

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Кафедра космічної радіофізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
Перший проректор

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Чисельні методи в радіоастрономії

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напряму підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва напряму підготовки)

для спеціальності 8.04020402 Радіофізика і електроніка

(шифр і назва спеціальності (тей))

спеціалізації \_\_\_\_\_

(назва спеціалізації)

факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

(назва факультету)

Кредитно-модульна система  
організації навчального процесу

Харків – 2015

**Чисельні методи в радіоастрономії.** Робоча програма навчальної дисципліни для  
(назва навчальної дисципліни)  
студентів за спеціальністю 8.04020402 Радіофізика і електроніка,  
„14” травня 2015 р. — 9 с.

Розробники: Просвірнін Сергій Леонідович, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри космічної радіофізики факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри космічної радіофізики  
факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна  
Протокол № 10 від “20” травня 2015 р.

Завідувач кафедри космічної радіофізики

\_\_\_\_\_ (Тирнов О. Ф.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
“20” травня 2015 р.

Схвалено методичною комісією  
факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем  
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна  
Протокол № 6 від “15” червня 2015 р.

“15” червня 2015 р. Голова \_\_\_\_\_ (Чорногор Л. Ф.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Декан факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

\_\_\_\_\_ (Шульга С. М.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників  | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень                          | Характеристика навчальної дисципліни |                              |
|--|---|--------------------------------------|------------------------------|
|  |   | <i>денна форма навчання</i>          | <i>заочна форма навчання</i> |
| Кількість кредитів — 5   | Галузь знань<br><u>0402 Фізико-математичні науки</u><br>(шифр і назва)                    | За вибором                           |                              |
|  | Напрямок підготовки<br>_____ (шифр і назва)   |                                      |                              |
| Модулів — 2  | Освітньо-кваліфікаційний рівень (професійне спрямування):<br><u>8. 04020402 — магістр</u> | <b><i>Рік підготовки:</i></b>        |                              |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)  |   | 1-й                                  |                              |
| Загальна кількість годин — 150   |   | <b><i>Семестр</i></b>                |                              |
|  |   | 2-й                                  |                              |
|  |   | <b><i>Лекції</i></b>                 |                              |
| Тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних — 3<br>самостійної роботи студента — 5,8 | Спеціальність —<br><u>"радіофізика і електроніка"</u>                                     | 51 год.                              | год.                         |
|  |   | <b><i>Практичні, семінарські</i></b> |                              |
|  |   | год.                                 | год.                         |
|  |   | <b><i>Лабораторні</i></b>            |                              |
|  |   | год.                                 | год.                         |
|  |   | <b><i>Самостійна робота</i></b>      |                              |
|  |   | 99 год.                              | год.                         |
|  |   | <b><i>ІНДЗ:</i></b>                  | год.                         |
|  |   | Вид контролю: залік                  |                              |

**Примітка.** Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання — 3/5,8

для заочної форми навчання —

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета — оволодіння основними чисельними методами, які застосовуються в радіоастрономії.

Завдання — законспектувати основні теоретичні положення та розв'язати запропоновані задачі.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

**знати:** основні чисельні методи в радіоастрономії.

**вміти:** застосовувати основні чисельні методи для вирішення задач радіоастрономії та астрофізики.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### Модуль 1. Основні чисельні методи математичного аналізу

**Тема 1.** Вступ. Математичні моделі і чисельні методи в радіоастрономії і астрофізиці

1. Мета та задачі
2. Особливості курсу
3. Що студент повинен знати і що студент повинен уміти
4. Математичні моделі і чисельний експеримент
5. Чисельні методи у радіоастрономії та астрофізиці
6. Основні етапи розвитку обчислювальної техніки
7. Характеристики і можливості ЕОМ
8. Алгоритмічні мови програмування

**Тема 2.** Похибка результату чисельного рішення задачі

1. Джерела і класифікація похибки (неусувна, похибка методу, обчислювальна похибка)
2. Запис чисел у ЕОМ
3. Абсолютна і відносна похибки
4. Про обчислювальну похибку
5. Похибка суми, добутку величин
6. Похибка кореня рівняння

