізу метану є утворення водню і осадження піровуглецю на частинках кварцового піску. Навуглецьований кварцовий пісок в подальшому використовують для карботермічного відновлення з метою одержання високо чистого кремнію.

Водень є енергетично вигідним (теплота згоряння 285,75 МДж/моль) і екологічно чистим енергоносієм, так як при його спалюванні утворюється вода, а також використовують водень у якості відновника в металургії. Високочистий кремній – основний елемент при виробництві фотоелектричних перетворювачів і твердотільних електронних приладів. Активно розвивається використання кремнію у вигляді тонких плівок кристалічної та аморфної структури на різних підкладках, а також широко застосовується як напівпровідник в електроніці.

В Інституті газу НАН України створена установка для нанесення піровуглецю на частинки кварцового піску. В установці використана технологія електротермічного киплячого шару (ЕКШ). ЕКШ – це шар електропровідних частинок, які знаходяться в псевдозрідженому стані і який обігривається пропусканням через його об'єм електричного струму [1].

Застосування киплячого шару в процесах осадження піровуглецю дозволяє поряд з усіма перевагами осадження з газової фази забезпечувати більш високу швидкість нарощування покриттів і однорідність шару.

Активуючий вплив поверхні і виявляється, перед усім, в ініціюванні молекулярно-радикальних перетворень у газовій фазі в межах киплячого шару за схемою Касселя:



Перед проведенням дослідів були проведені термодинамічні розрахунки процесу піролізу метану, Розрахунки виконані за допомогою програми TERRA в діапазоні температур 298 – 2098 К з кроком 200 К при тиску 1 атм., рівноважний склад продуктів процесу наведено на рис.1.

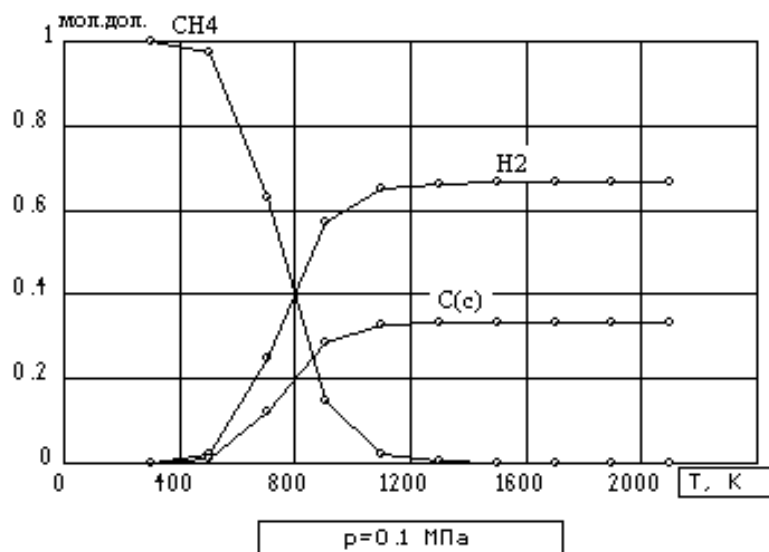


Рис.1 Рівноважний склад продуктів процесу піролізу метану (CH<sub>4</sub>)

За даними графіку на рис.1 температура при якій розпочинається піроліз метану 800 К, повне розкладання метану відбувається при температурі майже 1298 К [2].

Використовуючи [3-4] було розраховано витрату газу на початку псевдозрідження в роботі установки:

$$q = 3600 \cdot w_{\text{псевд.}} \cdot F,$$

де  $q$  – витрата газу,  $w_{\text{псевд.}}$  – швидкість початку псевдозрідження,  $F$  – площа перерізу.

$$w_{\text{псевд.}} = R_e \cdot (v/d),$$

де  $R_e$  – критерій Рейнольдса,  $v$  – в'язкість газу,  $d$  – діаметр частинок.

$$R_e = Ar / (1400 + 5,22 \sqrt{Ar}),$$

де  $Ar$  – критерій Архімеда.

$$Ar = (gd^3/v^2) \cdot ((\rho_m - \rho_g)/\rho_g),$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння,  $\rho_g$  – густина газу,  $\rho_m$  – уявна густина.

$$\rho_m = M_m / V_m,$$

де  $M_m$  – маса частинок,  $V_m$  – об'єм частинок.

Витрата газу на початок псевдозрідження, по розрахунках становить 5,3226 м<sup>3</sup>/год.

Досліди проводилися в реакторі напівпромислової установки з ЕКШ (рис.2) [5].

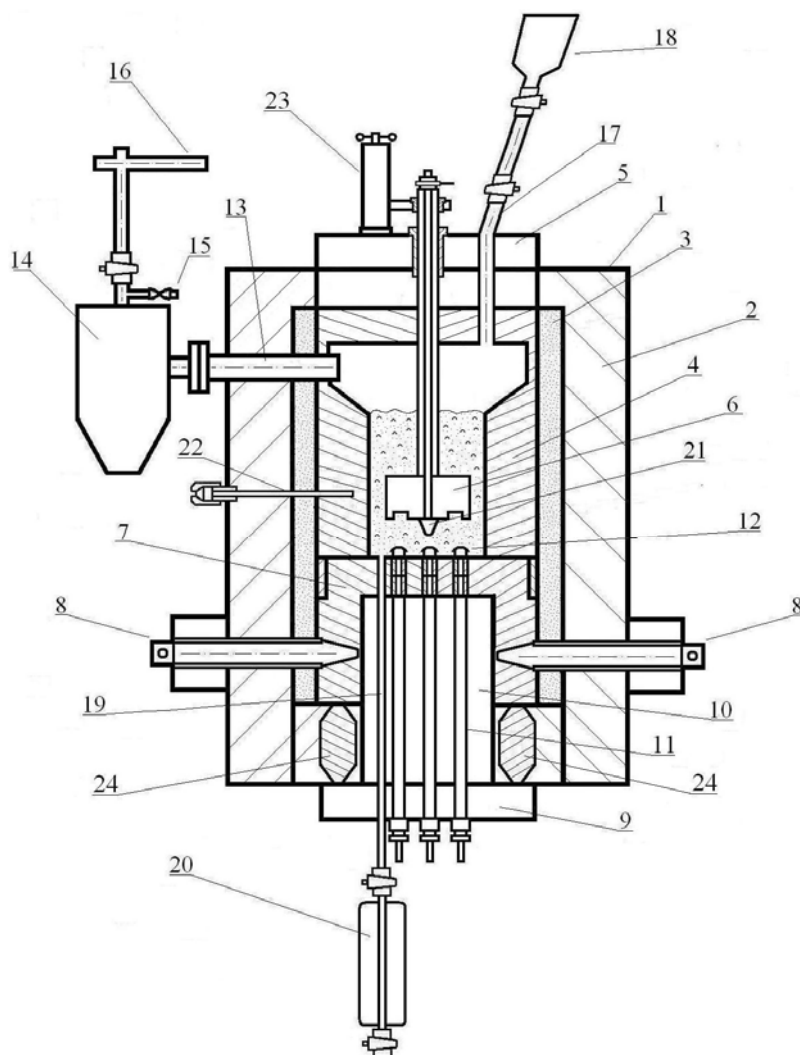


Рис.2 Схема ректора напівпромислової установки з ЕКШ:

1-зовнішній корпус, 2-зовнішня теплоізоляція, 3-внутрішня теплоізоляція, 4-реакційна камера, 5-верхня водоохолоджувальна кришка, 6-верхній електрод, 7-графітовий кожух, 8-нижні електроди, 9-нижня водоохолоджувальна кришка, 10-повітряна камера, 11- газопровідні трубки, 12-газорозподільчі ковпачки, 13-патрубок для виходу газу, 14-очисник, 15-кран для відбору проб газу, 16-патрубок для виходу газу в зовнішнє середовище, 17-труба для завантаження матеріалу, 18-бункер, 19-труба для вивантаження матеріалу, 20-холодильник, 21,22-термопар, 23-механізм для регулювання висоти електроду, 24-підставки

На газовому хроматографі Agilent 6890 N і після проходження реактору, результати був проведений хроматографічний аналіз газу до наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

## Порівняння компонентного аналізу газу

Компоненти	Вихідний газ, % об.	Після піролізу, %об.
CH <sub>4</sub>	93,97	53,52
H <sub>2</sub>	-	37,28
N <sub>2</sub>	2,45	5,39
O <sub>2</sub>	-	0,17
CO <sub>2</sub>	0,05	1,17
H <sub>2</sub> O	0,59	-
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	2,27	0,43
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	-	1,46
Інші вуглеводні:	0,67	0,58
Сума:	100	100

З даних табл.1 можна зазначити утворення 37,28 % водню після процесу піролізу.

Висновки: За даними термодинамічних розрахунків було визначено діапазон температур для проведення піролізу метану з осадженням піровуглецю та виділенням водню. В режимі з робочою температурою 870-900 °С було напрацьовано 50 кг навуглецьованого піску. Розмір частинок кварцового піску 0,1-0,315 мм, витрата газу  $\approx$  11 м<sup>3</sup>/год. Вміст водню у вихідному газі достатньо високий, тому такий газ, який також має високу температуру, може бути використаний у якості відновника в металургії. Одержаний навуглецьований пісок використовується для подальших досліджень технології карботермічного відновлення з метою одержання високочистого кремнію.

## Список використаних джерел

1. Богомолов В.А. Исследование осаждения пироуглерода на частицах в реакторе с электротермическим псевдоожиженным слоем. // Каталитическая конверсия углеводородов. Киев, 1981, №6, с. 28-33.
2. Кожан А.П., Богомолов В.А., Ховавко А.И., Бондаренко Б.И., Семейко К.В. Исследование процесса получения водорода пиролизом углеводородов в аппарате с электротермическим псевдоожиженным слоем. // Журнал «Енерго- та ресурсозбереження», К. № 2, 2012. – 27-30с.
3. Мухленов И.П., Сажин Б.С., Фролов В.Ф. Расчеты аппаратов кипящего слоя. // – Л: Химия, 1986. – 352 с.
4. Гельперин Н. И., Айнштейн В. Г., Кваша В. Б. Основы техники псевдоожижения. // - М: 1967. - 664с.
5. Богомолов В.О., Бондаренко Б.И., Кожан О.П., Семейко К.В. Реактор для піролізу газоподібних вуглеводнів // Заявка на корисну модель № 201303318, пріоритет від 18.03.2013.

Науковий керівник – Кожан О.П., канд. техн. наук



УДК 528.837:528.4 (045)

Ясенев С.О.

Національний авіаційний університет, Київ

**ВИКОРИСТАННЯ НАЦІОНАЛЬНОГО СТАНДАРТУ «ГЕОГРАФІЧНА ІНФОРМАЦІЯ. ЕТАЛОННА МОДЕЛЬ» ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ДЕРЖАВНОГО ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ**

*Проаналізовано деякі проблеми державного земельного кадастру в Україні на сучасному етапі розвитку стандартизації в полі геоінформаційних технологій. Визначено підходи до вдосконалення автоматизації державного земельного кадастру з використанням стандартизованих геоінформаційних сервісів як необхідної передумови розвитку земельних відносин. Приведено модель і схему роботи бази картографічних даних.*

**Постановка проблеми.** Стандарти Міжнародної Організації зі Стандартизації (International Organization of Standardization, ISO) – стають невід’ємною частиною сучасних геоінформаційних технологій. Для виконання та координації робіт зі стандартизації в сфері географічної інформації створено Технічний комітет 103. Пріоритетним напрямком напрямом розвитку стандартизації географічної інформації є гармонізація національних нормативних документів з міжнародними стандартами, зокрема, з 01 липня 2011 року набрав чинності розроблений у 2009 році ТК 103 проект ДСТУ “ISO 19101:2009 – Географічна інформація. Еталонна модель”. В загальному розумінні еталона модель є формою “даних про дані”, що визначають структуру певної предметної області, взаємозв’язки між її елементами та іншими галузями знань, вона описана досить загальними засобами та поняттями і містить інформацію про декомпозицію (взаєморозміщення) знань про певну конкретну галузь [1-3]. У наш час досить гострою є потреба у забезпеченні українського суспільства всіма видами географічної інформації, серед них особливо важливими є геопросторові дані про земельні ділянки всіх форм власності.

