

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра аеронавігаційних систем

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри

_____ Харченко В.П.

«__» _____ 2013р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ
«СПЕЦІАЛІСТ»

Тема: «Інтегрована система відображення польотної інформації для літаків
малої авіації»

Виконавець:

Ганжа Т.С.

Керівник:

Остроумов І.В.

Консультанти з окремих розділів пояснювальної записки:

Охорона навколишнього середовища:

Матвєєва О.Л.

Охорона праці:

Коваленко В.В.

Безпека польотів:

Чинченко Ю.В.

Нормоконтролер:

Ларін В.Ю.

Київ 2013

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут аеронавігації

Кафедра аеронавігаційних систем

Спеціальність: 7.07010203 « Системи аеронавігаційного обслуговування»

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

_____ Харченко В.П.

«__» _____ 2013р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Ганжі Тетяни Станіславівни

1. Тема дипломної роботи «Інтегрована система відображення польотної інформації для літаків малої авіації» затверджена наказом ректора від "30" серпня 2012р. № 1625/ст.
2. Термін виконання роботи: з 29.10.2012 по 06.02.2013.
3. Вихідні дані до роботи: документи NASA про розвиток космічної науки, документи STI наукова та технічна інформація.
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз принципів побудови системи відображення польотної інформації, основні вимоги до системи відображення даних, дослідження інтегрованої системи відображення польотної інформації для літаків малої авіації, проведення аналізу алгоритму та розробки позиціонування у системі відображення польотної інформації.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: графіки, таблиці, формули.

6. Календарний план-графік

№ п/п	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Підготовка та написання 1 розділу «Аналіз принципів побудови системи відображення польотної інформації»	30.10.12-15.11.12	виконано
2.	Підготовка та написання 2 розділу «Основні вимоги до системи відображення даних»	16.11.12-30.11.12	виконано
3.	Підготовка та написання 3 розділу «Інтегрована система відображення польотної інформації для літаків малої авіації»	31.11.12-18.12.12	виконано
4.	Підготовка та написання 4 розділу «Позиціонування у системі відображення польотної інформації»	19.12.12-14.01.13	виконано
5.	Підготовка презентації та доповіді	15.01.12-31.01.13	виконано

7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Безпека польотів	Чинченко Ю.В.	28.11.2012	12.12.2012
Охорона навколишнього середовища	Матвєєва О.Л.		
Охорона праці	Коваленко В.В.		

8. Дата видачі завдання: « 30 » жовтня 2012 р.

Керівник дипломної роботи _____ Остроумов І.В.
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ Ганжа Т.С.
(підпис студента) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Інтегрована система відображення польотної інформації для літаків малої авіації»: 120 сторінок, 31 рисунок, 10 таблиць, 42 використаних джерел, 1 додаток.

Об'єкт розробки – інтегрована система відображення польотної інформації.

Предме розробки – оцінювання похибок вимірювання координат (GNSS, ILS, NavAids) системи FDVS.

Мета роботи – аналіз принципів побудови, структури, технічного забезпечення, розробка алгоритму та програмна реалізація інтегрованої системи відображення польотної інформації для літаків малої авіації.

На сьогоднішні дні авіація здобула стрімкого розвитку і потребує подальшого удосконалення засобів аеронавігаційного обслуговування. Агентство NASA розробила систему, яка дозволить пілотам управляти літаком вночі або в туман, немов в ясний день. Система синтетичного бачення використовує дані супутникової навігації GPS та іншу інформацію від приладів літака, щоб визначити його точне положення в просторі за усіма координатами і кутами нахилу. Потім з бази даних беруть тривимірну карту місцевості складену з високим розширенням. Через напівпрозоре дзеркало комп'ютер накладає синтетичне тривимірне і кольорове зображення пейзажу під літаком на справжній вигляд, що відкривається через лобове скло. Таким чином, для пілота пропадають хмари і туман, а крім того, для нього тепер не буде ночі. Крім об'ємного пейзажу, що збігається з реальним, на лобове скло накладається навігаційна інформація і дані про стан літака в просторі (підйомі, зниженні, висоті польоту). NASA вважає, що впровадження цієї системи в авіацію допоможе знизити кількість зіткнень із землею, що відбулися в умовах поганої видимості, так як пілоти не встигають вчасно зорієнтуватися з традиційним приладами розташованими на авіалайнерах.

FDVS, ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА, ПОЛЬОТНА ІНФОРМАЦІЯ, СИНТЕТИЧНЕ ВІДОБРАЖЕННЯ, ПОЗИЦІОНУВАННЯ, МАЛА АВІАЦІЯ.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE, YOUTH AND SPORT OF
UKRAINE
NATIONAL AVIATION UNIVERSITY

Air Navigation System Department

PERMISSION TO DEFEND
GRANTED

Head of the Department

_____ V.P. Kharchenko

« _ » _____ 2013

MASTER'S DEGREE THESIS

Theme: « Integrated flight data vision system for general aviation »

Completed by:	Hanzha T.S.
Supervisor:	Ostroumov I.V.
Labour precaution consultant:	Kovalenko V.V.
Environment safety consultant:	Matveeva O.L.
Flights safety consultant:	Chynchenko Yu.V.
Standarts Inspector:	Larin V.Yu.

Kyiv 2013

NATIONAL AVIATION UNIVERSITY

Institute of air navigation

Air Navigation Systems Department

Specialty: 7.07010203 « Systems of Aeronavigation Service »

APPROVED BY

Head of the Department

_____ V.P. Kharchenko

«__»_____2013

Graduate Student's Degree Thesis Assignment

Hanzha Tetyana

1. The Project topic: «Integrated Flight Data Vision System for General Aviation» approved by the Rector's order of « 30 » August 2012 № 1625/st.
2. The Project to be completed between: 29.10.2012 – 06.02.2013.
3. Initial data to the project: NASA and Scientific and Technical Information (STI) about the flight data vision system implementation.
4. The content of the explanatory note (the list of problems to be considered): the analysis of principles of construction of systems display of the flight information, basic requirements to the system of display data, study of the integrated flight information display system for airplanes of small aircraft, analysis of the algorithm and development of positioning in the system display of the flight information.
5. The list of mandatory graphic (illustrated) materials: graphs, tables, formulas.

