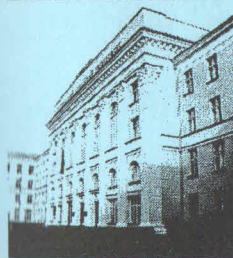
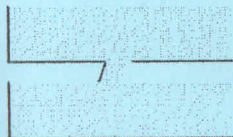
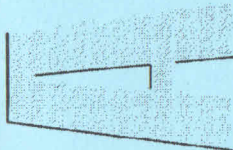
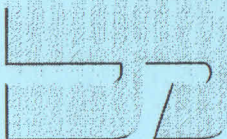


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

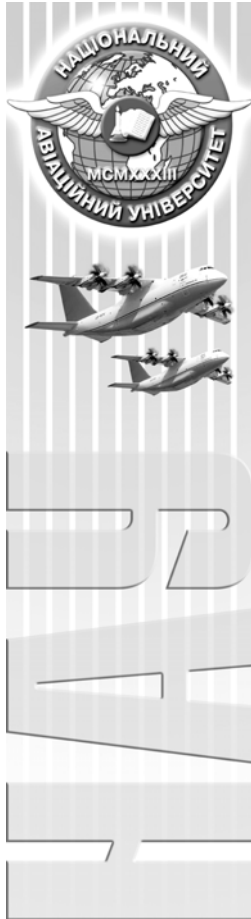


VIVERE!
VINCERE!
CREARE!

**НАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ
МЕТОДИ НАВІГАЦІЙНИХ
ВИЗНАЧЕНЬ
З ВИКОРИСТАННЯМ
ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНИХ
ЯВИЩ**

Лабораторний практикум
для студентів напрямку підготовки
6.070102 «Аеронавігація»

Київ 2016



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

**НАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ. МЕТОДИ
НАВІГАЦІЙНИХ ВИЗНАЧЕНЬ
ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ
ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНИХ
ЯВИЩ**

Лабораторний практикум
для студентів напряму підготовки
6.070102 «Аеронавігація»



VIVERE!
VINCERE!
CREARE!

Київ 2016

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

НАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ. МЕТОДИ
НАВІГАЦІЙНИХ ВИЗНАЧЕНЬ
ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ
ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНИХ
ЯВИЩ

Лабораторний практикум
для студентів напряму підготовки
6.070102 «Аеронавігація»

Київ 2016

УДК 629.735.051(076.5)
ББК О571.5я7
Н15

Укладачі: *В.Г. Мелкумян, І.В. Остроумов, Т.Л.Малютенко*
Рецензент *О.В. Соломенцев*

Затверджено методично-редакційною радою Національного авіаційного університету (протокол № 4/15 від 09.06.2015 р.)

Навігаційні системи. Методи навігаційних визначень із використанням характеристик природних явищ: лабораторний практикум/ уклад.: В.Г. Мелкумян, І.В. Остроумов, Т.Л.Малютенко – К.: НАУ, 2016. – 70 с.

Містить стислі теоретичні відомості, порядок виконання лабораторних робіт, запитання для самоперевірки з I частини, що включає модулі I, II навчального курсу «Навігаційні системи». Практикум спрямований на вивчення основних принципів побудови навігаційних систем, заснованих на характеристиках природних явищ.

Для студентів напряму підготовки 6.070102 «Аеронавігація».

Зміст

| | |
|--|----|
| Умовні позначення та скорочення..... | 5 |
| Вступ | 6 |
| Лабораторна робота 1. Основи використання спеціалізованого програмного забезпечення для навігаційних обчислень..... | 8 |
| Лабораторна робота 2. Особливості використання моделі Земної поверхні | 11 |
| Лабораторна робота 3. Системи координат у навігаційних системах..... | 17 |
| Лабораторна робота 4. Особливості використання картографічних проекцій у навігаційних задачах..... | 22 |
| Лабораторна робота 5. Дослідження барометричного методу визначення висоти..... | 28 |
| Лабораторна робота 6. Особливості обчислення повітряної швидкості літака..... | 33 |
| Лабораторна робота 7. Дослідження аеродинамічного методу визначення вертикальної швидкості..... | 37 |
| Лабораторна робота 8. Дослідження моделей магнітного поля Землі..... | 39 |
| Лабораторна робота 9. Вимірювання характеристик магнітного поля Землі..... | 43 |
| Лабораторна робота 10. Вимірювання прискорення та розрахунок швидкості рухомого об'єкта і пройденого шляху | 52 |
| Лабораторна робота 11. Вимірювання кутових швидкостей та кутів орієнтації рухомого об'єкта..... | 57 |
| Лабораторна робота 12. Визначення місцеположення рухомого об'єкта за інерційним методом..... | 60 |
| Список використаних джерел | 66 |

Умовні позначення та скорочення

| | |
|--------|--|
| BGS | – British Geological Survey |
| DGC | – Defence Geographic Centre |
| ECEF | – Earth-Centered Earth-Fixed |
| EGM | – Earth Gravitation Model |
| END | – East-North-Down |
| ENU | – East-North-Up |
| GNSS | – Global Navigation Satellite System |
| GPS | – Global Position System |
| GSFC | – Goddard Space Flight Center |
| ICAO | – International Civil Aviation Organization |
| MEMS | – Micro Electro Mechanical System (мікроелектро-механічних систем) |
| MATLAB | – Matrix Laboratory |
| NASA | – National Aeronautical Space Agency |
| NED | – North-East-Down |
| NGA | – National Geospatial-Intelligence Agency |
| NGDC | – National Geophysical Data Center |
| NIMA | – National Imagery and Mapping Agency |
| WGS | – Worldwide Geoid System |
| WMM | – Всесвітня модель магнітного поля |
| БПЛА | – безпілотний літальний апарат |
| ІК | – істинний курс |
| ІНС | – Інерційна Навігаційна Система |
| КК | – компасний курс |
| МК | – магнітний курс |
| ООП | – об'єктно-орієнтоване програмування |
| ПК | – повітряний корабель |