**Тема 3.** Наближення функції інтерполяцією

1. Постановка задачі наближення функцій
2. Задача інтерполяції
3. Інтерполяційний многочлен Лагранжа
4. Оцінка залишкового члена інтерполяційного многочлена Лагранжа
5. Розділені різниці
6. Інтерполяційна формула Ньютона
7. Застосування апарата інтерполяції
8. Многочлени Чебишева
9. Мінімізація оцінки остаточного члена інтерполяційної формули

**Тема 4.** Чисельне інтегрування

1. Загальний вид квадратурної формули
2. Оцінка похибки
3. Формула прямокутників, трапецій, Сімпсона
4. Практична оцінка похибки елементарних квадратурних формул
5. Використання вагових функцій
6. Квадратурні формули Гаусса
7. Квадратура Ерміта
8. Інтегрування сильно осцилюючих функцій

**Тема 5.** Наближення функцій

1. Метод найменших квадратів

2. Найкраще наближення в лінійному нормованому просторі
3. Найкраще наближення в просторі Гільберта

### **Тема 6. Дискретне перетворення Фур'є**

1. Застосування перетворення Фур'є в задачах чисельного моделювання та у задачах аналізу експериментальних даних
2. Дискретний ряд Фур'є
3. Тригонометрична інтерполяція
4. Швидке перетворення Фур'є
5. Використання алгоритму швидкого перетворення Фур'є (ШПФ)
6. Визначення спектральної щільності випромінювання за даними радіоастрономічних спостережень

## **Модуль 2. Чисельні методи вирішення рівнянь**

### **Тема 7. Чисельне вирішення інтегральних рівнянь**

1. Типи інтегральних рівнянь
2. Використання квадратурних формул
3. Метод колокацій
4. Метод моментів. Метод Галеркіна

### **Тема 8. Похибка рішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь**

1. Метод редукції
2. Метод Гаусса
3. Найбільш застосовані норми векторів і матриць
4. Число обумовленості та похибка вирішення системи рівнянь
5. Число обумовленості в задачах про власні коливання

### **Тема 9. Чисельне рішення диференціальних рівнянь**

1. Метод Ейлера
2. Методи Рунге-Кутта

#### 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви модулів і тем | Кількість годин |              |    |     |     |    |              |              |    |     |     |    |
|---------------------|-----------------|--------------|----|-----|-----|----|--------------|--------------|----|-----|-----|----|
|                     | Денна форма     |              |    |     |     |    | Заочна форма |              |    |     |     |    |
|                     | Усього          | у тому числі |    |     |     |    | Усього       | у тому числі |    |     |     |    |
|                     |                 | л            | п  | лаб | інд | ср |              | л            | п  | лаб | інд | ср |
| 1                   | 2               | 3            | 4  | 5   | 6   | 7  | 8            | 9            | 10 | 11  | 12  | 13 |
| <b>Модуль 1</b>     |                 |              |    |     |     |    |              |              |    |     |     |    |
| Тема 1.             | 9               | 2            | 2  |     |     | 5  |              |              |    |     |     |    |
| Тема 2.             | 9               | 2            | 2  |     |     | 5  |              |              |    |     |     |    |
| Тема 3.             | 12              | 4            | 3  |     |     | 5  |              |              |    |     |     |    |
| Тема 4.             | 13              | 5            | 3  |     |     | 5  |              |              |    |     |     |    |
| Тема 5.             | 7               | 2            |    |     |     | 5  |              |              |    |     |     |    |
| Тема 6.             | 8               | 3            |    |     |     | 5  |              |              |    |     |     |    |
| Разом за модулем 1  | 58              | 18           | 10 |     |     | 30 |              |              |    |     |     |    |
| <b>Модуль 2</b>     |                 |              |    |     |     |    |              |              |    |     |     |    |
| Тема 7.             | 10              | 3            | 2  |     |     | 5  |              |              |    |     |     |    |
| Тема 8.             | 10              | 3            | 2  |     |     | 5  |              |              |    |     |     |    |
| Тема 9.             | 12              | 3            | 4  |     |     | 5  |              |              |    |     |     |    |
| Разом за модулем 2  | 32              | 9            | 8  |     |     | 15 |              |              |    |     |     |    |
| <b>Усього годин</b> | 90              | 27           | 18 |     |     | 45 |              |              |    |     |     |    |

| <b>Модуль 3</b>                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Індивідуальне науково-дослідне завдання |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Усього годин</b>                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