6. Calendar timetable

№	Completion stages of Degree Project	Stage completion dates	Remarks
1	Preparation of chapter 1: «Main aspects of flight data vision system»	30.10.12-15.11.12	completed
2	Preparation of chapter 2: «Requirements for visual interface»	16.11.12-30.11.12	completed
3	Preparation of chapter 3:«Integrated flight data vision system for general aviation»	31.11.12-18.12.12	completed
4	Preparation of chapter 4: «Positioning technics for FDVS support»	19.12.12-14.01.13	completed
5	Preparation of report and graphic materials	15.01.13-31.01.13	completed

7. Advisers on individual sections of the Project

Section	Adviser	Date, signature	
		Assignment Delivered	Assignment Accepted
Safety of flights	Chynchenko Yu.V.	28.11.12	12.12.12
Labour precaution	Kovalenko V.V.		
Environment safety	Matveeva O.L.		

8. Assignment accepted for completion «30» octovber _____ 2012

Supervisor _____ I.V.Ostroumov

Assignment accepted for completion _____ T.S. Hanzha

ABSTRACT

Explanatory note to the master's thesis, «Integrated Flight Data Vision System for General Aviation»: 120 pages, 31 figures, 10 tables, 42 references, 1 appendix.

Development object – integrated flight data vision system.

Development subject – positioning algorithm of synthetic vision, estimation the errors of coordinates calculation (GNSS, ILS, NavAids) of the FDVS.

Purpose of the work – enhancing flight data vision system structure, analysis of principles of construction, structure, technical support, development of algorithm and program realization of the integrated flight data vision system for general aviation.

NASA's Flight Data Vision Systems Project conducted research aimed at eliminating visibility-induced errors and low visibility conditions as causal factors in civil aircraft accidents while enabling the operational benefits of clear day flight operations regardless of actual outside visibility. FDVS takes advantage of many enabling technologies to achieve this capability including, for example, the Global Positioning System, data links, radar, imaging sensors, geospatial databases, advanced display media and three dimensional video graphics processors. Integration of these technologies to achieve the FDVS concept provides pilots with high-integrity information that improve situational awareness with respect to terrain, obstacles, traffic, and flight path. This paper attempts to emphasize the system aspects of FDVS - true systems, rather than just terrain on a flight display - and to document from an historical viewpoint many of the best practices that evolved during the FDVS Project from the perspective of some of the NASA researchers most heavily involved in its execution. The Integrated FDVS Concepts are envisagements of what production-grade Synthetic Vision systems might, or perhaps should be in order to provide the desired functional capabilities that eliminate low visibility as a causal factor to accidents and enable clear-day operational benefits regardless of visibility conditions.

FLIGHT DATA VISION, GENERAL AVIATION, POSITIONING TECHNIQUE, INTEGRATED SYSTEM, SYNTHETIC VISION .

CONTENT

LIST OF ABBREVIATIONS AND EXPLANATION OF TERMS	12
INTRODUCTION.....	14
1. MAIN ASPECTS OF FLIGHT DATA VISION SYSTEM	16
1.1. Grounds of vision system.....	16
1.2. Implementation	17
1.3. Associated technologies and research.....	19
1.4. System aspects for general aviation aircraft.....	23
2. REQUIREMENTS FOR VISUAL INTERFACE	26
2.1. Visual environment by flight phase	26
2.2. Ground operations.....	27
2.3. Departure.....	29
2.4. En route operations	34
2.5. Arrival and approach operations	35
2.6. FDVS support to non-normal operations	40
3. INTEGRATED FLIGHT DATA VISION SYSTEM FOR GENERAL AVIATION.....	41
3.1. Flight data vision system elements	41
3.2. Enabling technologies	44
3.3. Flight data vision system structure.....	45
3.4. Flight data vision system for GA	49
3.5. FDVS display concepts.....	53
4. POSITIONING TECHNIQS FOR FDVS SUPPORT.....	69
4.1. GNSS sensors.....	69
4.2. Inertial navigation	72
4.3. Nav aids positioning	77
4.4. Positioning algorithm	81
4.5. Simulation results.....	83
5. ENVIRONMENT SAFETY	89
5.1. Analysis of the safety environment.....	89
5.2. FDVS sources of radiation and its effects on the human body.....	90
5.3. Protection and prevention from electromagnetic radiation.....	92
5.4. Means of individual protection.....	93
6. LABOUR PRECAUTION.....	95
6.1. List of dangerous and harmful factors which arising during the operation of the computer.....	95
6.2. Development of technical means for reducing the negative impact on the technical staff.....	99
6.3. Fire and Explosion Safety.....	104
6.4. Instruction from fire and explosion safety.....	104
7. FLIGHTS SAFETY	108
7.1. Safety management system with introduction of flight data vision system.....	109
7.2. Dangers and risks before and after using of results.....	109
CONCLUSIONS	113
REFERENCES	115
Appendix A. Program codes for Matlab software.....	120

LIST OF ABBREVIATIONS AND EXPLANATION OF TERMS

ADF-Automatic Direction Finder
ADS-B- Automatic Dependent Surveillance Broadcast
AMASS- Airport Movement Area Safety System
ASDE -Airport Surface Detection Equipment
ATIDS-Airport surface Target Identification System
CAB -Commercial transports And Business jets
CDI Course Deviation Indicator
CDTI - Cockpit Display of Traffic Information
CFIT -Controlled Flight Into Terrain
DGPS- Differential Global Positioning System
DIME - Database Integrity Monitoring Equipment
DME - Distance Measuring Equipment
DROM-Dynamic Runway Occupancy Measurement
EFIS - Electronic Flight Information System
EVS- Enhanced Vision System
FAA- Federal Aviation Administration
FDVS - Flight Data Vision System
FOV - Field Of View
GA -General Aviation
GNSS -Global Navigation Satellite System
GPS- Global Positioning System
HDD- Head-Down Display
HUD - Head up display
ICAO - International Civil Aviation Organization
ILS - Instrument Landing System
IMC- Instrument Meteorological Conditions
INS - Inertial Navigation System
IRS - Inertial Reference System
LAAS - Local Area Augmentation System
LCD -Liquid Crystal Display
LVLASO- Low Visibility Landing and Surface Operations
NASA - National Aeronautics and Space Administration

NAVAID-Navigation Aid
NDB - Non-Directional Beacon
PFD -Primary Flight Display
PFR -Primary Flight Reference
RIPS- Runway Incursion Prevention System
RNAV- Area Navigation
RNP- Required Navigation Performance
ROTO- RollOut / Turn-Off
RSM - Runway Safety Monitor
RTA- Runway Traffic Alert
SVS-Synthetic Vision System
TCAS -Traffic Alerting and Collision Avoidance System
TIS-B -Traffic Information Services Broadcast
T-NASA- Taxiway Navigation And Situation Awareness system
VHF -Very High Frequency
VMC-Visual Metrological Condition
VOR - VHF Omnidirectional Range navigation system
VSD- Vertical Situation Display
WAAS- Wide Area Augmentation System