Вступ

Навігація виконує важливе завдання повітряного транспорту. Навігаційні засоби та системи скеровані на забезпечення вчасного та точного переміщення ПК від однієї точки повітряного простору до іншої. Навігаційні системи, побудовані на використанні характеристик природних явищ, можна віднести до основних засобів орієнтування у просторі. Більшість природних явищ, таких як магнітне поле Землі, атмосфера Землі, дія гравітаційних сил як на поверхні Земної кулі, так і їх взаємодія у межах сонячної системи та випромінення небесних світил добре відомі з зародження навігації як окремої науки з давніх часів. Проте засоби та технології, використовувані для потреб навігації, постійно змінюються, відображаючи можливості та тенденції науки. Природні явища є надійним засобом позиціонування та навігації, що підтверджується багатовіковим досвідом переміщень. Точність та інформативність параметрів постійно підвищується, крім того сучасні інформаційні технології дозволяють оперувати у навігаційних обчисленнях величезними обсягами допоміжної інформації, що, безумовно, відображається на точності навігаційних визначень.

Точна та своєчасна навігація ПК є запорукою вдалого польоту, що, безперечно, пов'язано з безпекою авіаційних перевезень та авіаційного транспорту загалом.

Під час виконання лабораторних робіт пропонується ознайомитися з основними принципами побудови та функціонування сучасних навігаційних систем, побудованих на використанні природних явищ.

Лабораторні роботи розроблені відповідно до програми дисципліни «Навігаційні системи» з метою закріплення та поглиблення отриманих знань та умінь, набутих студентом у процесі засвоєння теоретичного матеріалу з модулів I «Фізичні основи побудови навігаційних систем» та II «Навігаційні системи та методи навігаційних визначень з використанням характеристик природних явищ».

Модулем I передбачено виконання лабораторних робіт, у результаті яких студенти повинні:

знати: задачі, цілі, методи і режими навігації; основні навігаційні елементи; призначення й класифікацію навігаційних систем; фізичні основи побудови навігаційних систем з використанням характеристик природних явищ; координатні системи навігаційних визначень; методи використання характеристик атмосфери, гравітаційного та магнітного полів Землі для навігаційних визначень; вплив характеристик природних явищ на точність навігаційних визначень та методи їх усунення;

уміти: визначати час, який застосовується в авіації в різних частинах відліку; визначати радіотехнічні засоби, що використовуються в польоті на різних етапах за радіонавігаційною картою та з АІР.

Модулем II передбачено виконання лабораторних робіт, у результаті яких студенти повинні:

знати: принципи побудови, основні характеристики барометричних висотомірів та систем визначення повітряної швидкості; основи побудови та застосування магнітних, аерометричних, астрономічних та інерціальних навігаційних систем;

уміти: оцінювати точність визначення навігаційних параметрів; виконувати розрахунки з визначення істинної повітряної швидкості; визначати абсолютну висоту польоту з урахуванням впливу зовнішніх і внутрішніх факторів на точність показань барометричного висотоміра.

Лабораторні роботи повинні бути виконані та захищені до модульної контрольної роботи, в іншому випадку студент не допускається до модульного контролю.

Знання та вміння, набуті під час виконання лабораторних робіт, необхідні для проходження технологічної практики на підприємствах та в подальшому – для стажування.

По закінченні кожної лабораторної роботи результати обробки даних повинні бути подані у вигляді розрахунків та графіків, а висновки мають містити аналіз одержаних результатів.

Основним обладнанням, необхідним для виконання лабораторних робіт, є комп'ютер із встановленим програмним забезпеченням MATLAB.

Основні заходи безпеки під час виконання лабораторної роботи полягають у перевірці справності комп'ютера та дотриманні правил безпеки під час роботи з електроприладами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Mapping Toolbox*. – Mathworks (U.S.). 2014. – 812 р.
2. *Алешков И. И.* Решение задач по основам аэронавигации: учеб. пособие / *И.И. Алешков*. – С.-П.: Санкт-Петербург, 2008. – 910 с.
3. Офіційний сайт MathWorks [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://matlab.ru/products/matlab>
4. *Харченко В.П.* Авіоніка: навч. посіб. / В. П. Харченко, І. В. Остроумов – К.: НАУ, 2013 – 272 с.
5. *Харченко В. П.* Основи практичної навігації: навч. посіб. / В. П. Харченко, В. Г. Лялько, В.Г. Мелкумян. – К.: НАУ, 2004. – 256 с.

Навчальне видання

НАВИГАЦІЙНІ СИСТЕМИ МЕТОДИ НАВИГАЦІЙНИХ ВИЗНАЧЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНИХ ЯВИЩ

Лабораторний практикум
для студентів напряму підготовки
6.070102 «Аеронавігація»

Укладачі:

МЕЛКУМЯН Вальтер Гайкович
ОСТРОУМОВ Іван Вікторович
МАЛЮТЕНКО Тетяна Леонідівна

Редактор *Є. Г. Кравченко*
Технічний редактор *А. І. Лавринович*
Коректор *Л. М. Романова*
Комп'ютерна верстка *Л. Т. Колодіної*

Підп. до друку. 03.08.2016. Формат 60×84/16. Папір офс.
Офс. друк. Ум. друк. арк. 3,72. Обл.-вид. арк. 4,0.
Тираж 100 пр. Замовлення № 100-1.

Видавець і виготівник
Національний авіаційний університет
03680. Київ-58, проспект Космонавта Комарова, 1

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002