#### 5. Теми семінарських занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|------------|-----------------|
| 1     |            |                 |
| 2     |            |                 |
| ...   |            |                 |

## 6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми                                   | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1     | Алгоритмічні мови програмування              | 2               |
| 2     | Наближення функцій                           | 2               |
| 3     | Чисельне інтегрування                        | 3               |
| 4     | Дискретне перетворення Фур'є                 | 3               |
| 5     | Вирішення нелінійних рівнянь                 | 2               |
| 6     | Рішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь | 2               |
| 7     | Чисельне рішення диференціальних рівнянь     | 4               |
|       | Разом  | 18              |

## 7. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|------------|-----------------|
| 1     |            |                 |
| 2     |            |                 |
| ...   |            |                 |

## 8. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми  | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1     | Пакети символьних обчислень                                   | 9               |
| 2     | Обчислення невластних інтегралів                              | 9               |
| 3     | Використання ШПФ для обчислення інтегралів                    | 9               |
| 4     | Обчислення числа обумовленості                                | 9               |
| 5     | Чисельне рішення диференціальних рівнянь в часткових похідних | 9               |
|       | Разом   | 45              |

## 9. Індивідуальне навчально - дослідне завдання

### 10. Методи навчання

Проблемні лекції, практичні заняття та самостійна робота

### 11. Методи контролю

Поточний усний контроль. Контроль виконання практичних робіт по збереженим файлам шляхом опитування.

## 12. Розподіл балів, які отримують студенти

| Залік   |    |    |    |    |    |   |    |    | Сума |
|---|----|----|----|----|----|---|----|----|------|
| Поточне тестування та самостійна робота   |    |    |    |    |    |   |    |    |      |
| Модуль 1  |    |    |    |    |    | Модуль 2  |    |    |      |
| T1  | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7  | T8 | T9 |      |
| 11  | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11  | 11 | 12 | 100  |
| Мінімальна кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування першого модуля — 33 |    |    |    |    |    | Мінімальна кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування другого модуля — 17 |    |    |      |
| Форма контролю — усний контроль   |    |    |    |    |    |   |    |    |      |

T1, T2 ... T9– теми модулів

### Приклад за виконання курсової роботи

| Пояснювальна записка | Ілюстративна частина | Захист роботи | Сума |
|----------------------|----------------------|---------------|------|
| до _____             | до _____             | до _____      | 100  |

### Шкала оцінювання

| Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                     |               |
|--|-------------|---|---------------|
|  |             | для екзамену, курсової роботи (проекту), практики | для заліку    |
| 90 – 100   | <b>A</b>    | відмінно  | зараховано    |
| 80-89  | <b>B</b>    | добре   |               |
| 70-79  | <b>C</b>    | задовільно  |               |
| 60-69  | <b>D</b>    |   |               |
| 50-59  | <b>E</b>    |   |               |
| 1-49   | <b>FX</b>   | незадовільно                                      | не зараховано |

### 13. Методичне забезпечення

1. Microsoft Fortran PowerStation.

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Наука, 1987. – 600 с.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы. – М.: Наука, 1975.
3. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука, 1978.

#### Допоміжна

1. Люк Ю. Специальные математические функции и их аппроксимации. – М.: Мир, 1980.



2. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. – М.: Мир, 1989. – 540 с.
3. Просвирнин С.Л. Методическая разработка для студентов радиофизического факультета. Погрешность приближенного решения систем линейных алгебраических уравнений. – Харьков: ХГУ. 1992. 13 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

1. <http://scienceworld.wolfram.com/>
2. [http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)