INTRODUCTION

A large majority of the avionics systems introduced since the early days of flight (attitude indicators, radio navigation, instrument landing systems, etc.) have sought to overcome the issues resulting from limited visibility. Limited visibility is the single most critical factor affecting both the safety and capacity of worldwide aviation operations. In commercial aviation, over 30% of all fatal accidents worldwide are categorized as Controlled Flight Into Terrain - accidents in which a functioning aircraft impacts terrain or obstacles that the flight crew could not see. In general aviation, the largest accident category is Continued Flight into Instrument Meteorological Conditions, in which pilots with little experience continue to fly into deteriorating weather and visibility conditions and either collide with unexpected terrain or lose control of the vehicle because of the lack of familiar external cues. Finally, the single largest factor causing airport flight delays is the limited runway capacity and increased air traffic separation distances resulting when visibility conditions fall below visual flight rule operations. Now, synthetic vision technology will allow this visibility problem to be solved with a visibility solution, making every flight the equivalent of a clear daylight operation.

Initial attempts to solve the visibility problem with a visibility solution have used imaging sensors to enhance the pilot's view of the outside world. Such systems are termed enhanced vision systems, which attempt to improve visual acquisition by enhancing significant components of the real-world scene. Enhanced vision systems typically use advanced sensors to penetrate weather phenomena such as darkness, fog, haze, rain, and/or snow, and the resulting enhanced scene is presented on a head up display, through which the outside real world may be visible. The sensor technologies involved include either active or passive radar or infrared systems of varying frequencies. These systems have been the subject of experiments for over two decades, and the military has successfully deployed various implementations. However, no sensor-based application has seen commercial aircraft success for a variety of reasons, including cost, complexity, and technical performance. Though technology advances are making radar and infrared sensors more affordable, they still suffer from deficiencies for commercial applications.

					<i>7.07010203 NAU 13 04 85 000 ПЗ</i>						
<i>Rev.</i>	<i>List</i>	<i>Document №</i>	<i>Signature</i>	<i>Data</i>	<i>Integrated flight data vision system for general aviation</i>						
<i>Developed</i>	<i>Hanzha T.S.</i>								<i>Lit.</i>	<i>List</i>	<i>Lists</i>
<i>Checked</i>	<i>Ostroumov I.V.</i>								14	120	
<i>St. Inspector</i>	<i>Larin V.Y.</i>								<i>IAN, ANS Dep., gr.A0602</i>		
<i>Approved</i>	<i>Kharchenko V.P.</i>										

High-frequency radars (e.g., 94 GHz) and infrared sensors have degraded range performance in heavy rain and certain fog types. Low-frequency (e.g., 9.6 GHz) and mid-frequency (e.g., 35 GHz) radars have improved range, but poor resolution displays. Active radar sensors also suffer from mutual interference issues with multiple users in close proximity. All such sensors yield only monochrome displays with potentially misleading visual artifacts in certain temperature or radar reflective environments. A synthetic vision system is a display system in which the view of the outside world is provided by melding computer-generated airport scenes from on-board databases and flight display symbologies, with information derived from a weather-penetrating sensor (e.g., information from runway edge detection or object detection algorithms) or with actual imagery from such a sensor. These systems are characterized by their ability to represent, in an intuitive manner, the visual information and cues that a flight crew would have in daylight Visual Meteorological Conditions. The visual information and cues are depicted based on precise positioning information relative to an onboard terrain database, and possibly includes traffic information from surveillance sources and other hazard information.

Synthetic vision displays are unlimited in range, unaffected by atmospheric conditions and require only precise ownship location and readily available display media, computer memory and processing to function. The rapid emergence of reliable GPS position information and precise digital terrain maps, including data from the Space Shuttle Radar Topography Mission , make this approach capable of both true all-weather performance as well as extremely low cost, low maintenance operations. When fully implemented, successful synthetic vision technologies will be a revolutionary improvement in aviation safety and utility.

					7.07010203 NAU 13 04 85 000 173	<i>List</i>
<i>Rev.</i>	<i>List</i>	<i>Nº of document</i>	<i>Sign.</i>	<i>Data</i>		15

4.4. Positioning algorithm

Positioning is the main criteria because the true determination of coordinates very important for safety flight. Different systems have different errors and such as FDVS is integrate system, consider three systems: GNSS, INS, NAV AID. The algorithm below describes the stages of data processing and with the help of Matlab program gives the results of positioning process.

The algorithm starts from: we have data X, Y, Z-coordinates, accuracy of different navigation systems. If the system error, $\Delta 1$ more then $\Delta 3$, check the next data, if Accuracy of this positioning method depends on angle determination system and geometry of ground stations. The $\Delta 3$ less $\Delta 2$ its mean that our data comes to Nav Aids block and calculates the system errors for every coordinates. This information processing and gives the result. Another case, if the system error, $\Delta 1$ more then $\Delta 3$, check the next data, if $\Delta 1$ more $\Delta 2$ its mean that our data comes to GNSS block and calculates the system errors for every coordinates. This information processing and gives the result.

If the system error, $\Delta 1$ more then $\Delta 3$, check the next data, if $\Delta 3$ less $\Delta 2$, check next data, $\Delta 1$ more $\Delta 2$, its mean that our data comes to INS block and calculates the system errors for every coordinates. All information processing and gives the optimal result.