Ефективне функціонування автоматизованої системи державного земельного кадастру (АС ДЗК) передбачає створення інфраструктури просторових даних для організацій ДЗК. На сьогоднішній день географічна інформація отримується найрізноманітнішими способами, проте новостворена перебуває, переважно, у цифровій формі, що створює умови для розвитку та різногалузевої реалізації геоінформаційних технологій. При інтеграції даних виникає потреба у приведенні їх до єдиного стандарту – з вступом у дію з 01 липня 2011 року ДСТУ “ISO 19101:2009 – Географічна інформація. Еталонна модель” у нашій державі з’явилась така можливість [4-5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** ДСТУ “ISO 19101:2009 – Географічна інформація. Еталонна модель” встановлює структурований набір стандартів для інформації, що стосується об’єктів та явищ для яких необхідне позиціонування (визначення місця розташування).

Над цією проблемою на даних час працюють такі вчені, як Ю. Карпінський, О. Лященко, А. Третяк, Г. Волошин, В. Степанюк, Л. Чередніченко, А. Юрченко, О. Дишлик, С. Марков. Проблематика удосконалення ведення ДЗК в Україні висвітлена у роботах вітчизняних науковців, таких як А. Вервейко, Р. Возняк, М. Володін, С. Гоштинар, А. Даниленко, Д. Добряк, Т. Євсюков, В. Кулініч, М. Лихогруд, А. Муховиков, Л. Новаковський, М. Ступень, Ю. Щербак, А.Г. Мартин та ін.

Аналіз літератури на тему картографічного забезпечення показав, що найбільш оптимальною моделлю побудови баз картографічних даних (БКД), є геореляційна модель [5-7], котра вже отримала широке розповсюдження. На сьогоднішній день існує ряд проблем створення та функціонування БКД – забезпечення зв’язку математичної основи цифрових карт з координати об’єктів і елементи їх взаємного орієнтування, гнучкість бази картографічних даних, автоматизація, зв’язок з геоінформаційними сервісами, низькі можливості віддаленого доступу та деякі інші [5-8].

**Постановка завдання.** Автоматизація у системі ДЗК необхідна для ефективного і раціонального управління земельними ресурсами нашої країни, ведення обліку, статистики, прогнозування, підтримки податкової та інвестиційної політики держави, обґрунтування розмірів плати за землю та ін., при цьому особливе значення має положення ЗК України про те, що державний земельний кадастр є основою для ведення кадастрів інших природних ресурсів. Створення та

запровадження АС ДЗК, реалізованої в середовищі сучасних інформаційних технологій, забезпечить можливість більш ефективного управління земельними ресурсами, створить всі передумови для вдосконалення системи оподаткування та запровадження системи реєстрації прав власності на землю та іншу нерухомість, забезпечить формування інформаційної інфраструктури ринку землі, розглянемо модель картографічного забезпечення такої системи.

Множину об'єктів, які пред'являються в складі зображення та відрізняються один від одного за своїм інформаційним змістом, характером обробки та візуалізації, позначимо через  $U = \{u_i, i \in I\}$ , де  $u_i$  – елемент вказаної множини об'єктів,  $I$  – множина індексів. Елементу  $u_i$  зіставимо його опис у вигляді кортежу, тобто подамо його у векторній формі:  $U_i = (U_{i_1}, U_{i_2}, \dots, U_{i_n})$ . Для  $n$ -го елементу кортежу запишемо відношення включення  $U_{i_n} \in \text{Dom}(A_{i_n})$ . Тут  $A_{i_n}$  – ім'я атрибуту, що відповідає  $n$ -му елементу кортежу, а  $\text{Dom}(A_{i_n})$  – область значень атрибуту з ім'ям  $A_{i_n}$ . Атрибути відображують властивості об'єктів зображення. Звичайно всі об'єкти поділяють на два класи: статичні  $S$  й динамічні  $D$ :  $U = S \cup D$ .

Слід зазначити, що з позиції комп'ютерної графіки такий розподіл умовний, оскільки карта може переміщуватися, змінюється взаємне розташування її елементів (наприклад, при масштабуванні чи зсуву центру). Серед множин об'єктів  $U$  (або в його підмножинах  $S$  і  $D$ ) виділимо об'єкти трьох типів (класів): тематичні  $T$ , графічні  $G$  та просторові  $P$ . Тематичні дані характеризують смисловий (семантичний) зміст інформації, графічні складають мову відображення, яка використовує умовні знаки та природну мову; просторові дані відображають геометричну структуру графічної моделі. Відповідний розподіл вихідної множини об'єктів на суміжні класи описується своїми підмножинами атрибутів. Суміжні класи  $T$ ,  $G$  й  $P$ , за означенням, не перетинаються:  $T \cap G \cap P = 0$ . Вони складають інфологічну основу бази даних комп'ютерної графіки. Ці об'єкти проєктуються на графічну модель  $G$ , до складу якої входять відповідні графічні елементи (образи тематичних об'єктів).

Прив'язка елементів (розташування й орієнтація) здійснюється за допомогою просторової моделі даних  $P$ . Для цього в  $G$  вводиться регулярна (координатна) сітка в земній системі координат (у ній будується картографічна проєкція

глобальної системи координат). На тематичній множині об'єктів  $T$  задано набір правил та визначено механізм відбору об'єктів [9-10].

**Виклад основного матеріалу.** Архітектура АС ДЗК наступна: дані підрозділяються на базу метаданих та центральне сховище даних. База метаданих зберігається у файлах метаданих формату XML і, паралельно, у вигляді таблиць центрального сховища даних, з можливістю редагування, перегляду і пошуку даних, виводу звітів, карт, схем тощо. У центральному сховищі даних зберігаються просторові й семантичні дані основних реєстрових об'єктів системи. Використовується єдина система ідентифікації об'єктів, а також ведення їх історії та аудиту з можливістю виконання просторового аналізу.

В рамках цієї системи на основі різних джерел створюється єдина картографічна основа, всередині якої виділяють три рівні за ступенем наявності просторової складової (Рис. 1).

1) Рівень цифрової картографічної основи – загальний.

2) Рівень незалежних тематичних шарів і карт, які мають власне графічне опис, межі яких повинні бути узгоджені з межами базових просторових об'єктів – кадастрові плани та чергові кадастрові плани

3) Рівень додаткових функціональних ознак. На цьому рівні не утворюється нових об'єктів з «самостійною» координатною прив'язкою, а відповідні тематичні карти будуються після застосування процедури геокодування – рівень індексних карт.

Функціонування АС ДЗК повинно базуватись, з одного боку, на принципах ведення кадастру, а з іншого - на загальносистемних принципах побудови сучасних автоматизованих інформаційних систем. При створенні системи повинні бути реалізовані також принципи, які відображають специфіку системи, що полягає в її функціональному призначенні, а також в інтеграції семантичної та просторової інформації про об'єкти автоматизації. Крім того, повинні бути враховані принципи побудови автоматизованих систем з розподіленими базами даних та мережевими, в тому числі Internet, технологіями забезпечення клієнт-серверної взаємодії віддалених користувачів системи з локальними (базовими), регіональними та централізованими базами даних державного земельного кадастру.

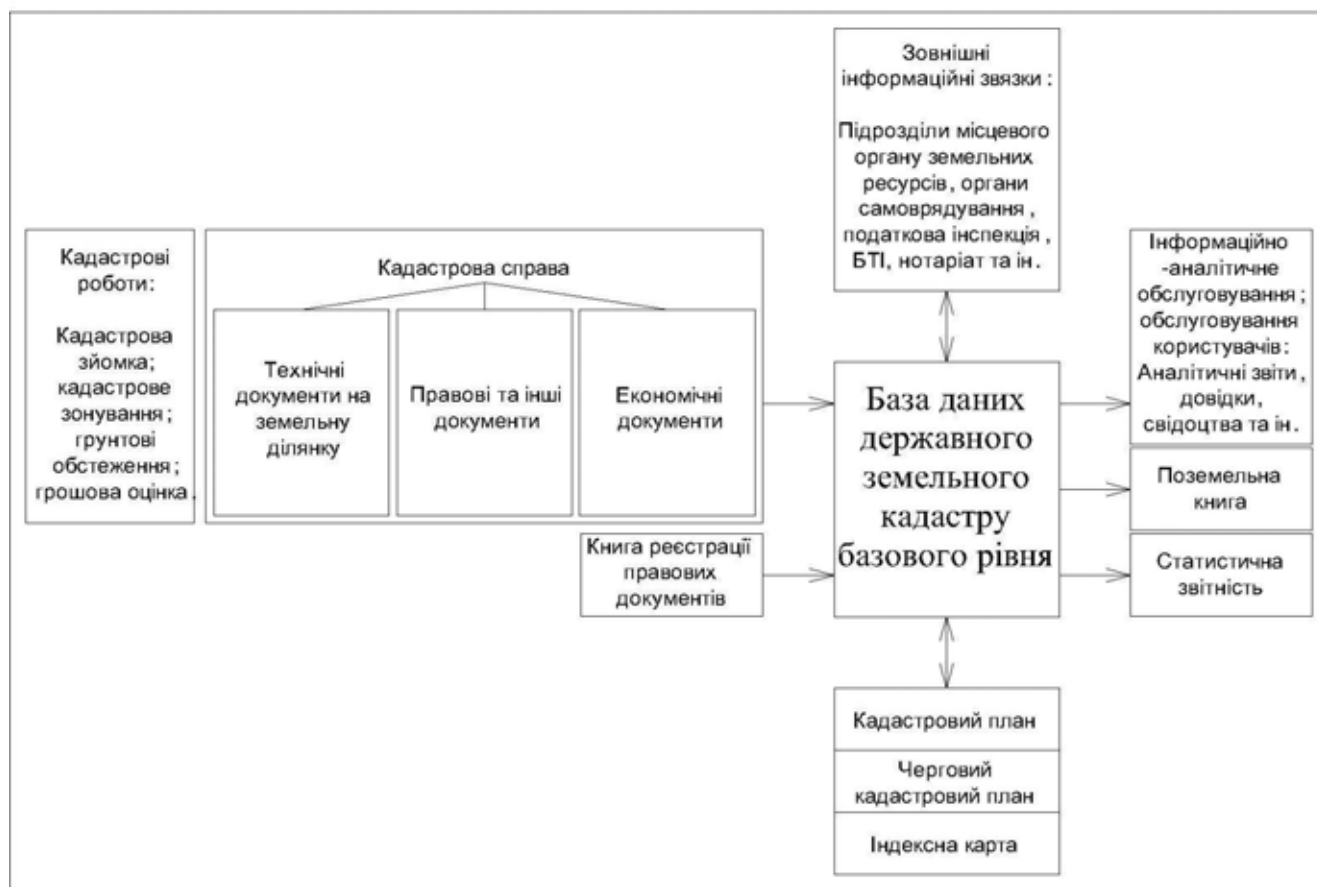


Рис. 1. База картографічних даних ДЗК

Структура – ієрархічна трьохрівнева територіально розподілена до складу якої входять:

- АС ДЗК базового рівня (Рис. 1)
- АС ДЗК регіонального рівня
- АС ДЗК національного рівня .