					7.07010203 NAU 13 04 85 000 173	List
Rev.	List	Nº of docum.	Sign.	Data		81

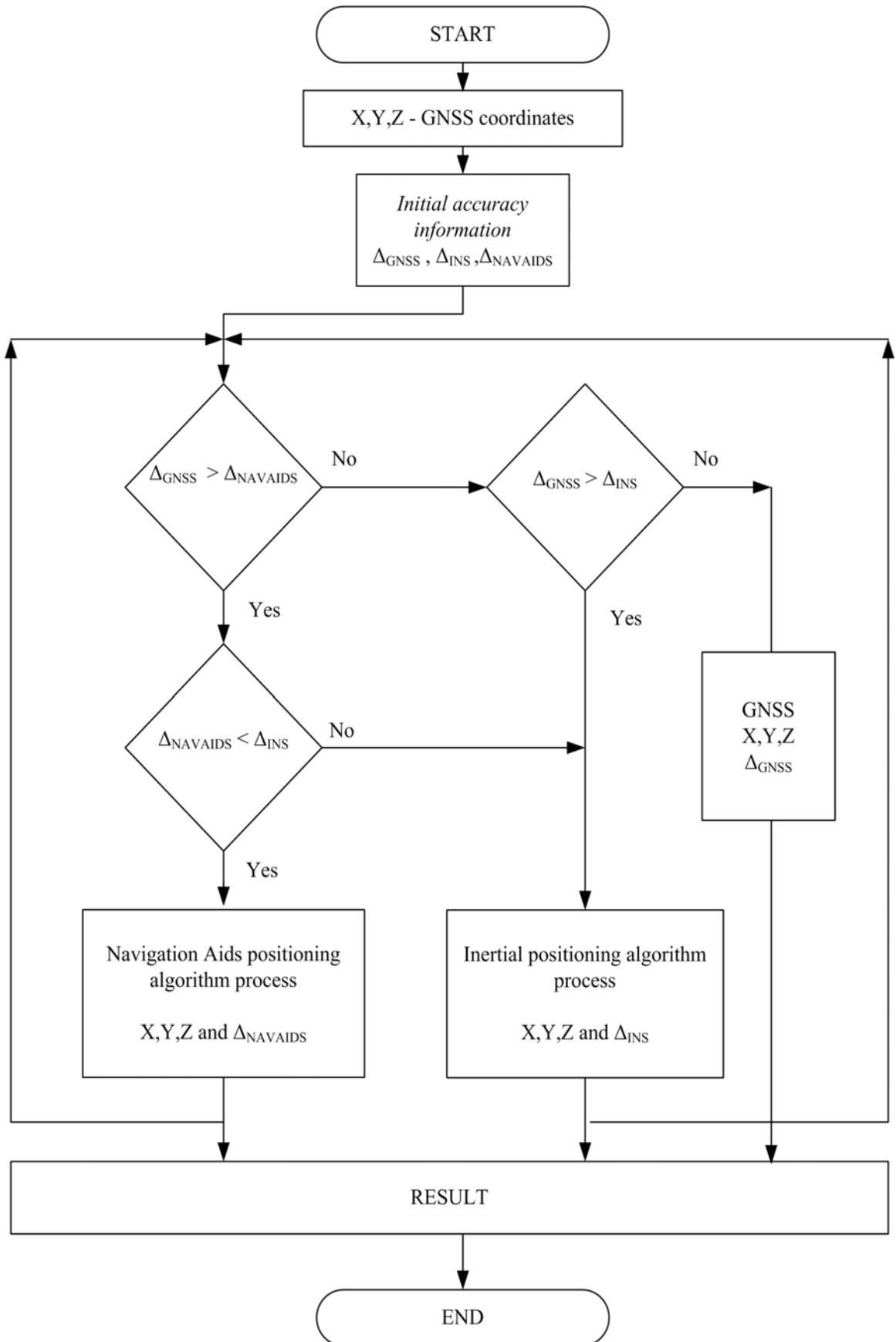


Figure 4.10 – System structure algorithm

Rev.	List	Nº of docum.	Sign.	Data

7.07010203 NAU 13 04 85 000 173

List

4.5. Simulation results

With the help of program Matlab and using different Matlab functions will take simulation results (program code in Appendix A) and graphs below. Input data is latitude,longitude in geographic coordinate system ,where $x,y=0$ -Earth center, x -coordinates, y -time.As the calculations show the result of modeling aircraft moving in ECEF coordinate system(Earth-Centered,Earth-Fixed) depicted below.

Positioning is very important parameter that's why was used the modeling of aircraft flight during some period of time and show the changes according to moving data through giving systems. Fig. 4.11 modeling the flight over Ukraine territory the latitude(45,52) and longitude(25,40).

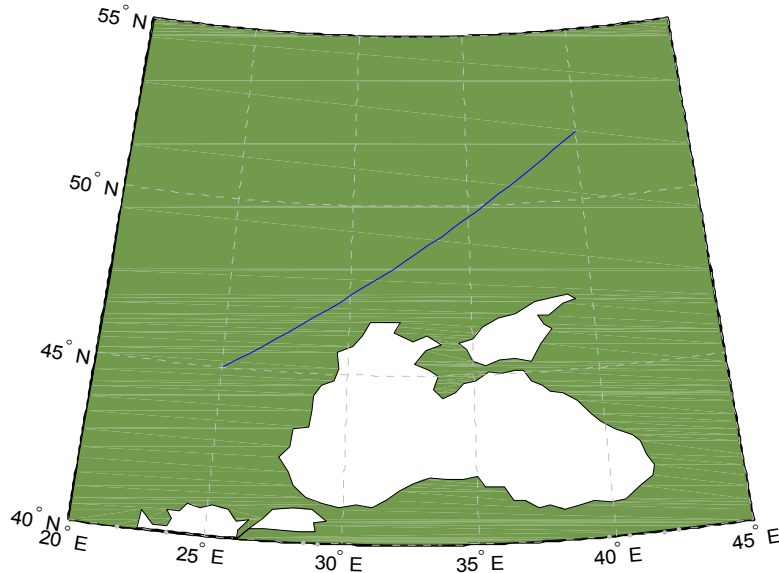


Figure 4.11 – Flight model of aircraft over the Ukraine territory

Fig. 4.12 shows the trajectory of flight in Earth-Centered, Earth-Fixed system. Consequently depicted three coordinates of flight and its parameters.

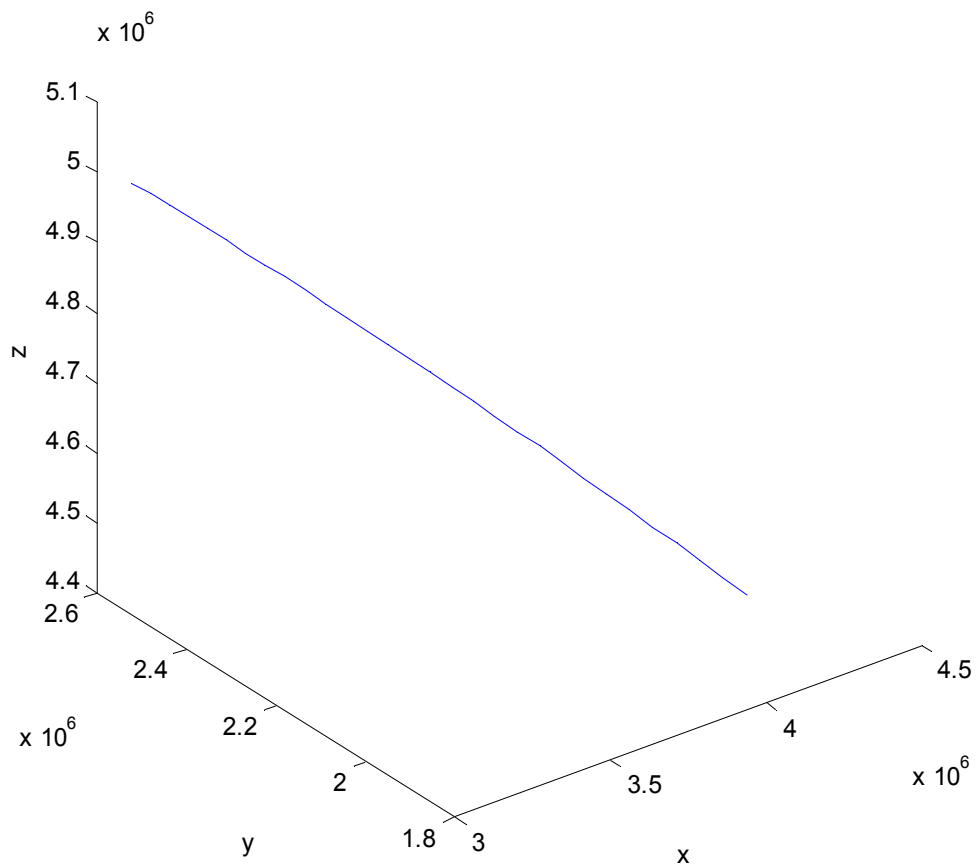


Figure 4.12 – Flight model in 3dimensional coordinate system

It is significant in fig. 4.13, shows the (GPS,INS,NAVAID) errors depending from time.

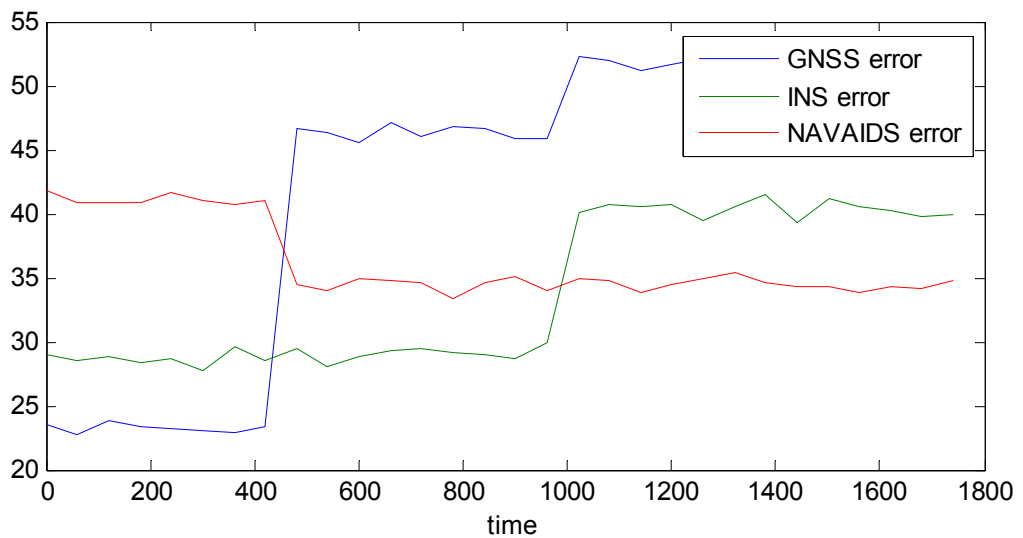
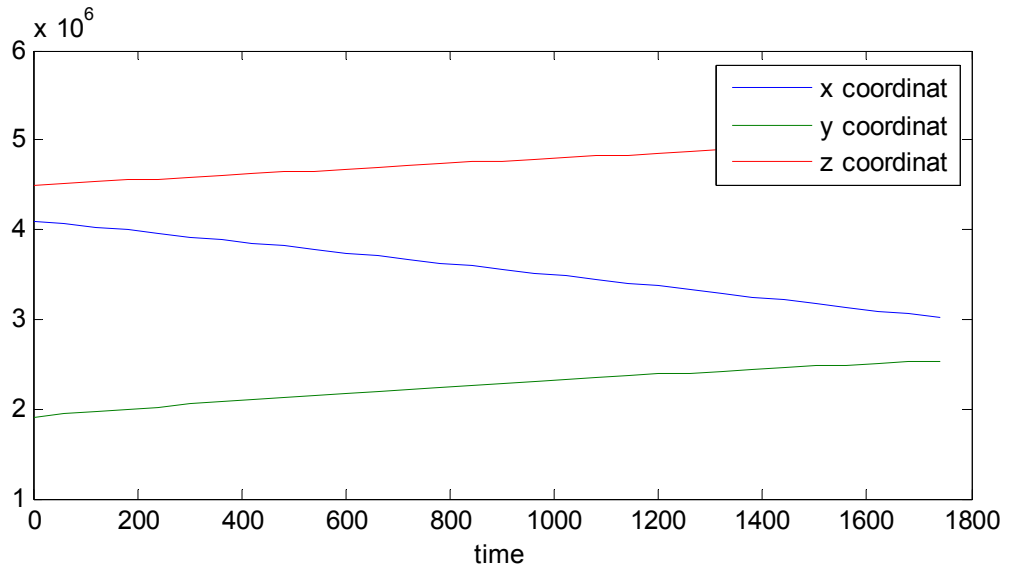


Figure 4.13 –Errors x,y,z-coordinates and also GNSS,INS,NAVAIDS errors with dependence from time and altitude

In addition to fig. 4.14 with systems errors, was depicted the graphs as to separately every coordinate x,y,z errors. Moreover can say from giving results that's error of every system depends from time, first of all choose the system in definite time the error minimize. This program was developed for general case and also all results for general case.