Розробка спеціалізованих сервісів географічної інформації дозволить створити єдиний геоінформаційний простір у ДЗК, що підвищить швидкість, точність, оперативність, інформативність, достовірність робіт, сприятиме законності при оформленні документів на земельні ділянки, встановленні межових знаків при цьому необхідне високорівневе подання географічної інформації, яке містить такі основні компоненти: набір даних, прикладна схема, набір метаданих, геоінформаційні сервіси – комп’ютерні програми, які працюють з географічною інформацією, що міститься в наборах даних. Ці сервіси забезпечують доступ до даних, звертаються до інформації в наборі метаданих для коректного виконання пошукових операцій, а також для операцій маніпулювання та перетворення [4-8, 11].

Набір даних повинен містити таку інформацію:

- 1) об’єкти та їх атрибути, взаємозв’язки між ними
- 2) опис просторових аспектів об’єктів
- 3) опис положення просторових об’єктів у просторі і часі із застосуванням одиниць вимірювання у певній системі відліку
- 4) опис семантичної структури набору даних
- 5) каталог об’єктів
- 6) набір метаданих та його структуру (визначено ISO 19115)

Один з розділів ДСТУ “ISO 19101:2009 – Географічна інформація. Еталонна модель” – “Адміністрування”, передбачає опис принципів якості наборів географічних даних, їх опис та опис метаданих з каталогами об’єктів. Ця група охоплює і просторову прив’язку географічних об’єктів. В ній слід виділити таке поняття, як “доменна еталона модель” – модель, що покликана забезпечити високорівневий опис та подання структури і змісту географічної інформації (описується з використанням графічних позначень уніфікованої мови моделювання – UML) [4, 5, 11]. Вона містить такі основні концепти: набір

даних, прикладна схема, набір метаданих, геоінформаційні сервіси, наприклад: сервіси оброблення. Сервіси оброблення – спеціалізований клас, що стосується оброблення географічної інформації. В ISO 19116 наводиться приклад сервісу оброблення. Серед інших прикладів – сервіси для перетворення координат, перетворення одиниць вимірювань та конвертації форматів. Проте, не кожен сервіс повинен змінюватись або бути спеціалізованим з метою його використання для оброблення географічної інформації. Різні стандарти ISO 19100 вказують на те, чи належить сервіс до сервісів загальних інформаційних технологій, чи він спеціалізований для географічної інформації [1, 5, 11].

Невід’ємною частиною є створення концептуальної моделі на етапі проектування, що базується на аналізі потреб користувачів, розумінні предметної області. При формуванні предметної області для опису і реєстрації земельної ділянки можемо проаналізувати інформацію з інструкції [12] і виділити такі об’єкти, як:

- 1) місце розташування земельної ділянки
- 2) відомості про власника
- 3) відомості про оренду (суборенду)
- 4) документальне засвідчення прав на конкретну земельну ділянку
- 5) точки повороту меж земельних ділянок
- 6) відстані між точками повороту меж
- 7) дані про знаки (межові, репери та ін.)
- 8) інформація про виконавця геодезичних робіт
- 9) інформація про суміжні ділянки, їх власників
- 10) метадані

Необхідно відзначити наступні особливості застосування ГІС у цій області:

- велика кількість різноманітного програмного забезпечення, яке використовується в організаціях, що займаються землевпорядкуванням, кадастром, геодезичними роботами на місцевості: використовуються ГІС MapInfo, ArcView, AutoCAD, Інвент-град, Digitals тощо;

- поряд з „серверними” чи „настільними” ГІС використовуються невеликі програми для математичної обробки геодезичних вимірювань, складання землевпорядної документації, ведення кадастрових баз даних тощо;

- певна диференціація на програмні засоби, що використовуються для геодезичних робіт, з одного боку, і ГІС, з іншого;

- використання у ГІС місцевих координатних систем – „міських”, „обласних” тощо.

Звернемо уваги на окремі аспекти використання геоінформаційних систем та даних дистанційного зондування, у першу чергу космічних знімків, для вирішення завдань управління земельними ресурсами: оновлення (актуалізація) картографічної основи, що використовується для складання карт земельних ресурсів та обґрунтування проектів використання земель, будівництва. Використання ГІС-технологій та сучасних даних аерокосмічних зйомок дозволяє складати цифрові моделі місцевості (ЦММ), які й повинні стати єдиною та сучасною картографічною основою для всієї картографічної та землевпорядної документації. ЦММ містить більше інформації, ніж стандартні паперові топоплани чи топокарти, крім цього ці інформація знаходиться у формі, зручній для комп’ютерної обробки, придатній для створення цифрових моделей рельєфу або ортофотопланів, статистичної обробки даних по території. Приклади реалізації ГІС показують, що навіть „настільні” ГІС пакети сучасного рівня для персональних комп’ютерів дозволяють оперувати значними обсягами інформаційних ресурсів та вирішувати складні аналітичні задачі.

**Висновки.** Зазначені підходи дадуть можливість своєчасно надавати повну й достовірну інформацію державним установам, органам місцевого самоврядування, податковим адміністраціям, юридичним і фізичним особам щодо земельно-кадастрової інформації, стану сплати земельного податку. А це, в свою чергу, дозволить підвищити ефективність управлінських рішень в сфері регулювання земельних відносин на місцевому рівні. Дослідження цих аспектів, безумовно, має стати підґрунтям для нових наукових розвідок.

Отже, розвиток геоінформаційних технологій на сучасному етапі сприяє удосконаленню структури даних об’єктів ДЗК. Це створює умови для якісного представлення геопросторових даних з використанням об’єктно-орієнтованого підходу та мови UML. Використання ДСТУ “ISO 19101:2009 – Географічна інформація. Еталонна модель” відкриває нові можливості для фахівців із землеустрою та геоінформаційних систем, з’явилася можливість реального розвитку національної системи геоінформаційних технологій, досягнення їх інтероперабельності, оперативного внесення змін у базу даних ДЗК.

## Список використаних джерел

1. *ДСТУ ISO 19101:2009* – Географічна інформація. Еталона модель – Держспоживстандарт. – К., 2009. – 58 с.
2. *ISO/IEC 10746-1:1998* Інформаційні технології. Відкрита система розподіленої обробки. Еталона модель: Огляд.
3. *ISO/IEC 7498:1996*, Information processing systems – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model [ITU-T Rec. X. 200 (1994)].
4. *Карпінський Ю.О.* Географічна інформація: еталона модель – перший основоположний національний стандарт, гармонізований з міжнародними стандартами серії ISO 19100 / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. 2010. – вип. I (19). С. 198–203
5. *Щербак Ю.В.* Концептуальна модель структурних відношень при встановленні меж земельної ділянки // Разработка рудных месторождений. – Вып. 94, 2011. – С. 114 – 116
6. *М.И. Лысенко* Организация информационных хранилищ для многослойных картографических изображений / М.И. Лысенко, Е.В. Малахов // Тр. Одес. политехн. ун-та. – Одеса, 2002. – Вып. 1. – С. 57–64.
7. *Мартин Дж.* Организация баз данных в вычислительных системах / Мартин Дж. – М.: Мир, 1980. – 662 с.
8. *Карпінський Ю.О.* Формування національної інфраструктури просторових даних – пріоритетний напрям топографо-геодезичної та картографічної діяльності / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко // Вісник геодезії та картографії. 2001. – № 1. С. 65–73.
9. *Васюхін М.І., Капитик О.І., Касім А.М., Креденцар С.М.* Методи організації динамічних сцен в геоінформаційних комплексах оперативного управління // Вісник ХНТУ. - 2007. - №4. - С. 72-76
10. *А.М Касім, М.М. Касім, С.О. Ясенев* Модель динамічної сцени повітряної обстановки // НАУКО-ЄМНІ ТЕХНОЛОГІЇ: Матеріали н.-т. к. студентів та молодих учених. – К.: «НАУ-друк» 2011. - С.60
11. *Мартин А.Г.* Проблемы государственного земельного кадастра в Украине // Землеустрій і кадастр, № 2. – 2010. – С. 15–49.
12. *Інструкція* про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками: Нормативно-правовий акт Державного комітету України із земельних ресурсів №376 від 18 травня 2010 року.

*Науковий керівник – Чубко Л.С. канд. фіз.-мат. наук, доцент*

УДК 72.012:725.515 (043.2)

Бригинець І.Б.

Національний авіаційний університет, Київ

## ЗАСТОСОСУВАННЯ ТАКТИЛЬНОСТІ В ДИЗАЙНІ САНАТОРІЇВ

*Стаття присвячена питанням аналізу та визначенню об'єктів застосування тактильності в дизайні інтер'єрів санаторіїв. В ході дослідження було виведено типологію об'єктів для застосування тактильних характеристик поверхонь і визначено їх естетичний і фізичний вплив на суб'єкт сприйняття.*

Постановка проблеми. В останні роки стало популярним питання оздоровчого туризму, як у нашій країні так і за кордоном. В зв'язку з цим відбувається підвищення вимог до сервісу і, як наслідок до дизайну такого типу закладів. З розвитком суспільства, його цивілізованістю та прагненням корисного проведення дозвілля, все більше зростає популярність санаторіїв, які задовольняють потреби у оздоровленні та відпочинку, отриманню нових вражень. Вдале планування, функціональне зонування, оригінальний дизайн, розмаїття лікувальних та оздоровчих властивостей і пошуки нових шляхів в дизайні підвищує конкурентоспроможність та попит лікувально-профілактичних закладів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проектування санаторіїв раніше було досліджено в працях по архітектурному та інженерному проектуванню, зокрема основи викладено у книзі Е.Нойферта [5]. Досліджується розвиток теорії та практики будівництва санаторіїв та курортних споруд в радянський час. Загалом минулі та сучасні досліди були здебільшого пов'язані з архітектурою та будівництвом, і мало уваги приділяється саме дизайну внутрішнього простору. Чарльз Спенс, професор Оксфордського університету досліджував тактильність у своїх публікаціях [6]. З описаних оздоровчих якостей, тактильні та сенсорні властивості не розглядались.

Постановка завдання. Дослідити особливості застосування тактильних характеристик різних поверхонь в санаторіях, визначити їх вплив на

сприйняття дизайну та вплив на загальний оздоровчий ефект.

Основна частина. В нинішніх економічно-торгових умовах в суспільстві, для закладів оздоровчого туризму є важливо бути конкурентоспроможними. Основним засобом в досягненні цього є системний підхід до проектування, як його естетичних якостей так і практичних функцій. Дуже важливо, коли санаторій персоніфікує собою ідею, що поєднує його естетичні, технічні, фізичні й інші специфічні можливості по обслуговуванню клієнтів. Поява нових запитів в дизайні санаторіальних комплексів і наявність новітніх матеріалів і технологій дає можливість реалізації нових конструкторських ідей у сфері створення штучного середовища для оздоровлення й відпочинку людей.

Застосування тактильних властивостей доцільно використовувати лише в тих групах приміщень, де передбачається перебування відвідувачів та клієнтів закладу. Групи приміщень в лікувально-профілактичних та оздоровчих закладах за функціями можна умовно розділити на такі: адміністративні, прийомні, спальні, господарчі, технічні, призначені для прийому та приготування їжі, лікувально-діагностичного призначення, оздоровчо-реабілітаційні, культурно-масові, розважальні, та інженерного обслуговування. Вони відносяться до громадських закладів, що передбачає наявність на території одночасно великої кількості людей. Саме тому важливо створити обстановку, яка сприяє розслабленню та посилює оздоровчий вплив.

Таблиця №1.