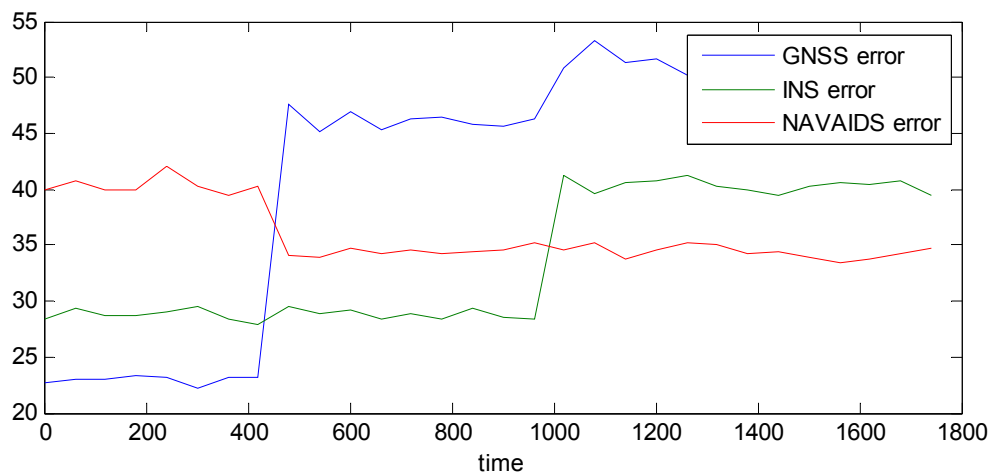
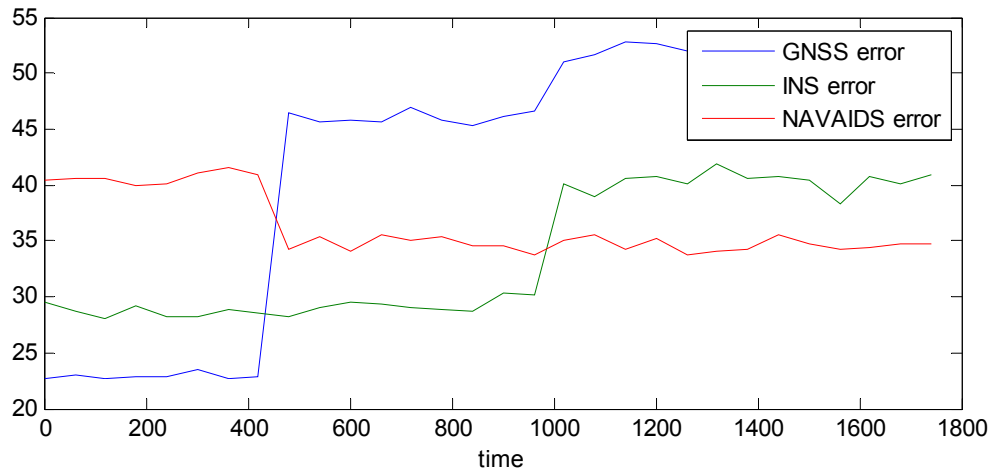


Figure 4.14 – Errors x,y,z-coordinates and also GNSS,INS,NAVAIDS errors with dependence from time and altitude

For investigation the positioning and for taken the results was taken into account VOR/DME stations. There are eight stations in Ukraine territory. All this shows the red colour in fig. 4.15.

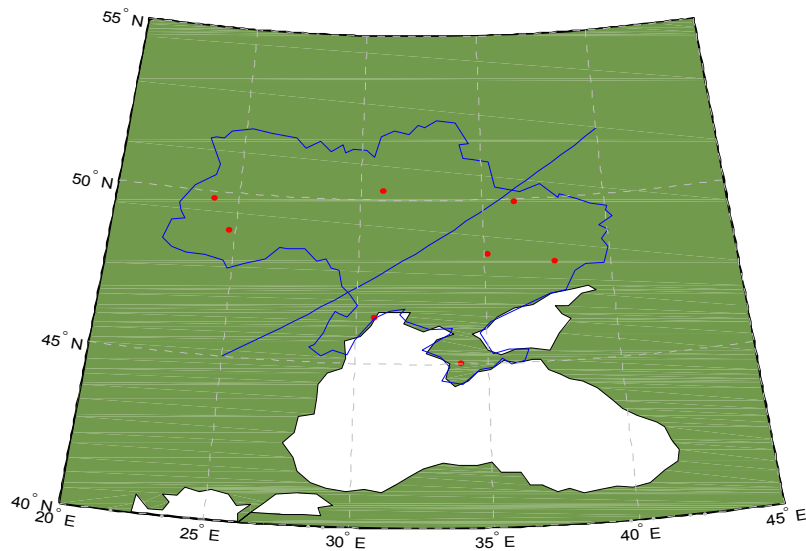


Figure 4.15 – Ukraine territory with location of eight VOR/DME stations

In this table shows the names of eight VOR/DME stations located in Ukraine territory with parameters of its.

Table 4.1 – VOR/DME stations located in Ukraine territory

Identifi- cation code	Name	Opera- ting freque- ncy, kHz	Latitude, grad	Longitude, grad	Height, foot	Freque- ncy DME, kHz
BRP	Boryspil	11590 0	50.28559875488 28	30.89929962158 2	499	115900
DNP	Dnipropetrov- sk	11250 0	48.35950088500 98	35.10250091552 73	509	112500
DON	Donetsk	11500 0	48.07180023193 36	37.73590087890 62	758	115000
IVF	Ivano Frankivsk	11420 0	48.88470077514 65	24.68989944458 01	937	114200
KHR	Kharkiv	11650 0	49.92679977416 99	36.28530120849 61	538	116500
LIV	Lviv	11550 0	49.81159973144 53	23.95100021362 3	1094	115500
ODS	Odesa	11395 0	46.43000030517 58	30.67029953002 93	197	113950
SMF	Simferopol	11660 0	45.05139923095 7	33.97930145263 67	623	116600

CONCLUSIONS

Researches of theoretical bases and the practical organization have allowed making the following conclusions.

First of all have been considered FDVS and how it works .Analysis of principles of construction, structure, technical support, implementation in all stages of flight, development of algorithm and program realization of the integrated flight data vision system for general aviation. Also we considered a sysem structure diagram for FDVS and its components.

In a given work we have carried out the analysis of aircraft positioning with dependence of system errors have been investigated GNSS, INS, NAVAIDS systems and illustrated system structure algorithm.

With the help of geoinformation function Geoshow represent the map with Ukraine longitude and latitude coordinates and eight VOR/DME stations.

In a given work has been used computer based imitation simulation method for improvement GNSS,INS,NAVAIDS errors and representative location VOR/DME stations.

After a series of investigations we make the following conclusions:

The introduction of this system in aviation will help reduce the number of collisions with the earth, occurred in poor visibility conditions, when the pilots did not have time to navigate to the traditional instruments in aircrafts. Installation of systems onboard equipment, will allow to increase the level of safety flights and significantly reduce the costs of air carriers, which associated with delays of flights connection with different adverse weather conditions.

The usage of FDVS increases the chance the first time landing, saves time, and also fuel consumption. The biggest problem of airports is the low degree of visibility. According to the Ukrainian aviation administration, 50% of the delay is the result of bad weather.However, the technology FDVS can reduce the number of airports which do not accept the aircrafts because of poor visibility and reduce the costs of airlines fuel consumption due to the reduction quality of flights in dispersal fields.

With Global Positioning System signals pilots can know exactly where they are.Add super-accurate terrain databases and graphical displays and we can now draw three-dimensional.