Класифікація груп приміщень з доцільністю використання тактильних (сенсорних) поверхонь

Класифікація груп приміщень з доцільністю використання тактильних (сенсорних) поверхонь		
Доцільно	Посередньо	Не доцільно
Спальні, номерний фонд, лікувально-діагностичного призначення, оздоровчо-реабілітаційні	Адміністративні (прийомні), культурно-масові, розважальні	Господарчі, призначені для приготування та прийому їжі, інженерного обслуговування (технічні)

Стимулювання тактильних рецепторів здатне створювати лікувальний та оздоровчий ефект, за допомогою мікромасажу та стимулювання тактильних вражень від дизайну також. З класифікації випливає, що особливу увагу при проектуванні приміщень, що мають тактильні властивості поверхонь, слід приділити таким блокам, як спальні блоки, лікувально-діагностичні, оздоровчо-реабілітаційні, культурно-масові, розважальні. Несподівані комбінації матеріалів, поверхонь та технологій формують нову високотактильну та тривимірну мову в дизайні. Характерний для сучасності міждисциплінарний підхід дозволяє об'єднати естетику з технологіями та фізичними процесами, поєднання поверхонь з різними об'єктами.

Чарльз Спенс, доктор філософії, ведучий експериментальний психолог Оксфордського університету, каже що ми живемо в часи сенсорного голоду в суспільстві, тактильний дефіцит може мати пагубні наслідки для здоров'я та фізичного благополуччя[6]. Це потребує створення нового сенсорного середовища. Існує зростаюче переконання, що для того щоб не відчувати негативних переживань, потрібно в доповнення тактильних аспектів середовища, заповнювати їх текстурованими поверхнями, які можуть ефективніше стимулювати тактильні відчуття.

Дефіцит тактильних відчуттів в основному відчувають люди, які довгий час живуть в місті, діти, що потребують розвитку тактильних відчуттів та моторики, люди літнього віку та люди з обмеженими можливостями. Тактильно-сприятливими матеріалами призначеними для оздоблення інтер'єрів санаторію є такі як дерево, камінь, текстиль, а також пластик. За допомогою пластику є можливим відтворення будь-яких рельєфних поверхонь. Дана якість може використовуватись для облаштування кімнат з різним призначенням, для різних людей, пристосовуючись до їх суб'єктивних вражень та відчуттів. Основні поверхні для застосування рельєфних тактильних поверхонь – це підлогові покриття, сидіння та підлокітники, меблі для сидіння, перила та поручні, тобто поверхня з якими частіше всього відбувається сенсорний контакт.

Тактильні властивості можуть впливати на ряд факторів в дизайні – образні, естетичні, фізичні, технологічні, експлуатаційні, екологічні, інформаційні.

Характер фактурності та рельєфу матеріалу може впливати і на образність об'єкту в цілому, ставати вагомим фактором при моделюванні

форми та її трансформації у ході вирішення питань про технологічний аспект. Комбінування дизайнером різними поверхнями, матеріалами та рельєфами дозволяє більш широко виразити його відношення до дійсності, підсилити емоційність сприйняття об'єкту, відіграти роль в цілісності та закінченості образності, відобразити багатозначність структури і їх органічну єдність.

Естетичні суб'єктивні погляди дизайнера багато в чому визначають характер модельованого об'єкту дизайну. Вирішуючи характер майбутнього предмету, дизайнер також визначає засоби та принципи для досягнення поставленої мети. Основними елементами дизайну і його реалізації є простір, форма, лінія, фактура, колір та світло. Всі перелічені фактори є засобами створення естетичного об'єкту. За допомогою цих же елементів відбувається і гра на тактильному сприйнятті, що також підсилює естетичний емоційний вплив. Фактура та рельєфність головні складові забезпечення позитивного чи негативного тактильного впливу. Також вони є важливими чинниками у сприйнятті, оскільки діють як на сенсорному так і на візуальному рівнях. Фактура багато в чому може впливати на створення певного настрою в середовищі, роблячи його або більш холодним чи теплим. При проектуванні санаторію ці фактори не завжди враховуються і вдало використовуються.

Багато якостей об'єктів із застосуванням тактильних властивостей залежать від фізичних характеристик матеріалів. Фізика, в прямому сенсі, - це фундамент, на якому базуються найважливіші основи та властивості моделювання об'єктів. Знання основ фізики та властивостей матеріалів допомагає визначити якість проєкту на всіх стадіях проектування, по декільком основним групам критеріїв 1). Комфортність та функціональність; 2). Надійність та довговічність; 3). Виразність, масштабність, пластика; 4). Економічна ефективність;

Технологічність виробів визначає відповідність вимогам виробництву та експлуатації, і в цьому відчувається відповідний зв'язок з вищезазначеним фактором. Впевненість в доцільності використання конструкцій чи матеріалів (ща дає знання фізико-механічних властивостей), дає впевненість в результатах роботи, дозволяє повніше виразити замисел. Кожен матеріал сам по собі має совою фактуру, вагу, щільність, в'язкість, пружність та інше. Та тільки дизайнер відкриває в матеріалі естетичні якості. Але більшість характеристик поверхонь є відносними і в

кінцевому розрахунку визначаються комплексом складних факторів, значенням матеріалу в композиції виробу, його обробкою та формою, сферою застосування.

Це ж саме можна казати і про експлуатаційний фактор застосування. До експлуатаційних факторів відносяться насамперед фактори середовища, які існують незалежно від специфіки конструкції об'єкту. В санаторії зокрема середовище може бути сухим чи вологим, агресивним чи інертним, що потрібно також врахувати при проектуванні. По своїм конструктивним особливостям і функціональному призначенню тактильні поверхні, вироби та об'єкти можуть піддаватись ударним та стираючим зусиллям. Періодичному та безперервному впливу теплових, вібраційних чи інших навантажень. В таких умовах фізико-хімічна зношувальність поверхонь значно прискорюється навіть в малоагресивному середовищі. Згідно потребується використання матеріалів із застосуванням тактильності, які б мали антикорозійні, вогнетривкі, атмосферостійкі, зносостійкі та інші властивості, залежно від аналізу впливів. Для санаторіїв, де негативний вплив має посередній характер доцільним буде використання матеріалів нахшталт пластиків, резини, металу, дерева та за допомогою цих матеріалів створювати фактурність та рельєф об'єктів. Важливо прагнути до такої організації матеріалів, при якій він використовувався б найкращим чином для кожного конкретного випадку, відповідав би формі та призначенню предмета устаткування.

Актуальність проблеми екологізації сучасного дизайну визнаний в усьому світі, а оскільки матеріали являються основним засобом у досягненні цього, що формують комфортність та екологію штучного оточуючого середовища. Ця проблема має велике значення у розвитку проектування санаторіїв в умовах масової урбанізації.

Інформаційність в дизайні є художньо-технічне оформлення і представлення різноманітної інформації із врахуванням ергономіки, фун-

кціональних можливостей, психологічних критеріїв сприйняття людиною, естетики візуальних форм представлення інформації і деяких інших факторів. В інформаційній сфері дизайну традиційні і нові принципи дизайну застосовуються до процесу перетворення складних і не структурованих даних в ціннісну інформацію. Засоби донесення інформації здійснюються за допомогою візуальних зображень, кольорів, символів та знаків. Все це є способами візуальних комунікацій. Особливістю використання тактильності є наявність комунікативних та інформаційних якостей в межах сенсорного освоєння та пізнання дійсності. На інших рівнях сприйняття також відбуваються комунікації, але саме тактильність є складовою дизайн-комунікацій. Тактильність є головним при інформативності для людей з обмеженнями зору, що безперечно також має місце в проектуванні громадських закладів, зокрема лікувально-оздоровчих закладів.

Таким чином проаналізувавши всі фактори застосування тактильності на певних об'єктах та умовах, їх виконання із урахуванням вищезазначених характеристик можна виділити окремо поверхні та матеріали, використання яких буде доцільним при проектуванні санаторіїв та інших оздоровчо-лікувальних закладів.

Для класифікації використання матеріалів та тактильних властивостей їх поверхонь, умовно розділимо групи приміщень санаторія на три групи. До першої групи належать: спальні, номерний фонд, лікувально-діагностичного призначення, оздоровчо-реабілітаційні. Друга група: адміністративні (прийомні), культурно-масові, розважальні. Третя група: господарчі, призначені для приготування та прийому їжі, інженерного обслуговування (технічні). Також виділимо основні матеріали - це дерево, скло, камінь, пластмаса, метал, текстиль та папір. Перелічені матеріали йдуть в порядку зменшення доцільності використання в таблиці.

Таблиця №2.

## Класифікація доцільності використання поверхонь у проектуванні санаторіїв

	Доцільно	Посередньо	Не доцільно
1. Група приміщень	Дерево, пластик, текстиль	Камінь, скло, папір	Метал (якщо він в пріоритеті)
2. Група приміщень	Пластик, дерево, камінь, метал	Текстиль	Папір, скло
3. Група приміщень	Камінь, метал, пластик	Дерево	Скло, текстиль, папір



З даної класифікації випливає, що доцільність використання того чи іншого матеріала залежить не тільки від його тактильних властивостей. Було враховано експлуатаційні, конструктивні, фізичні та інші фактори. При виборі матеріалу дизайнер, як правило керується власним досвідом та аналізує їх якості на суб'єктивному рівні сприйняття. Дана класифікація дозволяє більш чітко зрозуміти матеріал.

Таким чином виходить, що в приміщеннях які розраховані на відвідувачів закладу можуть використовуватись матеріали з більш м'якими тактильними властивостями ніж в приміщеннях розрахованих на обслуговуючий персонал. До другої та третьої груп належать ті групи приміщень, де тактильність може не застосовуватись взагалі або застосовуватись частково. Оскільки застосування різnorodних поверхонь та їх комбінацій потребує спеціальних розрахунків для кожного конкретного випадку то застосування їх у приміщеннях технічно-функціональних є не доцільним. Це виявляється ще також і в умовах експлуатації, навантаженні, пропускнуздатності, стирання, гігієнічності та інших агресивних факторах.

Щодо першої групи приміщень, варто зауважити їх призначення. Адже головною ціллю є створення максимально комфортних, розслаблюючих та оздоровчих умов для перебування людини. Тактильність поверхонь з поміж інших груп, тут відіграє найважливішу роль. Вона покликана доповнювати оздоровчий та лікувальний ефект від перебування, мати терапевтичну дію на психологічний та фізичний стан людини. Тим самим задовольняючи і її естетичні потреби на двох рівнях – на візуальному та сенсорному. З матеріалів, що доцільно використовувати для груп приміщень, де клієнт буде найбільше взає-

модіяти з різного роду поверхнями, приведені в Таблиці №2 матеріали можуть зазнавати трансформацій форм взагалі та структурності фактури. Найвдалішими для цього матеріалами є дерево, пластик та текстиль. Дані матеріали можуть легко піддаватись деформації задля отримання потрібних форм, а також використовуватись майже на всіх об'єктах наповнення та оздоблення приміщень.

Висновки: 1. Застосування тактильних поверхонь здатне покращити лікувальний та оздоровчий ефект шляхом стимулювання рецепторів та мікромасажу поверхні тіла. 2. Різнорельєфні та фактурні об'єкти в поєднанні із вдалим дизайном підвищують загальне враження від закладу та роблять його більш конкурентоспроможним та популярним серед відвідувачів. 3. При проектуванні санаторіїв з використанням тактильних характеристик матеріалів слід враховувати ряд факторів, таких як образні, естетичні, фізичні, технологічні, експлуатаційні, екологічні та інформаційні.

#### Список використаних джерел

1. Арнхейм Р. Новые очерки по психологии искусства. Пер. с англ./Р. Арнхейм.- М.: Прометей, 1994. - 352 с.
2. Епштейн М. Новое сектанство/М. Епштейн – М.: Бахрах, 2005. – 256с.
3. Иттен И. Искусство формы: Пер. с нем. – М.: Изд. Д. Аронов, 2004. – 136 с.
4. Лахтин Ю.М., Материаловедение/ В.П. Леонтьева– М.: "Машиностроение", 1980 – 493 с.
5. Нойферт Э. Строительное проектирование/ - М.: Стройиздат, 1991.
6. Інтернет-адреса Оксфордського університету. Англія. <http://www.ox.ac.uk>. Last updated 24 Sep 09.
7. Oxford University Press. <http://icmi.cs.ucsb.edu/>

УДК 338:12(045)

Буравська А.Р.

Національний авіаційний університет, Київ

## ФОРМОУТВОРЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЛОГОТИПУ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНІЧНИХ ПЕРЕТИНІВ

*У статті були розглянуті найбільш поширені елементи логотипів, які при комп'ютерному проектуванні можна отримати за допомогою конічних перерізів. Для аналізу їх формотворної ролі у створенні логотипу були підібрані знаки, в яких точка, пряма, пара пересічених прямих, еліпс, коло, парабола, гіпербола і перспективніе зображення кола грають домінуючу з точки зору композиції та естетичного сприйняття роль.*

Постановка проблеми. Більшість сучасних логотипів являють собою композицію з різних елементів. Залежно від переданої інформації, створеного образу, один і той же геометрично освічений елемент може відігравати головну або другорядну формоутворювальну роль. Обмеженість часу для розгляду логотипу вимагає особливого підбору композиційних засобів виразності і способу передачі інформаційного повідомлення.

Аналіз досліджень і публікацій. Попередні дослідження формотворення логотипів можна розподілити за наступними напрямками: образотворча сторона логотипів; геометричне створення різних художніх образів, що включають логотипи, у площинному зображенні; закони і принципи використання теорії композиції при створенні об'єктів дизайну. Найбільш відомі праці охарактеризовано нижче.

У праці Веркмана Д.К. [5] фундаментально досліджено поняття товарного знаку, функції які він виконує, окремо проаналізовано засоби передачі інформації в логотипах та формули їх комбінацій. Автор наводить класифікацію характеристик виробу, інформація про які може бути закладена в логотип. Дослідження психології сприйняття товарного знаку включає мовні та культурні аспекти, наведено схеми аналізу сприйняття логотипів в залежності від закладеного в них способу передачі інформації. Також автор наводить особливості запам'ятовування та відтворення логотипу, виведені на основі статистичних досліджень різних вікових та культурних прошарків населення.

Ельбрюн [10] проаналізував створення, розвиток і управління логотипами організацій, як складною системою знаків ідентифікації та впізнавання. Він розглядає логотип з точки зору типології знаків семіотики, заснованої Ч.Пірсом, включаючи його до системи засобів візуальної

ідентифікації. За Ельбрюном логотип являє собою інформаційну модель, яка лаконічно представляє великий обсяг даних про продукт, послугу та компанію та сприяє комунікації не тільки виробника зі споживачем, а і працівників фірми між собою.

Михайленко В. Є. та Яковлев М. І. [9] розглядають геометричні передумови формотворення знаково-символьних об'єктів графічного дизайну відповідно до системи візуальної культури, а також геометричні засоби проектування логотипів. Проведений авторами порівняльний аналіз геометричної морфології найкращих фірмових і товарних знаків дозволяє побачити загальну картину сучасного стильового формотворення, а також кількісні співвідношення між собою знаків певної геометричної форми.

У праці Д. Джонстона «Letterhead and Logo design» представлена підбірка логотипів, класифікована за особливостями їх дизайн-проекування в залежності від сфери застосування [3].

Крашенніков В.Н. у своїй праці «Товарные знаки. Теория и практика проектирования» [8] пропонує поетапну методику системного проектування логотипів, яка включає в себе засоби гармонізації композиції товарних знаків. В одному із розділів він розглядає геометричні основи формотворення товарних знаків на основі простих геометричних елементів (крапка, лінія), плоских кривих, замкнених кривих та прямих ліній. Додатково автор виводить шкалу оцінки результатів проектування.

У своїй роботі «Товарные знаки и бренды» Коник Н.В., Малуев П.А., Пешкова Т.А. наводять власну класифікацію видів товарних знаків в залежності від їх форми, змісту, зображених мотивів, способу передачі інформації та безпосередньо форми подачі логотипу [7]. Автори вперше включають до видів товарних знаків динамі-

чні (рухомі) знаки, знаки із використанням світлових, звукових, пластичних та інших ефектів.

Мета даної роботи полягає у дослідженні формоутворення складових елементів логотипу за допомогою конічних перерізів.

У завдання дослідження входить: аналіз існуючих логотипів для виявлення основних формотворчих елементів, порівняння і пошук найбільш ефективних варіантів геометричної побудови виділених елементів, а також аналіз особливостей естетичного сприйняття залежно від особливостей формоутворення логотипу.

Виклад основного матеріалу. У процесі дослідження можливостей комп'ютерного геометричного моделювання логотипів був проведений аналіз формоутворення логотипів сучасних фірм і організацій. На основі статистичного дослідження більше 1000 логотипів з'ясовано, що найбільш поширеними геометрично утвореними елементами в них являються варіації конічних перерізів, до яких можна віднести точку, пряму, пару пересічних прямих, еліпс, коло, параболу, гіперболу, а також перспективні зображення кола. У цілому знаки, що містять одне або кілька конічних перетинів становлять 75% загальної кількості проаналізованих логотипів.

Досліджуючи сприйняття логотипів, отриманих на базі конічних перерізів, можна співвіднести ці дослідження з сприйняттям пучка сонячного світла, проектується на площину.

Домінуючими при створенні логотипів є невироджені конічні перетину, при яких площи-

на перерізу не проходить через вершину конічної поверхні і не є паралельною твірної циліндричної поверхні. Такі перетину використовуються в 66,8% логотипів, з яких еліпс становить 11,9%, парабола 14%, гіпербола 8,9%. Найбільш поширеним серед даного типу конічних перетинів у формоутворенні логотипів є коло - 32%.

Конічні перетини, які розпадаються або виводяться в результаті проходження площини перетину через вершину конічної поверхні або в разі, коли площина перерізу паралельна твірної циліндричної поверхні, включені в 26,6% логотипів. Найчастіше з цього типу конічних перетинів у логотипах застосовується точка (14,8%), потім пересічні прямі (7,4%). У формоутворенні логотипів визначення прямої та лінії збігаються і зустрічаються в 4,4% прикладів.

Перспективні зображення кола включені в 6,6% логотипів з конічними перетинами.

Основою або складовим елементом більшості логотипів є коло, який може бути виражений суцільним або переривчастим контуром, плямою, утворюватися на перетині фігур і т.п. (Рис.1). Багато компаній зображують цей легкий для сприйняття символ сонця, місяця, планети, використання якого сягає корінням в історію культур різних народів. Коло практично не викликає у людини негативних емоцій і асоціацій.

точка	пряма	перетин прямих	еліпс
			
гіпербола	перспективні зображення кола	парабола	коло
			

Рис. 1. Приклади логотипів з використанням елементів, утворених конічними перетинами

Точка у проектуванні логотипів виступає базовим елементом одночасно для геометричних і композиційних побудов. Точка може виступати окремим акцентним елементом або утворювати групи, відображаючи скупчення, розрідження, рух у певному напрямку.

За допомогою прямої підкреслюються певні смислові складові композиції логотипу - напис, акцентний елемент, утворюється напрямок руху, створюється ефект динаміки. Прямі лінії є основними елементами лінгвістичних логотипів, представлених знаками буквено-цифрового характеру. Такі логотипи мають ряд переваг: вони прості в застосуванні, доступні для розуміння, можуть використовуватися в різних випадках, їх можна застосовувати в умовах будь-яких культур. Як самостійний художній елемент логотипу прямі лінії можуть підкреслювати назву або частину зображення, формувати систему знакових вказівок напрямку руху тощо, можуть підкреслити або, навпаки, розділити, створити певну протизвагу.

Для створення ефекту поєднання, досягнення мети в формоутворенні логотипів використовується перетин прямих. Такий спосіб формоутворення часто використовується для створення логотипів організацій та установ, які пишуться своїми традиціями, що віддають перевагу чіткість, лаконічність, ясність. Перетин ліній символізує динамізм, а зміст логотипу часто виражається також в їхньому напрямку і товщині.

Елементи, утворені математично запрограмованими і подібними кривими часто використовуються як базовий елемент шрифтовою написи і / або модульний елемент зображення. Найбільш поширеною серед таких кривих є парабола. Гілка параболи або повне симетричне зображення складають основу логотипів з геральдичної символікою.

Гіпербола найчастіше виступає в ролі повторюваного елемента, наприклад, як частина образу крила. Парабола і гіпербола як формотворчих елементи несуть яскраво виражену пластичну привабливість, а також породжують певну закономірність у їх зоровому сприйнятті. Розум людини асоціативно пов'язує нові образи з уже відомими, тому такі логотипи можуть викликати з підсвідомості обриси рослинного і тваринного світу, оптичні закономірності т.д.

Еліпс в логотипах залежно від образного вирішення може бути виражений контуром або плямою. Ця форма зустрічається як додатковий елемент до інших зображень, рідше як самостій-

ний декоративний елемент у поєднанні з назвою компанії. Образне наповнення даної форми викликає у споживачів асоціації руху по колу або орбіті - кругосвітня подорож, які застосовують у своїх логотипах туристичні та авіакомпанії, а також ілюзію нескінченності, яку часто використовують автомобільні компанії. Форма еліпса є закритою і наділена здатністю органічно вписуватися в контрастні за образною і стильовою характеристикою предметні форми.

Перспективні зображення кола створюють ілюзію динаміки при безпосередньо статичному зображенні; при використанні декількох таких елементів можна передавати напрямок руху.

У більшості випадків кожен з вищенаведених елементів формоутворення логотипів застосовується в поєднанні з іншими формами і шрифтовою написом. Поєднання елементів у різному порядку із зміною їх кількості, положення, розмірів, відстані та інших характеристик утворює широкий спектр можливостей формоутворення логотипів засобами геометрії.

Беручи до уваги те, що логотип в більшості випадків є комбінацією багатьох елементів, освічених і об'єднаних в єдине ціле різними геометричними способами, постає питання визначення ступеня та особливостей естетичного сприйняття логотипу залежно від ступеня його складності.

Сприйняття логотипу по схемі відповідає прямій, що складається з ланок - етапів, першим з яких є концепція і стратегія ідентифікації компанії, товару або послуги, другим - логотип, третім - реципієнт, споживач, четвертий і завершальний етап - конкретна дія.

Геометрична впорядкованість елементів логотипу виступає в ролі його естетичної характеристики і може бути розрахована за відповідними формулами.

Залежно від аудиторії сприйняття відрізняються основні естетичні показники, закладені в логотип. Можна умовно виділити два основні естетичні напрями формування концепції логотипу:

1. Елітарний. Логотипи, утворені на основі такого напрямку, містять прагнення доставити максимум насолоди мінімуму витончених споживачів за рахунок утрудненого впізнавання реального в зображеному. При цьому логотип може приймати форму загадки, або повністю втратити зв'язок з реальним об'єктом. Головним засобом є ускладнення змісту і способу його передачі, що підвищує складність естетичного сприйняття, знижує доступність логотипу, але

значні рецепційні зусилля зумовлюють зростання естетичної насолоди. Естетичну насолоду від такого логотипу можна розрахувати за формулою Г. Айзенка [1]

$$M = O \times C \quad (1),$$

в якій естетична міра (M) - твір впорядкованості (O) і складності (C). Таким чином, інтенсивність естетичного сприйняття і насолоди прямо пропорційна впорядкованості і складності логотипу. Найбільш часто в логотипах даного напрямку використовуються такі елементи як еліпс, парабола, гіпербола.