					<i>7.07010203 NAU 13 04 85 000 ПЗ</i>			
<i>Rev.</i>	<i>List</i>	<i>№ of docum.</i>	<i>Sign.</i>	<i>Data</i>				
<i>Developed</i>		<i>Hanzha T.S.</i>			<i>Integrated flight data vision system for general aviation</i>	<i>Lit.</i>	<i>List</i>	<i>Lists</i>
<i>Checked</i>		<i>Chynchenko Y.V.</i>					113	120
<i>St. Inspector.</i>		<i>Larin V.Y.</i>				<i>IAN, dep. ANS, gr. A0602</i>		
<i>Approved</i>		<i>Kharchenko V.P.</i>						

Application of this system helps:

- Controlled-flight-into-terrain and low-visibility loss-of control are the leading causes of aircraft accidents and fatalities.
- Significantly increases safety and operational flexibility for space, aircraft and land vehicles operating in low visibility conditions, virtually eliminating the worst accident categories.
- The all-condition visibility provided by FDVS, facilitates approach, landing and taxi maneuvers, allowing normal operations under conditions that now dramatically slow or even halt activity.
- Additionally, FDVS affords an opportunity for future windowless cockpits for space, air, or ground vehicles.
- FDVS make a flight safer and more secure, more comfortable and energy efficient, more innovative and productive.

Customer Benefits:

- Improves situational awareness;
- Reduces pilot workload;
- Reduces technical flight errors;
- Increases safety;
- Enhances operational flexibility;
- Eliminates poor visibility as a safety factor;
- Simplifies instrument flying.

					<i>7.07010203 NAU 13 04 85 000 ПЗ</i>			
<i>Rev.</i>	<i>List</i>	<i>Nº of docum.</i>	<i>Sign.</i>	<i>Data</i>				
<i>Developed</i>	<i>Hanzha T.S.</i>				<i>Integrated flight data vision system for general aviation</i>	<i>Lit.</i>	<i>List</i>	<i>Lists</i>
<i>Checked</i>	<i>Chynchenko Y.V.</i>						114	120
<i>St. Inspector.</i>	<i>Larin V.Y.</i>					<i>IAN, dep. ANS, gr. A0602</i>		
<i>Approved</i>	<i>Kharchenko V.P.</i>							

REFERENCES

1. Gloria L. Calhoun, Synthetic vision system for improving unmanned aerial vehicle operator situation awareness [Текст] // Gloria L. Calhoun, Mark H. Draper, Mike F. Abernathy, Frank Delgado, Michael Patzeka / Proc.SPIE. –2005. Vol. 5802., – 219–230 pp.
2. Prinzel L. J. Synthetic vision systems [Текст] / L. J. Prinzel, L. J. Kramer. NASA Langley Research Center, Hampton, 2009. – 14 p.
3. NASA’s Aviation Safety Program, Synthetic Vision Project [Електронний ресурс] . – Режим доступу:\ <http://avsp.larc.nasa.gov>
4. Arthur III, J.J., Prinzel III, L.J., Kramer, L.J., Bailey, R.E., & Parrish, R.V. CFIT Prevention using Synthetic Vision [Текст] / Proceedings of SPIE. – 2003. – Volume 5081. –P. 146-157.
5. Andrew K. Barrows. Alaskan flight trials of a synthetic vision system for instrument landings of a piston twin aircraft [Текст] /Andrew K. Barrows, Keith W. Alter, Chad W. Jennings, J. David Powell. – Stanford University, Stanford, 2009. – 9 p.
6. Concept of Operations for Commercial and Business Aircraft Synthetic Vision Systems [Текст] / TM-2001-211058. – NASA, 2001. – 89 p.
7. Collinson R. P. G. Introduction to avionics systems [Текст] / R. P. G. Collinson. – Springer, 2003. – 492 p.
8. Остроумов І. В. Недосконалість систем відображення повітряної обстановки навколо літака [Текст] / І. В. Остроумов // Авіа-2006 : Міжнар. наук.-техн. конф., 25–27 вересня 2006 р. : матеріали конференції. – К., 2006. – С. 21.29–21.32.
9. Харченко В.П. Основи практичної навігації [Текст]: навч. посіб./ В.П. Харченко, В.Г. Лялько, В.Г. Мелкумян. – К.: НАУ, 2004. – 256 с.
10. Харченко В.П. Аеронавігація [Текст]: навч. посіб. / В.П. Харченко, Ю.В.Зайцев. – К.:НАУ, 2008. – 272 с.
11. Гофманн-Велленгоф Б. Навігація. Основи визначення місцеположення та скеровування [Текст] / Б. Гофманн-Велленгоф, К. Легат, М. Візер; пер. з англ. за ред. Я. С. Яцківа. – Львів: Львів. нац. ун-т імені Івана Франка, 2006. – 443 с.
12. В. П. Бабак Безпека авіації [Текст] / В. П. Бабак, В. П. Харченко, В. О. Максимов та ін. –К.: Техніка, 2004. – 584 с.

13. Авиационная электросвязь: Приложение № 10 к Конвенции о международной гражданской авиации. Т. IV. Системы обзорной радиолокации и предупреждений столкновений. – ИКАО, 1995. – 208 с.
14. Мелкумян В.Г. Радіонавігаційні системи аеропортів. Радіомаячні системи посадки [Текст] : навч. посіб. / В.Г. Мелкумян, А.А. Семенов. – К.: КМУЦА, 1998. – 108 с.
15. Кучерявый А.А. Бортовые информационные системы [Текст] : курс лекций / А.А. Кучерявый; 2-е изд. под. ред. В.А. Мишина и Г.И. Ключева. – Ульяновск. УлГТУ, 2004. – 504 с.
16. Cary R. Spitzer. Digital Avionics Handbook [Текст] / Cary R. Spitzer / AvioniCon, Inc. – Williamsburg, Virginia, USA, 2006. – 448 p.
17. Piezoresistive Technology Sensing and control [Текст] / Honeywell, 2011. – p. 101–103.
18. Ostroumov I.V. Monitoring of private aviation flying [Текст] / I.V. Ostroumov // The Fourth World Congress “AVIATION IN THE XXII-st CENTURY” – Safety in Aviation and Space Technologies. – К.: НАУ, 2010. – Vol. 1. – p. 329–338.
19. Performance-based Navigation (PBN) Manual [Текст] / Doc 9613. – Montreal ICAO, 2008. – 304 p.
20. MIL-STD-1553 tutorial [Текст]. – AIM GmbH Avionics databus solutions, 2002. – 82 p.
21. Myron Kayton. Avionics navigation systems [Текст] / Myron Kayton, Walter R. Fried / Wiley – Interscience, John Wiley & Sons. Inc. – New York., 1997. – 800 p.
22. FANS-1/A. Operations Manual [Электронный ресурс]. – 2006. – 105 p.
23. Federal Aviation Administration. Next generation air transportation system [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \ www.faa.gov/nextgen
24. Federal Aviation Administration [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \ www.faa.gov
25. Flight Display Systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \ www.flightdisplay.com
26. FlightAware corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \ www.flightaware.com
27. Fly Smarter [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \ www.flightstats.com
28. Free dictionary [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \ www.thefreedictionary.com/avionics