2. Масовий. У даному напрямку ступінь умовності незначна. Логотип не вимагає інтелектуальних зусиль для свого розуміння за рахунок простоти впізнавання, відповідності реальному об'єкту. Такі логотипи є загальнозрозумілими, але естетично малоефективними: вони доставляють мінімальне задоволення максимальній кількості культурно непередготовлених споживачів. Основним засобом є спрощення змісту та / або способу його передачі, що призводить до полегшення його рецепції, яке в свою чергу веде до зниження естетичної насолоди. Естетичну насолоду для логотипів, створених по даному напрямку, можна розрахувати за формулою Дж. Біркгофа [2]

$$M = O : C \quad (2),$$

по якій естетична міра (M) прямо пропорційна впорядкованості (O) і обернено пропорційна складності (C). Зусилля по зосередженню уваги на обрисах об'єкта збільшуються пропорційно складності розглянутих деталей. Естетична міра є відчуттям цінності, почуттям задоволення, винагородою за напруги уваги. У логотипах масового напрямку переважає використання прямих ліній, точок, окружності.

Дані дослідження близькі по результату до гіпотези Яковлева Н. про пріоритетне сприйняття зображення на площині картини через еліпс. Яковлев проводив свої дослідження на базі теорії іррадіації, викладеної Руубером Г. Подальші дослідження особливостей сприйняття логотипів, створених на базі конічних перерізів, будуть проведені на базі їхніх робіт.

Висновки. Формоутворення, як одна з основних категорій теорії дизайну, є базисом для створення класифікації логотипів, де геометрія формоутворення виступає в ролі класифікуючої ознаки.

У процесі дослідження розроблено класифікацію формоутворення основних композиційних елементів логотипів за допомогою конічних перерізів, яка включає точку, пряму, пару пересічних прямих, еліпс, коло, параболу, гіперболу і перспективне зображення кола.

Визначено зв'язок естетичного сприйняття і геометричних способів формоутворення елементів логотипів, на основі якої виявлено два основних естетичних напрямки сприйняття логотипів: елітарний, в якому переважає використання еліпса, параболи і гіперболи, і масовий, для якого характерне використання прямих, точок і кіл.

#### Список використаних джерел

1. *Birkhoff G. D.* Aesthetic Measure. – Cambridge: Mass. Harvard Univ. Press, 1932. – 144p.
2. *Eysenck H. J.* General Factor in Aesthetic Judgments. – Brit.J.: Psychology, 1941. - №31. - P.94-102.
3. *Johnston D.* Letterhead and Logo design. Creating the corporate image. – Massachusetts: Rockport publishers, 1996. – 194p.
4. *Боумен У.* Графическое представление информации. - М.: Мир, 1971. - 228с.
5. *Веркман К. Дж.* Товарные знаки: содержание, психология, восприятие. – М.: Прогресс, 1989. – 689 с.
6. *Волошинов А.В.* Математика и искусство. – М.: Просвещение, 2000. – 399с.
7. *Коник Н.В., Малув П.А., Пешкова Т.А.* Товарные знаки. – М.: ООО «Изд-во АСТ», 2001. –198 с.
8. *Крашенинников В.Н.* Товарные знаки. Теория и практика проектирования. – М.: Наука, 2005. - 95 с.
9. *Михайленко В. Є., Яковлев М. І.* Основи композиції (геометричні аспекти художнього формотворення): Навч. посіб. 2-е вид. – К.: Каравела, 2008. – С. 106-134
10. *Эльбрюнн Б.* Логотип: Пер. с франц. под ред. С.П. Божук. – М.: ОЛМА ПРЕСС Инвест, 203. – 127с.

УДК 7.012:725.38(043.2)

Русаків І.О., Голяр О.Ю.

Національний авіаційний університет, Київ.

**ДИЗАЙН МАЛИХ АРХІТЕКТУРНИХ ФОРМ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

*Малі архітектурні форми, об'єкти транспортних магістралей і вулиць складають систему об'єднану загальними конструктивними і стилістичними особливостями. Головними умовами ефективності такої системи, є функціональність, універсальність, економічність, легкість і естетична досконалість. Особливістю сьогоднішніх універсальних конструктивних систем для транспорту є застосування сучасних технологій, що вимагає автономності та енергонезалежності об'єктів транспортної інфраструктури.*

Дорожня інфраструктура - це комплекс взаємопов'язаних об'єктів і споруд, що забезпечують функціонування системи транспорту. До неї відносяться елементи облаштування доріг і широкий спектр малих архітектурних форм (МАФ): майданчики для зупинки і павільйони для пасажирів, майданчики відпочинку та спілкування, об'єкти санітарно-гігієнічного призначення, спеціальні майданчики для зупинки і стоянки автомобілів, об'єкти обслуговування та благоустрою, огорожі, обладнання для вуличного освітлення, підсвічування і ілюмінації, велопарковки, декоративні огорожі та турнікети, альтанки, обладнання для активного відпочинку та спорту, турніки і тренажери, дитячі ігрові майданчики, вуличні урни і попільнички, рекламно-інформаційні стійки і дошки оголошень, система інформування, системи покажчиків і носії навігації, система декоративного озеленення, квіткарні та кашпо, діжки, конструкції для вертикального озеленення, місця для сидіння, лавки, лавки, вуличні шезлонги, дивани, шумозахисні й вітрозахисні стіни, обладнання для оповіщення і зв'язку, конструкції для системи відеоспостереження, оповіщення, зв'язку, виклику аварійних служб і т.д.

Зупинка наземних транспортних засобів - це спеціально відведене місце, призначене для посадки / висадки пасажирів. Зазвичай на зупинках встановлюють навіси від опадів і лавки, але сучасні зупинки часто можуть мати додаткові елементи благоустрою (санвузли, торгівельні кіоски, автомати надання різних послуг, засоби зв'язку і т.д.). На зупинках розміщуються каси продажу квитків, і автомати реалізують напої та продукти харчування. Часто зупинки сусідять або сполучаються з об'єктами обслуговування, торгівлі та заправки автомобілів. У цьому випадку комплекс зупинки може мати розвинений перелік послуг включає торгові приміщення, кіоски і магазини реалізують широкий асортимент товарів необхідних в дорозі (продукти харчування, напої, різні промислові товари й сувеніри). Конструкція зупинок припускає розміщення рекламно-

інформаційного обладнання, а також спеціальних знаків і піктограм відповідно до виду обслуговуваного транспортного засобу і наданими послугами. У містах на зупинках, як правило, розміщується зовнішня реклама і сервісна інформація.

Зупинки важливий елемент системи організації транспорту, без яких він не зможе повноцінно функціонувати. Можливо, виділити декілька основних типів зупинок:

- постійні зупинки, обслуговуючі транспорт працює за графіком;
- зупинка на вимогу, припускає зупинку транспорту на прохання пасажирів;
- зупинки спеціальні, обслуговуючі спеціальний транспорт та пасажирів з особливими потребами (наприклад біля спеціалізованих лікувальних закладів, закладів відпочинку і т.д.);
- зупинки та елементи благоустрою, призначені для відпочинку пасажирів і водіїв. Часто розміщуються на більшій відстані від дороги.

Структура зупинкового комплексу включає:

- зупинний кишеню - розширення проїжджої частини для запобігання перешкод на дорозі створюваних вартим і рухомим транспортом;
- зупинний перон - використовується для комфортної посадки і висадки пасажирів;
- для захисту пасажирів від несприятливих погодних умов встановлюються зупинкові павільйони, які обладнуються сидіннями і додатковими засобами комфорту, благоустрою, обладнанням для збору і зберігання сміття, санвузлами, рекламно-інформаційним обладнанням і т.д.

Використання сучасних конструкційних матеріалів (сталь, алюміній, полімерні та композитні матеріали) і конструктивних принципів, модульності, мобільності, універсальності вимагають відповідної художньої трактування формують композиційну цілісність транспортної інфраструктури (ТІ). Необхідне створення функціонального конструктивного і стилістичного рішення, яке активно формує дизайн середовища транспортної магістралі. Особливо важливо органічно вписати такі об'єкти в сформовану архітектурно-

містобудівну середу або існуючі природно-ландшафтні ситуації. Архітектура автобусних павільйонів представляє особливу проблему. Це невелике за обсягом споруда має важливе значення у формуванні архітектурної і функціональної середовища ТІ у зв'язку з тим, що такі об'єкти зорозово пов'язані з транспортною магістраллю і є філософським символом певного місця, сполучною ланкою між тими, хто переміщаються в просторі і тими, хто завжди живе в даній місцевості. Зупинка є символом об'єднання категорій динаміки і статички, що часто знаходить відображення в архітектурі багатьох МАФ ТІ. Необхідно звернути увагу на те, що МАФ ТІ є символом своєї епохи, відображають моду свого часу і стиль транспортних засобів для яких вони створювалися. Розміщення об'єктів ТІ передбачається в полі зору водія і пасажирів транспортних засобів і навпаки, проїжджаючи транспортні засоби повинні бути добре помітні чекаючим пасажиром. Відстань сприйняття - сотні метрів на магістралях та десятки на міських вулицях, де швидкість значно нижча. Важливо правильно визначити масштабність такого середовища, знайти правильне співвідношення між відчуттям масштабу людиною на зупинці і в автомобілі. Особливістю об'єктів ТІ є створення не тільки комфортних умов і сервісу для пасажирів, але і єдиної системи зорової інформації з'єднаної єдиними функціональними, конструктивними й стилістичними ознаками. У середині системи об'єктів ТІ також повинна існувати ієрархія сприйняття, з точки зору важливості та призначення, тобто об'єкти та їх частини сприймаються в першу чергу, в другу чергу і фонові або нейтральні. Тому об'єкти ТІ повинні володіти знаковістю, впізнаваністю, символізмом. Це пов'язано з високою повторюваністю однотипних об'єктів на дорозі. У даному випадку кількість повинна переходити в якість. Повторювані візуальні акценти автобусних павільйонів формують естетичну атмосферу дороги. Важливо відзначити що для невеликих придорожніх поселень, автобусний павільйон, часто є архітектурним, знаковим, символічним і впізнаваним об'єктом формуючим імідж населеного пункту. Невеликий архітектурний об'єкт, багаторазово повторюваний на певній відстані дороги, є естетично складною проблемою, пов'язаною з функціональними, технологічними, композиційними, соціальними та багатьма іншими завданнями, повноцінне вирішення яких дозволить змінити середовище наших транспортних магістралей і населених пунктів. Однією з проблем створення гармонійної транспортної середовища є необхідність врахування природних і архі-

тектурних особливостей місцевості та максимальне застосування сучасних технологій забезпечення комфорту транспортної середовища, що вимагає вирішення різних інженерних завдань, прокладки різних комунікацій. Такі об'єкти як пасажирські павільйони на зупинках автотранспорту диференціюються по місткості і компонованні. По місткості: 5-10 чіл. (Малої місткості); 10-20 чол. (Середньої місткості); понад 20 чол. (Великої місткості).

Автобусні павільйони виготовляються з металоконструкцій, що забезпечує їх легкість, універсальність, економічність, простоту і мінімізацію часу збирання, і максимальне застосування індустриальних методів будівництва, що пов'язано з високим рівнем заводської готовності конструкцій і вузлів. МАФ ТІ, найчастіше виготовляються на основі сталевого несучого каркаса з огорожувальними конструкціями з різних сучасних ефективних матеріалів володіють легкістю і ізолюючими властивостями (профнастил, сендвіч-панелі, скло, полікарбонат, різні композитні матеріали, металопластики і т.д.), що дозволяє забезпечити обмеження термінів зведення більшої кількості МАФ, легкість, сборність, транспортабельність, універсальність і економічність в спорудженні та експлуатації об'єктів ТІ. Особливість застосування таких систем дозволяє створювати широкий спектр об'єктів ТІ: від зупинок для невеликої кількості пасажирів представляють собою легкий навіс, і до будівництва зупинкового павільйону-комплексу напівзакритого або закритого типу (див. табл. 1). Для автобусних зупинок з мінімальною кількістю пасажирів, павільйон взагалі може бути замінений легким навісом з лавою. Велике число пасажирів вимагає будівництва павільйону напівзакритого типу, а при необхідності і касового приміщення. З урахуванням функціональної і інформаційної ієрархії об'єкти ТІ, рекомендується розміщувати на відстані 3м від крайки зупинкового майданчика, для об'єктів ТІ функціонально пов'язаних з висадкою і посадкою пасажирів. Споруди призначені для обслуговування пасажирів, розміщуються на більшій відстані (5 - 10 м.), що створює додаткову глибину перспективи, полегшує сприйняття просторової форми.

Важливим завданням при створенні об'єктів ТІ на основі збірних металевих конструкцій з обмеженою номенклатурою комплектуючих елементів, є можливість створювати різноманітні за своїми функціонально-планувальних та архітектурно-композиційним рішенням об'єкти ТІ іноді володіють суперечливими властивостями.

Таблиця 1

По компоновочним ознакам павільйони поділяють	
	МАФ відкритого типу (без огорожуючих стін).
	МАВ напівзакритого типу (зі стінками, без закритого приміщення).
	МАФ закритого виду з кіоском (включає в себе відкритий або напівзакритий тип в поєднанні із закритим приміщенням).
	МАФ закритого типу з касою і залом очікування (такий павільйон вміщує в себе понад 20 чл. Можна розглядати як автостанцію).

Такі системи повинні створювати можливість використання в публічних урбаністичних просторах і в сільській місцевості. Системи МАФ ТІ повинні володіти такими основними властивостями:

- Простота конструкції при виготовленні і різноманіття функціональних, композиційних рішень і геометричних форм;

- Мінімальну прив'язку до комунікацій і енергоресурсів, що забезпечує споживання електрики або будь-яким іншим джерелам і видам енергії та ресурсів, за умови забезпечення максимального комплексу сервісних послуг і комфорту пасажирів;

- Збір, зберігання та утилізація сміття та відходів;

- вандалостійкість і легкість конструкції;

- мінімізація витрат пов'язаних з обслуговуванням і максимальне забезпечення якості та кількості сервісних послуг;

- Наявність системи декоративного озеленення і сезонність експлуатації об'єктів ТІ;

- Різноманітність природно-кліматичних умов експлуатації ТІ - забезпечення можливості цілорічного обслуговування, стійкість матеріалів до перепаду температур і іншим погодних факторів, видалення опадів;

- Забезпечення комплексу вимог безпеки та екологічності;

- Створення ефектного, пізнаваного, яскравого образу і неконфліктність зі сформованою природного та архітектурним середовищем;

- Підвищена геометрична точність, якість обробки, особливо гостро сприймається в МАФ ТІ наближених до пасажирів на відстань сантиметрів.

Основні параметри МАФ ТІ наступні: відмітка низу перекриття (даху), як правило, задається на висоті від 2.5 до 3 м, що забезпечує внутрішній комфорт і зберігає масштабність усього спорудження. Вітрозахисні споруди в павільйонах напівзакритого типу робляться мінімальної висоти 2.2 м. Необхідно враховувати умови продувності споруди і його аеродинамічні характеристики. Тому, найчастіше стінки розміщуються з трьох сторін, що дозволяє створювати захищений від вітру кишень-нішу. Композиційне рішення системи МАФ ТІ має бути лаконічною і впізнаваним. В умовах сформованої забудови доречно прив'язка стилю об'єктів ТІ до архітектури сусідніх будівель.



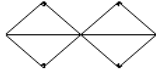

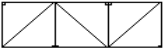

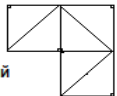
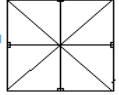
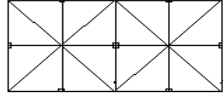
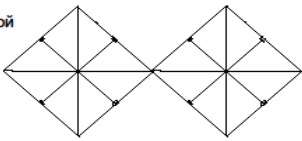
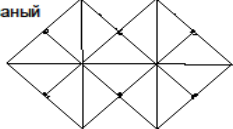
Комплексний аналіз вищевикладених завдань і вимог дозволяє сформулювати критерії створення модульної системи МАФ ТІ максимально забезпе-



чує їх рішення. Комплект збірних елементів МАФ повинен дозволити створення на основі обмеженої кількості типоелементів різноманітних за функцією і формою споруди та об'єкти благоустрою ТІ. Для цього нами розроблена універсальна модульна система на основі конструктивного модуля (табл. 2.). Комплект деталей якого виконаний на основі легкого металевого каркаса з квадратних, прямокутних, або круглих трубчастих профілів з атмосферостійким антикорозійним покриттям, покриття покрівлі з металу або пластику з кутом нахилу  $30^{\circ}$

для скатної покрівлі має форму багатогранника, або складена з відсіків циліндрів, або більш складних криволінійних форм, що пов'язано з рішенням геометричних задач комбінаторики складних форм і величезною кількістю одержуваних архітектурних рішень на основі принципу модульності і універсальності елементів системи. Вузли кріплення виконуються розбірними або нерозбірними і виконуються на основі спеціальних вкладишів, що дозволяють компенсувати неточності збірки.

Таблиця 2

Тип модуля	Различные комбинаций модулей	Тип соединения	Размеры мм	S м <sup>2</sup>
Конструктивный	1 	-	1800 x 1800	3,24 м <sup>2</sup>
	2 линейный  угловой  угловой 	по коньку и стойке  по коньку  по коньку	3600 x 1800  5090 x 2545  5090 x 2545	6,48 м <sup>2</sup>
	3 линейный  комбинированный  комбинированный 	по коньку и стойке  по коньку и стойке  по коньку и стойке	5400 x 1800  3600 x 3600  3600 x 3600	9,72 м <sup>2</sup>
	1 комбинированный 	по коньку и стойке	3600 x 3600	12,96 м <sup>2</sup>
	2 линейный  угловой  комбинированный 	по коньку и стойке  по коньку  по коньку сочлененный	7200 x 3600  10 180 x 5090  7635 x 5090	25,92 м <sup>2</sup>  25,92 м <sup>2</sup>  22,68 м <sup>2</sup>

На основі конструктивного модуля створюється планувальний, з яких створюються павільйони і комплекси. Дана система є відкритою, що дозволяє додавати додаткові конструктивні елементи і форми, збільшувати кількість конструктивних модулів в залежності від розв'язуваних функціональних завдань МАФ ТІ.

Можливо поєднувати безліч конструктивних модулів в залежності від розв'язуваних функціональних завдань. Для забезпечення автономності функціонування МАФ ТІ і забезпечення максимальної комфортності для пасажирів, необхідно використання екологічно чистих технологій, віднов-

лювальних джерел енергії. Доцільно використовувати енергію вітру та сонця. Використання покриття модулів як основи для розміщення вітрогенераторів, сонячних батарей і колекторів повністю забезпечує енергетичні потреби МАФ ТІ, що забезпечує автономність її функціонування і максимальну кількість сервісних послуг при мінімізації витрат на будівництво та експлуатацію. Пропонована універсальна модульна система на основі конструктивного модуля для створення МАФ ТІ дозволяє створювати і використовувати різні типи конструкцій та обладнання:

Основні:	навіс, лавки, урни, світильники, санвузли, інформаційні конструкції
Додаткові:	кіоски, термінали, автомати різного призначення, рекламні конструкції, велосипедна парковка
Пропоновані:	вітрогенератор, сонячні батареї, шумоізоляційні пристрої, громовідводи, пристрої для підготовки повітря

**Висновок.** Система МАФ ТІ повинна володіти універсальністю, багатофункціональністю, адаптивністю до зміни умов експлуатації, дозволяти рішення різних функціональних і технологічних завдань, високими можливостями формоутворення і створення архітектурних рішень.

#### Список використаних джерел

1. Хасієва С.А. Архітектура міського середовища: Учеб. для вузів. - М.: Стройиздат, 2001. - 200с.
2. Планування і забудова населених пунктів і територій. Містобудування, планування городстких і сільських поселень. ДБН 360 - 92 \*\*.-К.: 2001. - 54 с.
3. Семенов В.М. Благоустрій міст. - М.: УРСС, 2003. - 184 с.

УДК 72.012:645.4 (043.2)

Шиманська Т.А.  
Національний авіаційний університет, Київ

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ КОМБІНАТОРИКИ В ПРОЕКТУВАННІ ОБ'ЄКТІВ ДИЗАЙНУ

*В статті розглядається питання щодо застосування комбінаторного методу проектування промислових виробів, інтер'єрів в цілому, що базуються на геометричному моделюванні. Розгляд даного питання дозволить в подальшому проектувати та використовувати на практиці меблі-трансформери, а іноді і створювати простір, котрий матиме властивість видозмінюватись. Це дасть змогу заощадити площу, функціонально зонувати приміщення.*

**Постановка проблеми.** На сьогодні, в умовах формування сучасного постіндустріального суспільства, підвищуються вимоги щодо створення комфорту в різних за типом та призначенням приміщень, зокрема невеликих за площею. Саме тому в межах нинішніх дизайн-розробок виникає потреба створення концептуальних об'єктів дизайну, що передбачають багато варіативності, поліфункціональності, різноманіття комбінацій. На даному етапі проектування сучасних інтер'єрів та промислових виробів питання комбінаторного методу проектування залишається в стані культурогенезу, деякої невизначеності. Виникає потреба в детальному вивченні та застосуванні комбінаторних геометричних побудов. Спостерігається динаміка рівню затребуваності меблів-трансформерів на сучасному ринку споживачів. Таким чином здійснюватиметься забезпечення так званими «багатофункціональними агрегатами». Завдяки комбінаторному методу побудови виникне можливість синтезувати в одному об'єкті різні функціональні можливості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У роботах Генісаретського О.І., Саприкіна М.А., Волкотруб І.Т., Проніна Е.С. [1,2,3,4] закладені особливості методів комбінаторики в проектуванні предметів дизайну. Генісаретським розглядається проектування кожного нового об'єкта не окремо, а в контексті використання методу уніфікації, певної сукупності параметричного ряду комбінаторних елементів. Залишається не до кінця розкритим питання використання та впровадження в практику методів комбінаторного процесу, що ґрунтуються на геометричній побудові форми предмету.

**Мета дослідження** – визначити особливості застосування методів комбінаторики в проектуванні сучасних об'єктів дизайну промислового зразку, дослідити процес формування інтер'єру на основі впровадження в проектування комбінаторних елементів.

Проектування сучасних інтер'єрів та об'єктів промислового зразку базуються на геометричній побудові. Комбінаторні елементи мають різно-

манітну форму. Комбінаторика може спостерігатися не лише в побудові форми предмету, а й на прикладі застосування кольору, укладки підлогових покриттів. Спостерігається тенденція в проектуванні функціональних об'єктів-трансформерів. Їх конструктивна особливість полягає в застосуванні таких операцій над елементами як: обертання, перенос, дзеркальне відображення, поєднання. Дані операції об'єднуються в групи: зміна кількості, утворення ланцюгів, груп, покриттів площин. До комбінаторних можна віднести тільки такі елементи, котрі володіють особливостями універсальності та високої формотворчої здатності. Таким чином виникає можливість здійснювати проектну діяльність в двох напрямках: створення нових структурних побудов та варіативність висхідних елементів.

В побудові інтер'єру за допомогою оперування комбінаторними елементами приміщення розділяється на різні функціональні зони, виникає можливість змінити тип інтер'єру та його призначення. Дана можливість здійснюється при використанні модульних перегородок, впровадженні так званої просторової системи умовних модульних площин і ліній їх перетину.