29. Gables Engineering Inc [Електронний ресурс]. – Режим доступу:\ www.gableseng.com
30. Garming [Електронний ресурс]. – Режим доступу:\ www.garming.com
31. В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников [Текст] / «Основи охорони праці», видавництво «Афіша», 2001
32. Л.Р. Павленко [Текст] «Комп'ютер, TV та здоров'я», видавництво «Квит», 2003.
33. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. Введ. 01.07.84.
34. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. - Введ. 01.01.89.
35. ГОСТ 12.1.012.-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. – Введ. 01.01.91.
36. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
37. ГОСТ 2293-93 «Охрана труда. Термины и определения»
38. ДНАОП 0.00-1.31-99. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин, К.: 1999 р.
39. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» / Відомості Верховної Ради України . – 1991 N 41. – С.546.
40. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» / Відомості Верховної Ради України . – 1994 N 41. – С.456.
41. Закон України «Про охорону праці». / –2002.–№229 –IV. – С. 135 –144.
42. Основи охорони праці. Навчальний посібник [Текст] / За ред. проф. В.В.Березуцького – Х.: Просвіта-Друк ,2005. – 225 с.

Appendix A.

Program codes for Matlab software

```

clc
clear all
close all

t=1:60:30*60
alat=linspace(45,52,size(t,2));
alon=linspace(25,40,size(t,2));
alt=8000*ones(1,size(t,2));
lat=deg2rad(alat);
lon=deg2rad(alon);
[xx,yy,zz]=lla2ecef(lat,lon,alt)
t1=8*60
t2=17*60
dgnss=[40 80 90].*2
dins=[50 50 70].*2
dnav=[70 60 60].*2
n=700
for j=1:size(t,2)
    if t(j)<t1
        d1=dgnss(1);
        d2=dins(1);
        d3=dnav(1);
    elseif t(j)<t2 & t(j)>t1
        d1=dgnss(2);
        d2=dins(2);
        d3=dnav(2);
    else
        d1=dgnss(3);
        d2=dins(3);
        d3=dnav(3);
    end
    for i=1:n
        xgnss(i,j)=xx(j)+d1*rand();
        xins(i,j)=xx(j)+d2*rand();
        xnav(i,j)=xx(j)+d3*rand();

        ygnss(i,j)=xx(j)+d1*rand();
        yins(i,j)=xx(j)+d2*rand();
        ynav(i,j)=xx(j)+d3*rand();

        zgnss(i,j)=xx(j)+d1*rand();
        zins(i,j)=xx(j)+d2*rand();
        znav(i,j)=xx(j)+d3*rand();
    end
    exgnss(j)=std(xgnss(:,j))
    exins(j)=std(xins(:,j))
    exnav(j)=std(xnav(:,j))

```

```

eygnss(j)=std(ygnss(:,j))
eyins(j)=std(yins(:,j))
eynav(j)=std(ynav(:,j))

ezgnss(j)=std(zgnss(:,j))
ezins(j)=std(zins(:,j))
eznav(j)=std(znav(:,j))
end
plot3(xx, yy,zz)
xlabel('x')
ylabel('y')
zlabel('z')
figure()
subplot(2,1,1),plot(t,xx,t,yy,t,zz)
legend('x coordinat','y coordinat','z coordinat')
xlabel('time')
subplot(2,1,2),plot(t,exgnss,t,exins,t,exnav)
legend('GNSS error','INS error','NAVAIDS error')
xlabel('time')
figure()
subplot(2,1,1),plot(t,eygnss,t,eyins,t,eynav)
legend('GNSS error','INS error','NAVAIDS error')
xlabel('time')
subplot(2,1,2),plot(t,ezgnss,t,ezins,t,eznav)
legend('GNSS error','INS error','NAVAIDS error')
xlabel('time')
figure()
ax = worldmap('Ukraine');
load coast
geoshow(ax, lat, long,...
'DisplayType', 'polygon', 'FaceColor', [.45 .60 .30])
states = shaperead('usastatelo', 'UseGeoCoords', true);
faceColors = makesymbolspec('Polygon',...
    {'INDEX', [1 numel(states)], 'FaceColor', ...
    polcmap(numel(states))}); % NOTE - colors are random
geoshow(ax, states, 'DisplayType', 'polygon', ...
'SymbolSpec', faceColors)
geoshow(ax, alat, alon)

clc
clear all
close all

% load ukraine region matrix
[u_lat u_lon]=ukraine()
u1_lat=deg2rad(u_lat)
u1_lon=deg2rad(u_lon)

%VOR location
vor=[ 50.2855987548828 30.899299621582 499

```

```

48.3595008850098 35.1025009155273 509
48.0718002319336 37.7359008789062 758
48.8847007751465 24.6898994445801 937
49.9267997741699 36.2853012084961 538
49.8115997314453 23.951000213623 1094
46.4300003051758 30.6702995300293 197
45.051399230957 33.9793014526367 623]
d_lat=vor(:,1);
d_lon=vor(:,2);
t=1:60:30*60
alat=linspace(45,52,size(t,2));
alon=linspace(25,40,size(t,2));
alt=8000*ones(1,size(t,2));
lat=deg2rad(alat);
lon=deg2rad(alon);
[xx,yy,zz]=lla2ecef(lat,lon,alt)
t2=17*60
ax = worldmap('Ukraine');
load coast
geoshow(ax, lat, long,...
'DisplayType', 'polygon', 'FaceColor', [.45 .60 .30])
states = shaperead('usastatelo', 'UseGeoCoords', true);
faceColors = makesymbolspec('Polygon',...
{'INDEX', [1 numel(states)], 'FaceColor', ...
polcmap(numel(states))}); % NOTE - colors are random
geoshow(ax, states, 'DisplayType', 'polygon', ...
'SymbolSpec', faceColors)
geoshow(ax, alat, alon)
geoshow(ax, d_lat, d_lon, 'Marker', '.', 'Color', 'red', 'LineStyle', 'none')
geoshow(ax, u_lat, u_lon)

```