Меблі-трансформери набули своєї популярності ще за часів «патентного буму», що розпочався в 19 ст., саме тоді вони розвивалися під впливом функціонального дизайну. Перші спроби розробок так званих «трансформерів» носили назву контейнерів, так як основна функція складових елементів предмету полягала у висувному механізмі, що за своєю будовою нагадував контейнер. Умовна назва "меблі-контейнер" передбачала створення компактно «упакованих» пристроїв, що виконують функції різних меблів після нескладних перетворень. Такі концепти були орієнтовані на трансформацію способу життя в умовах житлового середовища. Проте видозміна форми відбувалася послідовно, враховуючи властивість матеріалів, призначення проектованого об'єкту (рис.1).

У комбінаторному процесі прийнято використовувати індивідуальні та типові елементи форм. Більш поширеними в практиці проектування виступають поєднання з типових елементів одного виду. Чим менше розмір стандартного типового елемента, тим більше варіацій побудов форми. Використання такого методу побудови форми виступає не достатньо раціональним, так як варіацій об'єктів створених з однакових еле-

ментів небагато. Широким є застосування комбінаций елементів з різними конструктивними характеристиками. Для такого методу комбінаторних побудов характерним виступає звертання до елементів, які відрізняються один від одного двома і більше ознаками. Тому важливим аспектом виступає диференціація методів комбінаторного процесу по конструктивним, геометричним і функціональним ознаками.



Рис.1 Ретрозразки промислових об'єктів-трансформерів

Один із найвідоміших видів комбінаторних перетворень - укладання паркету. Паркетна підлога з візерунком з багатокутників використовується для побудови різних орнаментальних композицій. Кількість варіантів збільшується, якщо використовувати різні за кольорами і фактурою поєднання сортів деревини. Сучасні комп'ютерні програми дозволяють створювати найрізноманітніші композиції. Якщо зробити короткий огляд існуючих оригінальних комбінаторних дизайнерських композицій, то виявляється, що синтез мистецтв в цій ситуації менш застосовується, якщо створюється сучасні меблі. У дизайні інтер'єру - це проектування паркету при використанні історичних стилів. В цілому таке обмежене застосування закономірне, так як почуття міри зупиняє дизайнера, щоб не відбувалося інформаційне перенасичення при використанні синтезу мистецтв в проектуванні сучасних об'єктів дизайну.

Метод уніфікації раціональний при проектуванні промислових об'єктів дизайну. При даному методі прийнято використовувати обмежену кількість елементів, з котрих може формуватись уся проєктована масова промислова продукція. При такому методі доцільним є застосування уніфікованих рядів. Найбільш часто при даному методі використовують типову та міжтипову уніфікацію. Міжтипова уніфікація використовується для створення в різнорідних виробках одних і тих же уніфікованих елементів – агрегатів, вузлів, деталей. Типова здійснюється шляхом створення та випуску уніфікованих рядів однорідних виробів чи за допомогою типорозмірних рядів.

Використання методів комбінаторики залежить від способу побудови об'єкту. При побудові об'єкту слід використовувати геометричні операції: перестановки, поєднання, обертання. Іноді при розробці об'єкту доцільним є комбінування кількох операцій (рис.2).

Геометричні комбінатії в побудові інтер'єру або форми промислового об'єкта дизайну не завжди підпорядковані геометричним правилам, в них часто спостерігаються відхилення від таких правил, відбувається так звана деформація математичної логіки побудови.

Метод кінетизму також відноситься до комбінаторного методу проектування, зокрема до методу трансформації. Кінетизм виступає видом художньої творчості, в основі якого лежить ідея руху форми, будь-якого її зміни. Метод кінетизму полягає у створенні динаміки форм, декору. Метод кінетизму відноситься до комбінаторного методу проектування, а саме до методу трансформації. Кінетизм виступає видом художньої творчості, в основі котрого лежить ідея руху форми, будь-якої її зміни.

При вирішенні оснащення інтер'єру, його внутрішнього простору найдоцільнішим виступає застосування контейнерних конструкцій, котрі утворюються шляхом сполучення таких операцій над елементами, як обертання, співставлення, а інколи й дзеркальне відображення. Таким чином можна досягти зонування приміщення, а саме – розбиття його на кілька підзон. Найчастіше такий метод формоутворення застосовується при оснащенні кухонь, офісних приміщень.









Тип операції	Операції над об'єктом	
Обертання		
Метод уніфікації		
Перенос		
Метод модульності		
Дзеркальне відображення		
Метод уніфікації		
Поєднання		
Метод кінетизму		

Рис.2 Операції з елементами над комбінаторними методами побудови об'єкту

Такі автономні розробки легкі у використанні, експлуатації (рис.3).

Ряд дизайнерів України базують своє проектування на ідеї створення функціональних об'єктів - трансформерів, які допоможуть заощадити площу в невеликих просторах інтер'єру і створити естетично цілісний образ. Частина об'єктів українських промислових дизайнерів ґрунтуються на комбінаторному проектуванні, створюючи при цьому абсолютно інноваційні концепти, провакаційний дизайн. До 30% від загальної проду-

ктивності робіт відносять до нефункціональних дизайну, що пояснюється їх епатажністю. Дана тенденція не має широкого застосування на практиці і пояснюється концептуальними підходами, пошуком нових форм.

Комбінаторні методи формоутворення постійно використовують такі сучасні вітчизняні проєктанти, як Валерій та Катерина Кузнецови, Ірина Білан, Ілля Таслицький, Ігор Остапенко, Гриця Ерде, Андрій Галушка.



Рис.3 Контейнерна конструкція автономної кухні, Boxetti

Валерій та Катерина Кузнецови в своїй проєктній діяльності використовують найбільш часто метод уніфікації. Більша половина їх концептів спрямована на нефункціональний дизайн. Група кімнатних стільчиків з висувними елементами «несуни-Палконосец, несуни - спиногрив і Просто несуни», «Іксообраз» (рис.4) базуються на використанні операцій з комбінаторними елементами. В даному випадку головною особливістю формотворною структури виступає механізм



Рис.4 Група кімнатних стільчиків 2008 р. Валерій та Катерина Кузнецови

Ілля Таслицький запропонував створення групи стільців «Tablet», які ґрунтуються на ідеї економії площі і призначені для офісних приміщень, а саме - конференц-залів. Конфігурація стільців «Tablet» влаштована таким чином, що при необхідності їх можна піднімати з підлоги. У конструкції даної групи існує три деталі, які потрібно з'єднати. В даному випадку основопологаючою є комбінаторний метод модульності. Окремі частини об'єкта як модулі з'єднуються між собою складовими предметами, при цьому варіюються порядок розміщення елементів цілісної форми. За типом операції зі структурними елементами розробки Таслицький відносяться до утворень груп і змін кількості елементів. Операція з утворенням груп була використана в проєкті барної стійки, яка була спроектована в комплексі з барними стільцями. Основний механізм роботи виробу - конструкція висувних стільців.

Ігор Остапенко у своєму концепті «Остапенко» - розбірної конструкції, яка трансформується з одного варіанта умивальника в інший, - використовував метод кінетизм. В цілому, в більшості своїх розробок, дизайнер керується процесами трансформацій, перегіканням однієї форми в іншу. Формоутворення за допомогою впровадження методу кінетизм дає можливість отримати необмежену кількість комбінацій з заданими

висувних ящиків, їх конфігурація піддається змінам форми, так як цей метод дає можливість розглядати об'єкт як збірно-розбірну конструкцію, «конструктор». У концепті «Іксообраз» створено крісло з ящиком і гачками для різних потреб. Структурним елементом даного концепту обраний висувний ящик, додатковим декоративним комбінаторним елементом - група функціональних гачків.

базовими структурними елементами. Основні операції здійснюються з площиною предмета, складові частини якого видозмінюються за допомогою використання переносу, поєднань.

**Висновки.** На прикладі робіт українських дизайнерів відображені базові методи формоутворення, котрі засновуються на комбінаторних операціях: комбінаторний модульний метод, кінематизм, метод уніфікації.

#### Список використаних джерел

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. *Пронина Е.С.* Теоретические основы архитектурной комбинаторики. - М. : Архитектура-С, 2004. - 232 с.
5. *Рубин А.А.* Трансформационный потенциал производственной ситуации // Эстетические проблемы художественного конструирования комплексных объектов. Тр. ВНИИТЭ. Сер. Техническая эстетика. - М., 1980. - Вып. 25.- С. 76-94.

## ЗМІСТ

## СУЧАСНІ АВІАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

<i>Bondarchuk L.F., Mazur O.S., Kalinovska M.O.</i> Radio Frequency Identification Technology for Improving on Passenger Service and Baggage Handling Processes at Airports .....	3
<i>Kostiuk Y.P.</i> Analysis of Methods and Systems of Leakage Detection in Aircraft Hydrant Fueling Systems.....	7
<i>Єнчев С.В., Товкач С.С.</i> Оцінка технічного стану вузлів газотурбінних двигунів з використанням вейвлет-аналізу .....	11
<i>Панчук Л.В., Голубчик Д.Р.</i> Стенд для оцінки метрологічних характеристик багатокomпонентної системи вимірювання аеродинамічних навантажень типу тензометричних ваг.....	15
<i>Тихонов В.В., Масленников С.В., Ніколайчук Т.В., Нічипоренко Л.В.</i> Система регулювання напруги бесконтактного синхронного генератора с постійними магнітами .....	19
<i>Шандура Т.Н., Овсянникова Д.В.</i> Аеродинамический гистерезис и борьба с ним .....	23

## ІНФОРМАЦІЙНО-ДІАГНОСТИЧНІ СИСТЕМИ

<i>Сунетчієва С.Р.</i> Дослідження можливостей застосування фазових портретів для ідентифікації параметрів при неруйнівному контролі .....	27
--	----

## ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

<i>Балицька М.Е.</i> Вилучення земельних ділянок для суспільних потреб та з мотивів суспільної необхідності .....	31
<i>Бовсуновський С.О., Личманенко О.Г.</i> Утилізація відпрацьованих глинистих сорбентів .....	35
<i>Борух Н.В.</i> Оцінка наслідків радіаційного впливу для населення Дубровицького району Рівненської області, що постраждало в результаті аварії на ЧАЕС.....	39
<i>Булигіна Т.В.</i> вплив ультрафіолетового випромінювання на біологічну активність ліпополісахаридів <i>Rantoea agglomerans</i> .....	43
<i>Годовська Ю.Я.</i> Модифіковані природні сорбенти в процесах очищення стічних вод авіапідприємств .....	46
<i>Дубрава Т.О., Крячек В.С.</i> Аналіз розвитку системи державного земельного кадастру України .....	50
<i>Іванов О.В., Тараненко А.О., Ясенев С.О.</i> Особливості обробки і використання космічних знімків .....	54
<i>Кокотенко Н.В., Шарко М.П.</i> Моделювання геодинамічних зсувних процесів на основі високоточних моделей рельєфу.....	59
<i>Левченко В.О.</i> Недосконалість законодавчих засад мораторію на продаж земель сільськогосподарського призначення .....	65
<i>Сімейко К.В.</i> Піроліз метану в апараті з електротермічним псевдозрідженим шаром .....	70
<i>Ясенев С.О.</i> Використання національного стандарту «Географічна інформація. Еталонна модель» для вдосконалення системи державного земельного кадастру .....	73

## СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ АЕРОПОРТІВ

<i>Бригинець І.Б.</i> Застосування тактильності в дизайні санаторіїв .....	78
<i>Буравська А.Р.</i> Формування елементів логотипу за допомогою конічних перетинів.....	82
<i>Русаков І.О., Голяр О.Ю.</i> Дизайн малих архітектурних форм транспортної інфраструктури .....	86
<i>Шиманська Т. А.</i> Застосування тактильності в дизайні санаторіїв.....	91

*Наукове видання*

**НАУКА І МОЛОДЬ**  
**ПРИКЛАДНА СЕРІЯ**  
**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

Випуск 13

**Видавництво НАУ.**

**03680. Київ-58, проспект Космонавта Комарова, 1.**

**Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002.**